

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 29

TRIMESTRE OCTUBRE-DICIEMBRE 1979

NUMERO 4

CODEN: TURRAB 29(4)235-336

<i>Niveles críticos de insectos que transmiten fitopatógenos: el caso de mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) (en español)</i> , J. F. Larios	237
<i>Infestaciones con una larva de Diatraea saccharalis (F) en dos variedades tropicales de maíz en México (en inglés)</i> , F.B. Peairs, J.L. Saunders	243
<i>Evaluación económica de la producción de carne en el trópico bajo pastoreo y con aplicación de nitrógeno (en español)</i> , R. D. Estrada, O. Paladines	247
<i>Cercas vivientes en la agricultura de Costa Rica (en inglés)</i> , Jonathan D. Sauer	255
<i>Combate químico de Meloidogyne spp. y Alternaria sp. en zanahoria Daucus carota L.) (en español)</i> , F. Perlaza, Roger López, Edgar Vargas	263
<i>Efecto del déficit fenológico de agua sobre la producción de frijol (en portugués)</i> , A.A. de Magalhães, A.A. Millar, E.N. Choudhury	269
<i>Formación de ramas en cacao (Theobroma cacao L. Sterculiaceae) (en inglés)</i> , David Wheat	275
<i>Respuesta de la caña de azúcar al abonamiento nitrogenado en un campo regado con "agua de cachaza" (en español)</i> , Sergio Valdivia, Hernán Tello	285
<i>Efecto de la resistencia a la penetración en el suelo sobre el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) cultivar 27-R (en inglés)</i> , W. Forsythe, A. Huertas	293
<i>Efecto de productos naturales sobre el desarrollo in vitro de yemas de Rubus sp. (en español)</i> , Guillermo Carrillo, José Luis Mendoza	299
<i>Cambios en algunos elementos mayores asociados con la feminización del ricino (Ricinus communis L.) influidos por cinetina y morfina (en inglés)</i> , N. Raja Kumar, P. Gopala Rao	305
<i>Efecto de la lluvia sobre los insecticidas en el control de Leucoptera meyericki in Kenya (en inglés)</i> , F.M. Wanjala, B.S. Dooso	311
Comunicaciones:	
<i>Mutante enano inducido por sulfonato de etilmetano en frijol (Phaseolus vulgaris L.) (en inglés)</i> , S. Tara Mohan	317
<i>Efecto de la falta de humedad inducida por el polietileno glicol sobre la germinación de algunas semillas tropicales (en inglés)</i> , A.C. Adebona, B.E. Ayisire	318
<i>Purificación y serología del mosaico común del frijol (en inglés)</i> , Francisco J. Morales	320
Notas y comentarios	
241, 242, 254, 262, 268, 274, 284, 291, 292, 298, 303, 304, 310, 315, 316, 324	
Reseña de libros	325



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

Niveles críticos de insectos que transmiten fitopatógenos: el caso de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.)^{*1/}_____

_____JOAQUIN F. LARIOS**

ABSTRACT

*This work demonstrates the necessity to consider in insect management programs the mechanical damage caused by the vector as well as its transmission of the causal agents of diseases to determine the critical levels and economic threshold. This is illustrated with data of the white flies populations (*Bemisia tabaci* Genn.) and of infections chlorosis (CI) disease in cotton cultivar 'Stoneville 213', in coastal areas of El Salvador, during the years 1976, 77 and 78. The decrease in yield and economical loss, caused by the mechanical damage of *B. tabaci*, were calculated applying the Mound equation (22), $y = 66 \log(x+1)$, where $x = \text{nymphs/leaf}$ and $y = \%$ reduction in yield. The CI damage was evaluated by measuring the yield of two neighboring plants (healthy and infected before blossoming) from which was deduced the function $y = 0.442X$, where $X = \%$ of diseased plants; $y = \%$ loss in yield, and $0.442 = \text{a constant}$ (a diseased plant drops its yield by 44.2% in respect to its healthy neighbor).*

In 1976, 217 kg/ha was lost because of mechanical damage, 64 kg/ha because of CI with 43 nymphs/leaf, in 1977 the corresponding figures were 1243 kg/ha and 30 kg/ha with 177 nymphs/leaf and in 1978, 164 and 239 kg/ha with 40 nymphs/leaf, which indicates the necessity to quantify the effects of the disease and the mechanical damage of the vector in the evaluation of the economic injury level, an aspect not taken into consideration yet.

Introducción

LOS tres principales componentes que constituyen el concepto de un programa de manejo integrado de plagas ha sido resumido en: maximización de los controladores naturales existentes; muestreo de la concentración de las plagas y sus factores de control natural presentes para determinar la necesidad de medidas adicionales; y el uso de la técnica más apropiada o combinación de técnicas de supresión de la

plaga, únicamente cuando sea necesario, para prevenir daños económicos al cultivo (7). Esto último requiere del conocimiento de las funciones de daño, que en el caso de insectos es principalmente de tipo mecánico. Sin embargo, gran cantidad de insectos plaga son vectores de todas las clases de agentes infecciosos hasta ahora conocidos, exceptuando a los viroides.

Los insectos se ha demostrado que pueden transmitir hongos (1,8), virus (6,24), bacterias (5,26), nematodos (10), espiroplasmas (2,3) y micoplasmas (21,25). Ejemplos importantes en el trópico son: el crisomérido *Cerotoma trifurcata* que es vector de siete importantes virus de leguminosas en el trópico (9). La mosca blanca *Bemisia tabaci*, transmite más de 30 diferentes agentes causales de un número todavía mayor de enfermedades básicamente tropicales (6,20).

* Recibido para publicación 26 de julio de 1979

1/ El autor agradece la revisión del manuscrito por el Dr. Keith Andrews del Proyecto CENTA/AID, El Salvador

** Profesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Apartado Postal 773, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, C. A.

En Centro América, los insectos desempeñan un importante papel en las epidemias inducidas por los siete virus del frijol reportados en esta región (13). Todos éstos insectos, además de los fuertes daños mecánicos que producen, también transmiten patógenos capaces de reducir sustancialmente los rendimientos.

La literatura consultada sobre control integrado (4, 19, 23) no contempla este aspecto básico para las decisiones de manejo de plagas, salvo algunos breves casos tratados muy tangencialmente y que no incluyen datos (19), por lo que se presentan algunos resultados que demuestran la necesidad de evaluar en los programas de manejo de insectos, los daños mecánicos que ocasionan así como las enfermedades cuyos agentes causales transmiten

Materiales y Métodos

Durante 1976, 1977 y 1978 se efectuaron registros de población de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), en una parcela de aproximadamente 6 ha cultivadas con algodón cultivar 'Stoneville 213', situadas en la Estación Experimental La Providencia de la Facultad de Ciencias Agronómicas, jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz en la zona costera de El Salvador. Se sembró en la época tradicional (20 a 30 de junio de cada año), siguiendo las prácticas culturales recomendadas para la zona. No se aplicaron insecticidas para permitir el desarrollo natural de la plaga y de la epidemia.

Se registraron el número de moscas en estadios juveniles por hoja a los 70 días de edad del algodón, tomándose una muestra de 40 hojas por ha, cruzando el campo en zig-zag.

Las plantas infectadas por clorosis infecciosa de las malváceas (CI) presumiblemente inducida por un virus (16, 17, 20) y transmitida por *B. tabaci* en El Salvador (17) fueron identificadas en base a su sintomatología en el campo, en 9 parcelas de 40 m² ubicadas en el interior y en el borde de la plantación (18). Los muestreos se efectuaron semanalmente a partir de las 2 semanas de edad de cultivo hasta llegar el comienzo de la maduración del producto en los 3 años.

Para el cálculo de las pérdidas en rendimiento por daño directo (mecánico) de la plaga, se utilizó la función de daño obtenida por Mound (22): $Y = 66 \log(X+1)$ [1] donde X = moscas/hoja y Y = % de reducción en el rendimiento. Según esta función, cuando por ejemplo se registran 46 ninfas por hoja, el rendimiento se reduce en un 10 por ciento.

Para calcular las pérdidas en el rendimiento por el daño indirecto debido al agente infeccioso transmitido por las poblaciones de *B. tabaci*, se midieron en 40 pares de plantas la producción de bellotas. Cada par constaba de una planta sana, adyacente a una infectada que manifestó los síntomas de la enfermedad antes del inicio de la fructificación y dentro de un mismo surco.

Resultados

La transmisión del agente causal de la clorosis infecciosa de El Salvador por *B. tabaci* ha sido determinada por Granillo (15, 16, 17). Las infecciones pueden alcanzar porcentajes importantes en los campos algodoneeros de El Salvador. Este fue el caso en 1978, cuando a los 70 días de edad de la planta se registraron 21,1 por ciento de plantas infectadas (Cuadro 1), no obstante la baja población de moscas respecto al año 1977. Al aplicarle a los datos de moscas/hoja la ecuación de Mound (22), se obtuvieron pérdidas porcentuales de 8,5 en 1976, de 48,5 por ciento en 1977 y 6,4 por ciento en 1978 (Cuadro 1). Las pérdidas por las infecciones de CI fueron para los mismos años 2,5; 1,2 y 9,3 por ciento respectivamente.

Para obtener las pérdidas debidas a la enfermedad, se utilizaron los resultados de 1978 de pares de plantas adyacentes. Se determinó que una planta infectada en los primeros 2 meses de crecimiento produce 5,6 bellotas $\pm 0,63$ (error estándar) ó 55,8 por ciento con respecto a su vecina sana ($Sd = \pm 1,04$ bellotas por planta).

En 1977 se encontró que las plantas enfermas produjeron 51,4 por ciento del rendimiento de una planta sana pero hubo mucha variabilidad ($Sd = \pm 3,8$ bellota por planta). Este dato concuerda con el de otros investigadores (27).

Esta relación para la variedad 'Stoneville 213' podría explicarse por medio de la función

$$y = 0,442 x \quad [2]$$

donde x = porcentaje de plantas infectadas; y = porcentaje de pérdidas de rendimiento y 0,442 = constante (una planta infectada deja de producir un 44,2 por ciento con respecto a la planta sana adyacente).

Los valores en kg/ha y US \$/ha por daño de la plaga y CI se presentan en el Cuadro 2, en el que se supone un costo de control de \$ 60,00/ha para mosca blanca, una eficiencia del método de 80 por ciento y un rendimiento potencial (sin la plaga) de 2564 kg/ha (40 quintales/manzana).

Del Cuadro 2 se desprende que el criterio de control (nivel de daño económico), cambia según el criterio puramente entomológico y según el criterio integral de considerar el daño mecánico de *B. tabaci* más el daño por la infección de CI. En 1977 hubo abundantes moscas (177 ninfas/hoja, Cuadro 1), pero pocas eran portadoras del agente infeccioso, de ahí las pérdidas despreciables atribuidas a la enfermedad (30 kg/ha) en relación con el daño mecánico, 1243 kg/ha (Cuadro 2). En 1976 no se habría justificado ninguna medida de control al tomar en cuenta únicamente el daño mecánico, pero al sumar las pérdidas por CI, la relación beneficio/costo se eleva a 2,0 determinando la factibilidad de controlar la plaga.

En 1978, con un nivel de infestación similar al de 1976 (40 y 43 moscas/hoja, respectivamente, Cuadro 1) se perdieron 164 kg/ha por daño mecánico y 239

Cuadro 1.—Reducción en el rendimiento por efecto de la incidencia de mosca blanca y de clorosis infecciosa en algodónero, Comalapa, El Salvador

Año	Daño directo		Daño indirecto		Total de Pérdidas %
	Nº ninfas/hoja	Reducción en el rendimiento ^{1/} %	Infección de clorosis infecciosa ^{3/} %	Reducción en el rendimiento ^{2/} %	
1976	43	8,5	5,7	2,52	11,02
1977	177	48,5	2,7	1,20	49,7
1978	40	6,4	21,1	9,33	15,73

1/ Aplicando la ecuación de Mound (22)

2/ Aplicando la ecuación obtenida y = 0.442X

3/ A los 70 días de edad

kg/ha por la CI. En 1978 el daño por el agente causal de CI transmitido por *B. tabaci* sería suficiente para decidir la adopción de medidas de control. En 1976 con sólo considerar el daño de la plaga se decidiría controlar.

Discusión

Los insectos están íntimamente asociados a muchas e importantes enfermedades, ya sea como vectores o como organismos que posibilitan la penetración de pa-

Cuadro 2.—Nivel de daño económico y relación beneficio/costo de control de *B. tabaci* en algodónero, según se considere el daño mecánico de la plaga, el daño por el agente infeccioso transmitido o ambos, San Luis Talpa, El Salvador.

Año		Pérdidas kg/ha	Valor de las pérdidas ^{1/} \$/ha	Valor de la cosecha protegida ^{2/} \$/ha	Relación beneficio/costo ^{3/}
1976	Daño mecánico (a)	217,90	115,50	92,40	1,55*
	Daño por la enfermedad (b)	64,60	34,24	27,39	0,45
	Daño TOTAL (a + b)	282,50	149,74	119,79	2,00*
1977	Daño mecánico (a)	1243,50	659,00	527,20	8,78*
	Daño por la enfermedad (b)	30,77	16,30	13,04	0,22
	Daño TOTAL (a + b)	1274,27	675,30	540,24	9,00*
1978	Daño mecánico (a)	164,10	86,97	69,58	1,15
	Daño por la enfermedad (b)	239,22	126,79	101,43	1,69*
	Daño TOTAL (a + b)	403,32	213,76	171,01	2,85*

1/ Valor del kg de algodón: \$ 0.53.

2/ Asumiendo un 80% de eficiencia de control o fitoprotección

3/ \$ 60.00/ha como costo de control

* Casos en que se justificaría aplicar algún control (relación beneficio/costo significativamente > 1)

tógenos. Según González (14), las bases para las decisiones de manejo de plagas son: mortalidad natural en el agroecosistema, el umbral económico y el muestreo. Estos dos últimos aspectos pueden verse sustancialmente afectados en los casos de insectos que pueden transmitir una o más enfermedades, como *B. tabaci* en El Salvador (17). Cada insecto de este tipo es entonces doblemente dañino; como plaga (daño mecánico) y por la (o las) enfermedades asociadas o transmitidas por él. Esto obliga a mejorar el tipo y la precisión del muestreo incluyendo el recuento de la plaga y el de las plantas infectadas por el (o los) patógenos de los que el insecto es vector, con el fin de incorporarlos en nuestras estimaciones de nivel de daño y umbrales económicos.

Los datos presentados demuestran la importancia de integrar el manejo de insectos y el manejo de enfermedades en algodónero.

El caso de CI y *B. tabaci* en El Salvador no es un caso aislado. Muchas enfermedades más tienen características similares. El achaparramiento del maíz (23), el mosaico dorado (13), la marchitez sorpresiva de la palma africana (21) y cientos de enfermedades económicamente importantes (24) son transmitidas por plagas que están o estarán incluidas en los diferentes programas de manejo integrado de insectos. Muchos otros cultivos se encuentran en igual situación en diferentes regiones y países. El frijol (9, 13), maíz (11, 12), cocotero (10), banano (5, 26) entre otros, tienen insectos asociados que transmiten agentes causales de enfermedades de interés económico. Considerar también su daño indirecto como vectores de fitopatógenos es económicamente indispensable.

Resumen

En este trabajo se presentan algunos datos que demuestran la necesidad de evaluar en los programas de manejo de insectos, los daños mecánicos que ocasiona el vector así como las enfermedades cuyos agentes causales transmiten para determinar niveles críticos y umbrales de daño económicos. Esto se ilustra con registros de la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y de clorosis infecciosa (CI) en algodónero cultivar Stoneville 213 en la zona costera de El Salvador efectuados en 1976, 1977 y 1978. Se calcularon las pérdidas en rendimiento y monetarias por daño mecánico de *B. tabaci* aplicando la ecuación de Mound, (22) $Y = 66 \log(X + 1)$, donde $X =$ ninfas/hoja y $Y = \%$ de reducción en el rendimiento. El daño por las infecciones de CI se calcularon por mediciones del rendimiento de pares de plantas adyacentes (sana e infectada antes de la floración) con los que se derivó la función $Y = 0,442X$, donde $X = \%$ de plantas enfermas; $Y = \%$ de pérdidas en rendimiento y $0,442 =$ constante (una planta enferma deja de producir un 44,2 por ciento con respecto a su vecina sana)

En 1976 se perdieron 217 kg/ha por daño mecánico, 64 kg/ha por CI con 43 ninfas/hoja, en 1977 las

cifras correspondientes fueron 1243 kg/ha y 30 kg/ha con 177 ninfas/hoja y en 1978, 164 y 239 kg/ha con 40 ninfas/hoja, lo cual indica que es necesario cuantificar el efecto de la enfermedad y el daño mecánico del vector en los cálculos de umbrales de daño económico, un aspecto hasta ahora no considerado

Literatura citada

1. AGRIOS, G.N. Plant Pathology New York, Academic Press, 1969 pp 272-280
2. ANCALMO, O. Labor desarrollada en El Salvador en relación con el vector del achaparramiento del maíz. In Reunión Anual del Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del Maíz, 8a. San José, Costa Rica, 1969. pp 83-85.
3. ANCALMO, O y DAVIS, W.C. Achaparramiento (corn stunt) Plant Disease Reporter 45: 281. 1961.
4. APPLE, J.I. y SMITH, R.F. Integrated pest management New York, Plenum Press, 1976 200 p.
5. BUDDENHAGEN, I.W. An insect-spread bacterial wilt epiphytic of bluggee banana Nature 194 (4824): 164-165 1962.
6. COSTA, A.S. White flies as virus vectors. In Mara morosch, K; ed. Viruses, vectors and vegetation. New York, Interscience, 1969 pp 95-119.
7. COUNCIL on Environmental Quality. Integrated pest management, Washington, 1972. 41 p.
8. ENRIQUEZ, G.A. y SORIA V, J. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 21 p.
9. FULTON, J.P., SCOTT, H.A. y GAMEZ, R. Beetle transmission of legume viruses. In Bird, J. y Maramorosch, K. ed. Tropical Diseases of Legumes New York, Academic Press 1975 pp 123-131.
10. FENWICK, D.W. Red-ring disease of the coconut palm. In Smart, G.C. Jr. y Perry, V.G. eds. Tropical Nematology. Gainesville, Florida, University of Florida Press, 1968. pp 38-48.
11. GAMEZ, R.A. A new leafhopper borne virus of corn in Central America. Plant Disease Reporter 53(12): 929-932. 1969.
12. GAMEZ, R. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays*) by *Dalbulus maidis* Annals of Applied Biology 73(3): 285-292. 1975.
13. GAMEZ, R. Las enfermedades virales como factores limitantes en la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en América Latina. Fitopatología 12(1): 24-26 1977.
14. GONZALEZ, D. Sampling as a basis for pest management strategies. In Tall Timbers Conference on Ecological Animal control by habitat Management 1970 pp 83-101.
15. GRANILLO, C.R. Estudio de la virosis del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) en El Salvador: transmisión por semilla de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Tesis Ing Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1970

16. GRANILLO, C.R., DIAZ, A. y ANAYA, M. El virus del mosaico del kenaf *Hibiscus cannabinus* en El Salvador. *Fitopatología* 9(2): 39 1974. (Resumen).
17. GRANILLO, C.R., DIAZ, A.J., ANAYA, M. y BERMUDEZ DE PAZ, C.A. Diseases transmitted by *Bemisia tabaci* in El Salvador. In Bird, J. y Maramorosch, K., eds. *Tropical Diseases of Legumes*. New York, Academic Press, 1975. pp 51-53
18. LARIOS, J.F., FISCHNALER, F., BONILLA, S.P. y LARA, E.W. Influencia de algunos factores epidemiológicos en el control de la clorosis infecciosa de las malváceas en algodónero en El Salvador. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 4: 178, 1977. (Abstract).
19. LUCKMANN, W.H. y METCALF, R.I. The pest-management concept. In Metcalf, R.C. y Luckmann, W.H., eds. *Introduction to insect pest management*. New York, John Wiley, 1975. p. 22
20. MARAMOROSCH, K. Etiology of white fly-borne diseases. In Bird, J. y Maramorosch, K. ed. *Tropical Diseases of Legumes*. New York, Academic Press, 1975. pp 71-78.
21. MENA TASCON, E. y MARTINEZ LOPEZ, G. Identificación del insecto de la marchitez sorpresiva de la Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Fitopatología Colombiana* 6(1): 2-14 1977.
22. MOUND, I.A. Effect of whitefly on cotton in the Sudan Gezira. *Empire Cotton Growing Review* 42: 290-294. 1965.
23. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Pest control: an assessment of present and alternatives Technologies. Vol. 1. Washington, National Academy of Sciences, 1975. 506 p.
24. OSSIANILSSON, F. Insects in the epidemiology of plant viruses. *Annual Review of Entomology* 11: 213-232. 1966.
25. STORY, G.E. y HALLIWELL, R.S. Association of a Mycoplasma-like organism with the bunchy-top disease of papaya. *Phytopathology* 59 (9): 1336-1337. 1969.
26. STOVER, R.H. Banana, plantain and Abaca diseases. Kew, Inglaterra, Commonwealth Mycological Institute, 1972.
27. TARR, S.A.J. Virus diseases of cotton. Kew, Inglaterra, Commonwealth Mycological Institute, 1964.

Notas y Comentarios

Extractos de neem repelen al escarabajo japonés

Los escarabajos japoneses (*Popillia japonica*) se mueren de hambre antes que comer algunas plantas tratadas con extractos de la semilla del neem (*Azadirachta indica*) un árbol de las Indias Orientales. Tres años de investigaciones en Wooster, Ohio, han mostrado buena protección de las plantas de soya mediante la aspersión con extractos de semillas de neem (*Agricultural Research*. March 1979).

Los escarabajos japoneses se sabe que se alimentan de alrededor de 300 plantas diferentes incluyendo vid, rosa, abedul, olmo, ruibarbo y hasta la ortiga. La larva vive en el suelo y come raíces; los adultos comen las hojas y frutas produciendo cuantiosos daños. La especie se está esparciendo lentamente de su presente habitat en América, que va del sudeste de Canadá a Georgia, y de Delaware a Missouri.

Usando follaje de sasafrás (*Sassafras officinale*) como material de prueba, los científicos dirigidos por Thyril L. Iadd, trataron tres diferentes extractos de la semilla de neem en 1975. Probaron cinco concentraciones de cada extracto, de 0,25 a 10 por ciento, el que fue aplicado en una mitad de cada hoja. Las hojas se colocaron entonces en recipientes con 25 escarabajos. En una prueba adicional, se trataron hojas enteras y se colocaron en recipientes con un número de hojas sin tratar, como alimento para los escarabajos.

Cuando se examinaron las hojas 24 a 48 horas más tarde, las mitades sin tratar estaban completamente consumidas a excepción de las venas. Las mitades tratadas estaban prácticamente intactas. Sólo las hojas con las concentraciones más bajas mostraron ligeras indicaciones de haber sido mordidas.

Debido a este éxito, las pruebas de laboratorio y de campo se condujeron en 1976 con soya. Las pruebas fueron diseñadas para evaluar los efectos residuales de los extractos de semillas de neem sobre la alimentación de los escarabajos

Estos destruyeron rápidamente el follaje sin tratar, mientras que las tratadas permanecieron sin daños por unos 15 días. Otras plantas se dejaron en el campo; la repelencia estaba protegiendo a las plantas 14 días después del tratamiento, en medio de plantas de soya sin tratar, fuertemente dañadas.

En 1977, se trataron algunas plantas en el campo, usando cebos para atraer los insectos a la zona. Las diferencias fueron notables. Se contaron 36 veces más escarabajos en las plantas sin tratar que en aquellos asperjados con extracto de neem cada tres días. La prueba se suspendió a los nueve días porque las plantas sin tratar fueron totalmente destruidas por el insecto.

Otras investigaciones en otros lugares han demostrado que estos extractos inhiben otras plagas, por lo que el neem puede formar parte de un sistema de manejo de plagas. Se trata, además de un producto natural, por lo que se espera que su uso no constituya un riesgo para el ambiente.

Mientras tanto, en Beltsville, Maryland, Martin Jacobson está aislando, mediante cromatografía de columna y líquida, los compuestos activos del extracto.

El neem es un árbol cultivado en la India, donde el aceite de la semilla se usa en medicina y como combustible para lámpara. Sus propiedades insecticidas se conocen desde hace más de una década. Los trabajos publicados en la India incluyen ensayos con aceite de semilla y extractos foliares como insecticida (*Science and Culture* 29: 412-413, 1963); acción protectora de las semillas de neem en granos de trigo almacenado (*Forestry Abstracts* 29: 1643, 1965); y acción repelente contra la langosta del desierto (*Forestry Abstracts* 28: 6683 1965) (Cf. *Turrialba* 18:97). También se ha probado como protección de semillas leguminosas contra el gorgojo *Callosobruchus* (*Forestry Abstracts* 30: 3325, 1967). También, las tortas de la elaboración de aceite, mezcladas al suelo, disminuyen en India las infecciones del nematodo *Meloidogyne*. En Haití, por otra parte, el neem se ha plantado en gran escala en los últimos diez años a partir de semillas enviadas de Níger en 1967 a la Faculté d'Agronomie y multiplicados por Roland Iatortue en el recinto de la Facultad y en la Plaza Saint-Anne de Port-au-Prince. Esta primera

población es el origen de todos los neems existentes actualmente en Haití (A. Azael comunicación personal). El interés mostrado por esta meliácea en los Estados Unidos en los últimos años puede ayudar a difundir un protector natural de los cultivos.

Aprovechamiento de la vicuña peruana

El gobierno peruano ha separado una área de unas 367 mil hectáreas como una nueva reserva para la vicuña. El nuevo parque, en el departamento sureño de Arequipa, no evitará sin embargo el raleo de la vicuña que ha mortificado a algunos conservacionistas. El anuncio peruano es el más reciente paso en una larga lucha de aprovechar, más bien que simplemente proteger, a la vicuña (*IUCN Bulletin* 10: 8-9).

El legendario camélido, reverenciado por los Incas, fue en las últimas décadas sobreexplotado hasta que en 1966 se calculaba que sólo quedaban unos 10 mil animales. De estos, unos 5000 estaban en un lugar llamado Pampas Galeras en el Perú (Cf. *Turrialba* 22:4). El manejo cuidadoso y la protección han estimulado a la vicuña a multiplicarse en una tasa que se aproxima a 25 por ciento cada año, de tal manera que en 1978 había en Pampas Galeras 38 mil vicuñas. En el mismo período la población total aumentó hasta 60 mil (*New Scientist* 13 de setiembre de 1979).

El número de vicuñas es una amenaza a la existencia del animal, de manera que el gobierno comenzó un raleo en el presente año. Como dijo Antonio Brach, Director del Proyecto Especial sobre Uso Racional de la Vicuña, al introducir el raleo, hay "demasiadas vicuñas pastando en muy poca tierra. Si no matamos esos 5000 machos no productivos ahora, podríamos muy bien tener muertas da hambre a 15 mil vicuñas entre octubre y marzo del próximo año, incluso miles de recién nacidos y de hembras fértiles".

El raleo dio lugar a gritos de protesta de conservacionistas y de otros países suramericanos, los que dieron lugar a que se paralizase el raleo. Los signatarios del Acuerdo de La Paz, Bolivia, Chile y Argentina, se quejaron de que el Perú estaba buscando quebrantar el acuerdo.

Los peruanos intentan transportar 5000 vicuñas de Pampas Galeras a la nueva reserva en Salinas Aguada Blanca, un movimiento que parece diseñado sólo para apaciguar a los proteccionistas para poder continuar con el raleo una vez más. Para comenzar, ya hay vicuñas en Salinas Aguada Blanca; y aun si no hubiera vicuñas, habría que transportar unos 50 animales para asegurar una población viable.

Las vicuñas se están administrando bien para que puedan ser raleadas. El Perú ha tenido esto como una meta en todo momento, y se está en la actualidad montando la tecnología para producir en el país telas de vicuña. Esto hará mucho más fácil la tarea de proteger a la vicuña de una super explotación en el caso de que se pueda obtener un consenso para poder comerciar con este recurso.

La superpoblación como efecto de medidas proteccionistas no es algo nuevo en la fauna silvestre. Hace más de 200 años, en una Convención Agronómica Regional, celebrada en Huancayo, Perú, se señaló que las vicuñas competían por los pastos con los rebaños de ovinos de las haciendas ganaderas que cumplían con las leyes de protección. También, en algunas ocasiones, ha sido autorizada la matanza controlada de elefantes en ciertos parques nacionales en Kenia cuando la población de animales excedía la capacidad de mantenimiento de la zona.

El eucalipto como productor de energía

Ahora es el eucalipto el que se proyecta convertirlo en fuente de energía para los motores de combustión interna. La idea es extraer metanol de la biomasa producida de plantaciones de este árbol, por hacerse en gran escala con especies de crecimiento rápido o comenzando con las existentes en la actualidad. El metanol se obtiene desde hace mucho tiempo por purificación del ácido piroleñoso, a partir de la des-

tilación destructiva de la madera, o también por síntesis catalítica a partir del monóxido de carbono e hidrógeno, aunque no puede destacarse que se esté desarrollando una tecnología diferente para la transformación de la madera. De hecho, uno de los nombres con que se conoce el metanol es el de "nafta de madera". También es uno de los productos básicos de la industria química —(Cf. *Turrialba* 29: 173 1979).

Es sintomático que la idea ha surgido en el Brasil, país que está a la vanguardia de la sustitución del petróleo por otros combustibles. Esta prominencia es compartida con Sudáfrica, que está produciendo hace tiempo gasolina a partir del carbón y ahora proyecta producir alcohol carburante a partir del maíz (Cf. *Turrialba* 28: 121 1978).

Los logros técnicos del Brasil se han producido en la mezcla de gasolina-etanol, en lo que se ha comenzado a llamar "gasohol". La energía del mundo viene del sol, la que emplea unos 15 millones de años en convertirse en petróleo, unos seis años en convertirse en metanol vía eucalipto y otros árboles, y unos seis meses en convertirse en etanol vía la caña de azúcar, yuca u otros cultivos. Los avances en el gasohol muestran que en Brasil se ha producido una rotura de frente que lo ha convertido en uno de los más entusiastas países tecnológicos jóvenes, que puede usar flexiblemente el sistema de precios para poner en marcha nuevas tecnologías.

El Gobierno brasileño sostiene que el alcohol se vuelve competitivo con el petróleo en los automóviles cuando el precio del crudo pasa de los 25 dólares el barril, aunque estos cálculos se hacen con las tasas de interés subsidiadas que hacen aparecer más baratos a los productos favorecidos. Un cálculo mejor sería que la planta para producir metanol del eucalipto (posiblemente al final el mejor medio) podría tener un costo de capital de unos 40 mil dólares por una capacidad de un barril por día de equivalente de petróleo; con la misma medida los costos de capital de algún petróleo del Mar del Norte han sido de alrededor de 12 mil dólares por capacidad de producción de un barril diario (*The Economist*, August 4, 1979, Brasil Survey p 20).

La tentación en el Brasil es buscar el alcohol de la caña de azúcar: un cultivo de plantación en crisis casi permanente, con poderosos intereses productores que usan mano de obra barata, que algún día tendrá que ser pagado mucho mejor. Como el interés social es fomentar cultivos campesinos, puede haber una razón mejor para la yuca u otros cultivos (incluso algunas plantas silvestres). Los métodos de destilar el alcohol han mejorado poco en eficiencia desde los tiempos de Baco: una nueva tecnología puede reducir los precios del alcohol enormemente (Cf. *Turrialba* 29: 174 1979). Pero, quizás, esto puede dar lugar a un mundo de borrachos. El imponente metanol, extraído del eucalipto, podría ser más prudente.

Publicaciones

Ecología. La Asociación Argentina de Ecología está publicando como órgano una revista llamada *Ecología*. Actualmente está en circulación el número 3, que tiene fecha mayo de 1978, aunque se terminó de imprimir en febrero de 1979. Se trata de un número de 160 páginas, con 17 artículos de investigación, 10 resúmenes de trabajos presentados en la IV Reunión Argentina de Ecología, y algunas notas y comentarios. Los artículos, que tratan de materias muy diversas, cumplen con los requisitos de presentación de trabajo científicos y tienen resúmenes en inglés. Tiene trabajos sobre regiones biogeográficas, basándose esta vez en dispersión de insectos dañinos en el mundo (por E. Ezcurrea); el Pacífico como agente diseminante en el litoral chileno, basándose en semillas en los detritus depositados por el mar; dos artículos sobre la trucha arco iris; ocho artículos sobre pastizales; tres sobre fitoplanctón. Los editores son Mirta Menghi y Miguel Herrera; la dirección es Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Córdoba, Casilla de Correos 395, 5000 Córdoba, Argentina.

Single-larva infestations with *Diatraea saccharalis* (F)^{1/} in two tropical maize populations in Mexico^{*2/}

F. B. PEAIRS**, J. L. SAUNDERS**

COMPENDIO

Dos variedades tropicales de maíz fueron infestadas, artificialmente, con una o dos larvas de Diatraea saccharalis (F) por planta, con el objeto de determinar el efecto sobre el rendimiento y la interacción con el largo del túnel, la posición relativa, los sólidos solubles en el tallo y el tallo infectado. Se demostró que el efecto sobre el rendimiento no es consistente. El largo del túnel fue afectado más por el medio ambiente que por la respuesta varietal, la posición del entrenudo, o la concentración de sólidos solubles. El taladrador intervino en la diseminación de la podredumbre del tallo, entre los entrenudos, y la interacción enfermedad-insecto fue mayor en los entrenudos basales que en los apicales.

Introduction

THE sugarcane borer (SCB), (*Diatraea saccharalis* (F.)), is an important insect pest of maize in Latin America and the southern United States. Damage includes leaf feeding, deadheart, lodging, broken shanks and ear damage (6). Yield loss in Louisiana was attributed to increased barrenness, reduced ear size, reduced grain size, and interference with mechanical harvesting (5). Because of the lack of information on relationship between the SCB and tropical maize, studies were initiated to: 1) examine the effect of single-larva SCB boring on yield in tropical maize; 2) examine the relationships between tunnel length or position and yield; 3) determine if there is a correlation between total soluble solids in the stalk and the amount of tunneling; and 4) determine if the sugarcane borer is involved in stalk rot in tropical maize in Mexico.

Materials and methods

Experiment I was conducted from 23 August, 1975 to 6 January, 1976; Experiment II from 24 November, 1975 to 20 April, 1976; Experiment III from 5 May, 1976 to 10 September, 1976; and Experiment IV from 26 May, 1976 to 14 September, 1976. Experiments I-III were planted at the International Maize and Wheat Improvement Center's (CIMMYT) subtropical field station located at Tlaltizapan, Morelos, México at 940 m above sea level. Experiment IV was planted at the lowland station at Poza Rica, Veracruz at 60 m above sea level.

Two of CIMMYT'S open-pollinated maize varieties were used: 'Tuxpeño-1', a late-maturing white dent and 'Antigua X República Dominicana', a yellow dent of intermediate maturity. Only 'Tuxpeño-1' was used in Experiment IV. Four replications of randomized complete blocks of three 5-meter row plots in Experiments II, III, and IV and six 5-meter row plots in Experiment I were planted at a spacing of 75 cm between rows and 21 cm between hills. Ten plants/plot in Experiment I and 20 plants/plot in Experiments II, III, and IV were observed.

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) was controlled by applications of carbofuran 2G (1 kg a.i./ha) with the seed and by foliar applications of carbaryl 80WP and parathion 46EC (2.4 kg a.i. + 0.5 kg a.i. in 400 L H₂O/ha) until the plants were about 30 days old.

1/ Lepidoptera, Pyralidae.

* Received for publication April 8th, 1979.

2/ Work conducted while the senior author was a predoctoral fellow at the International Maize and Wheat Improvement Center, El Batán, Mexico.

The authors wish to thank the CIMMYT Maize Program, especially John Mihm, Clair Hershey, and Alejandro Ortega, and Ward Tingey of the Department of Entomology, Cornell University for their help in this project. Financial aid of the Rockefeller Foundation is greatly appreciated.

** Respectively, Entomologist, Programa de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Recursos Naturales, Tegucigalpa, Honduras, and Entomologist CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Natural populations of *Diatraea* spp, negligible in Tlaltizapan but somewhat higher in Poza Rica were not controlled.

Infestation treatments were:

1. Uninfested check.
2. Larva placed in 2nd internode visible above the ground
3. Mock infestation
4. Larva placed in the internode subtending the primary ear.
5. Mock infestation as in 4
6. Combination of 2 and 4.
7. Combination of 3 and 5

Treatments 1, 2 and 4 were used in Experiments I, 1-5 in Experiments II, and 1-7 in Experiments III and IV. Infestations were made with similar sized 3rd or 4th instar larvae, the same age larvae being used within a plot. Two to 3 mm entrance holes were made with a spike in Experiment I and with a 3 mm cork borer in the others. After the larva was placed within the stalk, the entrance hole was taped to discourage larvae from leaving and to prevent other insects from entering.

Soluble solid levels, a general measure of sugar concentration, were determined with a hand-held refractometer. In Experiment I samples were taken from corresponding internodes in uninfested plants within the plots, while in the rest the core removed while preparing the entrance holes was used.

Dry grain yield and tunnel length in each infested internode were recorded at harvest. Intensity of stalk

rot in the two internodes studied was rated (1-5 with 1 being least and 5 most damaged) in Experiments III and IV at harvest.

Results and discussion

Single-larva boring effect on yield.

There were no significant differences among the yields, nor were there any consistent patterns in the relationships of yield in infested plots to the uninfested or mock-infested treatment yields (Table 1). In contrast, Chiang (3) in Minnesota found that infestation with the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) consistently reduced yield of two temperate hybrids by 3.0 to 22.5 per cent per borer. Chiang infested with egg masses, affording a longer feeding period. Larval survival per tunnel was approximately 80 per cent, similar to final survival in the Minnesota experiments.

The threshold for consistent yield loss in these maize populations to SCB was greater than 1.7 borers per plant, the infestation level attained in treatment 6. The tropical maize populations tested were more tolerant of SCB tunneling than were the Minnesota hybrids of European corn borer feeding. This difference could be due to plant or insect characteristics or experimental methods or a combination.

Tunnel length and position

Tunnel length was not affected by internode or variety, ranging from 3.7 cm in 'Tuxpeño-1' in Experiment II to 5.3 in 'Tuxpeño-1' in Experiment IV. Tunnel length was affected by environment as simple

Table 1.—Dry grain yields^{1/} of tropical maize infested with sugarcane borer. Poza Rica and Tlaltizapan, México 1975-1976.

Treatment	Experiment ^{2/}									
	I		II		III		IV		Mean	
	IX	ARD	IX	ARD	IX	ARD	IX	ARD	IX	ARD
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	—	100.0	100.0
2	115.7	109.6	113.1	95.8	75.7	99.4	106.2	—	102.7	101.6
3	—	—	96.3	90.1	83.5	111.3	115.8	—	98.3	100.7
4	116.7	87.1	107.6	93.8	92.8	109.4	113.5	—	107.6	96.8
5	—	—	109.3	80.7	96.1	103.4	91.7	—	99.0	92.0
6	—	—	—	—	95.2	93.5	101.7	—	98.4	93.5
7	—	—	—	—	86.8	105.3	93.8	—	90.3	105.3

1/ Yields expressed as percentage of uninfested check.

2/ Experiments I, II, III conducted in Tlaltizapan, IV in Poza Rica; IX=Tuxpeño-1, ARD=Antigua x Republica Dominicana.

Table 2—Correlations of refractometer readings with sugarcane borer tunnel lengths. Poza Rica and Tlaltizapan, México. 1976.

Experiment ^{1/}	Material	Treatment ^{2/}	Observations ^{3/}	Coefficient Correlation
II	Antigua X República Dominicana	2	68	-0.140
		4	60	-0.183
	Tuxpeño-1	2	62	0.048
		4	47	-0.014
III	Antigua X República Dominicana	2	65	-0.119
		4	69	0.141
	6-2nd	70	-0.294*	
		6-ear	67	0.113
IV	Tuxpeño-1	2	69	-0.178
		4	68	-0.292*
		6-2nd	67	0.062
		6-ear	70	-0.093
	Tuxpeño-1	2	63	-0.111
		4	63	-0.099
		6-2nd	70	-0.068
		6-ear	63	-0.026

1/ Experiment I omitted as readings were taken from adjacent uninfested plants and therefore relatively unreliable, II and III in Tlaltizapan, IV in Poza Rica.

2/ 2nd indicates second internode as in treatment 2, while ear indicates internode subtending ear as in Treatment 4

3/ Plants without tunneling not included.

*/ Significant at 5% level.

regression of mean daily temperature for the month of infestation on tunnel length averaged over varieties gave a correlation coefficient of -0.980 (significant at $p=0.01$). Temperatures ranged from a daily mean of 19°C in Experiment II to 26.5°C in Experiment IV. Higher temperatures would advance pupation and reduce feeding time and perhaps tunnel length.

Simple regression of mean tunnel length on yield of dry grain produced correlation coefficients ranging from 0.004 in Experiment III to 0.075 in Experiment II, indicating little relationship between the two variables. In contrast to the findings of Chiang (3), there was no apparent relationship between tunnel position and yield reduction.

Table 3—Correlations of stalk rot ratings with sugarcane borer tunnel lengths. Poza Rica and Tlaltizapan, México. 1976.

Experiment ^{1/}	Material	Treatment ^{2/}	Number of Observations	Correlation Coefficient
III	Antigua X República Dominicana	2	80	0.538 **
		4	80	0.205
		6-2nd	80	0.543 **
		6-ear	80	0.433 **
	Tuxpeño-1	2	80	0.501 **
		4	80	0.394 **
		6-2nd	80	0.523 **
		6-ear	80	0.627 **
IV	Tuxpeño-1	2	80	0.416 **
		4	80	0.558 **
		6-2nd	80	0.426 **
		6-ear	80	0.475 **

1/ III in Tlaltizapan, IV in Poza Rica

2/ 2nd indicates second internode as in treatment 2, ear indicates internode subtending ear as in treatment 4

** Significant at 1% level

Larval survival, indicated by plants with tunnels at harvest, was not affected by internode or variety. Chiang found higher survival in internodes nearer the ear. Differences in these experiments might have appeared if younger, smaller larvae, often more susceptible to resistance mechanisms, had been used.

Soluble solids

The correlations of refractometer readings and tunnel length were generally nonsignificant and negative (Table 2). Factors other than soluble solids (sugars) were involved in determining the amounts of tunneling. Sugars were feeding stimulants for *O. nubilalis*.

Table 4.—Stalk rot means^{1/} in Poza Rica and Tlaltizapan, México, 1976

Poza Rica		Tlaltizapan	
Treatment		Treatment	Mean
2	4.5 a	2	4.4 a
6	4.1 a	6	3.9 b
5	3.6 b	3	3.8 bc
3	3.5 b	4	3.6 bcd
4	3.4 b	7	3.4 cd
7	3.3 b	5	3.3 d
1	2.0 c	1	1.6 e

^{1/} Means with the same letter are not significantly ($p=0.05$), according to Duncan's New Multiple Range Test.

(1) and *D. grandiosella* Dyar (4) reared in the laboratory. If higher sugar levels caused more rapid development in addition to increased feeding then negative correlations would be expected between refractometer readings and tunneling.

Stalk rot and stalk boring

Tunnel length was strongly correlated with stalk rot ratings in two distinct environments (Table 3). Stalk rot generally extended the length of the tunnel, but no farther. Apparently the SCB was involved with the spread of the disease within the internode. Less clear is whether the borer introduces rot-causing organisms as demonstrated with the European corn borer in Minnesota (3). All treatments had significantly more rot than the check (Table 4), indicating that making the entrance hole was sufficient to introduce the disease. Treatments with the second internode infested had significantly more rot than their respective mock infestations, indicating that an interaction between the SCB and stalk rot occurred in the lower internode which did not occur in the upper. In the United States,

stalk rot from artificial inoculation increased in severity from the basal to the apical internodes (2). If this were the case with tropical maize, the borer could be breaking down the resistance of the lower internode.

Conclusions

The tropical maize populations tested were apparently more tolerant to SCB boring than were temperate maize hybrids infested by a similar method with the European corn borer. Tunnel length was more consistently correlated with mean daily temperature than with variety, internode position or concentration of soluble solids at time of infestation. The SCB was apparently involved with the spread of stalk rot within internodes. The disease-insect interaction was greater in the lower internode. Whether or not the SCB introduced rot-causing pathogens into the plant was not clear. The method of infestation was satisfactory for studying some aspects of the relationships between SCB boring and tropical maize.

Summary

Two tropical maize varieties were artificially infested with one or two *Diatraea saccharalis* (F.) larvae per plant to determine effect and interactions among yield, tunnel length and position, soluble solids in the stalk, and stalk rot. No consistent effect on yield was demonstrated. Tunnel length was more affected by environment than by variety, internode position, or concentration of soluble solids. The borer was involved in the stalk rot spread within internodes and the disease-insect interaction was greater in basal than in the apical internodes.

Literature cited

1. BECK, S.D. The European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hbn) and its principal host plant IV. Larval saccharotropism and host plant resistance. *Annals of the Entomological Society of America* 50: 247-250. 1957.
2. CAPPELLINI, R.A. A comparison of techniques and sites of inoculation in field corn artificially inoculated with *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. *Plant Disease Reporter* 43: 177-179. 1959.
3. CHIANG, H.C. The effects of feeding site on the interaction of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, and its host, the field corn, *Zea mays*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 7: 144-148. 1964.
4. CHIPPENDALE, G.M. and REDDY, G.P.V. Dietary carbohydrates: role in feeding behavior and growth of The Southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*. *Journal of Insect Physiology* 20: 751-759. 1974.
5. FLOYD, E.H., CLOWER, D.F. and MASON, I.F. Effect of sugarcane borer infestation on the yield and grade of corn. *Journal of Economic Entomology* 53: 935-937. 1960.
6. US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. The sugar cane borer; how to control it. Washington, D.C., USA Leaflet 479, 1960. 8 p.

Evaluación económica de la producción de carne en el trópico bajo pastoreo y con aplicación de nitrógeno^{*1/}—————

—————RUBEN DARIO ESTRADA**, OSVALDO PALADINES**

ABSTRACT

*An economic analysis based on the Internal Rate of Return to capital investment (IRR) is presented for cattle fattening systems in the Cauca Valley of Colombia on pangola grass. (*Digitaria decumbens*) irrigated and fertilized with nitrogen. The analysis includes price ratios between nitrogen and finished cattle and between feeder stock and finished cattle. From the analysis it would not seem economical to increase production above 860 kg of liveweight/ha/year with stocking rates above 5 animals/ha and the application of more than 168 kg N/ha/year.*

For a given level of nitrogen applied, variations in the IRR were less affected by the relative price of nitrogen than by the price ratio between finished cattle and feeder stock. At low relative N/cattle prices the differences in IRR due to the level of fertilizer applied and stocking rates were small while at high relative prices differences were up to 100

Price of land and the opportunity cost of capital had a relatively small effect on IRR.

Introducción

PARA incrementar la producción de carne en zonas tropicales de América, existen dos alternativas: incorporar más superficie a la producción de pastos o aumentar la productividad de las praderas ya existentes. La distancia al mercado y las condiciones de acceso a las fincas en áreas recién incorporadas, hacen de la segunda alternativa una solución factible para la ceba de novillos en pastoreo, en áreas con condiciones estructurales favorables

La rotación de potreros, el riego y la fertilización han sido tradicionalmente usados para aumentar la productividad, pero existe poca información sobre pastos tropicales que permita analizar en forma sistemática sus efectos en la producción de carne y la rentabilidad de dichas prácticas en el largo plazo

En Australia, Mitchell *et al.* (3) analizaron, por un método de comparación de presupuestos, los resultados obtenidos por Bryan y Evans (1) en el engorde de novillos en pangola con la aplicación de 168 kg y 448 kg de N/ha/año a la introducción de leguminosas tropicales. Las tasas internas de retorno fueron bajas, entre 4, 5 y 2,6 por ciento para los sistemas con N y 2,8 por ciento para el sistema con leguminosas. Posteriormente Firth *et al.* (2) recalcularon el análisis económico basando sus operaciones en el precio ventajoso del ganado en el año 1973. Las tasas internas de retorno subieron a 11,3, 12,9 y 9,7 por ciento para los tres sistemas anotados anteriormente. En todos los casos los autores hacen notar la inversión elevada necesaria para establecer sistemas comerciales de engorde intensivo y el largo período de tiempo necesario para amortizar la inversión inicial (15-18 años en el mejor de los casos)

El objetivo de este trabajo es analizar la interacción de factores tanto técnicos como económicos para determinar la carga animal y el nivel de fertilización más adecuado en la ceba de novillos en pastoreo. Hasta el presente, los resultados económicos que se ofrecen a los productores en zonas tropicales son rígidos respecto a los efectos sobre la rentabilidad de variaciones en los

* Recibido para publicación 23 de mayo 1979

1/ Los autores agradecen la colaboración del Ing. Adolfo Gordillo y las valiosas sugerencias de los Dres. Eugenia de Rubinstein y Gustavo Nores

** Economista Agrícola y Zootecnista del Programa de Ganado de Carne CIAT, respectivamente, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Cuadro 1.—Coeficientes técnicos de 12 sistemas de engorde en pasto pangola y fertilizados con nitrógeno.

Sistema	Tratamiento		Producción de Carne por:		
	N	Carga	Hectárea	Novillo	Kg N*
	Kg/ha/año	UA/ha	kg/año		
I A	168	4,2	758	182	2,56
B	168	5,0	860	172	3,18
C	168	5,8	845	145	3,09
II A	332	5,0	790	158	1,42
B	332	5,8	880	151	1,70
C	332	6,7	947	142	1,91
III A	500	5,8	915	157	1,17
B	500	6,7	980	147	1,30
C	500	7,5	1072	143	1,48
IV A	672	6,7	1107	166	1,16
B	672	7,5	1012	135	1,02
C	672	8,3	1224	147	1,34

* Descartando la producción de un sistema tradicional sin fertilizar, una carga de 2UA/ha. y una producción de 330 kg/ha/año

precios relativos de insumos y productos. En estas condiciones resulta recomendable analizar el impacto económico obtenido (en diferentes sistemas de pastoreo biológicamente estables) mediante la simulación de variaciones en los precios relativos de insumos y productos.

Determinación de los coeficientes técnicos.

Los coeficientes biológicos considerados son el resultado de un experimento realizado en el Valle del Cauca, Colombia (4) por un período de cuatro años, establecido para medir el efecto de la fertilización nitrogenada, el riego y la rotación de potreros en la producción de carne en una pradera de pasto pangola. El experimento fue manejado semejando una explotación comercial. Los animales fueron sometidos a rotaciones de seis potreros con cinco días de pastoreo y veinticinco días de descanso. Después de cada pastoreo los potreros fueron fertilizados y regados cuando la precipitación natural no fue suficiente. El peso inicial de los novillos fue de 270 kg y éstos se destinaron al sacrificio cuando su peso alcanzó los 440 kg.

En el Cuadro 1 se presentan los coeficientes técnicos obtenidos, para los cuatro niveles de nitrógeno y las tres cargas de pastoreo correspondientes.

Metodología

Para medir la viabilidad económica de estas tecnologías intensivas en capital, se utilizó el criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR)*. Se calcula con base en el flujo de efectivo descontado. Para el cálculo se utilizó un modelo computerizado (CIATNETO) que determina la tasa interna total, marginal y el valor presente neto para diferentes tasas de interés.

Para simular el flujo de gastos e ingresos se ajustaron los costos por hectárea considerando una explotación comercial de 100 ha y un horizonte del proyecto de doce años. El costo del riego y los gastos de manejo y administración permanecieron constantes (en términos reales a precios de 1977) en todos los niveles de fertilización y de carga animal.

En la simulación del engorde duró un año y los novillos tuvieron peso inicial de 300 kg. El peso final de los animales varió de acuerdo al sistema utilizado.

Los principales costos considerados por inversiones y gastos figuran en el Cuadro 2.

Inversión en la siembra de pasto (US\$ 108/ha). Se consideró una siembra tradicional con una arada y dos rastilladas y siembra de una tonelada y media de material vegetativo por hectárea. En la simulación se consideró una productividad constante (por 12 años) sin aplicaciones de fertilizantes diferentes al nitrógeno. Los resultados experimentales por cuatro años indican que no es necesaria la aplicación de otros fertilizantes para mantener la productividad del pasto en estos suelos. Sin embargo en muchas áreas del trópico americano la utilización de altos niveles de nitrógeno puede derivar en deficiencias de potasio que deben ser corregidas, siendo por lo tanto necesario tomarlo en cuenta para el análisis económico.

Inversión en cercas, corrales y casa (US\$ 156/ha). La inversión promedio por hectárea fue estimada en sumas iguales por concepto de: (a) cercas, bebederos y saladeros, (b) corrales, y (c) vivienda para administrador y vaqueros. La duración promedio de estas inversiones fue de doce años, con reparaciones del 60 por ciento del valor cada seis años.

Inversión en el equipo de riego (US\$ 94/ha) Se considera un equipo de riego por cañón con un caudal de 1 000 galones por minuto, y una duración de seis años. Se repara el equipo cada tres años por un valor del 20 por ciento de la inversión inicial.

Gastos en manejo y administración (US\$99/ha/año). Se contratan dos vaqueros y un administrador general.

* La TIR es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de ingresos netos futuros. Se podría decir que es el beneficio económico anual expresado como porcentaje de la inversión inicial. Es un método de análisis económico utilizado para seleccionar proyectos de inversión que presentan un diagrama de ingresos y costos similares con la misma duración de proyecto. Este método es especialmente útil cuando se hacen inversiones iniciales que contribuyen a la producción en varios períodos de tiempo y cuando no se tiene un criterio claro para determinar la productividad de la inversión de cada período como en el caso de los cultivos anuales.

Cuadro 2.—Inversión inicial* por ha para cada sistema alternativo **

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado					
	0.4			0.8		
	Total	Ganado	Fertilizante	Total	Ganado	Fertilizante
	US\$	Porcentaje		US\$	Porcentaje	
I A***	1630	65,0	3,2	1682	63,1	6,2
B	1850	69,5	2,8	1903	67,5	5,5
C	2071	72,4	2,5	2123	70,5	4,9
II A	1902	67,6	5,4	2005	64,0	10,3
B	2112	70,9	4,8	2222	67,3	9,3
C	2346	73,1	4,4	2449	70,0	8,4
III A	2175	68,9	7,1	2339	64,0	13,3
B	2398	71,5	6,5	2562	66,9	12,1
C	2619	73,6	5,9	2783	69,2	11,2
IV A	2460	69,7	8,5	2669	64,0	15,6
B	2680	71,9	7,8	2890	66,7	14,8
C	2902	73,7	7,2	3112	68,8	14,2

* Es el capital comprometido hasta que se recibe el primer ingreso por venta de ganado (un año) y comprende la inversión en siembra de pastos, cercas, equipo de riego, corrales y los gastos de manejo, administración y fertilizante.

** En el sistema tradicional la inversión total fue de US\$ 854 de los cuales el 56% estaba representado en ganado.

*** Para la caracterización de cada sistema referirse al Cuadro 1.

El salario promedio de los vaqueros es de US\$ 1 039 por año considerando las prestaciones sociales. La remuneración al administrador es de US\$ 7.792 anuales incluyendo en este valor el mantenimiento de un jeep o camioneta y los gastos directos de administración.

Gastos en agua para riego (US\$ 78/ha/año). Se consideró la aplicación de diez riegos anuales con una lámina de 20 cm por riego. El costo de US\$ 0,39 por 100 metros cúbicos incluye los gastos de amortización del pozo y del equipo de succión.

Gastos en sales y salud animal (US\$8,73/UA/año). El tratamiento preventivo de sanidad animal comprende: un vermífugo, cuatro vacunas contra aftosa, doce baños garrapaticidas y una vacuna contra carbón, por un precio total de US\$ 3,12/año/novillo. Cada animal consume 18 kg de sal mineralizada.

Gastos en ganado para engorde y fertilizante nitrogenado. El gasto en estos insumos está relacionado directamente con el precio del ganado gordo (US\$ 0,78 /kg en pie) y depende del precio relativo de ganado flaco/gordo y del precio relativo del nitrógeno/ganado gordo.

Resultados y discusión

En los Cuadros 3, 4 y 5 se presenta el desempeño de los diferentes sistemas de ceba de novillos. Los resultados son analizados utilizando los criterios del TIR, inversión de capital e ingreso neto por hectárea.

Fertilización Nitrogenada.

Los sistemas con aplicaciones de 168 kg/N/ha fueron los más rentables para precios relativos nitrógeno/ganado gordo superiores a 0,4; sin embargo a esta relación no existió una diferencia tan importante entre los sistemas propuestos. A una relación de precios de 0,4 la diferencia máxima entre niveles de fertilización es de cinco puntos en la TIR, diferencia que se aumenta hasta trece puntos para una relación de precios de 1:1.

En los casos de bajo precio relativo del nitrógeno, importa menos la eficiencia física del sistema medida en términos de carne producida por kilo de nitrógeno (Cuadro 1). Sin embargo, las diferencias en rentabilidad a bajos precios relativos solo son del orden de 20 por ciento (Cuadro 4, 5 y 6). A altos precios relativos del nitrógeno los sistemas se deberían seleccionar

Cuadro 3.—Años necesarios para el pago de la inversión inicial en los diferentes sistemas alternativos a/

	0,4 Ingreso Neto Ha/año		Pago de la Inversión Inicial	Ingreso Neto Ha/año 0,8		Pago de la Inversión Inicial d/
	Máximo b/	Mínimo c/		Máximo b/	Mínimo c/	
	US\$		Años	US\$		Años
I Ae	262	91	8	210	39	8
B	314	143	7	262	91	8
C	275	104	8	225	-55	9
II A	208	36	10	106	-64	17
B	252	80	9	148	-20	13
C	278	106	9	171	3	14
III A	226	54	9	62	-106	32
B	252	101	10	62	-85	35
C	296	124	9	132	-39	19
IV A	288	116	9	77	-90	29
B	187	18	15	-25	-184	-6
C	309	137	9	98	-70	27

a/ En el sistema tradicional el ingreso neto ha/año máximo y mínimo corresponden al US\$ 182 y US\$ 82 respectivamente y requiere 8 años para el pago de la inversión inicial.

b/ El flujo máximo corresponde a los meses en que no se realizan inversiones.

c/ El flujo mínimo corresponde a los meses donde se realizan inversiones en equipo de riego y reparación de construcciones.

d/ Número de años para el pago de la inversión inicial se determina cuando la diferencia entre la inversión inicial y la sumatoria de los flujos netos anuales (sin descontar por una tasa de interés) es cero.

e/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1.

f/ La sumatoria de los gastos es mayor que la de los ingresos.

por su eficiencia para utilizar el nitrógeno, presentándose variaciones en las TIR de hasta de 100 por ciento (Cuadro 6, relación de precios de 1:1).

Dentro del mismo nivel de fertilización la estabilidad en la TIR debida a cambios en los precios relativos del nitrógeno está relacionada directamente con el porcentaje de la inversión total destinado a la fertilización (Cuadro 2). Los niveles bajos de fertilización (168 kg/N/ha) no representan una inversión en fertilización superior al 10 por ciento de la inversión total por hectárea para relaciones de precio de nitrógeno/ganado inferiores a 1,2. En estas condiciones, variaciones grandes en el precio relativo del nitrógeno sólo afectan una proporción pequeña de la inversión inicial que, al ser ponderada por la inversión total, representa pequeñas variaciones en la tasa interna de todo el sistema. En los niveles altos de fertilización (672 kg/N/ha) y para precios relativos del nitrógeno/ganado inferiores de

1,2, la inversión en fertilizante es superior al 20 por ciento de la inversión total por ha. Variaciones de 0,4 a 1,0 en el precio relativo del nitrógeno/ganado representaron variaciones de 30 y 80 por ciento en la tasa interna de retorno para los Sistemas I y IV, respectivamente.

Carga Animal

Cuando el precio por kilogramo de ganado flaco es superior al precio por kilogramo de ganado gordo, existe una escasez relativa de animales flacos. En tal caso, la eficiencia para producir carne por kilo de nitrógeno o por ha. puede no ser el criterio para lograr la mayor rentabilidad. En el Sistema IV (672 kg/N/ha), la carga de 6,7 UA/ha (A) tiene una producción de carne por ha y por kilogramo de nitrógeno (1, 107 y 1,16, respectivamente, Cuadro 1) inferior a la carga

Cuadro 4—Tasa interna de retorno^a al capital para la relación de precios ganado flaco/gordo de 1. Valores ajustados por inflación a precios constantes^b.

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado			
	0.4	0.6	0.8	1.0
	Porcentaje			
I A/c	21,2	19,2	17,2	15,2
B	22,6	20,9	19,2	17,5
C	19,2	17,7	16,2	14,7
II A	16,2	12,9	9,6	6,3
B	17,8	14,8	11,8	8,8
C	18,2	15,4	12,6	9,8
III A	16,2	11,6	7,0	1,4
B	16,6	12,5	8,4	4,3
C	17,8	13,6	9,4	5,2
IV A	17,8	13,0	8,2	3,4
B	13,0	8,5	4,0	0,5
C	17,2	12,6	8,0	3,4

a/ Las tasas internas de retorno se especifican en términos reales, en consecuencia $i = TIR + P + TIR \cdot P$ en donde i , TIR y P representan la tasa anual de interés nominal, la tasa interna de retorno real y la tasa de inflación respectivamente

b/ El sistema tradicional presentó una TIR de 10.86 para los mismos costos de administración. Si estos se reducen a la mitad el TIR aumenta a 18.1.

c/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1.

de 8,3 UA/ha (C) 1,224 y 1,34) sin embargo la rentabilidad es mayor en la carga más baja (Cuadro 6) por tener una mayor productividad por novillos (166 contra 147).

Cuando el precio por kilogramo del ganado flaco es bajo, siendo éste un recurso abundante, los sistemas con mayor número de animales tienen ventaja en términos de TIR, importando más la producción por ha y por kilo de nitrógeno que la producción por animal. En el sistema analizado anteriormente, los resultados son completamente opuestos cuando la relación de precios de ganado flaco/gordo es de 0,9 (Cuadro 5) La carga de 8,3 UA/ha presenta una mayor rentabilidad y una mayor estabilidad ante variaciones del precio relativo del nitrógeno. Este resultado se debe a la mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno, a la mayor producción de carne por ha y a la menor proporción de la inversión en nitrógeno.

Valor de la Tierra

Al analizar alternativas de engorde de novillos que son diferentes en la densidad de uso de la tierra es necesario determinar la sensibilidad de los resultados económicos a diferentes precios de la tierra. A medida que aumenta el precio de la tierra y se utiliza un sistema ahorrador de la misma, los tratamientos con mayor producción por hectárea y por kilo de nitrógeno se vuelven relativamente más rentables siempre y cuando la valorización de la tierra sea inferior a la rentabilidad del tratamiento. En el Cuadro 7 se muestra el efecto que produce en la TIR el valor de la tierra y su valorización. Diferencias de cinco puntos en la TIR (Sistemas IB y IIC), cuando no se contabiliza el precio de la tierra ni su valorización se reducen a un punto cuando el valor de la tierra es de US\$ 3100/ha.

Generalmente el valor de la tierra está en relación directa con su valorización; de tal forma que no es justo comparar los resultados de los sistemas para diferentes precios de la tierra y la misma valorización. Si analizamos los resultados teniendo en cuenta esta consideración vemos que la rentabilidad de los mejores sistemas es estable a diferentes precios de la tierra para

Cuadro 5—Tasa interna de retorno al capital para la relación de precio de ganado flaco/gordo de 0,9. Valores ajustados por inflación a precios constantes^a.

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado			
	0.4	0.6	0.8	1.0
	Porcentaje			
I A/b	29,3	27,1	25,0	22,1
B	31,4	29,5	27,6	25,7
C	28,1	26,6	25,2	23,8
II A	29,6	23,5	17,4	11,3
B	26,4	23,2	20,0	16,8
C	26,8	24,0	21,2	18,4
III A	24,7	19,7	14,8	9,9
B	25,3	20,8	16,4	12,0
C	26,7	22,4	18,1	13,8
IV A	26,3	21,0	15,7	10,4
B	21,7	16,7	11,7	6,7
C	26,3	21,7	17,1	12,5

a/ El sistema tradicional presentó una TIR de 17,68% para los mismos costos de administración. Si estos se reducen a la mitad la TIR aumenta a 28,7%

b/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1.

Cuadro 6.—Tasa interna de retorno al capital para la relación de precio de ganado flaco/gordo de 1:1. Valores ajustados por inflación a precios constantes^a.

Sistema	Relación Precio N/Precio Ganado			
	0,4	0,6	0,8	1,0
	Porcentaje			
IA/b	13,7	11,9	10,1	8,3
B	14,9	13,3	11,7	10,1
C	11,3	9,9	8,5	7,1
IIA	8,7	5,6	2,6	0,4
B	10,0	7,2	4,5	1,8
C	10,4	7,7	5,0	2,3
III A	8,6	4,4	0,2	—
B	8,8	4,2	—	—
C	9,7	5,4	1,2	—
IV A	10,1	5,5	1,0	—
B	5,2	0,2	—	—
C	9,2	4,2	—	—

a/ El sistema tradicional presentó una TIR de 5,44% para los mismos costos de administración. Si estos se reducen a la mitad la TIR aumenta a 9,18%

b/ Para la explicación de los sistemas referirse al Cuadro 1

los ámbitos de valorización de la tierra críticos (inferiores a la rentabilidad del tratamiento).

Costo de Oportunidad del Capital

El criterio de la TIR supone que todos los beneficios y costos recirculan en el sistema de flujos con una rentabilidad igual a la TIR. Para muchos de los productores este puede no ser el caso, de tal manera que el costo de oportunidad del capital del productor afecta el ingreso neto por ha. (por costo de oportunidad se entiende la rentabilidad que pueda tener el capital cuando se invierte en otras actividades). El costo por tanto depende parcialmente de la habilidad comercial del productor.

Cuando el costo de oportunidad del capital del productor es cero o muy bajo importa más la productividad por ha. que la productividad por animal. A medida que aumenta el costo de oportunidad, los tratamientos más eficientes en términos económicos se ubican entre la máxima productividad por ha. y la máxima productividad por animal. A costos de oportunidad de 2 por ciento el ingreso por ha. es alto y no existe diferencia en los ingresos por ha. (Cuadro 8) de los sistemas considerados. A costos de 12 a 14 por ciento el ingreso por ha. es bajo, incluso negativo en la mayoría de los sistemas.

Conclusiones

—Para seleccionar el método más eficiente de engordar novillos en pastoreo, los parámetros biológicos de producción de carne por ha., por novillo o por kilo de nitrógeno, no son indicadores que en forma individual permitan adoptar la decisión económicamente acertada.

Cuadro 7.—Sensibilidad de los resultados económicos con respecto al precio de la tierra y su valorización.

Precio de la tierra	IB			Sistemas						IVA		
	Valorización de la tierra			IIC			IIC			Valorización de la tierra		
	0	4	8	0	4	8	0	4	8	0	4	8
US \$	Porcentaje											
0	15,0	15,0	15,0	10,5	10,5	10,5	9,7	9,7	9,7	10,1	10,1	10,1
519	11,7	12,5	13,4	8,6	9,3	10,0	8,1	8,7	9,4	8,4	9,1	9,7
1038	9,6	10,9	12,4	7,2	8,5	9,7	6,9	8,1	8,6	7,1	8,3	8,9
1550	8,1	9,9	11,8	6,3	8,4	9,5	6,1	7,5	8,1	6,2	7,7	8,3
2077	7,0	9,2	11,3	5,5	8,3	9,3	5,4	7,1	7,6	5,5	7,3	7,8
2597	6,2	8,6	10,9	4,9	8,3	9,2	4,8	6,8	7,2	4,9	6,9	7,4
3116	5,5	8,1	10,6	4,5	8,3	9,1	4,4	6,5	6,9	4,4	6,7	7,1

a/ Por valorización de la tierra se entiende la rentabilidad de la inversión en tierra como un bien, medida en porcentaje de aumento de su valor en términos reales, independientemente de la actividad en que es utilizada.

Cuadro 8—Sensibilidad de los resultados económicos respecto al costo de oportunidad del capital del productor (relación precio nitrógeno/ganado de 0,4). Valores ajustados por inflación a precios constantes.

Costo Oportunidad del capital/a	Sistema			
	IB	IIC	IHC	IVA
% Anual	Ingreso Neto/ha US\$			
2	227	197	201	199
4	190	150	149	150
6	153	103	97	100
8	116	56	44	52
10	79	9	8	2
12	42	-37	-60	-46
14	5	-84	-113	-95

a/ Por costo de oportunidad del capital se entiende la rentabilidad real que puede tener el dinero del productor en actividades diferentes a la analizada.

—Los criterios económicos de la TIR e ingreso neto por ha. necesariamente no llegan a la misma selección entre los sistemas.

—Las fluctuaciones en los precios relativos de nitrógeno/ganado gordo y de éste con respecto al ganado flaco hacen que la rentabilidad varíe sustancialmente.

—A precios bajos relativos del nitrógeno/ganado las diferencias económicas entre los sistemas se reducen a pesar de que el valor absoluto de la rentabilidad varía sustancialmente para las diferentes relaciones de precio de ganado flaco/gordo.

—El porcentaje de la inversión inicial en nitrógeno determina la estabilidad de la TIR ante la variación en los precios relativos del nitrógeno.

—Para las alternativas más económicas dentro de cada nivel de fertilización la introducción del factor valor de la tierra y su valorización en el tiempo, no representó un cambio en el orden económico a pesar de que TIR bajó apreciablemente.

—Al medir la sensibilidad de la TIR respecto al costo de oportunidad de capital, el ordenamiento económico de los sistemas no varió a pesar de que el ingreso neto por ha. se redujo de US\$ 206 a US\$ 5 para

cambios de doce puntos en la TIR. De ahí, que no se puedan recomendar ni imponer "recetas" a los productores sino que éstos, en función de sus propios costos de oportunidad, elegirían entre las alternativas provistas.

—Dadas las condiciones del experimento que sirvió de base para este estudio, y para los precios existentes, las aplicaciones de nitrógeno superiores a 168 kg/ha con una carga de 5 UA, resultaron en general en un menor retorno al capital.

—Para precios relativos de nitrógeno/ganado superiores a 0,8, el sistema tradicional presentó mejores resultados económicos (TIR) sin importar el nivel de fertilización ni la relación de precios de ganado flaco/gordo.

Resumen

Basándose en la producción de carne durante cuatro años en una rotación de pasto pangola (*Digitaria decumbes*) regado y fertilizado con cuatro niveles de nitrógeno (168-332-500-672 kg/N/ha) y pastoreado cada uno con tres cargas animales, se hizo una evaluación económica determinando la tasa interna de retorno y su sensibilidad a diferentes precios relativos del nitrógeno respecto al ganado gordo (0,4 a 1,6) y del ganado gordo respecto al ganado flaco (0,9 a 1,1). Se evaluó la estabilidad de las cargas más económicas por nivel de fertilización con respecto al precio de la tierra, al ingreso neto por ha. al flujo de efectivo y al tiempo de pago de la inversión inicial. El flujo de gastos e ingresos de cada nivel tecnológico se ajustó considerando una explotación comercial de 100 ha y un horizonte del proyecto de doce años.

No parece económico aumentar la producción de carne por encima de 860 kg/ha/año con aplicaciones de nitrógeno superiores a 168 kg/N/ha/año y una carga de 5 UA/ha. Este sistema presentó la mejor rentabilidad ante diferentes variaciones en los precios relativos de insumos y productos, el mejor flujo de ingresos por ha y el menor tiempo de pago de la inversión inicial. La superioridad de este sistema se mantiene mientras el precio de la tierra sea inferior a US\$ 3.100/ha y el costo de oportunidad del capital sea superior al 2 por ciento anual.

Para cada nivel de fertilización las variaciones en rentabilidad debidas a diferencias en la carga animal fueron menos importantes que las debidas a cambios en el precio relativo del ganado flaco/gordo. A bajos precios relativos de nitrógeno/ganado las diferencias entre los sistemas son poco significativas mientras que a altos precios relativos existen diferencias hasta de 100 por ciento en la tasa interna de retorno en función del uso de nitrógeno, carga animal y precios relativos de ganado flaco/gordo. En cada nivel de fertilización la carga animal económicamente óptima resultó poco sensible a cambios en los precios relativos del nitrógeno, al valor de la tierra y al costo de oportunidad del capital del productor.

Literatura citada

1. BRYAN, W.W., EVANS, T.A. A comparison of beef production from nitrogen fertilized pangola grass and from pangola grass-legume pasture. *Tropical Grasslands* 5 (2): 89-98. 1971.
2. FIRTH, J.A., BRYAN, W.W., EVANS, T.A. Updated budgetary comparisons between pangola grass/legume pasture and nitrogen fertilized pangola pasture for beef production in the Southern Wallum. *Tropical Grasslands* 8 (1): 25-32. 1974.
3. MITCHEL, T.E., BRYAN, W.W., EVANS, T.R. Budgetary comparison between pangola grass/legume pastures and nitrogen fertilized pastures for beef production in Southern Wallum. *Tropical Grasslands* 6 (3): 177-190. 1972.
4. PALADINES, O. y FORERO, O. Producción de carne en pasto pangola con riego y fertilización nitrógena. Memoria VI Reunión de ALPA. La Habana, Cuba 1977 (Compendio).

Notas y Comentarios*Trampa para depredador de abejas*

El mayor enemigo de la abeja cortadora de hojas de la alfalfa (un insecto útil al hombre), *Megachile pacifica* (F.), es el escarabajo *Trichodes ornatus* Say, cuyos voraces hábitos alimenticios cuestan millones de dólares cada año a los productores de semilla de alfalfa. Esta plaga enfrenta ahora un entrapamiento letal este año de parte de algunos investigadores de los Estados Unidos (*Agricultural Research* vol. 26, N° 12).

Las abejas *Megachile* son uno de los mejores y más útiles polinizadores de la alfalfa. Los *Trichodes* son depredadores que depositan sus huevos en los nidos de las abejas. Las larvas de los escarabajos son algo grandes y una de ellas puede consumir hasta 20 larvas de abejas.

En 1977, los productores de semilla de alfalfa perdieron sólo en el estado de Washington 6 millones de dólares a causa del escarabajo *Trichodes*. Estos también son un problema en Idaho, Utah y Oregon. Los plaguicidas que se usan actualmente en la producción de semilla de alfalfa no matan a los *Trichodes*, de tal manera que los agricultores tienen que alquilar personas para que permanezcan todo el día espantando a los escarabajos de los refugios para abejas que se construyen en medio de los campos de alfalfa.

El entomólogo Harry G. Davis, del Science Education Administration del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en Yakima, Washington, ha desarrollado una trampa con un cebo atrayente, que captura y mata a los escarabajos adultos sin causar daño a las abejas.

La trampa es un artefacto simple y fácil de mantener. La parte principal es un recipiente cilíndrico de polietileno. En el fondo está una placa que emite vapor insecticida. Alrededor de la boca del recipiente hay unos agujeros rodeados por una falda que permite pasar a los escarabajos pero no a las abejas. Un embudo grande se coloca sobre la placa. En el centro de la tapa del recipiente hay un tapón impregnado en un cebo de olor dulce.

La trampa está atada a una estaca de un metro de altura, situada fuera del refugio de abejas. Los escarabajos (tanto machos como hembras) entran por los huecos debajo de la falda, se deslizan por el embudo, y son matados por la placa insecticida.

El fenilacetato ciclohexilo fue la sustancia que atraía al *Trichodes*. En 16 trampas colocadas alrededor del refugio para las abejas en un campo de semilla para alfalfa, se capturaron 35 768 escarabajos en 7 semanas y 3135 se capturaron en una sola trampa en 6 días. (*Environmental Entomology* Vol. 8, N° 2. 1979).

En los campos en los que Davis probó sus trampas en la campaña de 1977, se atraparon más de 250 000 escarabajos. En un refugio se colectaron 30 000, incluso 18 000 hembras capaces de producir suficientes larvas para consumir 9 millones de abejas. Davis calcula que sean suficientes 2 a 4

trampas por refugio, y que el atrayente puede ser reemplazado sólo una o dos veces durante los tres meses críticos (junio a agosto) de la época de postura de las abejas.

Las trampas prometen ser útiles para programas tanto de control como de estudios de poblaciones de *Trichodes* en las zonas de producción de semilla de alfalfa.

Lucha entre ratas y plantas venenosas

Un ejemplo único de "carrera de armamentos" entre animales y plantas ha sido recientemente descubierto por D.R. King, A.J. Oliver y R.J. Mead del Agricultural Protection Board y la Universidad de Australia Occidental. Al igual que con la evolución de cepas de bacterias resistentes a antibióticos, esta competencia nos da una oportunidad de estudiar la microevolución en marcha (*Australian Journal of Zoology*, vol. 26, p. 699).

La carrera armamentista se está llevando a cabo entre varias especies vegetales, y animales tales como *Trichosurus vulpecula* (una especie de zarigüeya) y la rata del matorral (*Rattus fuscipes*) de las llanuras de Australia Occidental. El arma involucrada es el veneno monofluoroacetato de sodio. Este veneno natural es usado mucho como plaguicida contra vertebrados y es usualmente altamente tóxico. Sin embargo, algunas poblaciones de animales en Australia muestran una extraordinaria tolerancia hacia el veneno, mucho más allá de cualquiera "variabilidad biológica" esperada.

Una población de uno de estos animales, la rata del matorral, mostró una DL 50 (la dosis de veneno letal a la mitad de una población) unas 30 veces más alta que la de la rata "normal", y esto intrigó al equipo australiano.

Les aplicaron varias dosis a varias ratas y le siguieron la pista al veneno. Encontraron que las ratas eran expertas en desfluorinar el veneno, convirtiéndolo en una fuente inocua de energía. Así, como los niveles del veneno nunca se elevan en la sangre, las ratas sobrevivían con facilidad. Aunque este estudio respondía el "cómo", dejaba abierta la cuestión del "porqué" y la respuesta de ella iba a venir de una planta.

Creciendo en la localidad de estas poblaciones resistentes hay una pocas especies vegetales que son nutritivas, abundantes y muy suculentas, comparado con el áspero matorral al lado del que crecen. No tienen ninguna protección física y parecen una fuente ideal de alimentos, excepto porque contienen concentraciones letales del veneno fluoroacetato, muy por encima de lo necesario para matar a un herbívoro pequeño "normal". Pero los contenidos de veneno no son suficientes para matar a las razas adaptadas de las ratas del matorral y sus colegas, que puede tomar hasta el 10 por ciento de su alimento de la planta y sobrevivir.

En un verano seco esta capacidad para consumir lo que es un alimento letal puede significar la diferencia entre la vida y la muerte. Parece, entonces, como si las plantas y animales han evolucionado paralelamente; las plantas elevando sus niveles tóxicos, mientras que los animales, tratando de pastarlas hasta la extinción, han elevado su capacidad de anular el arma.

Nicoya are on older, Mesozoic sedimentaries and volcanics (2). Sites range from sea level to over 3,000 m in elevation and have mean annual rainfall ranging from less than 1500 mm to over 4000 mm (3, 4). In this paper, lowlands are defined as lying below 500 m, highlands above 1500 m, with middle elevations between; drier zones are defined as having less than 2000 mm mean annual rainfall, wetter zones with over 3000 mm, with mesic zones between.

Dominant Species

The total flora of Costa Rican fencerows includes hundreds of species of weedy herbs and vines, pioneer shrubs and trees, and epiphytes. Excluding uninvited volunteers, 57 species were encountered as regularly planted components of fences in the study area (Table 1). Of these, the 26 most important dominants will be considered individually in systematic order; most of them are native to Central America; homelands will be noted specifically only for the introduced exotic species.

Cupressus lusitanica was first recorded historically in cultivation in Portugal in the 17th Century but it is probably native to the highlands of Mexico (7). It is the only conifer commonly planted as a fence tree in Costa Rica. At high elevations, massive rows of this cypress (Figure 2) dominate much of the landscape in



Fig. 2—*Cupressus lusitanica* hedge concealing rock wall around pasture, 1900 m elevation, south slopes of Volcán Barba

all moisture zones. They extend to the upper limits of living fences on the volcanoes. On Irazú, where they are planted up to 2700 m elevation, they survived heavy volcanic ash falls in 1964 and 1965. Cypress fences are less important at middle elevations and absent in the lowlands. Cypresses are occasionally planted around *cafetales* but mostly they surround pastures of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) (Figure 3). The trees are started as seedlings, usually along a barbed wire fence strung on dead posts. Eventually, the wire may be nailed to the cypress trunks, but dead fence posts do not rot quickly in the highlands and the cypresses are planted more for ornament than utility. Little value is

Table 1—Systematic List of Species Encountered in Study Area as Regularly Planted Components of Fences

♀ preceding a species name indicate it is propagated vegetatively by cuttings

Common names of species are given within quotation marks. These are in local use; they are not copied from the literature

Probable source regions of introduced exotics are given in parentheses; other species are believed to be natives.

Code letters after species name indicate its use for fences within elevation and rainfall zones, as follows:

I: below 500 m elevation; M: 500-1500 m; H: above 1500 m

d: less than 2000 mm mean annual rainfall; i: 2000-3000 mm; w: more than 3000 mm.

Cupressaceae—Cypress family

♀ *Cupressus lusitanica* Mill. "ciprés" (México?) Mdi Hdiw

Gramineae—grass family

♀ *Phyllostachys bambusoides* Sieb. & Zucc. "bambú" (East Asia) Mi

Bromeliaceae—bromelia family

♀ *Bromelia pinguin* L. "piñuela" Ld Mdw

Liliaceae—lily family

♀ *Agave* spp. (México?) Li Md.

♀ *Dracaena fragrans* Ker-Gawl. (West Africa) Li Mdw.

♀ *Yucca elephantipes* Regel "itavo" Li Mdiw Hiw.

Casuarinaceae—beefwood family

♀ *Casuarina equisetifolia* L. "pino" (Southwest Pacific) Md.

Salicaceae—willow family

♀ *Salix humboldtiana* Willd. "sauce" Md. Hi.

Moraceae—fig family

♀ *Chlorophora tinctoria* (L.) Benth. "palo de mora" Ldw

♀ *Ficus goldmanii* Standl. "matapalo" Ld

♀ *Ficus pertusa* L.f. "matapalo" Hiw.

♀ *Ficus* sp. "matapalo" Mdw.

Proteaceae—silkoak family

♀ *Grevillea robusta* A. Cunn. (Australia) Mdi

Magnoliaceae—magnolia family

♀ *Drimys winteri* Forst. "chile, quiebramuelas" Hw.

Lauraceae—avocado family

♀ *Persea* sp. "aguacatillo" Lw

Leguminosae—legume family

♀ *Caesalpinia eriostachys* Benth. "saíno" Ldi

♀ *Cassia grandis* L.f. "sandal" Ldiw.

♀ *Diphyssa robinoides* Benth. "guachapilín" Lw Mw.

♀ *Erythrina berteroana* Urban, E. *glauca* Willd., E. *globocalyx* Porsch & Cufod "poró" Ldw Mdiw Hdiw.

♀ *Erythrina peopigiana* (Walpers) O.F. Cook "poró extranjero" (South America) Mdiw.

♀ *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. "madero, madera negra" Ldiw Mdw.

♀ *Inga spectabilis* (Vahl) Willd. "guaba" Mw.

♀ *Pithecolobium longifolium* (Humb. & Bonpl.) Standley "soto" Mw.

Burseraceae—torchwood family

♀ *Bursera simaruba* (L.) Sarg. "jiñote, jiñocuave, indio pelado" Ldiw Mdiw.

Meliaceae—mahogany family

♀ *Cedrela odorata* L. "cedro" Ld

Malpighiaceae—Barbados cherry family

♀ *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. "nance" Lw.

Euphorbiaceae—poinsettia family

♀ *Codiaeum variegatum* (L.) Blume (Southwest Pacific) Md

♀ *Croton niveus* Jacq. "copalchí" Mdw.

♀ *Euphorbia cotinifolia* L. "barrabas, jacalillo, lechilla" Hi.

♀ *Euphorbia milii* Ch. des Moulins (Madagascar) Mdiw.

♀ *Pedilanthus tithymaloides* (L.) Poit. "bitamo" Md.

♀ *Synadenium grantii* Hook. f. "bijarro" (West Africa) Md.

Table 1 (continued)

Anacardiaceae--sumac family	
	<i>Anacardium occidentale</i> L. "marañon, espavel" (Brazil)
	<i>Mangifera indica</i> L. "mango" (India) Ld.
	Ldi.
	♀ <i>Spondias mombin</i> L. "jobó" Liw
	♀ <i>Spondias purpurea</i> L. "jocote, ciruelo" Ldiw Mdiw
Bombacaceae--kapok family	
	♀ <i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq) Dugand "pochote" Ldi
Bixaceae--anatto family	
	<i>Bixa orellana</i> L. "achiote" Mdi.
	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd) Spreng. "poroporo" Mi.
Flacourtiaceae--kei apple family	
	<i>Xylosma velutina</i> Triana & Karst "pejipute" Md.
Elaeagnaceae--oleaster family	
	♀ <i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb "ua" (Japan) Hw
Myrtaceae--eucalypt family	
	♀ <i>Syzygium jambos</i> L. "manzana rosa" (Southeast Asia) Mdiw.
	<i>Psidium guajava</i> L. "guayabo" Li Miw.
Oleaceae--privet family	
	<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. f. "trueno" (East Asia) Mi.
	<i>Ligustrum vulgare</i> L. "olivo" (Mediterranean) Miw.
Boraginaceae--heliotrope family	
	<i>Cordia alba</i> (Jacq) Roem & Schult. "tiguilote" Ld.
Verbenaceae--lantana family	
	<i>Cornutia pyramidata</i> L. "azulita, pavilla" Lw.
	♀ <i>Stachytarpheta frantzii</i> Polak "rabo de gato" Mdi.
	<i>Tectona grandis</i> L f "teca" (Southeast Asia) Ld
Solanaceae--tomato family	
	<i>Acnistus arborescens</i> (L) Schlecht. "güitite" Mdiw.
	<i>Datura candida</i> (Pers) Safford "reina de la noche" (Peru) Mdi.
Bignoniaceae--jacaranda family	
	<i>Jacaranda acutifolia</i> Humb. & Bonpl. (Brazil) Mi.
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) D C "roble" Ldi Mdiw.
Rubiaceae--coffee family	
	<i>Hamelia nodosa</i> Mart. & Gal. "coloradito" Lw.
	<i>Randia karstenii</i> Polak "crucilla, horquetilla" Md.

attached to the wood, despite its increasing commercial value.

Bromelia pinguin, a coarse relative of the pineapple, is commonly planted as a hedge, usually beneath

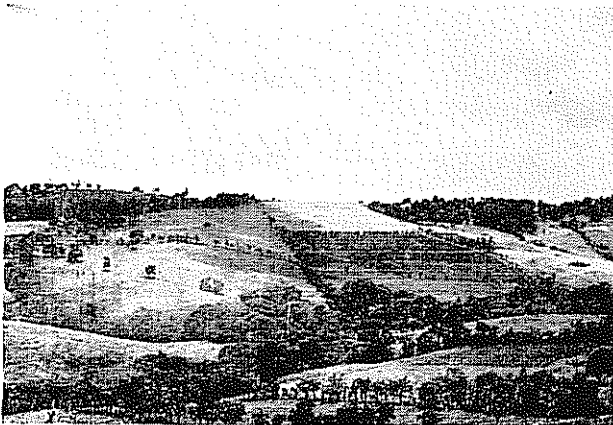


Fig. 3—*Cupressus* hedges and barbed wire fences on living *Erythrina* posts around dairy cattle pastures. 1600 m elevation, southwest side of Volcán Poás.

a row of trees bearing barbed wire. In spite of its formidable sword-like leaves, by itself the species is ineffective as a cattle barrier; it does discourage human trespass. In the mesic and wetter zones at middle elevations of the Meseta Central, it is planted around canefields and *cafetales* and usually kept under control by hacking with a machete. Around gardens in the drier lowlands of Nicoya, it is allowed to grow, by spreading sucker shoots, into a thick wall. The fruits and tender core of the plant are edible but of trivial food value.

Dracaena fragrans, a tall stemmed lily with striped foliage, was introduced from West Africa. It is much used for living fence posts, alone or alternating with *Gliricidia septium*, a woody legume. In the Meseta Central and Valle del General, the *Dracaena* is planted around many *cafetales*, gardens, and pastures in both mesic and wetter zones. It is admired as an ornamental and appreciated as being extremely easy to propagate from stem cuttings.

Yucca elephantipes, a massive relative of the Joshua tree, is also easily propagated from cuttings. It is occasionally planted near houses in all elevation zones but is most common at middle elevations in the Meseta Central and Valle del General. There it is much used in all moisture zones, especially around *cafetales*, canefields, and gardens, less around pastures. Planted closely spaced as a palisade, it is a favorite for holding the soil above road cuts and other steep banks (Figure 4). Some old yuccas are 10 m tall and have trunks



Fig. 4—On right, *Yucca elephantipes* palisade around sugarcane plantation; on left, *Syzygium jambos* trees bearing barbed wire fence around banana plantation; 1500 m elevation, southwest slopes of Volcán Barba.

more than a meter in diameter. The inflorescences are often peddled along the roadside by children, the blossoms being eaten as a delicacy.

A graceful willow, *Salix humboldtiana*, is a dominant fence tree near Cartago, especially around pastures in alluvial valleys. The willows are mostly pollarded, their trunks eventually becoming huge.

Evergreen figs, *Ficus pertusa* and another unidentified species, are planted as living posts by sticking branches in the ground and they also become established

in fence lines as strangling epiphytes on other fence trees. They dominate fences around some pastures and potato fields in mesic and wetter zones on the flanks of Volcán Irazú, where *Ficus pertusa* is planted up to 2700 m elevation. In the drier lowlands of Guanacaste, another strangling fig, *Ficus goldmanii*, is planted around rough pastures; the trunks bear barbed wire and the dense crowns give constant shade for the cattle.

The legume family includes several outstandingly important fence trees, all with compound, deciduous leaves and attractive flowers. In wetter zones at both low and middle elevations, *Glicicidia sepium* is used more than all other kinds of living fence posts combined. In mesic zones at the same elevations, it is less ubiquitous but still the most important single species. *Glicicidia* fences like most other fences are usually started by planting unpeeled poles about 2 m long; these are tall enough so the sprouting foliage at the top is out of reach of livestock (Figure 5); cattle do not nibble the bitter bark. In drier zones at low and

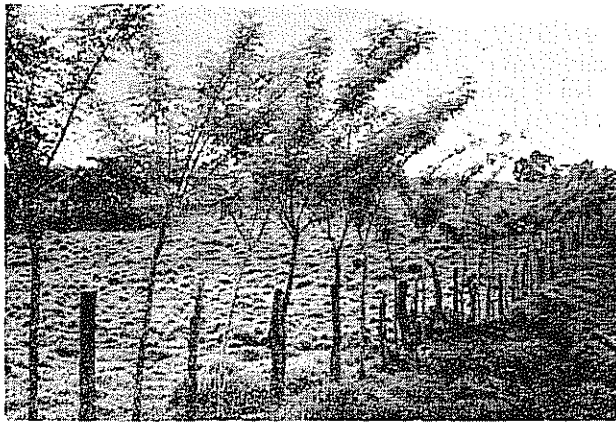


Fig. 5—Sprouting *Glicicidia sepium* poles that will bear the barbed wire when the dead posts rot, new transverse fence in pasture, 600 m elevation, Valle del General

middle elevations, the poles root poorly and the species is used in only a desultory way, usually by planting seed. At higher elevations, *Glicicidia* is entirely absent. Where it grows well, *Glicicidia* is the favorite species for fencing *cafetales*, pastures, canefields, banana plantations, and lime and cacao orchards. Until about 70 years ago, it was a favorite tree for shading coffee and cacao but that function has now been taken over by other legume trees, mainly species of *Inga*, which are as good as *Glicicidia* for nitrogen fixation and give better shade during the dry season (1). Seen from above, most Costa Rican *cafetales* are a forest of *Inga* with a rim of *Glicicidia*. Well kept *Glicicidia* fences are pollarded about every three years (Figure 6). The lopped branches are valued as posts and firewood

Other legumes important as living posts are the brilliant flowered coral trees belonging to the genus *Erythrina*. Three native species and one introduced from South America are involved, but the genus will be discussed here as a unit. *Erythrina* is planted and

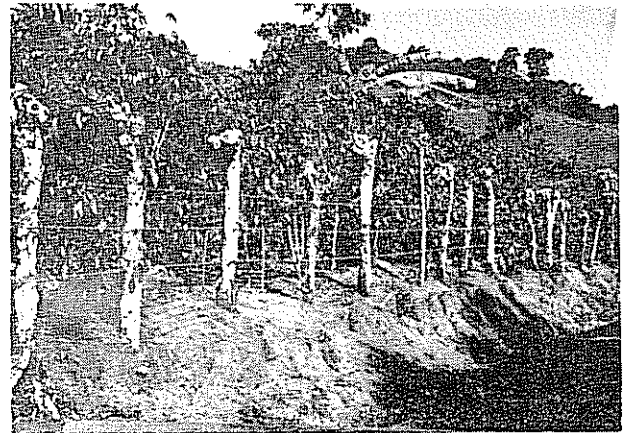


Fig. 6—*Glicicidia sepium* fence, which has not yet resprouted after being pollarded surrounding *cafetal* shaded by *Inga* trees and bananas, 800 m elevation, northwest end of Valle del General

pollarded much like *Glicicidia* but the lopped branches have no value as wood. In the lowlands, *Erythrina* is important in fences only in the wetter zones, where it is planted around pastures as a distant second to *Glicicidia*. At middle elevations, *Erythrina* is used around many pastures and *cafetales* and a few canefields; at those elevations it is second to *Glicicidia* in the mesic and wetter zones and is the commonest of all fence trees in the drier zones. In the highlands, *Erythrina* and *Cupressus* trees dominate *cafetal* and pasture fences (Figure 3) in all moisture zones. Above 2000 m, *Erythrina* trunks and branches become blanketed with epiphytes (Figure 7) and the trees are obviously stunted. They are planted up to 2400 m on Volcán Irazú, where they have survived heavy ash falls

Two other legumes are important fence trees around lowland pastures: *Diphysa robinoides* in the wet Valle del General and Valle del Diquis, *Caesalpinia eriostachys* in the mesic and drier lowlands of Nicoya. Unlike *Glicicidia* and *Erythrina*, both of these species are allowed to grow unpollarded into tall trees. *Diphysa* timber



Fig. 7—Barbed wire of pasture fence borne partly by dead posts, partly by old *Erythrina* trees, which are blanketed with epiphytic bromeliads, orchids, and ferns; cypress hedges in background, 2200 m elevation, west side of Volcán Barba



Fig 8.—New pasture fence with sprouting *Bursera simaruba* poles already bearing barbed wire between widely spaced dead posts; fourth post from the right is a volunteer tree. *Crescentia cujete*; 200 m elevation, Guanacaste

is used for cabinetry and is also valued for its rot resistance. Wood of the *Caesalpinia* is not exploited; the species is valued mainly for shade and is established along fence lines by planting seed at wide intervals with sawn posts between.

Bursera simaruba, a deciduous tree with smooth red bark, dominates many fences around pastures, milpas, and *cafetales* at low and middle elevations (Figure 8). In mesic and drier zones, pure *Bursera* fences are common; in the wetter zones, *Bursera* is usually mixed with other species. The living posts are usually kept pollarded at about 2 m height, the lopped branches being left to rot unless needed for new living posts. *Bursera* posts strike root more reliably in the drier zones than *Glicicidia* posts and where pastures are burned *Bursera* posts survive relatively well. However, *Bursera* posts do not hold barbed wire very firmly and gum exudes from wounds where the wire is attached. The gum has minor medicinal and other uses.

Three ornamental shrubs in the poinsettia family are commonly planted as dense hedges: *Croton niveus*, *Euphorbia cotinifolia*, and *Synadenium grantii*. They are usually combined with an overstory of *Erythrina* or some other tree bearing barbed wire. The *Croton* is said to have medicinal uses but is mainly planted for its silvery foliage. Started as closely spaced seedlings, it is clipped into neat hedges. It is most common around *cafetales* at middle elevations in mesic and wetter zones. The *Euphorbia* is commonly planted around pastures, canefields, and *cafetales* at middle elevations in all moisture zones. Its red foliage makes a colorful border and its blinding, poisonous latex repels human intruders and browsing cattle. The even more toxic *Synadenium*, native to West Africa, is a succulent plant easily grown from cuttings. It is much used to guard *cafetales* and gardens, mainly in the dry, middle elevation valleys around Cartago.

Two species of *Spondias* are propagated and pollarded much like *Glicicidia* and *Erythrina* but they differ from those legumes in being evergreen, having

inconspicuous flowers, and producing edible, plum-like fruits. *Spondias purpurea* is much planted as a fence tree at low and middle elevations in all moisture zones. In drier areas, it is a favorite pasture fence because it gives the cattle shade and juicy fruits during the dry season (Figure 9). In mesic and wetter areas, it is planted not only around pastures but also *cafetales*, banana plantations, canefields, and gardens. It would be more popular if the trunk did not bleed unsightly gum wherever barbed wire is attached. *Spondias mombin* is less important but is used for fences in the mesic and wetter lowlands, mostly around gardens near farm houses, occasionally around pastures and banana plantations.



Fig 9.—On right, first fence tree is *Spondias purpurea*, the rest are *Bombacopsis quinata*; on left, fence trees are *Glicicidia sepium*; rough pastures cleared from seasonal forest, 200 m elevation, Guanacaste

The spiny-trunked, deciduous *Bombacopsis quinata*, a relative of the *Ceiba*, is locally important in the drier lowlands along the Golfo de Nicoya, especially around pastures on light soils (Figure 9). It is usually started from seed and allowed to grow freely into a tall tree that is highly valued for hardwood timber.

The southeast Asian rose-apple, *Syzygium jambos*, is occasionally planted around *cafetales*, banana plantations, and gardens (Figure 4). It is most common in mesic and wetter zones of the Meseta Central and Valle del General. Started from seed, the species is usually allowed to grow freely into tall, evergreen trees producing abundant fragrant, white flowers and crisp fruits.

Two shrubby nightshades with fragrant flowers, *Acnistus aborescens* and *Datura candida*, are common in fences on the Meseta Central, especially around farmyards, gardens, and *cafetales*. They come up as volunteer seedlings, tolerated as ornamentals in fences dominated by *Erythrina* or other trees; both species are also occasionally planted deliberately for living posts. The *Datura* was presumably introduced from Peru in the early colonial period; it was one of the first New World ornamental plants introduced to Europe. It was grown in the gardens of King Philip II of Spain in the

16th Century, the Viceroy of Perú having deemed it worthy of being sent to a king (10).

Tabebuia rosea, a tall, deciduous tree with showy, pink flowers, is much planted for pasture fences in the lowlands of the Golfo de Nicoya (Figure 10). Like *Bombacopsis*, seedlings are allowed to grow tall without being pollarded and develop into valuable hardwood timber trees.



Fig. 10.—Fence trees are deciduous *Tabebuia rosea*, pasture cleared of nearly all trees except palms, 50 m elevation, east of Golfo de Nicoya

The remaining 31 species (Table 1) will not be discussed separately. They are planted rather idiosyncratically. Most are ornamental or useful species that are grown more commonly in gardens and houseyards than for agricultural fences.

Genesis of the Fencing Patterns

The cast of characters of plants used in Costa Rican living fences is made up mostly of species native to the general region. As a rule, they were originally pioneers of naturally open habitats, particularly cliffs, streambanks, and coastal beach ridges, and had very broad ranges in such habitats before being taken into cultivation. The *Gliricidia*, *Bursera*, and several other major fence species are still dominant pioneers of coastal and riverine successions in Costa Rica and the New World tropics in general (9, 11). Such plants were preadapted to occupy agricultural clearings and must have been readily available to prehistoric American Indian farmers. At the time of the Spanish Conquest, Indian peoples of Central America were planting *Gliricidia* for hedges and to shade their cacao groves (11). The only recognizable Indian group surviving within my study area is the Boruca, occupying territory between the Valle del General and Valle del Diquis. The Boruca formerly fenced gardens and milpas with living posts of *Cochlospermum vitifolium* (12) but they no longer make much use of hedge plants. A less acculturated Central American group, the Chorti-speaking people of the Guatemala-Honduran border commonly plant hedges

of *Bromelia pinguin*, *Yuca elephantipes*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina spp.*, and *Spondias purpurea*, all species important in modern Costa Rican fences; they also plant hedges of cacti, which are not important in Costa Rica (15). Hedges of cacti, *Agave*, and other spiny succulents are common around milpas in many other regions of Central America and Mexico (13). Presumably, they are a pre-Conquest tradition that became more important after the introduction of Spanish livestock and before the invention of barbed wire. It is recorded in Cuba that planting of spiny and thorny hedges expanded with the rise of cattle ranching in the 18th Century (5). In Costa Rica in the late 19th Century, even after barbed wire was available, the Meseta Central still had many hedges of spiny succulents, including *Agave*, *Yuca*, *Bromelia*, and cacti, and of thorny woody plants, including *Randia* and roses (8, 14). As late as 1910, thorn hedges of *Xylosma* remained more important than they are now and were combined with deep ditches as barriers around fields (1). There are surviving remnants of the old hedge types, especially *Yuca* palisades, but most of the present fencing pattern is not a heritage from past centuries. Rather it was probably developed by 20th Century Costa Rican farmers following the adoption of barbed wire.

Throughout the country, construction of a fence ordinarily begins with stringing of barbed wire on stout, non-living posts, just as in regions where living fences are not used. In some climatic zones of Costa Rica, that may be the whole story. In the cloudforests of the Cordillera de Talamanca and the higher volcanoes, pastures cleared for dairy herds mostly have conventional non-living fences. Some posts, especially those cut from *Drimys winteri*, take root and grow but they are not much appreciated. In these cool highlands, a dead oak post lasts for 30 years or so and oak is in surplus supply from wholesale forest clearing. At the other extreme, in the Guanacaste lowlands, which are hot dry most of the year, a dead *Gliricidia* post lasts 20 years or so and living posts are hard to establish. Here trees that give shade and fodder to the cattle are a valued element in the fence rows but the basic function of bearing barbed wire is borne by dead posts. In the bulk of the country, dead posts rot quickly and are only expected to last until living posts can take over.* The species that will form the backbone of the living fence are chosen from the roster of those known to be easily rooted and resistant to cattle. Among these, choice depends somewhat on byproducts but more on aesthetic considerations. Costa Ricans are famous for surrounding their houses with a variety of ornamental and curious plants. Non-utilitarian devotion to growing plants is quite apparent in many farm fences. The older settled Meseta Central had developed the most complex fencing pattern with great farm to farm diversity. This diversity has been greatly reduced in the last five years by wholesale road widening pro-

* In recent years it has been observed however that many landowners prefer the use of dead posts which have been treated against decay by the use of different chemical compounds.

jects. Along both major roads and side roads, miles of fine old hedges and galleries of trees are gone. They are being carefully replaced with new living fences, set farther back, but these are relatively simple and uniform and rarely use anything other than *Erythrina*, *Gliricidia*, or *Bursera* posts. I hope this standardization is only temporary and that the farmers' individualistic experimentation with fence planting will soon take effect again.

Summary

The use of living trees and shrubs as posts for fences has become a widely diffused technique in various ecological zones of Costa Rica. Many agricultural crops are protected by living fences, though the majority of them may be seen along the edges of coffee plantations, pastures and sugar cane fields. The number of species used for live fence posts is impressive: during a six months of field survey 57 species were identified as being regularly planted as components of fences. Of these the 26 most important are described individually in systematic order.

An analysis of the evolution of the fencing patterns shows clearly that the species diversity has been reduced during the last four years, mainly through road-widening projects and because posts treated with preservatives are being used as a substitutes to this traditional technique.

Acknowledgements

Field work was supported by the Organization for Tropical Studies. Expert help with plant identifications was given by Richard A. Baker, Claudia Charpentier de Castillo, and Jorge Gómez Laurito. Voucher specimens are deposited in the herbaria of the Field Museum, Chicago, and the University of California, Los Angeles. Richard Schubel helped with bibliographic sources.

Literature cited

1. CALVERT, A.S., and CALVERT, P.P. A year of Costa Rican natural history. New York, MacMillan, 1917. pp. 87, 94, 332, 345.
2. COSTA RICA, DIRECCION DE GEOLOGIA, MINAS y PETROLEO. Mapa geológico de Costa Rica, 1: 700,000. San José 1967.
3. COSTA RICA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapas topográficos de Costa Rica, 1: 50,000. San José 1963-68.
4. COSTA RICA, SERVICIO METEOROLOGICO. Mapa de precipitación promedio anual en Costa Rica, 1: 1 000,000. San José 1970.
5. CRANE, J.C. Living fence posts in Cuba. *Agriculture in the Americas* 5(2):34-38 1945.
6. HOWES, F.N. Fence and barrier plants in warm climates. *Kew Bulletin of Miscellaneous Information* 19:46. pp. 51-87.
7. MARTINEZ, M. Las Pináceas mexicanas. México, Universidad Nacional Autónoma, 1963. pp. 226-258.
8. POLAKOWSKY, H. Die Pflanzenwelt von Costa Rica: Ein Beitrag zur Kenntnis der Pflanzen-Geographie und der Flora von Central-Amerika. *Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Dresden, Wissenschaftlichen Theil* 16:25-124 1876.
9. SAUED, J.D. Remnant seashore vegetation of northwest Costa Rica. *Medroño* 23 (4):174-181. 1975.
10. SAUER, J.D. Changing perception and exploitation of New World plants in Europe, 1492-1800. In Chiappelli, F., ed. *First images of America* Berkeley and Los Angeles, University of California Press 1976. pp. 813-832.
11. STANDLEY, P.C. Trees and shrubs of México. *Contributions, U.S. National Herbarium* 23(2):482. 1922.
12. STONE, DORIS Z. The Boruca of Costa Rica. *Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University* 26:5-6 1949.
13. THORP, F. Crop protection in native North America. Department of Geography, University of California, Berkeley Tesis Mag. Sc. 1958.
14. TONDUZ, A. Exploraciones botánicas en la parte meridional de Costa Rica. *Instituto Físico-geográfico Nacional de Costa Rica, Anales* 8:111. 1895.
15. WISDOM, C. Materials on the Chorti language. University of Chicago Library Microfilm Collection of Manuscripts on Middle American Cultural Anthropology, 28:836-913. 1950.

Notas y Comentarios

Sesiones de carteles en reuniones científicas

En reuniones anuales de sociedades científicas de los Estados Unidos se han utilizado cada vez más las llamadas "sesiones de carteles" como un modo alternativo de presentar los resultados de investigaciones. El nuevo método ha despertado entusiasmo entre los participantes porque alivia en gran parte la congestión de trabajos que tienen que ser presentados en tiempos muy estrechos para poder cumplir el programa del certamen.

En lugar de hacer una presentación oral formal ante un público numeroso, el autor, en una sesión de carteles, monta un compendio de su presentación y los datos pertinentes e ilustraciones en un tablero, generalmente de 1,22 metros de alto por 2,44 de largo (4 por 8 pies). El montaje se hace una hora antes del tiempo fijado para la presentación. En ese lapso, los autores y coautores deben estar en sus espacios asignados para discutir el trabajo y responder preguntas. Los carteles de la mañana deben ser despegados a medio día y los de la tarde, a las 4:30 p.m.

Según los autores y públicos que han asistido a esas sesiones de carteles (*Food Technology*, September 1978, p. 66), las ventajas son las siguientes:

- En contraste con las presentaciones formales que permiten poco o ningún tiempo para preguntas, las sesiones de carteles permiten un tiempo adecuado para solicitar al autor detalles sobre sus métodos y resultados.
- Es posible entablar diálogos individuales y discusiones informales con pequeños grupos de científicos interesados.
- Se pueden presentar en el espacio disponible numerosos gráficos, tablas, diagramas, fotografías y otras ilustraciones.
- Los carteles con ilustraciones también dan a los participantes tiempo adicional para estudiar aquellas que puedan ser altamente técnicas o muy complicadas.
- Los oradores que pueden estar nerviosos cuando van a dirigirse a públicos grandes, y los oradores que tienen un dominio limitado del inglés, acogen la atmósfera informal y amistosa de la sesión de carteles.

Las sociedades de horticultura, fitopatología y tecnología de alimentos, entre otras, han programado sendas sesiones de carteles para sus reuniones de 1979.

Café sintético

Un espectro está acosando al mundo cafetalero: el café artificial. A mediados de 1979, el precio del grano se elevó 20 por ciento en una sola semana, debido al pánico sobre heladas en Brasil. Pero, alerta productores y especuladores: las grandes firmas manufactureras de café, como la General Foods, podrían fabricar café artificial, que no contenga ni un solo grano de café.

Un obstáculo importante es que no podría ser vendido legalmente como café. También, el consumo del producto real se ha recuperado pronto desde las grandes alzas de precios en 1977. Pero el sabor del café artificial no es necesario que sea tan malo como suena a los oídos. Si se prepara correctamente, puede tener mejor sabor que el café típico de restaurante, el que ha perdido por ebullición sus productos volátiles, que le dan su aroma a un buen café; incluso, se podría acercar a la calidad del café soluble que representa el 90 por ciento de las ventas al menudeo en la Gran Bretaña (*The Economist*, 23 de junio de 1979, p. 107).

Los sabores artificiales a café, se usan ampliamente en productos que llevan la etiqueta "con sabor a café". Están disponibles para la venta irrestricta en firmas especializadas en sabores, tales como Givandan e Internacional Flavours and Fragrances (ambos con sede en Ginebra), que ofrecen sabor a café Mocca, sabor de café de Kenia, café muy tostado, de bajo tostado, y muchos otros sabores.

Estos sabores son caros ahora, porque son usados en pequeñas cantidades y porque las firmas de sabores cobran un alto sobreprecio por sus conocimientos tecnológicos. Pero los pueden hacer a bajo costo a partir de levaduras, las que, fermentadas en gran escala, están comenzando a volverse competitivas, con la ayuda de los granos de soya, que se venden a una fracción del precio del café.

La levadura es de color pálido. Para darle al café sustituto el color oscuro del producto real, se usa el caramelo. El caramelo comercial, empleado para colorear varios alimentos, es prácticamente sin sabor. Se fabrica hirviendo azúcar con amoníaco. En lo que se refiere a la cafeína, para aquello que lo deseen, puede ser obtenida al descafeinizar cacao, guaraná, kola, té (y también café). Con mayor probabilidad podrá ser sintetizado a partir de ingredientes químicos básicos. La cafeína no es sino una molécula, 1, 3, 7, -trimetil-2, 6,- dihidroxipurina, y no muy compleja por cierto.

Las células selladas y la producción de sustancias químicas

Las células vegetales inmovilizadas en píldoras de gelatina de agar pueden llevar a cabo sus procesos metabólicos normales y elaborar mayor cantidad de sus productos naturales que las células libremente suspendidas en el cultivo. P. Brodelius y sus colegas de la Universidad de Lund, en Suecia, y de la Universidad del Ruhr, en Bochum, Alemania Occidental, sugieren que este resultado podría ser aplicado para elaborar muchos productos vegetales naturales, usados en medicina, particularmente alcaloides. Estos incluyen el curare, un relajante muscular usado en cirugía, y la morfina, un aliviador del dolor. Los productos vegetales usados en la industria, tales como las antraquinonas, sobre las que están basados muchos pigmentos usados para teñir, podrían también ser hechos por este método. (*FEB S Letters* Vol 103, p. 93).

La extracción de estas sustancias es más fácil si las células están inmovilizadas en un soporte sólido. Las células atrapadas pueden ser integradas en un sistema de flujo continuo que es fácilmente controlable y los sustratos son abastecidos continuamente y sus productos extraídos sin perturbar a las células. Los biotecnólogos utilizan ya sistemas inmovilizados de enzimas y células microbianas, pero no han intentado el hacerlo con células vegetales porque son grandes y tienen paredes de celulosa.

Brodelius y sus colegas pusieron en suspensión las células vegetales aisladas en una solución alginada al 3 por ciento. Agregaron la suspensión al medio de cultivo gota a gota, y observaron la formación de las bolitas de agar alrededor de las células.

Publicaciones

Futurics. La Pergamon Press ha iniciado en 1977 una revista trimestral, *Futurics*, destinada a facilitar la comunicación entre investigadores, escritores y otros interesados en la exploración de alternativas del futuro. Además de artículos, la revista publica reacciones a artículos e ideas, notas cortas sobre asuntos de interés, reseñas de libros, y revisiones de desarrollos sobre la materia.

Cada volumen tendrá 300 a 400 páginas y la dirección es Pergamon Press, Headington Hill Hall, Oxford OX3 OBW, Inglaterra.

Combate químico de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* sp. en zanahoria (*Daucus carota* L.)^{*1/}

FELIPE PERLAZA, ROGER LOPEZ, EDGAR VARGAS**

ABSTRACT

The nematicides vapam (327 l ai/ha), fenamiphos (5 kg ai/ha), carbofuran (6 kg ai/ha) and aldicarb (5 kg ai/ha), alone or in combination with one soil application of benomyl (23 kg ai/ha) plus PCNB (300 kg ai/ha) and nine foliar sprays of benomyl (29 g ai/100 l) plus mancozeb (533 g ai/100 l) were evaluated for the control of *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* and *Alternaria* sp. on carrot (*Daucus carota* L.), cv. 'Chantenay Red Cored'. Only aldicarb did not increase significantly the weight. The four nematicides, but not the fungicides, caused a significant increase on root length, and a decrease on the percentage of deformed roots and the root-knot index. The severity of *Alternaria* sp. attack was reduced only by the fungicides. All nematicides caused a marked reduction of the *Meloidogyne* spp. larvae populations on the soil.

Introducción

La zanahoria (*Daucus carota* L.) ocupa, dentro del grupo de hortalizas cultivadas en Costa Rica, un lugar preponderante por su valor nutritivo e importancia económica. Numerosos investigadores han hecho notar que las especies *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949 y *M. hapla* Chitwood, 1949, son nematodos fitoparásitos, que pueden causar cuantiosas pérdidas en este cultivo (14, 15, 17, 20, 21), mientras que *Alternaria danci* (Kühn) Groves y Skolko f. sp. *solani* (Ell y G Martin) Neerg, 1945, es un hongo que también puede causar disminuciones apreciables en el rendimiento, al afectar severamente el área foliar (1, 5, 12). La producción de esta hortaliza en Costa Rica se ha localizado en varias áreas de la Cordillera Volcánica Central, donde el ataque de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* sp. causan daños de considerable importancia económica en este y otros cultivos (9, 11). La eficacia de diversos productos químicos en el combate de estos patógenos en zanahoria no había sido determinada bajo condiciones locales, lo que motivó el presente trabajo, cuyos objetivos

fueron evaluar el efecto de la aplicación al suelo de algunos nematicidas, solos o en combinación con la aplicación de fungicidas, sobre el rendimiento y la calidad de este cultivo, las poblaciones de nematodos fitoparásitos, y la severidad del ataque de éstos y otros patógenos capaces de causar enfermedades foliares.

Materiales y métodos

El ensayo se hizo en San Luis de Santo Domingo, provincia de Heredia, Costa Rica, entre los meses de junio y setiembre de 1977. Esta zona tiene una altitud de 1360 m.s.n.m., una temperatura promedio de 19 C y una precipitación promedio anual de 2072 mm. El suelo en el sitio experimental es de tipo Andept, de textura franca, pH 4,3 y 8,7 por ciento de materia orgánica.

El tamaño de cada parcela experimental fue de 1,2 m de ancho por 2,0 m de largo, e incluía cada una diez hileras de siembra colocadas transversalmente a 0,2 m entre sí. Posteriormente se distribuyeron a chorro continuo 15 g de semillas del cultivar 'Chantenay Red Cored', los cuales se estimó contenían 8500 semillas, y luego se raleó hasta obtener una densidad de diez plantas por hilera. Se utilizó un arreglo factorial en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Al momento de la siembra se fertilizó con 150 kg N, 400 kg P₂O₅ y 150 kg K₂O/ha; para el combate de

* Recibido para la publicación el 20 de agosto de 1979

1/ Parte de una tesis presentada por el primer autor en la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar el grado de Ingeniero Agrónomo.

** Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Dirección actual del Ing. Perlaza: Sección de Nematología, Departamento de Fitopatología, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica

malezas se aplicó el herbicida linurón (Afalón, 1,5 kg ia/ha) treinta días después de la emergencia de las plántulas.

Los nematocidas evaluados fueron vapam (Vapam, 327 litros ia/ha), fenamifos (Nemacur, 5 kg ia/ha), carbofuran (Furadan, 6 kg ia/ha) y aldicarb (Temik, 5 kg ia/ha); estos productos se aplicaron solos o en combinación con un tratamiento fungicida, que consistió en la incorporación al suelo de una mezcla de benomyl (Benlate, 23 kg ia/ha) y PCNB (Terrasan, 300 kg ia/ha), y la aspersión al follaje de una mezcla de benomyl (29 g ia/100 l) y mancozeb (Dithane M-45, 533 g ia/100 l); se incluyó un testigo absoluto y un testigo al que solo se aplicaron los fungicidas

El vapam se aplicó dos semanas antes de la siembra; la dosis correspondiente a cada parcela (78,5 ml) se diluyó en 3,8 litros de agua y se distribuyó sobre toda la superficie con una regadera de mano; posteriormente se aplicaron 5,7 litros de agua para hacer bajar el producto a una mayor profundidad ("sellado"). El fenamifos, el carbofuran y el aldicarb se aplicaron manualmente en bandas de 10 cm de ancho y a 5 cm de profundidad en las hileras de siembra; su aplicación se hizo junto con el fertilizante, un día antes de la siembra. La mezcla de benomyl y PCNB se aplicó sobre el suelo dos semanas antes de la siembra, en bandas de 10 cm de ancho; los productos se suspendieron en agua y se asperjaron con una bomba manual de espalda. Después de la siembra se hicieron aspersiones al follaje de una mezcla de benomyl y mancozeb, a intervalos de doce días; se agregó el adherente-humectante Triton CS-7 (126 cc/100 l).

Para determinar las poblaciones de nematodos fitoparásitos en el suelo se efectuaron tres muestreos, el primero inmediatamente antes de la aplicación de los

nematocidas, el segundo 55 días después de la siembra y el tercero una semana después de la cosecha. Para ellos se tomó de cada parcela una muestra compuesta de suelo, proveniente de cinco puntos colocados uno en el centro y los otros cuatro a 10 cm de los vértices; cada muestra se homogenizó y se cuarteó para tomar, finalmente, una submuestra de 100 cc, la que se procesó por el método de tamizado y centrifugación en solución azucarada (3). Los nematodos recuperados se recogieron en platillos sílacusa y posteriormente se identificaron y contaron en un microscopio de disección con un aumento de 45X

Para identificar las especies de *Meloidogyne* presentes se examinaron los diseños perineales de hembras ovígeras, los cuales se compararon con las descripciones dadas por Chitwood (4) y Whitewead (18) con el fin de determinar la o las especies presentes.

A los 105 días después de la siembra se determinó el peso de 48 sistemas radicales de zanahoria colocados en el centro de cada parcela, así como el peso de las raíces que mostraban deformaciones. Posteriormente se determinó el porcentaje de peso perdido por deformaciones, con base al peso total.

También se tomaron al azar nueve raíces, a las que se les midió su longitud; después se determinó la longitud promedio en cada parcela.

La severidad del ataque de *Alternaria* sp. se midió en 18 plantas y el índice de nódulos causados por *Meloidogyne* spp. en nueve sistemas radicales tomados al azar; en cada caso se asignó un grado de acuerdo con la siguiente escala: 1=0; 2=1-25; 3=26-50; 4=51-75 y 5=76-100 por ciento de las hojas afectadas por *Alternaria* sp. o raíces con nódulos, respectivamente; luego se obtuvieron los correspondientes valores promedios de cada variable para cada parcela.

Cuadro 1.—Valores promedios del peso de raíces, porcentaje de raíces deformadas, índice de lesiones foliares, índice de nódulos radicales y longitud de raíces de zanahoria en la evaluación de cuatro nematocidas aplicados solos o en combinación con fungicidas.

Tratamientos	Peso Raíces (kg/ha)	% Raíces Deformadas	Índice de Lesiones Foliares ^{1/}	Índice de Nódulos Radicales	Longitud de Raíces (cm)
Vapam	33775,8 a ^{2/}	7,8 a	2,8 a	0,70 a	11,58 a
Fenamifos	23516,7 b	15,4 a	2,5 a	0,63 a	9,78 b
Carbofuran	21354,5 b	15,2 a	2,4 a	1,30 a	9,82 b
Aldicarb	17154,1 bc	15,3 a	3,2 a	1,29 a	8,68 b
Testigo	9993,4 c	37,5 b	2,7 a	4,21 b	6,50 c
Sin fungicidas	17300,5 a	16,1 a	3,1 a	1,72 a	8,95 a
Con fungicidas	25017,7 b	18,6 a	2,3 b	1,53 a	9,60 a

1/ Lesiones foliares producidas por el ataque de *Alternaria* sp.

2/ Promedio de cuatro repeticiones. Promedios en una misma columna, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P: 0,05).

Al porcentaje de raíces deformadas se le aplicó una transformación angular, mientras que los datos de las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en el segundo muestreo y los de nematodos de vida libre en los tres muestreos sufrieron una transformación de $\sqrt{X + 1}$; los valores de las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en el primero y tercer muestreo se analizaron estadísticamente mediante una transformación logarítmica.

Para comparar entre sí los promedios de la variables evaluadas se utilizó la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

Resultados

Los valores promedios del peso y longitud de raíces, porcentajes de raíces deformadas, así como la severidad del ataque de *Alternaria* sp. y el índice de nódulos radicales, se presentan en el Cuadro 1.

Solo el aldicarb no aumentó significativamente el peso de las raíces; la longitud de las mismas fue aumentada significativamente por todos los nematicidas, no así por la aplicación de los fungicidas. El porcentaje de raíces deformadas y el índice de nódulos radicales fueron reducidos significativamente por los nematicidas, mientras que los fungicidas no afectaron estas variables. La severidad del ataque de *Alternaria* sp. fue reducida en forma significativa únicamente por la aplicación de los fungicidas.

Los valores promedios de las poblaciones de nematodos se presentan en el Cuadro 2. En el primero y segundo recuento de *Meloidogyne* spp. y en el primero y tercero recuentos de nematodos de vida libre, la diferencia entre nematicidas no fue significativa. El vapam y el aldicarb redujeron significativamente las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en el tercer recuento, en comparación con el testigo. Las poblaciones de nematodos de vida libre fueron reducidas significativamente por vapam y carbofuran en el segundo recuento. La aplicación de los fungicidas no afectó las poblaciones de ambos grupos de nematodos en ninguno de los recuentos.

En unas pocas parcelas se encontraron algunos especímenes de *Helicotylenchus* sp. en el primer muestreo, pero tanto en el segundo como tercer muestreo no se observaron nematodos de este género, por lo que no se tomaron en cuenta al momento de hacer los análisis estadísticos.

En parcelas tratadas con vapam se notó una disminución en la emergencia de las plántulas de zanahoria; sin embargo, aquellas emergidas fueron suficientes para obtener la densidad de plantas por hilera requeridas para la evaluación. Aparentemente esta disminución en la emergencia se debió a un efecto fitotóxico del vapam.

En la Fig. 1 se hace una referencia a la distribución horizontal de nematodos del género *Meloidogyne* antes de la aplicación de los productos.

De 100 diseños perineales observados, 83 pertenecían a *M. incognita* y 17 a *M. hapla*.

Cuadro 2.—Valores promedios de la población de nematodos presentes en el suelo antes y después de la aplicación de cuatro nematicidas solos o en combinación con fungicidas en zanahorias

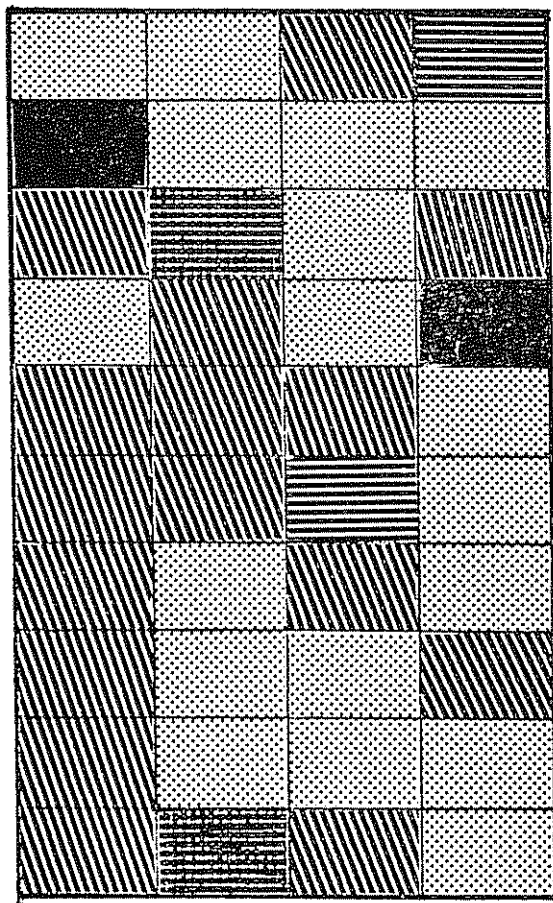
Tratamientos	Número de nematodos por 100 cc de suelo					
	<i>Meloidogyne</i> spp			Nematodos vida libre		
	Días después de la siembra			Días después de la siembra		
	0 ^{1/}	55 ^{2/}	110 ^{3/}	0	55	110
Vapam	1041 a ^{4/}	8 a	11 a	6 a	1 a	12 a
Fenamifos	645 a	6 a	33 bc	6 a	4 ab	11 a
Carbofuran	2411 a	9 a	30 bc	8 a	2 a	20 a
Aldicarb	1402 a	5 a	17 ab	12 a	2 a	7 a
Testigo	1111 a	7 a	76 c	9 a	6 b	22 a
Sin fungicidas	1502 a	8 a	22 a	9 a	3 a	12 a
Con fungicidas	361 a	5 a	45 a	7 a	3 a	17 a

1/ Primer muestreo, antes de la aplicación de los nematicidas.

2/ Segundo muestreo, a mitad del período de crecimiento.

3/ Tercer muestreo, posterior al momento de cosecha.

4/ Promedio de cuatro repeticiones. Promedios en una misma columna, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P: 0,05).



LARVAS/100 cc. SUELO

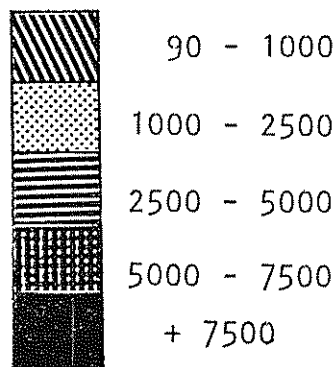


Fig. 1.—Distribución horizontal de la población de *Meloidogyne* spp. en el suelo antes de la aplicación de cuatro nematocidas solos o en combinación con fungicidas en zanahoria.

Discusión

Los mayores pesos y el mayor crecimiento de las raíces de zanahoria se obtuvieron en las parcelas tratadas con vapam, con diferencias significativas y apreciables sobre los otros nematocidas y el testigo. Las fuertes lluvias ocurridas el mismo día y en los diez días

siguientes a la aplicación del vapam fueron, posiblemente, un factor que ayudó en los resultados satisfactorios obtenidos con este producto. Bajo estas condiciones es posible que el gas haya penetrado a horizontes inferiores del suelo y fuera retenido allí, para posteriormente ser liberado al secarse el terreno; esto explicaría el efecto fitotóxico ejercido sobre algunas plántulas. Este fenómeno, a su vez, podría haber disminuido la competencia entre ellas, lo que permitió a las plántulas sobrevivientes desarrollarse mejor, más rápidamente y en forma más homogénea que en los otros tratamientos; además, este producto mostró propiedades herbicidas, lo que podría también haber coadyuvado a su efecto beneficioso. Los otros productos también incrementaron significativamente los pesos y la longitud de las raíces al compararlos con el testigo; estos resultados concuerdan con informes previos de que la aplicación de nematocidas aumenta los rendimientos (14) y la longitud de las raíces (2).

Todos los productos lograron reducir en forma significativa el porcentaje de raíces deformadas, principalmente la bifurcación de las mismas; este parámetro ha sido empleado por varios investigadores (7, 10, 14, 15, 20) para evaluar el daño causado por nematodos en este cultivo, ya que al aumentar este efecto, se reduce el rendimiento y la calidad de la cosecha. La magnitud de este porcentaje en las parcelas testigo y en las tratadas en esta investigación, fue prácticamente igual a la informada por Wilson y Black (20) en E.E.U.U.

La aplicación de los fungicidas fue una medida beneficiosa en el combate de *Alternaria* sp., ya que causó una reducción significativa de la severidad del ataque de este hongo; es importante anotar que este ataque se produjo en el transcurso de la última semana del ciclo de este cultivo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores, quienes han demostrado que el benomyl (8) y el mancozeb (12, 13, 16) dan una protección adecuada frente al ataque de este patógeno. Por otra parte, la aplicación de los fungicidas aumentó significativamente el peso de las raíces, lo que sugiere que este efecto se podría haber debido a un combate eficaz de otros patógenos que habitaban el suelo, ya que es poco probable que el ataque tardío de *Alternaria* sp. haya afectado el peso de las raíces. También es posible que el Zn contenido en el mancozeb haya actuado como cualquier otro elemento esencial que hubiera sido aplicado, vía foliar, en un material fertilizante, aumentando así el peso de las raíces.

El fenamifos fue el nematocida que logró reducir en mayor grado el índice de nódulos radicales, aunque la diferencia con los otros productos no fue significativa, pero sí con respecto al testigo.

El aldicarb fue el producto que logró reducir en forma más acentuada las poblaciones de larvas de *Meloidogyne* spp. en el suelo; con los otros nematocidas también se lograron reducciones apreciables, aunque ligeramente menores en magnitud.

Hubo un mayor número de larvas de *Meloidogyne* spp. en el tercer recuento que el segundo, aunque sin alcanzar las densidades presentes antes de la aplicación de los nematocidas. El prolongado período de crecimiento de la zanahoria podría haber permitido el que

la población remanente de nematodos se reprodujera, y que las poblaciones de larvas en el suelo aumentarían en cierto grado. Según Harrison (6), los incrementos en la densidad de las poblaciones de nematodos puede suceder después de una reducción inicial y del crecimiento del cultivo hospedante, lo que concuerda con lo encontrado en esta investigación.

Fue evidente que todos los nematicidas ejercieron, aunque en diferente grado, un adecuado y satisfactorio combate de *Meloidogyne* spp.

Las observaciones hechas sobre la distribución horizontal de *Meloidogyne* spp., previa a la aplicación de los nematicidas, demostraron que ésta no fue homogénea (Fig. 1), ya que las densidades variaron grandemente en áreas pequeñas y muy cercanas entre sí, lo que concuerda con la observación de Wilson (19)

Resumen

Se evaluaron los nematicidas vapam, fenamifos, carbofuran y aldicarb, solos o en combinación con la aplicación al suelo de una mezcla de benomyl y PCNB, y la aspersión al follaje de benomyl y mancozeb, para el combate de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* sp. en zanahoria (*Daucus carota* L.), cv. 'Chantenay Red Core'. Solo el aldicarb no aumentó significativamente el peso de las raíces, pero la longitud de las mismas aumentó significativamente con la aplicación de todos los nematicidas, no así con la de los fungicidas. El porcentaje de raíces deformadas y el índice de nódulos radiculares fueron reducidos significativamente por los nematicidas, mientras que los fungicidas no afectaron estos parámetros. La severidad del ataque de *Alternaria* sp. fue reducida en forma significativa únicamente por la aplicación de los fungicidas. Todos los nematicidas redujeron apreciablemente el número de larvas de *Meloidogyne* spp. en el suelo.

Literatura citada

- AMADOR, J. Carrot leaf blight (*Alternaria dauci*). Fungicide and Nematicide Test, Results of 1967. 24:45. 1968.
- BECKER, R.F. y ESTORES, R.A. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and root-lesion nematodes (*Pratylenchus* sp.) on carrot (*Daucus carota*). Fungicide and Nematicide Test, Results of 1971. 28: 162. 1972.
- CAVENESS, F.E. y JENSEN, H.J. Modification of the centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 22: 87-89. 1955.
- CHITWOOD, B.G. Root-knot nematodes. Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi 1887. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 2: 90-104. 1949.
- GARIBALDI, A. Ricerche sull'alternariosi delle insalate. Annali della Facoltà di Scienze Agrarie della Università di Torino 4: 149. 1968.
- HARRISON, M.B. Influence of nematocidal treatments on nematode populations. Phytopathology 57: 650-652. 1967.
- LAMBERTI, F. Pathogenicity of *Longidorus africanus* on selected field crops. Plant Disease Reporter 53: 421-424. 1969.
- LOCHART, C.I. y DELBRIDGE, R.W. Carrot, leaf blight (*Alternaria dauci*). Fungicide and Nematicide Test, Results of 1969. 26:69. 1970.
- LOPEZ, R. y SALAZAR, L. Morfometría y algunos hospedantes de *Meloidogyne hapla* en la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. Agronomía Costarricense 2:29-38. 1978.
- PEACHEY, J.E. y WINSLOW, R.D. Effects of soil treatments on population of soil nematodes and on carrot crops grown for two years after treatment. Nematologica 8:75-79. 1962.
- PERLAZA, F., LOPEZ, R. y VARGAS, E. Efecto de la aplicación combinada de nematicidas y fungicidas en el combate de *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* y *Alternaria* sp. en lechuga. Fitopatología 13(2): 90-96. 1978.
- POTTER, H.S. Carrot (*Daucus carota* var. *sativa*) *Alternaria* leaf blight (*Alternaria dauci*). Fungicide and Nematicide Test, Results of 1967. 24:45. 1968.
- POTTER, H.S. y HOOKER, W.J. Carrot (*Daucus carota* var. *sativa*) *Alternaria* leaf blight (*Alternaria dauci*). Fungicide and Nematicide Test, Results of 1970. 27:76. 1971.
- RHOADES, H.I. Pathogenicity and control of the sting nematode *Belonolaimus longicaudatus*; on carrot. Plant Disease Reporter 59: 1021-1024. 1975.
- RIEDEL, R.M. y NICKESON, R.L. Carrot (*Daucus carota*) Root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. Fungicide and Nematicide Test, Results of 1973. 30: 162. 1974.
- ROY, A.K. Studies on leaf blight of carrot caused by *Alternaria dauci*. Indian Phytopathology 22:105-109. 1969.
- SHERF, A.F. Root-knot nematodes on New York vegetables. Cornell University, Ithaca, New York. Department Plant Pathology Vegetable Diseases Leaflet No. 6. 1973. 28 p.
- WHITEHEAD, A.G. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematodea: Heteroderidae) with descriptions to four new species. Transactions of the Zoological Society of London 31:263-401. 1968.
- WILSON, J.D. A distribution pattern of root-knot nematode infestation on muck carrots. Down to Earth 13:4-7. 1957.
- WILSON, J.D. y BLACK, D.T. Chemicals help control muck soil infestation of root-knot nematodes. Ohio Farm and Home Research 44:30. 1956.
- YOKOO, T., KOGA, I. y OMARU, T. On the effect of nematicides on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in carrot fields. Agricultural Bulletin. Saga University. 1961, N° 12, pp 157-63. (Horticultural Abstracts 32: 633. 1962).

Notas y Comentarios

El equilibrio de pobreza

El Profesor John Kenneth Galbraith, el afamado autor de numerosos libros sobre el mundo opulento y la sociedad superdesarrollada, ha vertido su interés permanente en los asuntos del mundo en desarrollo en un corto libro ("The nature of mass poverty", Harvard, 1979, 150 p), en el que presenta la interesante tesis de un "equilibrio de pobreza", que puede no satisfacer a los expertos en desarrollo pero que los hará pensar.

Explora ideas que se mencionan raramente en la copiosa literatura del desarrollo, generalmente debido a que los escritores de buena voluntad pueden pensar que es rudo ponerlas por escrito. Sobre raza, por ejemplo, manifiesta que la evidencia asiática "sugiere que tiene mucho menos importancia, en lo que se refiere a las causas o conquistas de la pobreza, el que un país sea capitalista o comunista que el que sea chino o no". Sobre colonialismo: "hay también el problema de como las colonias de habla inglesa del imperio Británico emergieron tan exitosamente de este infortunio, y por qué la tradición secular de independencia hizo poco por Etiopia y no mucho por Tailandia". Hay también dardos bien dirigidos a la planificación socialista, que hace que "se ponga el mayor énfasis posible en el recurso más escaso posible... el talento administrativo".

Pero el libro sería de poco peso si sólo tuviese críticas quijotescas e irónicas. El Profesor Galbraith tiene un propósito serio, el descubrir el funcionamiento de un "equilibrio de pobreza", especialmente en la vida rural. La mayoría de la gente pobre, expresa Galbraith persuasivamente, no se esfuerza por mejorar su situación, la falsa presuposición sobre la que se basa la ayuda y asesoría occidental; más bien ellos se acomodan a ello, lo que Galbraith cree que es "una respuesta profundamente racional", basada en siglos de experiencia.

Esto puede parecer una apología para reaccionarios del *laissez-faire*. No lo es. Galbraith cree apasionadamente que este acomodo pasivo debe ser roto; pero los instrumentos recomendados no han tenido éxito debido a que se derivaron de un análisis deficiente. Solamente dos fuerzas tendrán éxito: trauma y educación. Los traumas posibles son la migración, la guerra y la revolución, lo que explica el porqué los chinos han tenido tanto éxito, lo mismo que los hindúes fuera de la India. La migración, dice Galbraith, "es buena para el país al que van los emigrantes; ayuda también a romper el equilibrio de pobreza en el país del cual provienen". Dentro de cada país individual, la migración del campo a la ciudad tiene el mismo efecto.

La falta en esta prescripción es bastante obvia: hay un límite a la cantidad de personas que pueden emigrar a América del Norte, o a Hongkong y México, sin la clase de tensiones sociales y económicas que pueden amenazar también un equilibrio de crecimiento. El Profesor Galbraith no encara muy abiertamente este dilema; ni explica en forma apropiada qué cosa se requiere para su solución alterna, la educación. Pero, ha planteado las preguntas correctas, y eso vale más que una docena de respuestas completas a preguntas equivocadas.

Brasil, exportador de pollos y jugo de naranja congelados

Las exportaciones de dos alimentos parcialmente procesados, jugo de naranja congelado y pollos congelados, le rindieron al Brasil 385 millones de dólares en 1978. Ninguno de los dos era exportado hace 10 años.

Brasil es ahora responsable por más del 80 por ciento del jugo de naranja que circula en el mercado mundial. Los exportadores brasileños de pollos afirman que sus rivales de

la Comisión Económica Europea (EEC) están subsidiando sus exportaciones en un intento desesperado de frenar la rápida penetración de las aves, más baratas y de mejor sabor, del Brasil en los lucrativos mercados del Cercano Oriente. El año pasado Brasil vendió 54 000 toneladas de pollos al exterior, ganando 55 millones de dólares en moneda extranjera (*The Economist*, 21 de abril de 1979).

Brasil tiene ventajas en el negocio de alimentos. Veamos las naranjas. Casi toda la fruta para la exportación se cultiva en el estado de São Paulo. Gracias a un clima benigno, y a una selección apropiada de variedades de naranjas, los procesadores pueden trabajar hasta nueve meses en el año, comparado con tres o cuatro meses con que cuentan la mayoría de los competidores.

El principal objetivo por el momento no es tanto un mayor volumen, aunque Brasil está agregando 5 millones de naranjas por año a su población de 80 millones de árboles. Por el momento, el jugo de naranja congelado se está exportando en bruto, más o menos sin alteraciones. Las fábricas en Estados Unidos y Europa lo mezclan, lo colorean (si es necesario), lo enlantan, y le pegan etiquetas. Brasil espera realizar algo de este proceso por sí mismo.

Los criadores brasileños de pollos han invertido grandes sumas en el más moderno equipo, y operan plantas integradas masivas, que producen ahora 800 000 toneladas de carne de pollo al año, comparado con 200 000 toneladas en 1970. Pero hay picos y quebradas en la demanda interna, de tal manera que el 40 por ciento de la producción que las 10 de las firmas más grandes están exportando a los países productores de petróleo, les permite producir a capacidad plena todo el año.

El alimento barato y abundante es también importante. Los pollos del Brasil se alimentan de una ración casi pura de maíz y soya, lo que quiere decir que son más baratos que pollos europeos.

Hace cuatro años, Brasil no exportaba ningún pollo. Entonces un hombre de negocios con imaginación viajó por el Cercano Oriente en búsqueda de mercados. Comenzó con una orden de Dubai por 25 toneladas, y tuvo órdenes subsiguientes de Kuwait, Saudi Arabia e Iraq después de pocas semanas, y la industria creció hasta 19 000 toneladas de exportaciones en 1976. Para 1980, los exportadores de pollo esperan vender hasta un valor de US\$ 100 millones.

Pero las exportaciones de alimentos procesados pueden encerrar una competencia de parte de la demanda interna. Los países del Cercano Oriente comen 22 kilogramos de pollo al año por habitante, casi tanto como los estadounidenses y muchos europeos. Los brasileños consumen un poco más de seis kilos. La demanda por jugo de naranja era de sólo 15 mil toneladas al año pasado. Aunque Brasil es el mayor productor de naranjas, todavía no produce lo suficiente para darle a cada brasileño una naranja al día.

Conforme aumente el nivel de vida, los brasileños comerán mejor. Pero mientras esto acontezca, sus industrias alimenticias en desarrollo tendrán una ventaja útil de los precios sobre los procesadores de los países industrializados.

Publicaciones

ASSET. El Programa de Recursos Naturales de la Universidad de las Naciones Unidas ha iniciado en 1979 una revista mensual, *ASSET, Abstracts of Selected Solar Energy Technology*, destinada a suministrar compendios de literatura relativa a energía solar, de viento y bioconversión, y el impacto socio-económico de su introducción.

Las categorías incluidas en energía solar son: medición de la radiación; conversión fotovoltaica; sistemas termales activos (concentración por espejos); sistemas termales pasivos (secadores de granos). Las categorías de bioconversión incluyen producción y conversión de biomasa, y producción y utilización de biogas. Al final se publica un artículo seleccionado. La dirección es: 29 floor, Toho Seimei Building; 15-1 Shibuya 2-Chome; Shibuya-Ku; Tokio 150, Japón.

Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão^{*1/} ————— ARNOBIO ANSELMO DE MAGALHAES**, AGUSTIN A MILLAR***,

————— ELIANE NOGUEIRA CHOUDHURY**

ABSTRACT

This work conducted to study the phenological response of beans (Phaseolus vulgaris L., cultivar 'IPA-74-19) to water stress.

At the Bebedouro Experimental Station, EMBRAPA, Petrolina, PE., an experiment was set up using a randomized block design with 9 treatments and 3 replicates. The experiment had water stress periods in specific stages of plant growth. In all treatments, the irrigation was maintained at optimum level before and after a water stress period. At harvest, data for grain yield, number of pods per plant, and grains per pods were obtained.

For grain yield, significant difference was found between treatments at 0.01 level. For pods per plant data, significant difference was found between treatments at 0.05 level, whereas no significant difference was found between treatments for grains per pods. Flowering was the most critical period to water stress, where a soil matric potential level of -5bars produced 36.85 per cent yield reduction. At the beginning of flowering, water stress of -7 bars of soil matric potential produced 20.49 per cent yield reduction. At the initial and later stages of fruit formation, soil water deficit of -2.7 bars caused 24 per cent of yield reduction.

Introdução

A RESPOSTA das culturas ao déficit de água é uma informação básica para o manejo da irrigação a nível de parcela (11). Por outro lado, é necessário se conhecer em forma quantitativa a resposta da cultura ao déficit de água ao longo do ciclo fenológico para determinar quando e quanto aplicar

de água através de irrigação complementar em culturas de sequeiro (12). Qualitativamente, se conhece o período mais crítico à falta de água na maioria das culturas (2, 11, 12), contudo, torna-se necessário quantificar as quedas nos rendimentos ao longo do ciclo fenológico, em função do déficit hídrico com a finalidade de dar elementos de decisão aos operadores dos projetos de irrigação, e possibilitar a otimização no uso dos recursos hídricos em condições de sequeiro

* Recebido para publicação em 2 fevereiro 1978.

/1 Contribuição conjunta do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), EMBRAPA e Cia. de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), Petrolina, PE-Brasil. Parte da Tese para obtenção do grau de Mestre em Irrigação, apresentada pelo primeiro autor na Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. PB-Brasil.

** Engos. Agros. M. S., Pesquisadores em Manejo de Água e Física de Solos, respectivamente: CPATSA/EMBRAPA, Petrolina. PE-Brasil.

*** Engº Agro, Ph.D., Especialista em Irrigação da FAO. Projeto PNUD/FAO-BRA/74/008 CPATSA/EMBRAPA. Petrolina, PE-Brasil.

Endereço atual do Dr. Millar: Especialista em Tecnologia de Irrigação, IICA-Brasil, Caixa Postal 1316. 70 000 Brasília, D. F., Brasil.

O feijão é um produto de importância mundial na alimentação da população, sendo cultivado em condições de irrigação e principalmente em condições de sequeiro (3). O Brasil, por exemplo, é o maior produtor mundial de feijão, atualmente com cerca de 2 500 milhões de toneladas por ano, apresentando também, o maior índice de consumo *per capita*, estimado em 80 g pessoa/dia, superando até mesmo a carne (10). Apesar de sua grande importância econômica e social, não se tem desenvolvido uma tecnologia mais especializada e adequada às condições econômicas do produtor brasileiro.

A maior parte da produção mundial de feijão é obtida em regiões semi-áridas, geralmente com inadequada distribuição de chuvas, em condições de agricultura de sequeiro. Nessas regiões, para tornar a produção de feijão menos dependente dos fatores climáticos, precisa-se otimizar a eficiência do uso da água de chuva, e da água armazenada em pequenos açudes, através da irrigação suplementar. Para lograr isto, torna-se necessário o conhecimento da distribuição e probabilidades de ocorrência de chuvas, da capacidade de armazenamento dos solos, do ciclo fenológico das culturas, da profundidade dos sistemas radiculares, do uso consuntivo, e quantificação da resposta do feijão ao déficit de água ao longo do ciclo fenológico (12).

Neste trabalho se apresentam resultados quantitativos do efeito do déficit fenológico de água sobre a produção e componentes da produção do feijão

Materiais e métodos

O experimento de déficit fenológico em feijão, foi conduzido no Campo Experimental do Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA), em Petrolina-PE, Brasil.

Segundo Hargreaves (8), o clima da região varia de semi-árido a árido. A temperatura média anual oscila entre 23° e 28°C, caracterizando-se os meses de junho e julho por serem os mais frios, e outubro e novembro os meses mais quentes. A precipitação média anual está em torno de 400 mm (7) e a umidade relativa do ar na região é em média 67,8 por cento, conforme dados da FAO/PNUD (5)

O solo, segundo dados da FAO/PNUD (4), é um oxisol (latossolo 37 BB) profundo, amarelo avermelhado, com textura que varia de arenosa na superfície a barro-argilo-arenosa ou argilo-arenosa a partir de 0,50 m, com presença de mosqueado abaixo desta profundidade, apresentando transição clara e as vezes abrupta entre os horizontes. Na Figura 1, se apresenta a curva de retenção de umidade da camada 0-30 cm do solo da área experimental.

O delineamento estatístico adotado para o experimento, foi o de blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições. As parcelas tiveram dimensões de

4 x 3 m, e foram espaçadas uma das outras de 1,50 m. O espaçamento adotado para a cultura foi de 0,50 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas. Considerou-se como área útil a área ocupada pelas 4 linhas centrais, reduzidas em 0,30 m em cada extremidade, totalizando 6,80 m².

A adubação foi constituída de 40 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, e 60 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. Em fundação aplicou-se 1/3 de nitrogênio e todo o fósforo. O restante do nitrogênio foi aplicado em cobertura, 27 dias após o plantio. O plantio foi executado em 18.05.77, utilizando-se o cultivar 'IPA-74-19'. Após 15 dias do plantio, foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas a cada vinte centímetros, de maneira a manter uma densidade populacional de 200 000 plantas por hectare.

Os tratamentos adotados no experimento foram os seguintes:

- 1 - Irrigar em condições ótimas durante todo o ciclo fenológico
- 2 - Déficit logo após o aparecimento do 2º trifólio.
- 3 - Déficit 18 dias após a emergência.
- 4 - Déficit antes da floração (aproximadamente aos 22 dias após a emergência).
- 5 - Déficit no início da floração (aproximadamente 32 dias após a emergência).
- 6 - Déficit em plena floração (36 dias após a emergência).
- 7 - Déficit no início da frutificação (aproximadamente 46 dias após a emergência).
- 8 - Déficit em plena frutificação (aproximadamente 50 dias após a emergência).
- 9 - Déficit antes do início de maturação (aproximadamente 55 dias após a emergência).

A Figura 2 mostra o diagrama esquemático da distribuição dos déficits de água no ciclo fenológico.

No final de cada um dos tratamentos em déficit, foram feitas amostragens do solo para determinação da umidade e aplicação de uma lâmina de água suficiente para elevá-lo até capacidade de campo. Após os déficits de água, os tratamentos foram conduzidos em condições ótimas de umidade até o resto do ciclo da cultura.

As irrigações foram feitas em sulcos fechados e nivelados. A condução da água a partir de um reservatório, foi feita por um sistema fixo enterrado de tubos de PVC rígido de 10 cm de diâmetro ao qual acoplavam-se mangueiras de plástico de 5 cm de diâmetro para distribuir água em todas as parcelas.

Para determinar o conteúdo de umidade do solo usou-se o método gravimétrico. Antes e após cada irrigação foram feitas amostragens do solo até a profundidade de 0,90 m em 2 parcelas por tratamento. Os dados de potencial matricial do solo foram inferidos

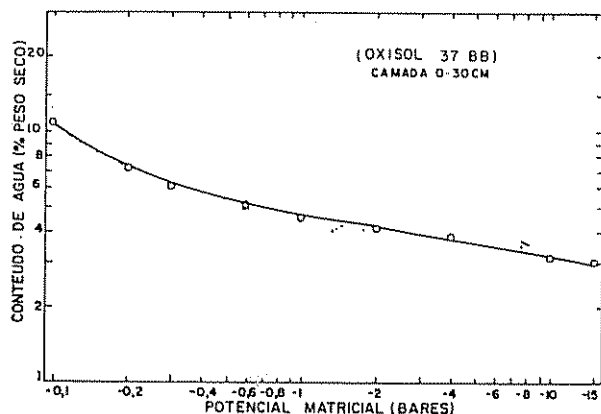


Fig. 1.—Curva de retenção de água do solo da área experimental

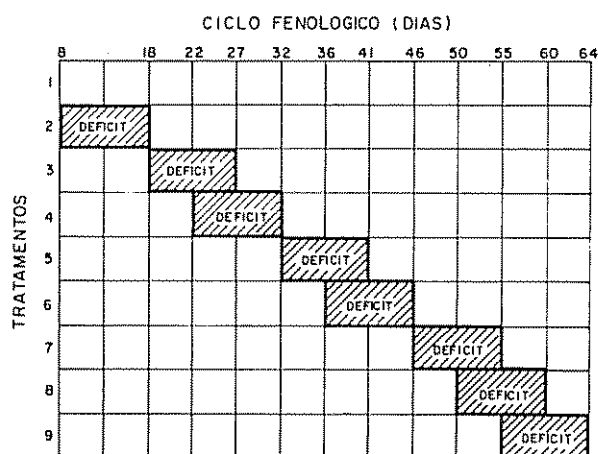


Fig 2.—Diagrama esquemático da distribuição dos déficits de água no ciclo fenológico do feijão

através da curva de retenção de água, usando-se os dados do conteúdo de água do solo coletados no campo.

A colheita foi realizada 81 dias após a emergência, sendo feita a contagem do número de vagens por planta, e número de grão por vagem. O número de vagens por planta e de grãos por vagem foi obtido a partir de grupos de 20 plantas colhidas nas duas fileiras centrais de cada parcela. Das vagens colhidas em cada parcela, foram tiradas 50 vagens ao acaso para a determinação do número de grãos por vagem.

A análise estatística dos dados foi feita segundo os métodos convencionais de análise de variância. Para comparação das variâncias e dos contrastes entre médias,

utilizaram-se os testes de F e Duncan, respectivamente. Os dados correspondentes ao número de vagens por planta e de grãos por vagem, foram transformados em raiz quadrada para que se efetuasse a análise estatística.

Resultados e discussão

Produção de grãos

Os resultados de grãos para cada um dos tratamentos de déficit fenológico de água, são apresentados na Tabela 1, incluindo-se também, os potenciais matriciais da camada 0-30 cm do solo no momento do término do déficit de água.

Os tratamento 1 ($\psi_m = -0,2$ bar ao longo do ciclo fenológico) e 5 ($\psi_m = -5$ bares no final do período de início da floração a plena floração) apresentaram a máxima e a mínima produção, respectivamente. A fase do início da floração à plena floração, constituiu-se no período mais crítico do feijão ao déficit de água, o qual também foi evidenciado por Kattan e Fleming (9), Robins e Domingo (14) e Gabelman e Williams (6).

Para a produção de grãos, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos de déficit fenológico de água, ao nível de 1 por cento de probabilidade pelo teste de F. A comparação de médias de produção de grãos, são apresentadas na Tabela 1. Encontrou-se ao nível de 5 por cento de probabilidade, dois grupos distintos quanto aos rendimentos. O primeiro, formado pelos tratamentos 1, 2, 3, 8 e 9, estatisticamente iguais entre si e com produções mais elevadas e, o segundo, constituído pelos tratamentos 5, 6 e 7 que apresentaram

Tabela 1.—Produção de grãos, componentes da produção (vagens/planta, grãos/vagem) e rendimento relativo para o feijão em função do déficit fenológico de água.

Tratamentos	Potencial Matricial (Bares)	Produção de grãos kg/ha	Componentes da Produção		Rendimento relativo de grãos (%)
			Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	
1	- 0,20	2135,98 a	9,27 ab	5,65 a	100,00
2	- 1,05	2032,70 a	9,53 ab	5,52 a	95,16
3	- 4,00	2005,79 ab	8,85 abc	4,93 a	93,90
4	- 7,00	1698,42 bc	8,57 abc	5,09 a	79,51
5	- 5,00	1348,97 d	7,07 c	5,40 a	63,15
6	- 4,00	1416,67 cd	9,80 ab	5,61 a	66,32
7	- 2,70	1623,51 cd	7,50 bc	5,89 a	76,00
8	- 3,20	2093,23 a	9,40 ab	5,59 a	98,00
9	-10,00	2119,04 a	10,10 a	5,83 a	99,21

Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.

as produções menores. No cômputo geral, o primeiro voca abscisão de flores, polinização deficiente e reduções dados dos outros autores (1, 9, 13).

Os tratamentos 5, 6 e 7 corresponderam aos períodos de início da floração, plena floração e início da frutificação, respectivamente. As baixas produções obtidas indicam que são períodos sensíveis ao déficit de água. Nesse período reprodutivo, a falta de água provoca abscisão de flores, polinização deficiente e redução de número de vagens e número de grãos por vagem, fatores estes que incidem numa baixa produção de grãos (1, 14). Os resultados obtidos, concordam com os dados de outros autores (1, 9, 13).

Seguindo o procedimento de Millar (11) para definir o efeito do déficit de água no ciclo da cultura, calculou-se o rendimento relativo, o qual é definido através da relação do rendimento sob condições limitadas de água (tratamento de déficits fenológico) e o rendimento sob condições ótimas de irrigação. Esta informação é apresentada na Figura 3, a qual também indica a fenologia da cultura e o nível de potencial matricial atingido na camada 0-30 cm do solo no momento da irrigação. O período mais crítico, registrou-se como sendo o início da floração a plena floração, ocorrido aos 31 dias após a emergência. O déficit provocado durante esta fase, reduziu os rendimentos da cultura em 36,85 por cento. Os dados de rendimento relativo, indicaram ainda, que o déficit durante os períodos de plena floração a início de frutificação e durante o início de frutificação à plena frutificação, provocou também, diminuição acentuada nos rendimentos, na ordem de 33,68 por cento e 24 por cento, respectivamente. Os déficits provocados durante os períodos que vão da emergência a pré-floração e da plena frutificação ao início de maturação, tiveram pouca influência sobre a produção da cultura.

Da Figura 3, conclui-se que para obter uma produção de ao menos 80 por cento da produção potencial, não pode faltar água para a cultura, na faixa fenológica que se estende desde antes do início da floração até a plena frutificação. A informação da Figura 3, é muito importante para o manejo da irrigação em áreas irrigadas, e otimização no uso da água armazenada em pequenos açudes nas áreas de sequeiro, através da irrigação suplementar.

Em condições de chuva natural, esta informação permite tirar melhor proveito da pluviometria, somente ajustando a época de plantio de maneira que o período de maior redução nos rendimentos, coincida com o período que apresentar maior probabilidade de ocorrência de chuvas. Em condições de irrigação, a Figura 3, constitui-se num elemento de decisão econômica, na oportunidade da aplicação de irrigação as culturas. Por outro lado, esta informação pode ser usada para selecionar variedades tolerantes à seca (12). A metodologia descrita por Millar (11), consistiria em submeter todas as variedades promissoras a déficits de água somente no período mais crítico, obtendo-se a produtividade no final do ciclo. Aquelas variedades que fossem capazes de suportar o déficit de água e dar uma maior produtividade, seriam portanto, as mais adaptadas e tolerantes a seca.

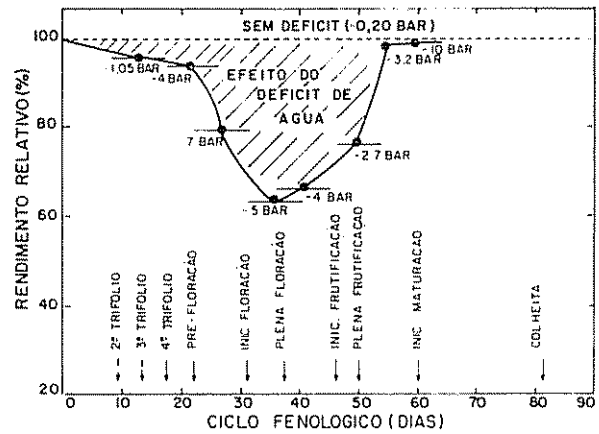


Fig. 3.—Rendimento relativo de feijão em função do ciclo fenológico.

Produção de vagens por planta e de grãos por vagem

Os dados do número de vagens por planta e de grãos por vagem, são mostrados na Tabela 1. Em geral, os dados mostram pouca variação entre os tratamentos de déficit de água. Contudo, o tratamento de déficit no período de início da floração a plena floração, foi o que apresentou menor número de vagens por planta.

Para os dados de número de vagens por planta, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos de déficit fenológico de água ao nível de 5 por cento de probabilidade. Quanto aos dados de número de grãos por vagem, não houve diferença significativa entre os tratamentos de déficit fenológico de água. A comparação das médias de produção de vagens por planta, realizada através do teste de Duncan, indicou que as variações entre os tratamentos foram mínimas.

Conclusões

1.—Para a produção de grãos, verificou-se diferença significativa ao nível de 1 por cento de probabilidade entre os tratamentos de déficit fenológico de água.

2.—Para a produção de vagens por planta, verificou-se diferença significativa ao nível de 5 por cento de probabilidade entre os tratamentos de déficit fenológico, entretanto, não houve diferença significativa ao nível de 5 por cento para a produção de grãos por vagem.

3.—O período mais crítico ao déficit de água, foi do início de floração a plena floração, onde níveis de potencial matricial do solo de -5 bares, causaram 36,85 por cento de redução nos rendimentos.

4.—No período de pré-floração a início de floração, um déficit de água no solo de -7 bares de potencial matricial, causou 20,49 por cento de redução nos rendimentos.

5.—No período de início de frutificação a plena frutificação, um déficit de água no solo de -2,7 bares de potencial matricial, provocou 24 por cento de redução nos rendimentos.

Resumo

Estudou-se a resposta do feijão, cultivar 'IPA-74-19', ao déficit fenológico de água, usando-se um delineamento de blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram em provocar déficits de água somente em determinados períodos do ciclo fenológico. O conteúdo de água no solo foi mantido num nível ótimo antes e após o período de déficit de água. Por ocasião da colheita, fizeram-se determinações da produção de grãos, número de vagens por planta e de grãos por vagem. Para as produções de grãos e vagens por planta, verificaram-se diferenças significativas ao nível de 5 por cento de probabilidade entre os tratamentos, entretanto, não houve diferença significativa ao nível de 5 por cento de probabilidade para a produção de grãos por vagem. O período mais crítico ao déficit de água foi do início da floração a plena floração. Neste período, no de pre-floração a início de floração, e no período de início de frutificação a plena frutificação, a redução nos rendimentos devido ao déficit de água, foram 36,85; 20,49 e 24 por cento, respectivamente.

Resumen

Se estudió la respuesta del frijol, cultivar 'IPA-74-19', al déficit fenológico de agua, usándose un diseño de bloques azarizados con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos consistieron en provocar déficit de agua sólo en determinados períodos del ciclo fenológico. El contenido de agua del suelo fue mantenido en un nivel óptimo antes y después del período de déficit del agua. En el momento de la cosecha, se hicieron determinaciones de producción de granos, números de vainas por planta y de granos por vaina. Para las producciones de granos y vainas por planta, se encontraron diferencias significativas al nivel de 5 por ciento de probabilidad entre los tratamientos, mientras que no hubo diferencia significativa al nivel de 5 por ciento de probabilidad para la producción de granos por vaina. El período más crítico para el déficit de agua fue desde el inicio de la floración hasta plena floración. En este período, en el de prefloración al inicio de la floración, y en el de inicio de la fructificación a plena fructificación, la reducción de los rendimientos debida al déficit de agua fue de 36,85; 20,49; y 24 por ciento, respectivamente.

Literatura citada

1. BIERHUIZEN, J. F. e DE VOS, N. M. The effect of soil moisture on the growth and yield of vegetable crops. Report of the Conference of Supplementary Irrigation; Communication VI; International Society of Soil Science, Copenhagen, 1959 pp. 83-92.
2. DOOREMBOS, J. e PRUITT, W. O. Crop water requirements. Rome, FAO/ONU. 179 p. 1975.
3. FAO. Production yearbook. FAO, Rome, volume 23, 1970. 154 p.
4. FAO/PNUD. Survey of the São Francisco River Basin. Volume II. Part. 2: Semi-detailed soil surveys 1966. 71 p.
5. FAO/PNUD. Estudios de Irrigación e Ingeniería. Estudios de la cuenca del Rio São Francisco. Roma, FAO/PNUD. 1971. 301 p.
6. GABELMAN, W. H. e WILLIAMS, D. D. F. Developmental studies with irrigated snap beans. Wisconsin Agricultural Experiments Station, Research Bulletin 221. 1960.
7. HARGREAVES, G. H. Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil: Logan, Utah State University. 1973. 423 p. (Contract AID/csd 2167).
8. ———. Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil. Logan, Utah State University. 1974. 6 p. (Contract AID/csd 2167).
9. KATTAN, A. A. e FLEMING, J. W. Effect of irrigation at specific stages of development on yield, quality, growth and composition of snap beans. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 68: 329-342. 1956.
10. MEDINA, JULIO CESAR. Aspectos gerais sobre o feijão Viçosa, MG, Brasil. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa 1972. 160 p.
11. MILLAR, AGUSTIN A. Respuesta de los cultivos al déficit de agua como información básica para el manejo del riego. Brasília, CODEVASF/FAO/USAID/ABID. 1976. 62 p. (Conferência apresentada no seminário sobre manejo de água Brasília, Maio 3-5. 1976).
12. MILLAR, AGUSTIN A. Uso de alguns métodos e resultados de pesquisa de irrigação em programas de pesquisas para as áreas de sequeiro. Petrolina, PNUD/FAO-Projeto BRA/74/008, 1977. 23 p. (Documento de orientação para pesquisadores).
13. NELSON, W. E. The effect of soil moisture stress at critical stages of some vegetable crops. Thesis, Rutgers University, N.J. 1962.
14. ROBINS, J. S. e DOMINGO, C. E. Moisture deficits in relation to growth and development of dry beans. Agronomy Journal 48:488-492. 1976.
15. SALTER, P. J. e GOODE, J. E. Crop responses to water at different stages of growth. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. East Malling, Maidstone, Kent, 246 p. 1967. (Research Review 2).

Notas y Comentarios

La cosecha de agua aumenta la producción de la jojoba

La "cosecha de agua" es una técnica para captar y almacenar el agua de lluvia o de nieve que se escurre por la superficie, canalizándola hacia plantas determinadas o para aplacar la sed del ganado o animales silvestres en regiones semidesérticas. Esta técnica ha sido usada con éxito para incrementar dramáticamente el rendimiento de semillas de arbustos de jojoba (*Simmondsia chinensis*) en zonas de sólo 23 centímetros de lluvia al año (*Agricultural Research*, Vol. 23, N° 3, p. 8).

Los investigadores de la Science and Education Administration (SEA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, W. L. Ehrler, D. H. Fink y S. T. Mitchell, todos del Laboratorio de Conservación de Agua, en Phoenix, Arizona, creen que aumentar los rendimientos de las poblaciones existentes tiene varias ventajas sobre la expansión mediante plantaciones. Esto tiene su lógica, ya que hay dudas de que la jojoba pueda ser un cultivo comercial fácil. Su lento crecimiento, las sospechas de que la producción de semillas puede iniciarse largos años después de la plantación (Cf. *Turrialba*, Vol. 2-4, p. 3-40), no parecen indicar que sea una planta que pueda competir en el uso de tierra y agua con cultivos comerciales productivos.

Los estudios de Phoenix se iniciaron hace cuatro años para ver si los rendimientos podrían aumentarse significativamente con agua extra y determinar las relaciones planta-agua-suelo de la jojoba. Después de esos cuatro años, las plantas que reciben agua cosechada son ocho veces más productivas que las plantas testigo, que han permanecido en su estado natural.

El experimento se realizó en un sitio de una hectárea, que contenía jojoba nativa de tamaño pequeño de planta, en una zona con una precipitación anual de 230 mm por año. Dentro de esa hectárea se escogieron 30 plantas femeninas. Diez de las plantas se dejaron sin perturbación, mientras que a las otras diez se les arregló en el suelo situado cuesta arriba, una superficie triangular limpia de vegetación, apisonada con rodillo, rodeada con un ligero borde, en forma de dirigir la precipitación escurrida hacia una área de 3,3 metros cuadrados alrededor de cada planta y situada en el vértice más bajo del triángulo. Otras diez plantas tenían áreas tratadas en forma similar al segundo grupo, excepto que aquellas áreas fueron tratadas con un repelente de agua, primero con un aceite de bajo grado, y después con cera de parafina granulada. Se está probando ahora el aplicar xantato de celulosa como estabilizador del suelo, combinado con varias ceras. El xantato de celulosa, un paso en la fabricación del rayón viscosa que se obtiene tratando la celulosa alcalina con bisulfuro de carbono, puede llegar a emplearse como un tratamiento más barato, más eficiente y más durable para terraplenes de captación, sin necesidad de utilizar recursos no renovables tales como los de la industria petroquímica.

El promedio de cuatro años de lluvia/escurrimiento para cada sitio durante el período de crecimiento-rendimiento de octubre a junio fue de 152 mm para el testigo y de 230 y 889 mm para el primero y segundo tratamiento, respectivamente. El incremento de volumen de planta para los tres tratamientos fue de 43, 44 y 237 por ciento respectivamente.

El rendimiento de semillas, las que son del tamaño de un maní, fue pequeño, pero la tendencia era obvia. El rendimiento promedio por planta para el tratamiento sin perturbar fue de sólo 0,6 gramos, mientras que los rendimientos para el primer y segundo tratamiento fueron de 8,5 y 28 gramos, respectivamente.

Las heladas destruyeron las flores en 1975 y 1976, pero en 1977 el rendimiento de semillas fue de 28 g en el testigo y 79 g en el primer tratamiento, y unos 200 g en las zonas de captación de agua tratadas con repelentes de agua. El mejor rendimiento fue de 514 g en un arbusto.

La susceptibilidad a las heladas es un riesgo para la explotación de la jojoba en los lugares que ocurren. El buen rendimiento y el aumento del volumen de agua en el segundo

tratamiento en 1976-1977 con sólo 560 mm de agua representa un uso frugal de agua para un cultivo perenne en un clima cálido y en un ambiente parecido a un oasis.

Las arcillas y la configuración de moléculas orgánicas

Los aminoácidos y azúcares, las piezas con las que están hechas las proteínas y los hidratos de carbono, vienen en versiones diestras y zurdas, como las manos. Y los seres vivos son muy meticulosos en seleccionar la configuración de las moléculas que usan al fabricar sus tejidos: para aminoácidos, la naturaleza escoge exclusivamente las versiones L (levó-giras), mientras que los tipos de azúcar D (dextrógiras) son las más comunes. ¿Por qué? Stephen Bondy y Marilyn Harrington del Centro Médico de la Universidad de Colorado (*Science*, Vol. 203, p. 1243), creen que tienen una solución: sugieren que tiene que ver con la forma como las moléculas se adsorbian a las partículas de arcilla en la "sopa primeva" en la que se originó la vida.

Aunque las versiones L y D de un aminoácido o azúcar particulares son químicamente idénticas entre sí, sus diferentes formas físicas son importantes en la manera en que se juntan entre ellas. En otras palabras, una vez que se ha empezado a hacer moléculas de proteínas con aminoácidos L, uno tiene que continuar con el mismo tipo; lo mismo se aplica a los carbohidratos.

La cuestión acerca de los comienzos de la vida, por consiguiente es esta: ¿fue simplemente por azar el que las versiones diestras o zurdas fueron escogidas primero, y lo que aconteció es que fue la versión izquierda para los aminoácidos y la derecha para los azúcares; o hay alguna ventaja inherente en los sistemas que seleccionó la naturaleza?

Algunas personas han sugerido que las proteínas hechas con aminoácidos L son más resistentes a los rayos ultravioletas y a otras radiaciones, y en consecuencia han sobrevivido mejor en el cieno primitivo. La evidencia de esto es, sin embargo, bastante débil. Y no parece haber ninguna característica especial en las proteínas hechas con piezas L y carbohidratos hechos con piezas D. Así, quizás fue importante la manera como comenzó la vida.

Este es el argumento de Bondy y Harrington, y en esto están siguiendo los pasos de J.D. Bernal y, más recientemente, Graham Cairns Smith, un químico de la Universidad de Newcastle. Cairns Smith ha manifestado que las propiedades de las superficies de las arcillas finas ofrecen una plantilla apropiada sobre la cual las moléculas, tales como aminoácidos y proteínas, pueden intercambiar en una manera ordenada, formando así polímeros primitivos como trampolín hacia los primeros organismos.

Los investigadores de Colorado tienen ahora evidencia sólida sobre esta interesante aserción. Mediante el procedimiento simple de mezclar ejemplos de aminoácidos y azúcares L y D con una arcilla (Bentonita), descubrieron que, ciertamente, hay adsorción preferencial: para los aminoácidos, es el tipo L el que se adhiere, y para los azúcares es versión D, al igual que en la naturaleza.

Publicaciones

Iranian Journal of Agricultural Research. La Pergamon Press ha tomado a su cargo la publicación de la revista *Iranian Journal of Agricultural Research*, que hasta el año 1978 era editada por la Universidad Pahlavi, en Shiraz, Iran. El texto es en inglés y los colaboradores pertenecen a diversas universidades persas. Con esto, se tiende a internacionalizar la comunicación de los trabajos de los científicos persas. Publica principalmente artículos inéditos de investigación realizada en Irán, aunque en el número que hemos recibido (Vol. 6, N° 2) hay un artículo de invitación sobre el papel de la rizosfera en la nutrición del hierro en las plantas, de H. Marschner, de la Universidad de Hohemheim (Alemania), y otro procedente de la American University, de Beirut, que al parecer es de un estudiante graduado iraní de esta universidad libanesa, sobre suplementos de gallinaza y urea en raciones para pollos.

Branch formation in cocoa (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae)*

DAVID WHEAT**

COMPENDIO

Los dos botones que quedan en las axilas de las hojas del cacao tienen potencialidades morfogenéticas distintas; empero, la diferencia entre ambas clases de botones no es la fuente de la diferenciación del eje.

El botón distal es más grande, se forma antes que el otro, y recibe la denominación de "botón principal". El botón más pequeño, que se forma más tarde, es llamado "botón subordinado".

El botón principal puede originar una rama siléptica y plagiotrópica, con filotaxis distica, en el desarrollo de la borqueta. Tal rama tiene una conexión primaria amplia con el sistema vascular del tronco que la sostiene.

Un botón principal que no se desarrolla silépticamente, puede formar más tarde una rama proléptica. Tal rama proléptica puede desarrollar de dos maneras; la primera, consiste en formar una rama ortotrópica con filotaxis espiral, generalmente sobre el eje ortotrópico del tronco. En cambio, conforme a la segunda posibilidad, los botones prolépticos pueden engendrar ramas plagiotrópicas con filotaxis distica, generalmente sobre otras ramas laterales plagiotrópicas. Una rama proléptica tiene una conexión primaria angosta con el sistema vascular secundario del eje que la sostiene.

El botón subordinado se forma sobre el botón principal, y jamás lo hace silépticamente. Si el botón principal y el eje son dañados, el botón subordinado puede formar una rama proléptica, tal como lo hace un botón principal proléptico. Por lo general, el botón subordinado se desarrolla en una inflorescencia.

En esencia, puede afirmarse, por el momento, que la diferencia entre ramas plagiotrópicas y ortotrópicas nada tiene que ver con el tipo de botón que las haya originado, ni tampoco al hecho de que su origen sea por silepsis o por prolepsis.

Introduction

THEOBROMA *cacao* has an unusual and distinctive pattern of growth, categorized as Nozeran's model by Halle and Oldeman (9) and described by Hallé and Oldeman (9), Hallé *et al.* (10), Vogel (16), Greathouse and Laetsch (7), Brooks and Guard (1), and Cuatrecasas (5). The young seedling (which has epigeous germination according to Cuatrecasas, (5)) forms an orthotropic unbranched axis with spiral phyllotaxis. After reaching a height of 100-150 cm (according to Hallé and Oldeman (9) and Vogel (16)) the apical meristem loses

its meristematic character and disappears. Hallé and Oldeman (9) state that this disappearance occurs during a period of rapid growth, i.e., during one of the flushes of the shoot. The loss of the apical meristem is preceded immediately by the appearance of three to six sylleptic lateral branches at successive congested nodes near the tip of the now-terminated orthotropic axis. (The terms "syllepsis" and "prolepsis" are used in the sense of Hallé *et al.* (10)). Thus a "pseudo-whorl" of sylleptic branches (the "orqueta" or "jorquette") is formed. These branches grow out horizontally (i.e., they are plagiotropic) and have distichous phyllotaxis. There is a leaf dimorphism in that the petioles of the leaves on the plagiotropic lateral branches (which are called "fan branches") are markedly shorter than those of the spirally-arranged leaves of the orthotropic shoot.

* Received for Publication September 20, 1979.

** Cabot Foundation, Harvard University, Biological Laboratories, 16 Divinity Avenue, Cambridge, Massachusetts 02138 U.S.A.

The plagiotropy of the lateral branches is quite strongly determined and a plagiotropic branch will not turn upward to form an orthotropic shoot. This is true both on the intact tree and on rooted cuttings from such branches (see Cheeseman (2); discussion in Fisher (6)). Usually the lateral buds of the plagiotropic branches only give rise to further plagiotropic branches, although rarely and under unusual circumstances an orthotropic shoot may arise from one of these buds (2, 5, 16); see the comments by Alvim in the discussion of Fisher (6).

Normally the tree resumes growth in height by replacement of the lost orthotropic apical meristem with a new orthotropic shoot developed by prolepsis from a resting bud on the parent shoot somewhere below the newly-formed tier of horizontal branches. This replacement shoot ("chupon") bears leaves in spiral phyllotaxis and repeats the development of its parent axis, eventually ceasing extension growth and giving rise to another pseudowhorl of lateral branches in the manner just described.

Thus the trunk of the tree is sympodial, made up of a succession of replacement shoots, each originating below a whorl of sylleptic lateral branches. All of the first-order lateral plagiotropic branches are sylleptic and are borne near the tip of a trunk axis. All of the shoots which make up the trunk are proleptic, except the initial seedling axis. Flowers and fruits are borne laterally on the older wood of the branches and trunk on specialized axillary short-shoot systems called "flowering cushions" (see Lent (13)).

Growth is "rhythmic", with flushes of shoot extension and leaf expansion separated in time by periods of relative quiescence of the apical bud when there is no stem elongation or leaf production. Greathouse *et al.* (8) found that new leaf primordia were produced on the orthotropic shoot apex at the same rate that the leaves expand. Thus the number of leaf primordia in the bud at the apex of the main shoot remains more or less constant. Iserentant (12) studied the relative lengths of the periods of growth and rest and concluded that the newly produced leaves of each flush had an inhibitory effect on the growth of the apex of the branch which bore them, imposing upon it a period of quiescence.

The strict correlation between syllepsis, plagiotropy, and distichy of the lateral branches in contrast to the prolepsis, orthotropy and spiral phyllotaxis of the branches which make up the trunk, together with rhythmic growth, is also seen in the other trees conforming to this architectural model (10, p. 178 ff.). Tomlinson (15) stated "This correlation between length of rest and subsequent symmetry of shoots seems common in tropical trees and needs emphasis, as its may depend on contrasted methods of anatomical attachment resulting from contrasting developmental procedures".

Theobroma cacao has two buds in the axils of most of its leaves. Multiple buds in one leaf axil is a common situation in tropical woody plants. (One recent

sampling at the Fairchild Tropical Gardens found multiple buds in 37 per cent of the woody dicots examined; (14)). The varied potential of the different buds in an axil is part of the cause of the complex vegetative and reproductive development patterns seen in evergreen tropical trees.

In *T. cacao* the two buds differ in their size and in their potential. There are three possible fates for an axillary meristem: it may produce a sylleptic vegetative branch, or a proleptic vegetative branch, or an inflorescence. Lent (13) has shown that the cauliflorous inflorescences of *T. cacao* are the products of axillary buds which have remained dormant in the outer layers of the stem. Where inflorescences develop on younger twigs, Lent found that they always arise from the smaller of the two axillary buds which he called the "subordinate bud". The "subordinate bud" is always found below the larger so-called "principal" bud.

Greathouse and Laetsch (7) state "It is possible that the subordinate buds can offer an explanation of branch dimorphism. Subordinate buds on orthotropic shoots might give rise to plagiotropic shoots while principal buds always give rise to orthotropic shoots". These authors also reported that the phyllotaxis of the principal bud always matched that of the shoot which bore it. This differs from the observations of Brooks and Guard (1) that all of the principal buds had distichous phyllotaxis, whether on orthotropic or plagiotropic shoots. Greathouse and Laetsch attribute this discrepancy to the possibility that Brooks and Guard observed only very young axillary buds on orthotropic shoots.

None of the studies which appeared before that of Hallé *et al.* (10) correlated the well-known branch dimorphism of this tree with the developmental distinction between prolepsis and syllepsis. The branches of the orqueta form by syllepsis while the replacement orthotropic shoot develops from a resting bud by prolepsis. According to Cook (3), sylleptic branching is apparently possible on the plagiotropic lateral branches as well, again giving rise to plagiotropic branches, at least in *Theobroma bicolor* H. & B. (Cook reported that early branching sometimes took place on lateral branches, and that "the development of this bud appears to be almost simultaneous with that of the terminal"). Commonly the plagiotropic lateral branches form further plagiotropic branches by prolepsis from their axillary resting buds. Only in very rare cases and by unusual treatments can the resting buds of plagiotropic branches give rise to orthotropic shoots. Greathouse and Laetsch (7) and recently Vogel (16) have demonstrated that it is possible to produce plagiotropic lateral branches by prolepsis from resting buds on the orthotropic shoot, by pruning. Although Lent (13) found that the subordinate bud usually formed an inflorescence he and also Vogel (16) were able to cause it to grow out as a vegetative branch by decapitating the shoot and destroying the principal bud.

Table 1.—Type of Branch Produced by Axillary Meristems in *Theobroma cacao*

Bud Position and Development	Parent Shoot Type	
	<i>Orthotropic</i>	<i>Plagiotropic</i>
Subordinate Bud (<i>proleptic</i>)	Inflorescence	Inflorescence
Principal Bud (<i>sylleptic</i>)	Plagiotropic Branch	Plagiotropic Branch
Principal Bud (<i>proleptic</i>)	Orthotropic Branch (rarely plagiotropic branch)	Plagiotropic Branch (rarely orthotropic branch)

These complex relationship between buds and branches are set forth in Table 1. This table shows that there is only one combination which normally produces an orthotropic shoot with spiral phyllotaxis, i.e. the proleptic development of a resting bud on an orthotropic shoot. All of the other types and sites of principal bud development result in the formation of a plagiotropic branch.

Materials and Methods

Material of *Theobroma cacao* L. was collected by Dr. P. B. Tomlinson at Finca La Selva, Puerto Viejo, Costa Rica (PBT 1-II-78). This material was fixed in FAA for later study in Cambridge, Massachusetts.

Herbarium specimens in the Gray and Arnold Arboretum Herbaria in Cambridge (G and A) were checked for comparative information on other *Theobroma* species.

Many of the observations reported here are based on dissections and hand-sectioning techniques. In addition, paraffin-embedded serial sections were prepared by the usual methods. The cinematographic methods of Zimmermann and Tomlinson (19) were used for analysis of the vasculature of the orqueta.

Observations

Buds

On the older portions of plagiotropic branches (about 5 mm in diameter) two buds are visible in each leaf axil. On orthotropic shoots and on the younger parts of plagiotropic branches the principal bud was always visible to the naked eye and the smaller subordinate bud was sometimes visible and was always found upon dissection, even though superficially obscured by the dense indumentum of the stem. This

subordinate bud is located in a depression in the stem between the principal bud and the leaf base and often is further surrounded by and embedded in the base of the petiole of the subtending leaf. The petiole base may form a pocket hiding the subordinate bud until after leaf fall.

The principal bud has two outer scales and three to five leaf primordia. Axillary buds can be found in the axils of these primordia although there may be one bud in the axils of the prophylls, rather than the normal pair of buds. In many cases the leaves and primordia of the principal bud showed distichous phyllotaxis above the level of the prophylls, on both orthotropic and plagiotropic shoots. There was an angle of about 30° between the plane of insertion of the prophylls (which is perpendicular to the plane of the subtending leaf axis and the parent stem axis) and the plane of distichy of the remaining leaves of the bud (Fig. 1). Principal buds were often up to 3-4 mm long from the base to the tips of the bud scales.

The subordinate buds have two enclosing scales and two or three primordia enclosed within those scales. The enclosed scales are more or less at right angles to the prophylls. Because of the small number of appendages it is difficult to make any definite statement about the phyllotaxis of the small subordinate buds (see Fig. 2).

Theobroma cacao has trilacunar nodes. The median leaf trace enters the petiole directly. Each of the lateral traces sends about five parallel veins into the stipule above it, as it passes horizontally toward the leaf base, before entering the petiole. The vascular connections of the axillary buds arise from the sides of the median leaf gap. The principal bud is first distinguishable in the axil of P-3 or P-4. It develops directly from detached residual meristem adjacent to the subtending leaf primordium. In the axil of P-4 (Fig. 3), the fourth youngest leaf primordium of the shoot, the axillary meristem is distinguishable only as a region of densely-staining meristematic tissue. It does not project into the axil. It has at this stage a two-layered tunica and a corpus region below. No shell zone was seen at this stage.

The axillary meristem in the axil of P-5 (Fig. 4) protrudes slightly into the axil as the corpus enlarges and divisions within the lower part of the meristematic region begin to form a rib meristem. At this stage no appendages are visible. The older developing bud in the axil of P-6 has two opposite prophyll primordia (Fig. 5). In this figure of the principal bud in the axil of P-6 the shell zone of the subordinate bud may be seen.

The subordinate bud appears at the stage of the axillary meristem subtended by P-7 as a protuberance of meristematic tissue between the base of the principal bud and the base of the subtending leaf (Fig. 6, 7). The subordinate bud is inserted well below the level of the prophylls of the principal bud and is not in the plane of the prophylls. Rather it is near the plane containing the axis of the subtending leaf and

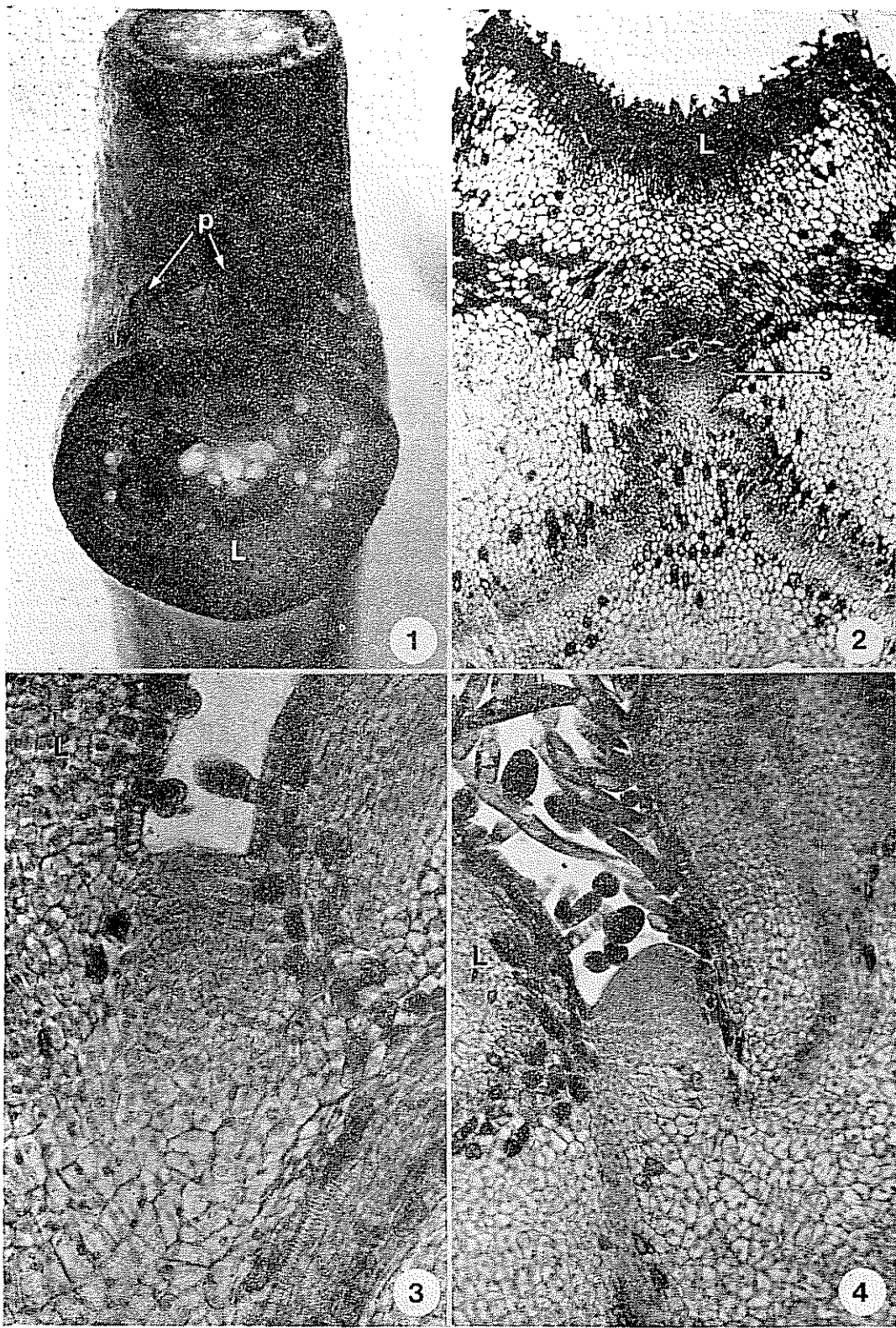


Fig. 1-4.—*Thechroma cecao*. Fig. 1. Principal bud on plagiotropic lateral branch, dissected to show arrangement of bud scales and primordia. $\times 10$. Fig. 2. Transverse section showing subordinate bud and vascular cylinders of principal bud and main stem. $\times 30$. Fig. 3. Longitudinal section of axil of leaf P-4 of a plagiotropic lateral shoot showing developing principal bud. About $\times 450$. Fig. 4. Longitudinal section of axil of leaf P-5 of shoot shown in Fig. 3, showing developing principal bud. About $\times 450$. L, leaf base; P, prophyll; s, subordinate bud.

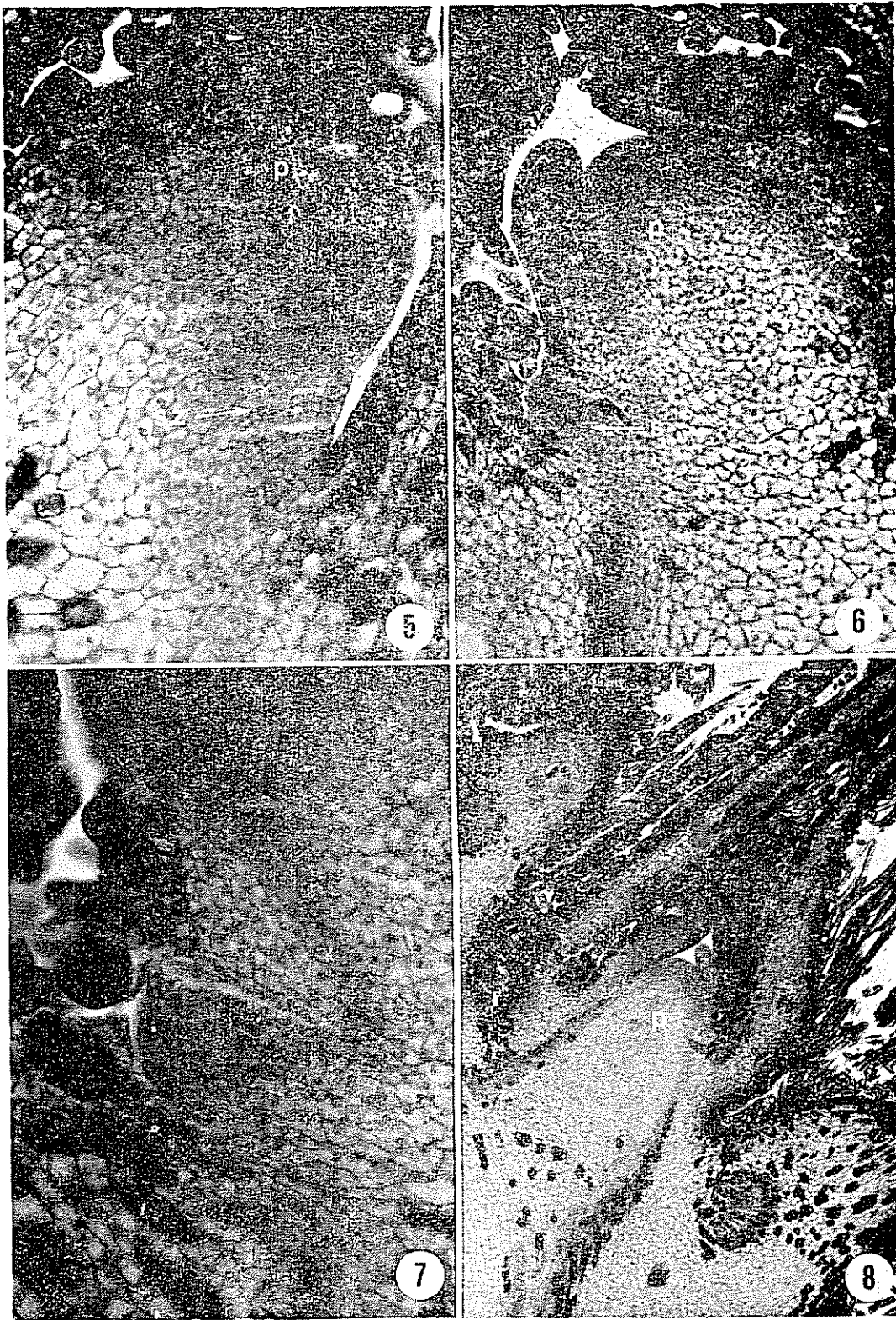


Fig. 5-8—*Theobroma cacao*, plagiotropic lateral branch. Fig. 5, Longitudinal section of principal bud in the axil of leaf P-6. $\times 200$ Fig. 6, Longitudinal section of principal bud in the axil of P-7. $\times 160$ Fig. 7, Longitudinal section of subordinate bud in the axil of leaf P-7. $\times 430$ Fig. 8, Median longitudinal section of principal bud in the axil of leaf P-8. $\times 30$ P, principal bud; s, subordinate bud; lz, leaf zone

the parent axis. There is a noticeable bud gap in the developing vascular cylinder of the principal bud opposite the insertion of the subordinate bud. The principal bud in the axil of P-8 is seen in Figure 8. No appendages develop in the subordinate bud until much later, after the stage when it is subtended by P-10. If the principal bud elongates to form a sylleptic branch the subordinate bud is usually left behind in the axil of the subtending leaf.

Orthotropic branches have both principal and subordinate buds developed and arranged as described above for plagiotropic branches. The principal buds on plagiotropic branches were usually larger and more conspicuous than those on orthotropic shoots, but in other respects the axillary buds of the two types of axes differed little.

Both orthotropic and plagiotropic branches appear to arise from principal buds. The leaves which subtend the branches of the orqueta all have small resting buds in their axils between the base of the subtended branch and the petiole or leaf scar (Fig 9). From serial transections it can be clearly seen that this resting bud is the subordinate bud and that the principal bud has grown out to form the branch.

In the proleptic development of replacement shoots on a decapitated orthotropic shoot such renewal shoots arose from the principal resting bud at one or more nodes below the cut (Fig. 10). The resting subordinate bud could still be found between the developing principal bud and the base of the subtending leaf.

The Orqueta

The normal structure of the orqueta is quite consistent. Judging by the spacing of the nodes the orqueta appears to form during a flush of growth of the shoot, but I have not been able to observe this event in living material. Hallé and Oldeman (9) state that the apex aborts during a period of rapid growth. Brooks and Guard (1) say that marked lack of internodal elongation is the first sign that an orqueta is forming. Normally the orqueta consists of a series of four or five branches developed from principal buds by syllepsis. The morphology of the last, distal branch differs from that of the others as its subtending leaf is apparently adnate to the branch. Therefore, this ultimate branch is not subtended by a foliage leaf (Fig. 11).

The last branch bears the scars of a foliage leaf and its two stipules about 1 cm above the base on the abaxial side as its first appendage. The foliage leaf it bears subtends a small bud. The prophyll of a sylleptic branch in *T. cacao* is usually a reduced unitary structure, rather than a leaf and pair of stipules (see below). Therefore I interpret this reduced leaf and pair of normal stipules on the ultimate branch as the subtending leaf of that branch, which has been carried up on the side of the hypopodium.

The cessation of meristematic activity and differentiation of the apical meristem of the shoot coincides with the unusual elongation of the ultimate branch.

Often there is a small leaflike structure, without stipules, or merely a small bump, on the otherwise bare dome left where the apical meristem of the shoot has disappeared.

Below, or occasionally among, the branches of the orqueta one or two structures may sometimes be found which might be classed as large buds or short branches (Fig 12). They have the features of aborted sylleptic branches. There may be a short hypopodium, 1-3 mm long, with no scales at the base. Its prophylls and subsequent foliage leaves are similar in structure to those of young sylleptic branches.

These aborted branches look like the very young branches of a young orqueta. They have the distichous phyllotaxis characteristic of the branches of the orqueta. As the branches of the orqueta undergo secondary growth any such arrested branches soon wither and are lost. A groove in the stem may be seen below such an arrested branch as secondary growth is initially concentrated below the fully-developed branches of the orqueta. This groove disappears as the stem grows in thickness and any such arrested branches die.

Proleptic Branches

I was unable to study the formation of the proleptic "chupon" branches, which were very rare in my material. On a decapitated orthotropic shoot one or more resting buds develop by prolepsis to form replacement orthotropic shoots. Such branches have scales at the base and a transition from scales to foliage leaves is accomplished over the first few millimeters of the branch base (Fig. 10). There are about five scales or their scars within the first millimeter of the base of the branch. Above these the internodes are longer and reduced stipulate leaves are formed, grading into normal foliage leaves through a short transitional series. A change from the distichous phyllotaxis of the foliage leaves is made in this region of transition. There is a small subordinate bud at the base of such a branch, between the branch base and the subtending leaf. Therefore such a proleptic branch is developed from a principal bud.

Proleptic branches were seen on distichous plagiotropic branches as well. The scars of the subopposite prophyll were visible close together (the intervening internode was less than 2 mm long) at the base of the daughter branch. The internodes beyond the second prophylls were much longer (about 1 cm or more). The transitional series of gradually longer internodes is lacking. Since the leaves had abscised from my material I cannot say whether the transition in leaf form from the prophylls to the foliage leaves was abrupt or gradual.

Where the vascular cylinder of the proleptic branch connects to that of the plagiotropic axis which bears it the pith of the branch is very narrow. The size and cross-sectional shape of the pith of a proleptic branch at its base are the same as those of a principal resting bud similar to the one from which the proleptic branch

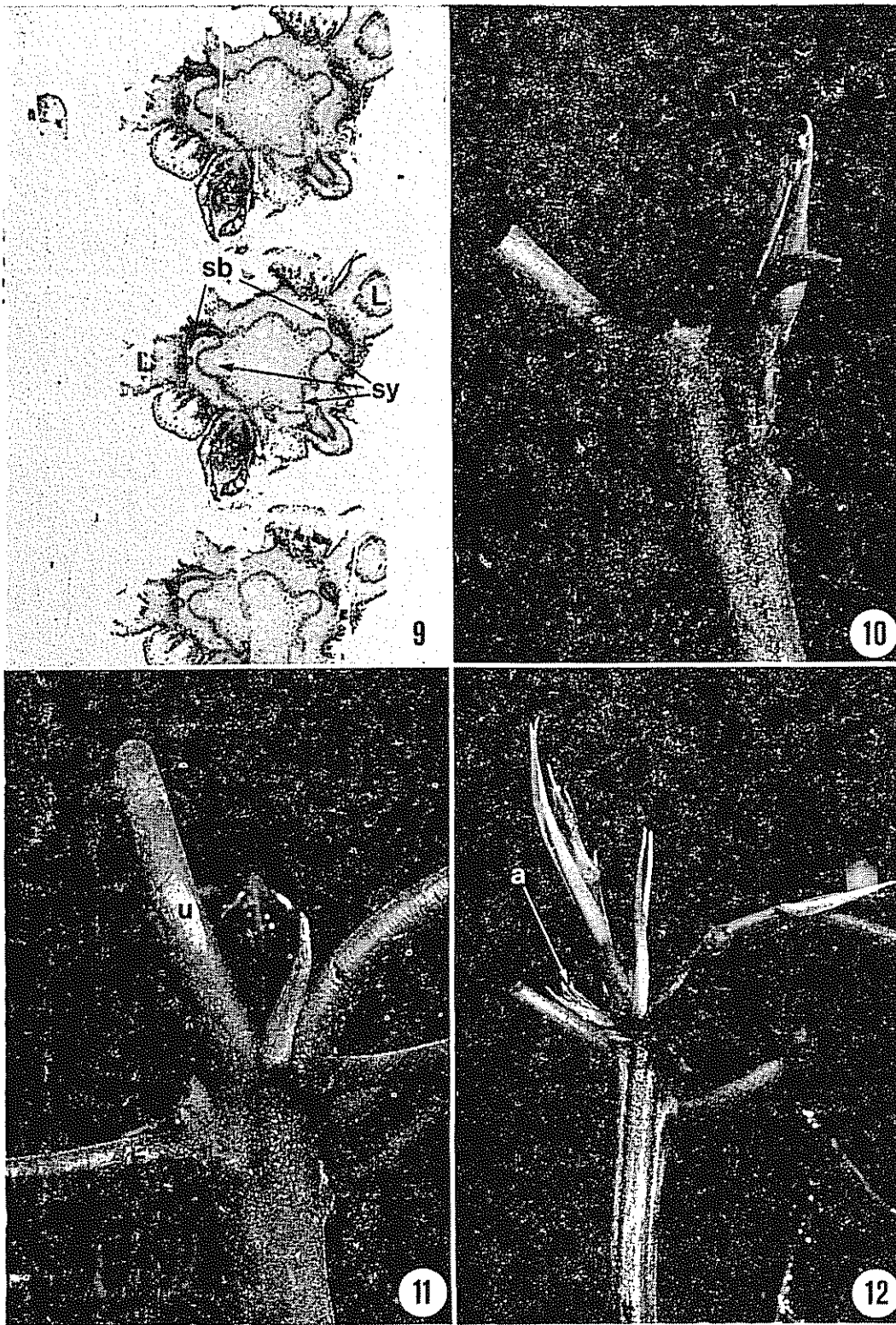


Fig. 9-12.—*Theobroma cacao*. Fig. 9. Transection below a young orqueta, showing subordinate buds and bases of sylleptic branches. $\times 10$. Fig. 10. Proleptic branch. $\times 3$. Fig. 11. Ultimate branch of a young orqueta. $\times 3$. Fig. 12. Young orqueta. $\times 2$. a, aborted branch; L, leaf base; sb, subordinate bud; sy, vascular cylinder of sylleptic branch; u, ultimate branch.

grew. The vascular cylinder of a principal resting bud is oval in cross-section. The oval is elongated perpendicular to the axis of the branch which bears the bud. The traces to the prophylls are prominent at the ends of the elongate oval. The pith is about 1.5 mm along its long axis and 1 mm along its short axis, as seen in cross-section where it emerges from the stem.

In herbarium material of *T. cacao* I observed what appeared to be sylleptic lateral branches on plagiotropic distichous shoots. These sylleptic daughter branches are also plagiotropic and have distichous phyllotaxis. I also found examples of proleptic development of plagiotropic, distichous daughter branches on plagiotropic shoots on herbarium specimens. Inflorescences, when seen on herbarium material, were always axillary to leaves or at the bases of proleptic lateral branches, where they were probably axillary to the bud scales of such branches.

Discussion

The results reported here support the observations of Lent (13), who stated that the inflorescence arises from the subordinate bud, not from the principal bud. The near-universal presence of two axillary buds in each axil reported by Lent and Vogel (16) is also borne out by my studies. All of the vegetative branches I examined arose from the principal bud and none of them from the subordinate. Lent (13) stated that "... a subordinate bud can form a vegetative branch if the branch on which it is borne is decapitated and the principal bud to which it is adjacent is removed. Normally a subordinate bud will remain dormant, elongating very little, until the branch which bears it has become older". Also according to Lent and to Greathouse and Laetsch (7) principal buds which do not give rise to vegetative branches abort after a time. But subordinate buds persist to give rise to inflorescences or "flowering cushions" on older wood. The behavior of subordinate buds in *T. cacao* is thus very similar to that seen in *Eucalyptus regans* F. Muell. by Cremer (4).

So the hope expressed by Greathouse and Laetsch (7) that "Subordinate buds on orthotropic shoots might give rise to plagiotropic shoots while the principal buds always give rise to other orthotropic shoots", is not fulfilled. On the contrary all branches, both sylleptic and proleptic and both orthotropic and plagiotropic, arise from the principal buds.

The hypothesis raised by Greathouse and Laetsch (7) that the phyllotaxis, and presumably the geotropic response, of a resting bud are fixed early and duplicate that of the stem which bears the bud was not supported by my observations. I was unable to confirm the statement of Greathouse and Laetsch (7) that "... the buds show the phyllotaxis of the parent shoot". The principal buds showed a wide range of form based on degree of development. But I am inclined to support the statement of Brooks and Guard (1) that all of the well-developed buds have distichous phyllotaxis initially

It is not possible, however, to say anything about the determination of geotropic response on the basis of bud structure.

The development of branches with distichous phyllotaxis initially. It is not possible, however, to say anything about the determination of geotropic response on the basis of bud structure.

The development of branches with distichous phyllotaxis would require the least re-arrangement of the pattern of leaf production already established in most buds. But the characteristics of the meristem which make the shoot plagiotropic and produce short-petioled leaves may be determined in some other way. The development of a shoot with spiral phyllotaxis requires a change in the phyllotaxis of the shoot from that found in the bud to that of the branch stage. Perhaps in *T. cacao* this is only possible with the intervention of a period of relative quiescence and slow development of the meristem entailed by proleptic development. This would explain why orthotropic renewal shoots are produced only from resting buds.

The reverse is not always true in *Theobroma cacao*, for as I have observed on lateral branches and as was shown in pruning experiments by Greathouse and Laetsch (7) and Vogel (16), plagiotropic distichous branches may arise by prolepsis. A similar but more restricted situation was reported by Fisher (see discussion following Fisher (6)), for *Terminalia catappa*: "If lateral buds undergo prolonged rest in *Terminalia* they can never be plagiotropic branches". They can be released by decapitation of the shoot tip but always grow out as orthotropic shoots.

According to my observations of *Theobroma*, the transition from scale-like leaves with distichous phyllotaxis at the base of a proleptic orthotropic shoot to normal foliage leaves with spiral phyllotaxis only begins with the formation of new leaves as the bud apical meristem resumes growth. The prophylls and the primordia already formed before the bud's resting phase are not rearranged.

This may explain to some extent the more rapid transition to longer internode length seen in proleptic branches on plagiotropic laterals. Here there is no change in phyllotaxis from bud to the branch. It may also be that these branches, though proleptic, were formed on younger stems after a shorter period of rest of the bud, and perhaps the bud had more complete vascular connections with the conducting system of the parent axis at the time the bud began to grow out than do most resting buds.

Tomlinson (15) discussed "meristem differentiation". He defined primary differentiation of shoot meristems as the phenomenon in which each primary meristem of the shoot shows a preferred symmetry and orientation from its inception. Noting that in trees with such primary meristem differentiation the plagiotropic shoots are usually sylleptic while the orthotropic ones are proleptic he stated "This correlation between length of rest and subsequent symmetry of shoots seems common in tropical trees and needs emphasis, as it

may depend on contrasted methods of anatomical attachment resulting from contrasting developmental procedures".

In *T. cacao* sylleptic branches are predictably found only in the orqueta at the top of the stem axis, where the development of conducting tissues is much modified. The anatomy of the bases of sylleptic and proleptic branches of equivalent size in *T. cacao* were therefore different from each other, but it is difficult to compare them. The base of a branch of the orqueta has a wide pith, and its vascular cylinder is essentially a primary part of the vascular cylinder of the supporting stem. In the orqueta the bases of the sylleptic branches comprise most of the vascular cylinder of the trunk apex, and relatively little is made up of vascular tissue that is not part of a sylleptic branch base. The base of a proleptic branch has a narrow pith and its vascular cylinder is developed contemporaneously with and connected to the secondary vascular cylinder of the stem. Brooks and Guard (1) reported that the mature stem anatomy of plagiotropic and orthotropic branches in *T. cacao* is similar in terms of the distribution of pith, provascular, cortical, and epidermal tissues, and in the occurrence and distribution of lysigenous mucilage cavities.

If the anatomy of the branch connection influences the determination of the type of branch to be produced it must do so at a very early stage. The number of features involved in meristem differentiation in *T. cacao* (viz., phyllotaxis, petiole length, geotropic response) argue for a complex cause or combination of causes. Also one must keep in mind that plagiotropic second order branches develop on plagiotropic lateral branches by prolepsis or, as described by Cook (3) for *Theobroma bicolor* H & B. (*Tribroma bicolor* (H. & B.) Cook), in some cases apparently by syllepsis. In addition Greathouse and Laetsch (7) showed that plagiotropic branches can develop by prolepsis if the trunk of *T. cacao* is decapitated just below the orqueta. These facts argue against the hypothesis stated by Tomlinson (15), cited above, at least as it applies to *T. cacao*.

If there is an influence of developmental procedure on meristem differentiation I believe it may have to do with the slow development of the proleptic branch, associated with its gradual transition from the resting to the growing state, the need to re-establish vascular connection with the cambium if secondary growth in thickness of the supporting stem has begun, and the concomitant gradual increase in the rate of extension growth of the branch.

The strongly plagiotropic, pagoda-like habit of *T. cacao*, and indeed of many similar trees with all branches strongly plagiotropic from their inception, deserves some comment as an "ecological strategy". *T. cacao* is an understory tree of the tropical rain forest. Its spreading branches with distichous leaves probably capture more light with less mutual shading than would orthotropic branches with spirally arranged leaves. Growth in height, unless it leads to a place in the canopy, may confer little advantage in the low-light

environment of the understory of a dense rain forest. *Theobroma* seems to have adapted to a strategy of efficient light capture, rather than one of waiting for an opportunity for canopy penetration depending on rapid growth in height. Cook (3) emphasized the suitability of the habit of *T. cacao* for growth in the understory. According to the theories of Horn (11) the structure of an understory tree in the wet tropical evergreen forest should approach a monolayer. This is what he found in the forests he studied in Costa Rica. I do not know whether *T. cacao* conforms to this prediction.

The dimorphism in petiole length in *T. cacao* may represent an additional economy, as long petioles on the two-ranked leaves of plagiotropic branches would confer no advantage. Presumably the mutual shading of leaves on the orthotropic shoot is minimized by re-adjustments of position made possible by a longer petiole with pulvini at either end, such as *T. cacao* has.

The adaptive value of the peculiar method of forming the pseudowhorl of plagiotropic branches exhibited by *T. cacao* is not evident. Its essential features are parenchymatization of the apex (not its loss due to terminal flowering, as in some modes of growth) and the formation of the orqueta of sylleptic branches. An alternative pattern often observed is the intermittent formation of a tier of sylleptic lateral branches on a continuous monopodial trunk, as in *Myrsine floridana* (17) or *Diospyros*. Perhaps the loss of the apical meristem of the trunk allows more efficient allocation of resources to the lateral branches. If the findings of Zimmermann (18) that there is a bottleneck in the leaf-specific conductivity of the xylem path at the base of a branch, compared to the path in the stem, hold true for sylleptic as well as proleptic branches, then the loss of the apex might well change the hydraulic structure of the tree. The branches of the orqueta would not, when young, be competing with the growing trunk above, as the trunk does not extend above the orqueta. Later a trunk relay axis is formed from a resting bud below the orqueta: the trunk itself morphologically and anatomically, at least initially, is a branch. Thus when young this part of the trunk itself would confront the same bottleneck effect. Under drought stress the young plagiotropic branches might then have an advantage over the young trunk above in terms of water availability and susceptibility to drought. Later still, after a period of secondary growth, the trunk would possibly acquire the advantage of a preferential water pathway seen in temperate trees.

Summary

The two buds present in the leaf axils of cocoa have different morphogenetic potential, but the distinction between the two types of buds is not the source of the axis differentiation characteristic of the plant.

The larger, distal, first-formed "principal bud" may give rise to a sylleptic, plagiotropic branch with distichous phyllotaxis in the formation of the orqueta.

Such a sylleptic branch has a broad primary connection with the vascular systems of the axis which bears it. A principal bud which does not develop by syllepsis may form a proleptic branch later. Such a proleptic branch may be orthotropic with spiral phyllotaxis (generally on the orthotropic axis of the trunk) or plagiotropic with distichous phyllotaxis (generally on plagiotropic lateral branches). Such a proleptic branch has a narrow initial connection with the secondary vascular system of its parent axis.

The smaller, later-formed "subordinate bud" is formed abaxially on the principal bud. It never develops by syllepsis. If the principal bud and the axis above are damaged the subordinate bud may form a proleptic branch, in the manner of a resting principal bud. Normally the subordinate bud develops into an inflorescence.

The distinction between plagiotropic and orthotropic branches is not due to their origin from different types of buds, nor to their origin by syllepsis or prolepsis.

Literature Cited

- 1 BROOKS, E. R., and GUARD, A. T. Vegetative anatomy of *Theobroma cacao*. Botanical Gazette 113: 444-454. 1952.
- 2 CHEESEMAN, E. E. The vegetative propagation of cacao. Tropical Agriculture (Trinidad) 12: 240-246. 1935.
- 3 COOK, O. F. Branching and flowering habits of cocoa and patashte. Contributions of the U.S. National Herbarium 17 (8): 609-626. 1916.
- 4 CREMER, K. W. Morphology and development of the primary and accessory buds of *Eucalyptus regnans*. Australian Journal of Botany 20:175-195. 1972.
- 5 CUATRECASAS, J. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contributions of the U.S. National Herbarium 35 (6): 379-614. 1964.
- 6 FISHER, J. B. A quantitative study of *Terminalia* branching. In P. B. Tomlinson and M. H. Zimmermann, eds., Tropical trees as living systems, The Proceedings of the Fourth Cabot Symposium held at Harvard Forest, Petersham, Massachusetts on April 26-30, 1976. Cambridge University Press, 1978. pp. 285-320.
- 7 GREATHOUSE, D. C., and LAETSCH, W. M. Structure and development of the dimorphic branch system of *Theobroma cacao*. American Journal of Botany 56: 1143-1151. 1969.
- 8 GREATHOUSE, D. C., LAETSCH, W. M., and PHINNEY, B. O. The shoot-growth rhythm of a tropical tree, *Theobroma cacao*. American Journal of Botany 58: 281-286. 1971.
- 9 HALLÉ, F., and OLDEMAN, R. A. A. Essai sur l'architecture et dynamique de croissance des arbres tropicaux. Paris, Masson. 1970.
- 10 HALLÉ, F., OLDEMAN, R. A. A., and TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Heidelberg Springer Verlag, 1978.
- 11 HORN, H. S. The adaptive geometry of trees. Princeton University Press, 1971.
- 12 ISERENTANT, R. Contribution à l'étude de la croissance du cacaoyer. Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique 109: 55-59. 1976.
- 13 LENT, R. Origin of the cauliflorous inflorescence of *Theobroma cacao*. Turrialba 16: 352-358. 1966.
- 14 NEWSTROM, L. E. The frequency of multiple axillary buds in the tropical woody dicotyledons at the Fairchild Tropical Gardens, Miami, Florida. Unpublished Manuscript. 1978.
- 15 TOMLINSON, P. B. Branching and axis differentiation in tropical trees. In P. B. Tomlinson and M. H. Zimmermann, eds., Tropical trees as living systems, The proceedings of the Fourth Cabot Symposium held at Harvard Forest, Petersham, Massachusetts, on April 26-30, 1976. Cambridge University Press, 1978. pp. 187-207.
- 16 VOGEL, M. Existence d'un gradient morphogène au niveau des bourgeons végétatifs supérieurs des axes orthotropes chez le cacaoyer (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae). Apparition de la plagiotropie. Café Cacao Thé 22: 13-30. 1978.
- 17 WHEAT, D. Sylleptic branching in *Myrsine floridana*. A. DC (Myrsinaceae). American Journal of Botany (in press) 1980.
- 18 ZIMMERMANN, M. H. Hydraulic architecture of some diffuse-porous trees. Canadian Journal of Botany 56: 2286-2295. 1978.
- 19 ZIMMERMANN, M. H., and TOMLINSON, P. B. Analysis of complex vascular systems in plants: optical shuttle method. Science 152: 72-73. 1966.

Notas y Comentarios

Reunión sobre subproductos del café

Se ha anunciado la realización en la ciudad de Guatemala de la Segunda Reunión Internacional sobre "La utilización integral de los subproductos del café", que tendrá lugar del 3 al 5 de diciembre de 1979.

La reunión tiene por objeto dar a conocer los avances logrados desde la primera reunión que tuvo lugar en el

CATIE, Turrialba, Costa Rica, en 1974. Además, se ocupará de las tendencias en este asunto; de las modificaciones que deben hacerse a los sistemas de beneficios del café para un mejor aprovechamiento de los subproductos; y buscar una coordinación entre los centros que tienen proyectos similares.

La reunión está auspiciada por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) y la Organización de los Estados Americanos (OEA), en colaboración con la Asociación Nacional del Café (ANACAFE, Guatemala). La dirección es Apartado Postal 1552, Guatemala.

Respuesta de la caña de azúcar al abonamiento nitrogenado en un campo regado con "agua de cachaza"*

—————SERGIO VALDIVIA V.***, HERNAN TELLO A.***

ABSTRACT

In a field irrigated with filter cake water situated in the Peruvian northern coast, at Chicama valley, a nitrogenous fertilization experiment was carried out. Filter cake water is an effluent of sugar mill and of alcohol factory.

Sugarcane cultivar 'H32-8560' at its 4th cutting was studied. Applied N rates were: 0, 50, 100, 150, 200 and 250 kg N/ha. Results indicated that there is no response either of cane or sugar to nitrogen fertilization in fields irrigated with filter cake water. There is moreover a small tendency to decrease cane yield with N fertilization. These results are contrary to the ones obtained in fields irrigated with other waters where there is always response to high N rates applications.

Besides, it was found that fertilization does not affect sucrose (determined by polarimetry, here called pol), fibre, humidity, brix (refractometric index) and purity. There was just a significant increase of reducing sugars with the increment of N rates.

Introducción

EN la Cooperativa Agraria de Producción (CAP) Casa Grande, ubicada en la costa norte del Perú (Valle del río Chicama), se usa el "agua de cachaza" para el riego de la caña de azúcar, dicha agua tiene un área de influencia de alrededor de 3 500 ha

Además, el agua de cachaza propiamente dicha (desagüe de la fábrica de azúcar) se mezcla con agua de vinaza (desagüe de la fábrica de alcohol) y con el desagüe de la población. Como resultado de esta mezcla, se forma lo que es conocido como "agua de cachaza", la cual tiene alta concentración de N, P, K y otros elementos nutritivos, lo cual incide en los mayores rendimientos y menor calidad obtenidos en los campos regados con estas aguas. Actualmente, estos campos son abonados con fertilizantes nitrogenados con cantidades similares a las empleadas en campos regados con

aguas normales (sin agua de cachaza), donde siempre se encuentra respuesta a las altas dosis de N. Esta práctica de abonar los campos regados con "agua de cachaza", se justificaría si se supone que estos suelos tienen alta concentración de materia orgánica, relativamente pobre en nitrógeno, y que además reciben con los riegos una pequeña cantidad adicional (bagacillo), lo que produciría una intensiva actividad microbiana que podría competir, por el nitrógeno disponible, con las raíces de la caña, la que quedaría momentáneamente afectada. Sin embargo, los resultados obtenidos (20, 21, 17, 18) nos demuestran que esta competencia no se presenta y por lo tanto existiría un equilibrio, de modo que la cantidad de N que se mineraliza sería suficiente para abastecer a la planta y a la vida microbiana del suelo. Las referencias internacionales sobre el uso del agua de cachaza son escasas y únicamente se ha podido encontrar que en Queensland se aplicaba al campo melazas diluidas con agua de cachaza e irrigación (9). Sin embargo, hay abundante bibliografía sobre el uso de la cachaza (sólida) como abono, en Sud-Africa (4, 5, 1), en Puerto Rico (12, 11, 15, 1), en Jamaica (8), en Guyana (3), en Colombia (14), en Cuba (2) y en Trinidad (13).

* Recibido para publicación 4 de julio 1979.

** Jefe de la Sección Química de Suelos del Instituto Central de Investigaciones Azucareras (ICIA). Apartado 22. Casa Grande. Trujillo. Perú.

*** Director del ICIA. Apartado 22. Casa Grande. Trujillo. Perú.

Los objetivos del presente estudio fueron conocer si las aplicaciones ascendentes de nitrógeno tienen algún efecto favorable en el rendimiento de caña y de azúcar, en campos regados con "agua de cachaza", y conocer bajo las mismas condiciones, su efecto en la calidad de la caña.

Materiales y métodos

El experimento estuvo ubicado en el campo Palmillo III (CAP Casa Grande), plantado con el cultivar de caña 'H32-8560' de 4º corte, (período vegetativo del 20-VIII-72 al 6-IX-73)

Los suelos estudiados son de origen aluvial; de acuerdo a la 7ª aproximación reúnen las características de un Entisol. En el Cuadro 1 se presentan las características físicas y químicas del suelo de una parcela representativa, pudiéndose apreciar que los suelos no tienen problemas de salinidad, son de textura media, calcáreos, están bien provistos de materia orgánica y de NPK y tienen una alta capacidad total de cambio.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados promedio del análisis químico del "agua de cachaza", aplicada al campo entre setiembre de 1972 y octubre de 1973.

Se empleó el diseño balanceado en bloques incompletos con 5 repeticiones (parcelas de 2 520 m²) con las siguientes dosis de nitrógeno: 0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg N/ha. La fuente usada fue la urea aplicándose manualmente el 40 por ciento antes del primer riego (10-IX-72) y el 60 por ciento a los 3 meses de edad de la caña.

Fueron aplicados 12 riegos con un volumen total aproximado de 20 000 m³/ha cosecha. El campo permaneció sin agua durante 6 meses (agosto) antes del corte. Momentos antes de la cosecha (después de la quema), fueron tomadas de cada parcela, 4 muestras de caña, realizándose el análisis de calidad (sacarosa determinada como polarización o pol, fibra, índice refractométrico o brix, azúcares reductores y humedad) en 2 muestras compuestas representativas de cada parcela. Las muestras fueron preparadas por el método de desintegración húmeda.

Cuadro 1.—Análisis químico y físico de suelos de una parcela representativa.

Capa profundidad cm	% Saturación	pH pasta	CEc* mS/cm	Análisis mecánico Dimensiones de fracciones en mm			Clasificación Textural U S D A.
				2,000-0,050	0,050-0,002	<0,002	
0-30	51,7	7,7	1,18	32,0	48,3	19,7	Franco
30-60	52,3	7,8	1,10	28,6	47,2	24,2	Franco
60-90	55,1	7,8	1,16	21,6	49,6	28,8	Franco arcilloso

Capa Profundidad cm	CaCO ₃ %	Materia Orgánica %	Carbono total %	Nitrógeno total %	Relación C/N	Nutrientes disponibles		
						N** kg/ha	P† ppm	K†† mg/100 g
0-30	4,0	3,91	2,27	0,140	16,24	65	55,6	55,2
30-60	4,3	2,74	1,59	0,132	11,9	64	29,6	55,2
60-90	5,7	1,69	0,98	0,090	10,8	47	6,7	36,0

Cationes intercambiables en meq/100 g				Cationes meq/100 g	Cationes intercambiables en % de la suma			
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
13,6	3,58	1,31	0,31	18,80	72	19	6,9	1,6
14,1	4,23	1,33	0,33	19,99	71	21	6,6	1,6
13,8	4,20	0,87	0,34	19,21	72	22	4,5	1,7

* Conductividad eléctrica del extracto de saturación

** Nitrógeno disponible estimado

† Método de Olsen

†† Extraído con acetato de amonio

Cuadro 2.—Composición química del "agua de cachaza" aplicada al campo en experimentación.

Características	$\bar{X} \pm s$ (n = 17)	Valor máximo	Valor mínimo
C.E mS/cm	1,37 \pm 0,46	2,53	0,88
pH	7,3 \pm 0,8	8,0	5,3
N total mg/l	14,5 \pm 12,7	36,4	3,1
Ca ²⁺	136,6 \pm 32,1	215,0	96,5
Mg ²⁺	37,8 \pm 12,7	62,5	23,5
K ⁺	134,4 \pm 95,4	370,0	55,5
Na ⁺	46,2 \pm 13,1	72,0	26,5
Fe ²⁺	3,0 \pm 2,9	10,0	0,1
NH ₄ ⁺	2,4 \pm 1,2	4,7	0,7
NO ₃ ⁻	5,1 \pm 4,3	17,4	0,0
PO ₄ ³⁻	12,7 \pm 15,0	48,8	0,6
Cl ⁻	82,0 \pm 48,6	202,1	35,5
CO ₃ ²⁻	0,0	0,0	0,0
HCO ₃ ⁻	465,6 \pm 103,7	646,7	308,1
SO ₄ ²⁻	220,7 \pm 134,5	473,1	30,0

Los resultados fueron procesados usando los diseños completamente al azar y balanceado en bloques incompletos, descartándose este último debido a que su eficiencia de diseño fue 0,8 con relación al primero.

Resultados y discusión

Efecto del nitrógeno en el rendimiento de caña

Según el análisis de varianza, se encontró que el nitrógeno no tuvo efecto significativo en la producción de caña. Sin embargo, el análisis de regresión determinó que hubo una relación inversa significativa entre el N aplicado y el rendimiento de caña ($r = -0,34^*$), habiéndose encontrado la siguiente ecuación de regresión:

$$\bar{Y}_c = 165,968 - 0,06975X \quad [1]$$

Donde:

$$\begin{aligned} \bar{Y}_c &= \text{Rendimiento de caña, t/ha} \\ X &= \text{Dosis aplicada de N, kg/ha} \end{aligned}$$

En la Fig 1 puede apreciarse que el más alto rendimiento de caña ha sido obtenido en las parcelas que no recibieron abonamiento nitrogenado (urea). Estas parcelas han tenido un rendimiento 15 por ciento superior al rendimiento promedio de todas las parcelas

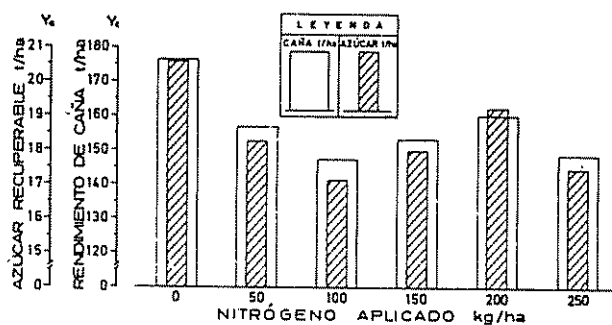


Fig 1.—Influencia de las dosis crecientes de nitrógeno en el rendimiento de caña (Y_c) y de azúcar recuperable (Y_a) en un campo regado con agua de cachaza.

que fueron abonadas con las distintas dosis estudiadas. Puede observarse igualmente que hay una tendencia del rendimiento a bajar, al aumentar las dosis de N aplicado. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Locsin, citado por Alexander (1), quien mostró claramente que fue dañino usar fertilizantes químicos en adición a las aplicaciones elevadas de cachaza (50 a 100 t/ha). Además, Samuels y Landrau, citados por Alexander (1), encontraron en tres suelos de Puerto Rico, que la aplicación de cachaza junto con fertilizantes NPK, produjo un incremento muy ligero, en rendimiento de caña comparado con el uso de únicamente fertilizantes inorgánicos. Igualmente, Davies y Vlitos (3) encontraron en Puerto Rico que la aplicación de cachaza no produjo un incremento apreciable de rendimiento cuando se usó en combinación con fertilizantes inorgánicos comerciales. Estas referencias nos indican que la caña responde a las aplicaciones de cachaza (sólida) o a las aplicaciones de bonos inorgánicos, pero no a la suma de ambos, deduciéndose que no son complementarios. Similares resultados se han obtenido en los experimentos sobre abonamiento de la caña de azúcar en campos regados con "agua de cachaza", llevados a cabo en el Perú, donde no se ha encontrado respuesta al abono nitrogenado comercial (20, 17, 18). La falta de respuesta al abonamiento nitrogenado en estos campos es lógica si tenemos en cuenta: 1º) que los suelos son ricos en nitrógeno total, siendo además la relación C/N bastante favorable (Cuadro 1), lo que permite una adecuada mineralización del N orgánico, y abastecer a la planta con N disponible. 2º) el "agua de cachaza" usada para el riego del experimento es una fuente permanente de N, incorporando en promedio (considerando los 20.000 m³/ha-cosecha de agua aplicada) 290 kg de N total, de los cuales 60 kg están directamente disponibles a las plantas y el resto podría ser de fácil mineralización debido a la favorable relación C/N del suelo. La cantidad de N aplicado por el agua de cachaza fue mucho menor al incorporado en otro experimento llevado a cabo en la CAP Cartavio (21), debido a que el agua de cachaza del presente, ha sido mezclada con aguas normales (principalmente en época de avenida), las cuales han diluido su concentración de elementos nutritivos.

Efecto del nitrógeno en el rendimiento de azúcar recuperable

No se encontró efecto del abonamiento nitrogenado en la producción de azúcar recuperable. Iguales resultados han sido encontrados en todos los experimentos bajo condiciones de riego con "agua de cachaza" (20, 17, 18). Sin embargo, como es ampliamente conocido, bajo condiciones de riego con agua de río o de pozos hay respuesta positiva del rendimiento de azúcar a las altas aplicaciones de abono nitrogenado.

En la Fig. 1 se puede observar que el tratamiento que no fue abonado dio el mayor rendimiento, aunque el mismo, según el análisis de varianza, no superó estadísticamente a ninguno de los tratamientos con las diferentes dosis de N aplicado. Además, las pequeñas diferencias de rendimiento que se observan en el gráfico no han sido lo suficientemente grandes como para encontrar una correlación inversa como en el caso del rendimiento de caña.

Los motivos por los cuales no se encontró respuesta al abono comercial aplicado, ya han sido discutidos en el párrafo anterior cuando se trató el rendimiento de caña. En forma general, se pudo apreciar que bajo las presentes condiciones, el por ciento de azúcares reductores es notablemente alto e igualmente la pureza es mucho menor si se comparan con los resultados obtenidos en campos regados con agua de río o de pozo (22, 23). A continuación pasamos a discutir cada una de las características de calidad, por separado.

Efecto del nitrógeno en la calidad de la caña

Porcentaje de sacarosa en caña. El análisis de varianza demostró que no hubo diferencias significativas en el por ciento de sacarosa determinada por polarimetría, conocida como pol, producidas por el abonamiento nitrogenado. Igualmente, el coeficiente de correlación no fue significativo. En la Fig. 2A se puede observar que el por ciento de pol prácticamente se mantuvo constante para las distintas dosis de N aplicadas. Resultados similares han sido encontrados en otros trabajos, tanto para condiciones de riego con "agua de cachaza" (20, 17, 18), como en campos regados con aguas normales (6, 7, 10, 16, 19, 22, 23).

Porcentaje de fibra en caña. Según el análisis de varianza, no hubo diferencias significativas en el por ciento de fibra para las diferentes dosis de nitrógeno aplicadas. De igual modo, el coeficiente de correlación no fue significativo. En la Fig. 2B se aprecia que hay una ligera disminución del por ciento de fibra conforme aumenta el N aplicado. Generalmente, esta falta de respuesta ha sido encontrada, en campos regados con agua de cachaza (20, 17, 18).

Humedad de la caña. No se encontraron diferencias en el por ciento de humedad según las dosis de N, tanto para el análisis de varianza como para el coeficiente de correlación (Fig. 2C). Esto concuerda con los resultados encontrados en campos regados con "agua de cachaza" (20, 17, 18), donde hasta el pre-

sente, no se ha encontrado respuesta del rendimiento al abonamiento nitrogenado. Sin embargo en campos regados con agua de río o de pozos, donde por lo general hay respuesta del rendimiento a las altas aplicaciones de abonos nitrogenados, se encuentra un aumento del por ciento de humedad al aumentar la dosis de N aplicado (22, 23).

Porcentaje de azúcares reductores en caña. El análisis de varianza para el por ciento de azúcares reductores según las aplicaciones de nitrógeno dio diferencias estadísticas significativas ($F = 2,46^*$). Igualmente, el coeficiente de correlación fue altamente significativo ($r = 0,46^{**}$), habiéndose encontrado la siguiente ecuación de regresión:

$$\bar{Y}_r = 0,8524 + 0,0008614X \quad [2]$$

Donde:

$$\begin{aligned} \bar{Y}_r &= \text{Por ciento de azúcares reductores} \\ X &= \text{Dosis aplicada de N, kg/ha} \end{aligned}$$

Como puede observarse en la Fig. 2D, los reductores aumentan al aumentar el N aplicado. Bajo condiciones de riego con "agua de cachaza", se han encontrado tendencias similares no significativas en el campo Viudas (17). En los campos Cartavio 3 y Montejo no hubo tendencia ni variación significativa (20, 18), coincidiendo este último caso con lo encontrado en campos regados con agua de río o de pozo (19, 22, 23).

Tenemos que tener en cuenta que el aumento de los reductores, trae dificultades en la cristalización del azúcar lo cual se traduce es una disminución de la recuperación de la misma. Este efecto negativo, se suma a la tendencia desfavorable del rendimiento de azúcar con el N aplicado, lo cual hace aún menos justificado el empleo de dicho abono en estos campos.

Porcentaje de brix en jugo absoluto. El análisis de varianza para el por ciento de sólidos solubles determinado con el refractómetro, conocido propiamente como brix, mostró que no hubo diferencias significativas con las aplicaciones nitrogenadas. De igual manera, el coeficiente de correlación no fue significativo. En la Fig. 2E se puede apreciar una ligera tendencia a aumentar el brix con el aumento de la dosis de N. Esta falta de relación entre el brix y el N, concuerda con lo encontrado en otros experimentos bajo las mismas condiciones (20, 17, 18).

Porcentaje de pureza en jugo absoluto. En la Fig. 2F se puede observar que la pureza no mostró una tendencia definida con el aumento de las dosis de N. Tampoco se mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza realizado. Igualmente, no se encontró significación para el análisis de regresión, lo cual concuerda con otros resultados obtenidos en campos regados con "agua de cachaza" (20, 17, 18). Es interesante mencionar que los resultados muestran que a mayor cantidad de reductores, menor pureza y viceversa.

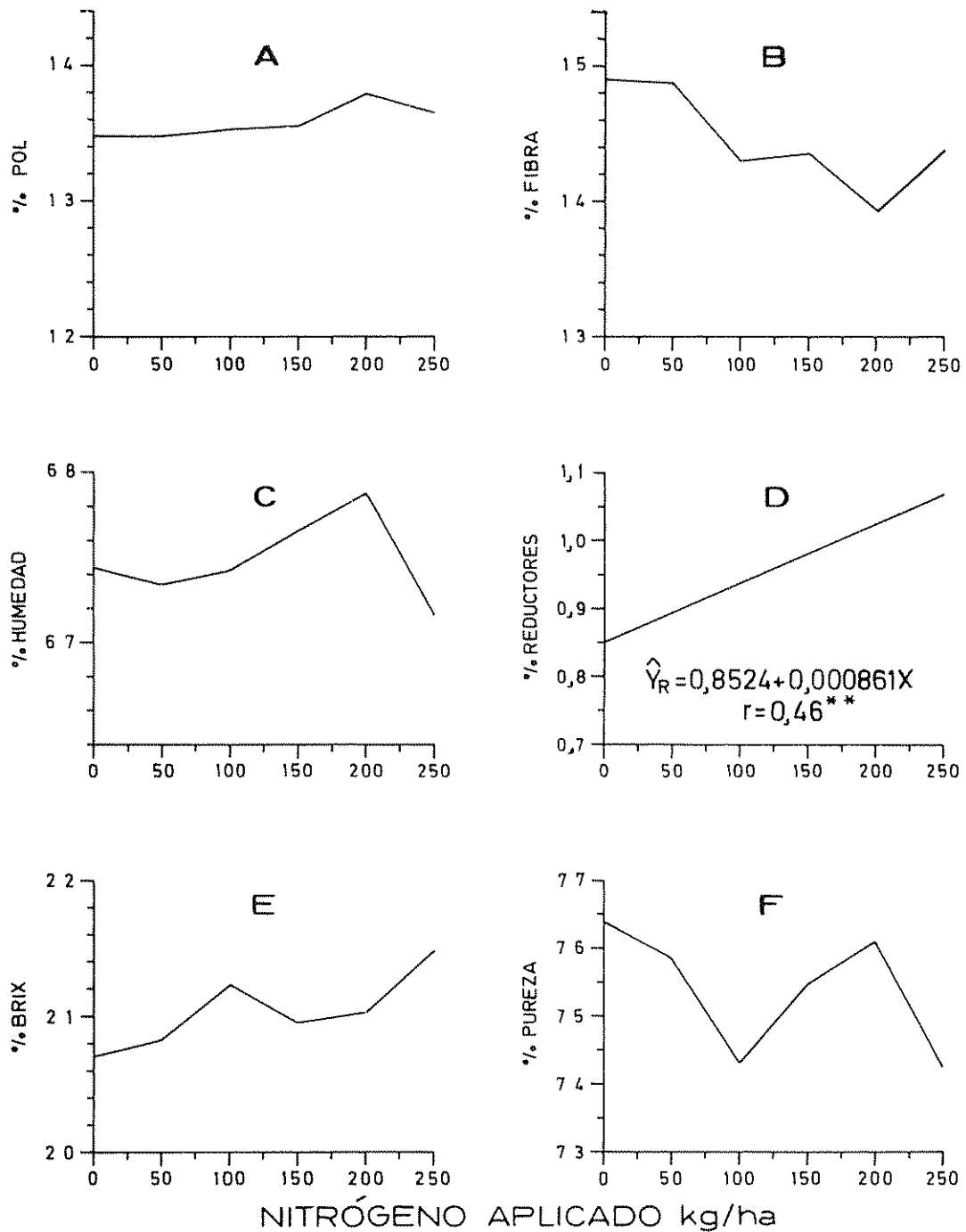


Fig 2.—Efecto de las dosis crecientes de nitrógeno en el % de pol (A), % de fibra (B), % de humedad (C), % de reductores (D), % de brix (E) y % de pureza (F)

Conclusiones

1. El "agua de cachaza" es una fuente de nutrimentos para la caña y los suelos que han venido regándose con estas aguas están bien provistos de elementos nutritivos, principalmente, N, P y K
2. Las distintas dosis de abono nitrogenado aplicadas no tuvieron ningún efecto en la producción de caña, apreciándose más bien un ligero descenso, debido a que los suelos fueron ricos en nitrógeno y a que hubo un aporte de N con el agua de riego, lo cual fue suficiente para satisfacer las necesidades de la caña de azúcar de dicho elemento
3. La producción de azúcar recuperable no sufrió variación con las distintas dosis de nitrógeno aplicado; por lo tanto, los campos regados con "agua de cachaza" no requieren del abonamiento nitrogenado comúnmente usado en el valle de Chicama
4. Bajo las condiciones del presente experimento, los reductores son mucho más altos y la pureza mucho más baja en comparación con los valores obtenidos en campos regados con agua de río o de pozo.
5. Las dosis de nitrógeno aplicadas al suelo no tuvieron influencia en los por cientos de pol en caña de fibra, de humedad, de brix y de pureza
6. Hubo un aumento significativo del por ciento de azúcares reductores al aumentar las dosis de nitrógeno aplicado.

Resumen

En el valle del río Chicama, costa norte del Perú, fue conducido un experimento de abonamiento nitrogenado en un campo regado con "agua de cachaza", la cual es agua de desagüe de las fábricas de azúcar y alcohol.

El cultivar estudiado fue 'H32-8560' en su 4º corte. Los niveles de nitrógeno aplicados fueron: 0, 50, 100, 150, 200, y 250 kg N/ha. Los resultados demostraron que en campos regados con agua de cachaza, no hay respuesta de la caña ni del azúcar al abonamiento de caña, cuando se emplea dicho abono. Esto es contrario a lo encontrado en campos regados con otras fuentes, donde siempre hay respuesta a las altas dosis de nitrógeno.

Igualmente, se encontró que la sacarosa (determinada como polarización o pol), la fibra, la humedad, el índice refractométrico o brix y la pureza no variaron como consecuencia de las distintas dosis de abono aplicadas. Únicamente hubo un aumento significativo de azúcares reductores al aumentar las dosis de nitrógeno empleadas.

Literatura citada

- 1 ALEXANDER, K E F Filter cake Reprinted from the South African Sugar Journal 56 (2): Review Paper N° 6. 1972.
- 2 ALOMA, J, PEREZ, H y CUELLAR, I Advances in sugar-cane fertilization in Cuba Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 15: 608-617 1974
- 3 DAVIES, W y VLIHOS, A Fertilization of sugarcane Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 13:68-83 1968.
- 4 DODDS, H H Report on agricultural practice in the South-african Sugar Industry Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 4 (Bulletin 120), 1932 8 p
- 5 DU TOIT, J Sugarcane nutrition in South Africa Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists 8: 40-44 1953
- 6 HUSZ, G Influencia de dosis de nitrógeno aplicado sobre el azúcar recuperable en la Hda Casa Grande. Estación de Investigaciones Agrícolas Casa Grande, Trujillo, Perú Informe N° 4, 1969 4 p
- 7 ———. Efecto de NPK y sus interacciones sobre el contenido de sacarosa en caña de primer corte. Saccharum 1(1): 12-26. 1973.
- 8 INNES, R An introduction to the sugarcane agriculture of Jamaica Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists. 8: 328-358. 1953
- 9 KERR, H Molasses as a fertilizer. Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists. 4 (Bulletin 56), 1932 2 p
- 10 MACCHIAVELLO R., J. Estudio de la aplicación de N, P, y K y del diagnóstico foliar en caña de azúcar. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú, 1968. 158 p
- 11 Mc CONNIE, R C., OBEN, M y de CELIS, L. Notes on the sugar industry of Puerto Rico. Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 4 (Bulletin 86). 1932. 62 p.
- 12 OBEN, M. The cultivation of sugar cane in the South Side of Island of Puerto Rico. Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologist (Bulletin 86). 1932: 62 p.
- 13 PRASAD, M The effect of filter press mud on the availability of macro and micronutrients Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 15: 568-575
- 14 RAMOS, G Sugar cane of the Cauca Valley of Colombia. Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 8: 240:247 1953
- 15 SAMUELS, G. y CAPO, B. A survey of the agronomic practices in growing sugarcane in Puerto Rico in 1952. Proceedings of the International Society of Sugar-Cane Technologists 8: 240-247. 1953
- 16 TELLO A., H. y SALDARRIAGA A., S. Respuesta del cultivar de caña H32-8560 a la aplicación de dosis ascendentes de nitrógeno. Saccharum 2 (2): 30-54 1974
- 17 TELLO A., H. y VALDIVIA V., S. Influencia del riego con agua de cachaza en la respuesta de la caña de azúcar al abonamiento nitrogenado. 1980. Por publicarse
- 18 VALDIVIA V., S. Efecto del abonamiento nitrogenado en la producción y calidad de la caña de azúcar irrigada con agua de cachaza. 1980. Por publicarse

19. VALDIVIA V., S. y TELLO A., H. Efecto del abonamiento NP en el rendimiento y calidad de la caña de azúcar. *Saccharum* 2 (2): 55-69. 1974.
20. VALDIVIA V., S., TELLO A. H., y PONGO H., V. Respuesta de la caña de azúcar al riego con agua de cachaza y a la fertilización con NPK. *Saccharum* 3 (1): 26-43. 1975.
21. VALDIVIA V., S., PONGO H., V. y TELLO A., H. Influencia del abonamiento NPK y el aporte de nutrientes por el agua de "cachaza" en el rendimiento de azúcar. *Tecnología GEPLACEA*, Boletín 4, 1977. 12 p.
22. VALDIVIA V., S., TELLO A., H. y PINNA C., J. Efecto de la aplicación tardía del nitrógeno en el cultivar de caña H32-8560: II. Influencia de las dosis crecientes, en el rendimiento, calidad y nutrientes, así como en su variación con la edad. *Saccharum* 6 (2): 146-177. 1978.
23. VALDIVIA V., S., PINNA C., J. y TELLO A., H. Efecto de la aplicación tardía del nitrógeno en el cultivar de caña H32-8560: III. Acción de la misma, con relación a la aplicación temprana, en la calidad y nutrientes en la planta 1979. Por publicarse.

Notas y Comentarios

Avances en el uso del azúcar como materia prima química

Dos fábricas que convierten el azúcar en materiales sintéticos, normalmente obtenidos del petróleo, comenzarán a funcionar a comienzos de 1980 en Knowsley, cerca de Liverpool, Inglaterra. Construidas por la firma azucarera Tate and Lyle, las fábricas producirán unas 10 mil toneladas métricas anuales de productos químicos (*New Scientist* 23 August 1979, p. 596). Su producción será utilizada en la manufactura de una amplia gama de productos, incluso cosméticos, polvos detergentes, aditivos para alimentos y para perforación de pozos para la industria petrolífera.

Las dos plantas son el resultado de un programa de investigación y desarrollo de 20 millones de libras esterlinas (unos 44 millones de dólares al cambio reciente) que Tate and Lyle ha llevado a cabo en los últimos diez años. (Cf. *Turrialba* 29:173). El objetivo de la compañía es encontrar nuevos mercados para los enormes excedentes de azúcar que el mundo produce en el momento actual. La Comunidad Europea tiene ahora una "montaña de azúcar" de unos tres millones de toneladas métricas, la mayor parte de la cual tiene que descargarse a precios reducidos en el mercado mundial. Tate and Lyle cree que las técnicas para elaborar materiales sintéticos basados en el azúcar se volverán cada vez más atractivas conforme se eleven los precios del petróleo.

Eventualmente, Tate and Lyle espera poder producir plásticos de azúcar. Pero con la tecnología actual, esto será económico solamente si el costo del petróleo, la materia prima ortodoxa para fabricar plásticos, duplica su precio actual hasta unos 45 dólares el barril (42 galones USA = 169 litros). Por el momento, en consecuencia, la compañía se contenta haciendo otros materiales sintéticos.

Hay dos rutas básicas para hacer materiales sintéticos del azúcar. La primera, fermentar la sacarosa a alcohol, y producir después etileno usando la química convencional. El etileno es una importante materia prima del cual se hacen muchos materiales sintéticos. Los brasileños han dado el ejemplo de hacer alcohol del azúcar, el que usan como aditivo para la gasolina en los automóviles. No es difícil hacer productos químicos de esta manera, pero es caro.

La segunda ruta, que comprende el agregar otras moléculas a la sacarosa para hacer materiales, es un nuevo campo de la química. Pero ofrece la perspectiva de hacer sustancias útiles baratas. Según el Dr. Kenneth Parker, gerente general del grupo de investigaciones sobre carbohidratos de Tate and Lyle, esta ruta eventualmente haría posible producir a bajo costo plásticos del azúcar. Pero Parker no proporciona detalles del trabajo de la compañía sobre este punto debido a la competencia con otras firmas. Tate and Lyle tiene 170 personas en sus laboratorios de Reading trabajando en maneras de hacer plásticos a partir del azúcar, que pudiesen ser factibles económicamente a plazo corto.

Tate and Lyle hará dos tipos de productos químicos en sus plantas de Knowsley, mediante ambos métodos de fermentación y de "adición molecular". La compañía usará tecnología de fermentación relativamente bien probada para hacer una variedad de polisacáridos que actúan como agentes espesantes y como emulsificadores y que son agregados, por ejemplo, a pinturas y hasta a aderezos para ensaladas (como reemplazo de la yema de huevo en la mayonesa). La misma tecnología produce una gama industrial llamada "Xanthan", usada para limpiar los pozos y traer el petróleo a la superficie.

El segundo tipo de productos químicos será producido agregando nuevos materiales a la fórmula de la sacarosa. La sacarosa se mezcla con grasa, por ejemplo sebo, y se calienta con un catalizador para producir ésteres de sacarosa que se usan como "surfactantes", esto es, materiales que alteran el comportamiento de la superficie de otras sustancias con las que se mezclan. Tales materiales se agregan a los detergentes en polvo para mejorar sus cualidades. También son útiles en las industrias de alimentos y cosméticos. Otra posible aplicación es agregar los ésteres al plástico de los discos de gramófono: los ésteres de sacarosa son altamente conductores y se sostiene que liberan la carga para hacer a los discos libres de electricidad estática.

Ingeniería genética en cereales

Investigadores de la Estación Experimental de Rothamsted, en Inglaterra, han comenzado a tratar de hacer crecer cereales a partir de células aisladas cultivadas en una placa de laboratorio en vez de semillas. Si tienen éxito, el trabajo podría abrir la puerta a métodos más rápidos de mejoramiento, y hasta la ingeniería genética de nuevas plantas (*The Economist*, September 15th, 1979 p. 116).

Para el primer paso, al menos, hay precedentes (Cf. *Turrialba* 25: 127). En América del Sur, los cultivadores de claveles y orquídeas, así como en Florida para orquídeas (Cf. *Turrialba* 18:6), están obteniendo "plántulas" de placas de cultivo. El punto a su favor: más plantas producidas más rápido y con mayor seguridad que con semillas y, de esta manera, ingresos mayores en el mercadeo de lujo. El truco ha sido elaborado también por un equipo de la Universidad de Nottingham, en Inglaterra. Si esto es posible con flores, por qué no con cereales, que son cultivos alimenticios de gran importancia.

Hasta ahora, nadie ha encontrado el medio apropiado (esto es, la combinación de nutrimentos y de hormonas vegetales) para persuadir a las células de cereales a brotar hasta plantas en los frascos de laboratorio. Pero con suficiente tiempo y paciencia (y una suma de dinero no muy grande) los investigadores de Rothamsted podrían ser capaces de encontrar la fórmula mágica.

Si lo logran, un beneficio extra, al igual que con las flores de lujo, sería simplemente la capacidad de conseguir que un gran número de plántulas crezcan más rápido. Inajes de trigo resistentes a una enfermedad, por ejemplo, podrían ser

seleccionados haciendo crecer un grupo de células de trigo en un medio de cultivo infectado con la enfermedad. Las células sobrevivientes serían obviamente resistentes y lo mismo (se espera) lo serían las plantas regeneradas a partir de ellas.

Pero el Agricultural Research Council no está proporcionando los fondos sólo para eso. El premio verdadero sería la oportunidad de que estos métodos originen variedades totalmente nuevas: aquellas, digamos, que combinen las características de altos rendimientos de una planta con las características de resistencia a una enfermedad que posea otra planta.

La idea sería adoptar las técnicas ya en uso por microbiólogos para modificar genéticamente las bacterias, y que ya han merecido un premio Nobel (Cf. *Turrialba* 28:282). Estas técnicas podrían permitir a los mejoradores de cultivos tratar combinaciones de genes que ahora son imposibles. Tomemos, por ejemplo, el problema planteado por un mal desagradable, aptamente llamado en inglés "take-all" (mal del pie del trigo, *Opbiobolus graminis*), que pudre las raíces del trigo. No existe ninguna variedad resistente a esto, y los métodos químicos de combate cuando el campo ya está infectado son demasiado caros. Por otra parte, ciertas variedades de cebada son resistentes. Si uno pudiera de alguna manera incorporar la resistencia genética de la cebada al trigo, sería un gran éxito.

El problema es que las técnicas tradicionales de cruzamiento no pueden efectuarse entre el trigo y la cebada por incompatibilidad genética. Para lograr tal cruce se tiene que utilizar las técnicas de la ingeniería genética. Pero esto hace surgir toda clase de nuevos problemas.

Primero, uno tiene que identificar y purificar el gen relevante (esto es, el DNA que codifica para resistencia al mal del pie). Segundo, uno tiene que encontrar una forma de incorporar ese gen dentro del material genético de la nueva variedad. Esto involucra introducir el DNA de la cebada dentro de aquel del trigo de tal manera que el trigo acepte el DNA extraño como si fuera propio. Finalmente, uno tiene que encontrar la manera de separar las células que han incorporado la nueva característica de aquellas que no lo han hecho. La lección de la investigación sobre la ingeniería genética en bacterias es que, en las circunstancias más favorables, el proceso sigue siendo algo que salga lo que saliere. Muchas células serán inútiles.

En las bacterias este problema ha sido resuelto incorporando no uno, sino dos nuevos genes: uno el gen que se desea, el otro un "marcador". En las plantas, por ejemplo, se podría incorporar un gen extra que les dé una resistencia a metales pesados. Las células que crecieron en un medio de cultivo contaminado con el metal pesado serían aquellas que habían aceptado el nuevo material genético; aquellas que no lo hicieron, morirán.

Todo esto suena como una lista formidable de problemas. Claro que lo es. Pero se ha hecho ya un progreso promisorio. Un grupo en Rothamsted ha conseguido purificar un gen vegetal específico. De igual manera, se ha encontrado una manera de incorporar genes extraños a otras especies. En este caso, fue un DNA que codificaba a un microorganismo llamado *Agrobacterium*. Aunque esto en sí no es útil, muestra sin embargo que el método funciona.

Nuevo libro sobre enfermedades de la papa

W. J. Hooker, especialista en botánica y fitopatología y A. J. M. Smucker, especialista en suelos de cultivos, ambos de la Universidad del Estado de Michigan, en East Lansing, viajaron a Lima, Perú, en febrero de 1979. El Dr. Hooker permaneció allí hasta mediados de agosto para completar los arreglos para la traducción al castellano del "Compendio de Enfermedades de la Papa" y para completar la edición en inglés. Esta obra aparecerá en ediciones en inglés y castellano, en un esfuerzo conjunto de la universidad del Estado de Michigan, la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) y el gobierno peruano.

Plantas protegidas sin plaguicidas

Los insectos se vuelven resistentes a los plaguicidas, así que continúa la búsqueda de cultivos que son resistentes a las plagas. Tres artículos recientes en el *Journal of Economic Entomology* traen buenas noticias para los cultivadores de papa, alfalfa y tomate.

El primer artículo no da cuenta de algo nuevo, sino es una confirmación de trabajos iniciados en Inglaterra por Richard Gibson (Cf. *Turrialba* 22: 9 y 28: 7). El mismo Gibson y Ward Tingey, de la Universidad de Cornell, en New York, están estudiando las papas silvestres. Algunas de estas especies, como *Solanum berthaultii*, se protegen de los ataques de áfidos con unos pelos epidérmicos que tienen cuatro cabezas lobulares. Estas cabezas se rompen fácilmente y liberan un fluido pegajoso que rápidamente se seca y oscurece. Los áfidos que caminan sobre las hojas se pegan en estas sustancias y se mueren, sin llegar a hacer daños significativos. Gibson y Tingey encontraron que a la cigarrita verde (*Empoasca fabae*), otra plaga sería, no sólo se le pegan las patas sino que se le tapan las tráqueas con la sustancia gomosa (Cf. *Circular del CIP*, marzo 1978).

El *S. berthaultii* tiene un contenido bajo en tóxicos foliares y se cruza con relativa facilidad con la papa cultivada. Así parecen promisorios las perspectivas de papas inmunes a algunas plagas (*Journal of Economic Entomology*, Vol. 71, p. 856).

Wendell Morell, de la Universidad de Georgia, encontró que una hormiga cuyas picaduras son muy molestas, y conocida como la hormiga roja de fuego (*Solenopsis invicta*) es un predador eficaz del gorgojo de la alfalfa (*Hypera invicta*) lo que ofrece algún consuelo por las molestias que causa esta hormiga (*Ibid.* p. 867). La alfalfa puede sufrir una fuerte defoliación y aún muerte por el ataque del gorgojo. Morell tomó macollas de alfalfa infestadas con gorgojos a un invernadero junto con parte de un nido de hormigas. Para mantener vivas a las hormigas, las alimentó con grillos. Pero una vez que encontraron a los gorgojos, las hormigas destruyeron el 99 por ciento de ellos. Las plantas del invernadero que no tuvieron hormigas murieron en unas dos semanas.

El parasitismo también puede resolver algunos de los problemas del cultivo del tomate de los Estados Unidos. Tres plagas lo hacen no comercial; estas son el gusano del fruto del tomate (*Heliothis zea*); el medidor del repollo (*Trichoplusia ni*) y varias orugas (*Manduca* spp.), todos lepidópteros. Sin embargo, una pequeña avispa Chalcididae (*Trichogramma pretiosum*) pone sus huevos dentro de los huevos de los lepidópteros y los destruye. E. R. Oatman y G. R. Platner, de la Universidad de California, midieron la puesta de huevos de las plagas para descubrir cuál era el mes de mayor actividad y al mismo tiempo liberaron 200 a 300 mil avispas para que atacaran los huevos de las plagas. Las avispas atacaron hasta el 85 por ciento de los huevos de *Manduca* (*Ibid.* p. 896). Y hubo resultados similares con *Heliothis* y con *Trichoplusia*, con una correspondiente reducción en el daño a los frutos.

Publicaciones

Información Express. El Centro de Información y Documentación Agropecuaria (CIDA) del Ministerio de Agricultura de Cuba ha iniciado en 1977 la publicación de *Información Express*, la que está dividida en series tales como *Riego y Drenaje*; *Mecanización de la Agricultura*; *Protección de Plantas, Tabaco*; *Viandas, Hortalizas y Granos*; *Economía y Organización de la Agricultura, Suelos y Agroquímica*. Se trata de condensaciones de artículos de revistas de ciencias agrícolas, la mayor parte de las revistas rusas de compendios; otras de las revistas mismas. Entre estas vemos que se resumen artículos de *Turrialba*. La dirección es CIDA, Gaveta Postal 41-49, La Habana.

Effect of soil penetration resistance on the growth and yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) 27-R variety*

WARREN M. FORSYTHE, AMILKAR HUERTAS**

COMPENDIO

La producción de grano, materia seca de la parte aérea y de raíces de Phaseolus vulgaris L. variedad 27-R, se aumentó cuando la resistencia a la penetración a capacidad de campo en las capas de 0-25 cm o de 12,5-25 cm fue aumentada a 6-10 bares. Esto se atribuyó a mejor contacto entre las raíces y el suelo. Aumentos adicionales de resistencia a la penetración hasta 21 bares redujeron los rendimientos (en aproximadamente 50%) y el crecimiento de la parte aérea y de raíces. Cuando la resistencia en la capa de 0-12,5 cm se incrementó, el rendimiento y la producción de materia seca de la parte aérea disminuyeron ligeramente. En cambio la producción de raíces seguía la tendencia de los otros tratamientos con la excepción de que la densidad de raíces fue uniforme en la zona 0-25 cm. El experimento se llevó a cabo en macetas de 26 litros de suelo fumigado en un invernadero en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. El suelo es un Typic Dystropept fine mixed iso-hyperthermic. Capas de suelo fueron compactadas a la resistencia a la penetración deseada por una prensa hidráulica. Se midió la resistencia contra un pistón circular de 5 mm de diámetro y de acero inoxidable que fue introducido en el suelo hasta 5 mm. Se usó un penetrómetro portátil apto para uso en el campo. Las plantas crecían dentro de los límites de succión de 0,1 a 0,8 bares. Ratas de difusión de oxígeno medidas a 15 cm de profundidad después de un riego mostraron que ningún tratamiento experimentó un suministro limitante de oxígeno aunque medidas de espacio aéreo indicaron condiciones limitantes temporales en algunos tratamientos

Introduction

MECHANICAL resistance is considered one of the soil physical conditions affecting plant growth, (2, 14) and has been considered a plant growth factor in the soil medium as defined by Tisdale and Nelson (18) having the characteristics of being necessary to determine plant growth in the soil (2, 3).

Bulk density has been used as an index of soil mechanical resistance, but is deficient as such, since it is only one of various contributing factors to mechanical

resistance, along with texture, cementation, previous history, organic matter and moisture, to name a few (3, 13).

Veihmeyer and Hendrickson (20) found that different soils had individual values of bulk density that inhibited root penetration of sunflower (*Helianthus annuus*) which ranged from 1.47 to 1.9 g/ml. Taylor and Gardner (15) found a high linear correlation between root penetration of cotton (*Gossypium hirsutum*) and soil resistance to the insertion of a 5 mm diameter circular stainless steel piston for a 5 mm entry. The value was -0.96, while linear correlation between root penetration and bulk density was -0.59, and that between root penetration and soil moisture suction was 0.48. In addition, bulk density is a contributing factor to total soil porosity and thus soil air space, which is considered another soil physical growth factor. Thus

* Received for publication September 10th, 1979.

** Soil Physicist and graduate student, CATIE, respectively. Present address of Dr. Forsythe is: Director, IICA Office in Barbados, P. O. BOX 705C, Bridgetown, Barbados, West Indies. Present address of Ing. Huertas is Estudios Agrícolas del Cesar, calle 16, N° 11A-24, Valledupar, Cesar, Colombia.

the use of bulk density as an index of mechanical resistance would tend to confound soil aeration effects with mechanical resistance.

Soil resistance to penetration appears to be a good index of mechanical resistance. The soil penetration resistance of the static penetrometer used by Taylor and Gardner (15) correlates well with root penetration, while Taylor and Burnett (16) found that several species studied did not penetrate a fine sandy loam at field capacity when the penetration resistance was between 25 and 30 bars. Measuring soil penetration resistance is a quick, practical field measurement. The limiting values for root penetration measured for a given piston size seems less variable than bulk density values and less dependent on the soil measured. Thus it tends to reflect a crop parameter and has more generality of application. Taylor (17) discusses the effect of soil penetration resistance on seedling emergence, root growth and crop yield.

Phaseolus vulgaris L. is an important crop in the Americas and an important source of protein for many countries in the Caribbean and Latin America. The purpose of this paper is to report on a study made on the effect of soil resistance penetration, on aerial and root growth and production of the red bean, *Phaseolus vulgaris* L., variety 27-R, commonly grown in the tropics. The study was carried out under controlled greenhouse conditions.

Materials and methods

Pots and soil

Approximately 25 litres of soil were placed in pots 30 cm high, 20 cm wide (internally) and 50 cm long, made of iron sheets 1.5 mm thick to give high pressure strength, which were painted first with asphalt paint and then green paint. The top of the pots were bent outwards to form lips thus giving them added strength. The soil is the "Margot" series, a Typic Dystropept, fine mixed iso-hyperthermic. The top 10 cm of the soil profile was sampled, fumigated for 24 hours with methyl bromide, passed through a 5 mm sieve and mixed in preparation for various compaction treatments. The soil in the field at the time of sampling had the following average properties: bulk density 0.88 g/ml; particle density 2.46 g/ml; volumetric moisture 43 per cent; total porosity 64.1 per cent, air space 21.1 per cent, upper plastic limit 97 per cent (gravimetric), sticky point 81.5 per cent, lower plastic limit 68.3 per cent, field capacity (1/3 bar percentage disturbed soil) 52 per cent, and a clay loam texture under the USDA system with 32.2 per cent clay, 43 per cent silt and 24.7 per cent sand. The soil had a pH in water (1.1) of 5.3; organic matter 6.4 per cent, total N 0.36 per cent, CN ratio 10.5, available phosphorus (Bray -1) 2.1 ppm, cation exchange capacity 41 me/100 g (oven-dried soil), calcium 4.6 me/100 g, magnesium 1.6 me/100 g, potassium 0.7 me/100 g, sodium 0.4 me/100 g and manganese 0.08 me/100 g.

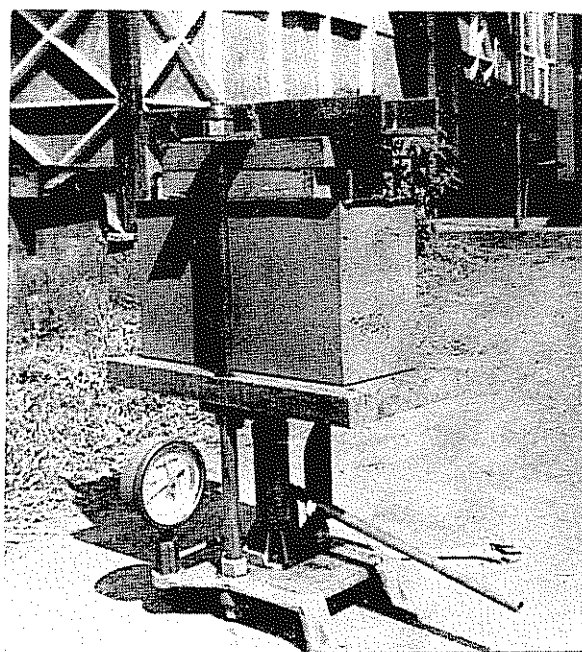


Fig. 1—Hydraulic press used to compact the soil in the pot shown.

Compaction treatments

Soil was placed in the pot in 4 layers, which could be uniformly compacted by a hydraulic press to a height of 6.25 cm each, to form a total height of 25 cm. The two upper layers (12.5 cm thick) or two lower layers (12.5 cm thick) received the same treatment, and this resulted in upper (0-12.5 cm) and lower (12.5-25 cm) compaction layers. Soil was compacted to give various values of penetration resistance in bars when at field capacity (52 per cent moisture). The treatments were: T1, control or no compaction in upper and lower layers or 0/0; T2, upper layer 2 bars, lower layer no compaction or 2/0; T3, 3.6/0; T4, 6.5/0; T5, 11.7/0; T6, 21/0; T7, 0/2; T8, 0/3.6; T9, 0/6.5; T10, 0/11.7; T11, 0/21; T12, 2/2; T13, 3.6/3.6; T14, 6.5/6.5; T15, 11.7/11.7; and T16, 21/21. The experiment therefore consisted of 16 treatments with 4 repetitions and had a random block design. The treatments correspond to varying degrees of compaction for three possible field conditions: the surface layer compacted and the subsoil loose, the surface layer loose and the subsoil compacted, and both the surface layer and subsoil compacted (6).

The 6.25 cm thick compacted layers in the lower 12.5 - 25 cm compaction zone were formed by applying approximately 15 cm layers of loose soil between 35 - 38% moisture and applying uniform compaction pressures of varying values and durations. A hydraulic press of the Fred S. Carver Co. was modified as shown in Figure 1 to apply this pressure directly on the soil in the pots through wooden blocks. A pressure of 4

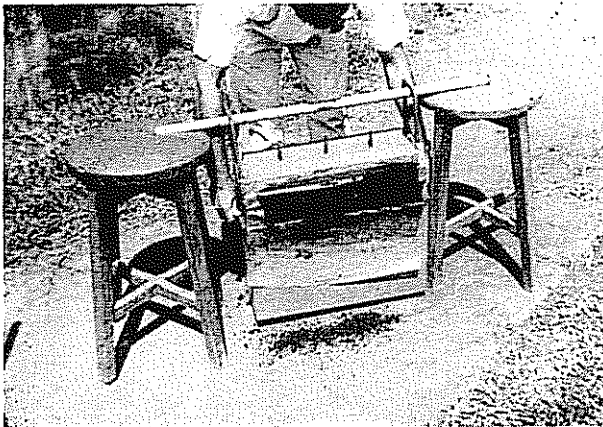


Fig. 2.—Removal of soil compacted on the platform inside the pot

psi (0.27 bars) applied on the soil for 10 minutes produced a penetration resistance of 2 bars at field capacity, a pressure of 8 psi (0.55 bars) for 15 minutes produced a penetration resistance of 3.6 bars, a pressure of 10 psi (0.69 bars) for 30 minutes a penetration resistance of 6.5 bars, a pressure of 45 psi (3.1 bars) for 30 minutes a penetration resistance of 11.7 bars and a pressure of 130 psi (8.96 bars) for 30 minutes a penetration resistance of 21 bars. It was difficult to compact the soil at 52 per cent moisture (field capacity), since the expulsion of free water occurred and the required penetration resistance could not be obtained after hours of pressing.

The soil had to be compacted at lower moisture contents of 35–38 per cent and then brought to 52 per cent moisture for penetration resistance measurements. A John Chatillon push-pull gauge Cat. N^o 719-40 MRPF_R was used as a static penetrometer. Maximum thrust readings were taken when its 5 mm diameter stainless steel piston penetrated 5 mm into the soil.

In the treatments with the upper 0–12.5 cm zone compacted, it was necessary to compact the soil in the base of a pot and then transfer it and place it above uncompacted soil. A special removable platform was constructed for this as shown in Figure 2. The soil was lifted from the platform with the polyethylene sheet.

Risks of nutrients deficiency were eliminated by applying fertilizer as suggested by Martini (11). The amount of fertilizer applied to a pot of 2 plants was calculated considering that the plant population per hectare was 200,000. Two-day-old pregerminated seeds were put in holes that were drilled 2 cm in diameter and 4.5 cm deep. This corresponded to positions 5 and 6 explained later on. They were then covered with loose soil. The pots were grouped in 4 repetitions and were randomized on 4 tables each 3 m long x 1.1 m wide x 1.0 m high.

Dial gauge tensionmeters were placed in each pot approximately in the centre of the soil surface 5–7 cm

from the plants and 15 cm deep (measured from the base of the tensionmeter porous cup). The pots were irrigated when the tensionmeter reading was 0.8 bars, this value being close to the optimum maximum suction value of 0.6 bars found by Forsythe and Legarda (4). Rain water was added to the pots until the tensionmeter reading was 0.1 bars thus ensuring that no free water was formed at the base since the soil moisture remained under tension. The oxygen diffusion rate (ODR) was measured by platinum micro-electrodes from Dick's Machine Shop, Lansing, Michigan. Measurements were made near the centre of the soil surface 5–7 cm from the plants and 15 cm deep. Metal wires with a thickness similar to the micro-electrodes, 15 cm long with one end filed to a point, were painted with asphalt paint, and inserted to a 15 cm depth in the soil and removed at measuring time to allow the insertion and extraction of the micro-electrodes without damaging them. Readings were taken every 2 weeks starting 2 weeks after planting and the procedure according to Letey and Stolzy (10) was followed.

Upon reaping the experiment the soil was irrigated to 0.1 bar and compartmentalized into 4 horizontal layers, I, II, III and IV of 6.25 cm thickness and 10 vertical columns 10 x 10 cm and 25 cm deep which defined 10 positions for each horizontal layer. Position 1 started in the upper lefthand corner, position 2 the lower left-hand corner and positions 3 to 10 followed a similar sequence ending with position 9 in the upper right-hand corner and 10 in the lower right-hand corner. The rectangular soil blocks formed by the intersection of the columns and layers were sampling units for root density, and for each layer, 4 of these blocks were sampled for bulk density, soil resistance and soil moisture. Bulk density and moisture samples were obtained by constant volume cylinders introduced into the soil blocks.

Each soil block was placed in a container and broken down under a stream of water and as a result the roots were washed loose and floated in the water. The suspended soil and floating roots were passed through 2 mm and 1 mm sieves several times until no more roots were extracted. The roots were dried on blotting paper, placed in a 70°C oven until constant weight.

Yields in terms of seed weight (13 per cent) number of pods per plant, number of seeds per pod and weight per seed were determined. Aerial dry matter was also determined.

Results and discussion

The crop cycles lasted for 77 days from the 11th of September to the 27th of November, 1974. During the cycle the average greenhouse maximum daily temperature was 30.7°C, minimum 18.3°C and average 24.5°C, and the average maximum relative humidity was 98.1 per cent, minimum 49.9 per cent and the average 73.8 per cent.

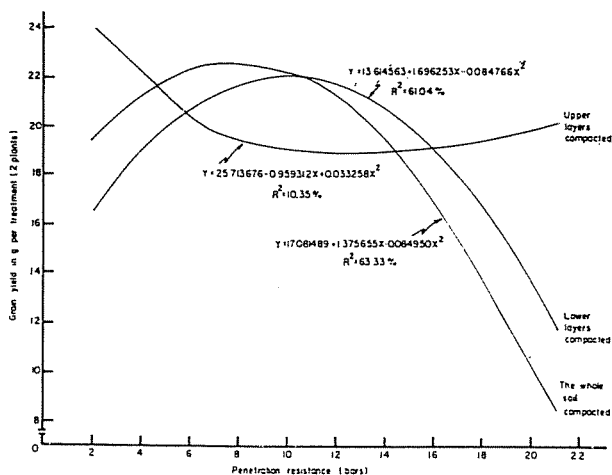


Fig. 3.—Grain yield response to soil penetration resistance when only upper layers (0-12.5 cm) are compacted, when only lower layers (12.5 - 25 cm) are compacted, and when the whole soil is compacted. Soil water suction 0.1 to 0.8 bars.

Figure 3 shows the yield response to mechanical resistance when the upper layers, I and II (0-12.5 cm). are compacted, when the lower layers III and IV (12.5 - 25 cm) are compacted, and when all layers (0-25 cm) are compacted. Analysis of variance indicated that resistance significantly influenced yield at the 5 per cent level for all treatments. The effect of resistance when only the upper layers are compacted is slight. The Duncan test showed that T2 and T3 were not significantly different from each other but gave significantly (5% level) higher yields than T4, T5 and T6, which were significantly similar to each other. This surprisingly slight depressing effect can be attributed to the fact that the roots were able to go through the compacted upper layers, perhaps through cracks, and upon reaching the lower uncompacted layers they were able to develop adequately. A similar type of root behaviour has been observed in the field by Cooper

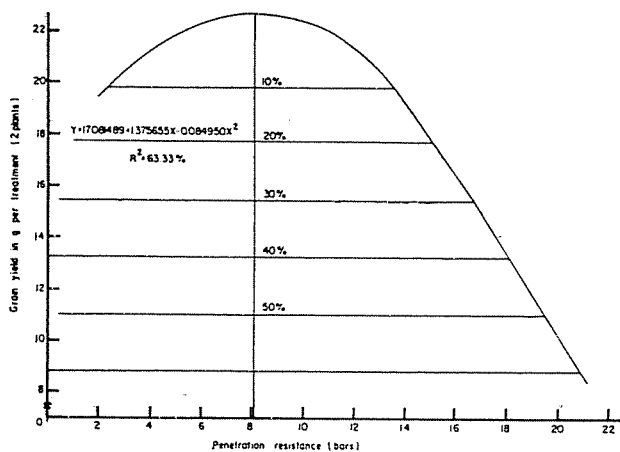


Fig. 4.—Grain yield response to soil penetration resistance, expressed as relative yield, when only lower layers (12.5 - 25 cm) are compacted. Soil water suction 0.1 to 0.8 bars.

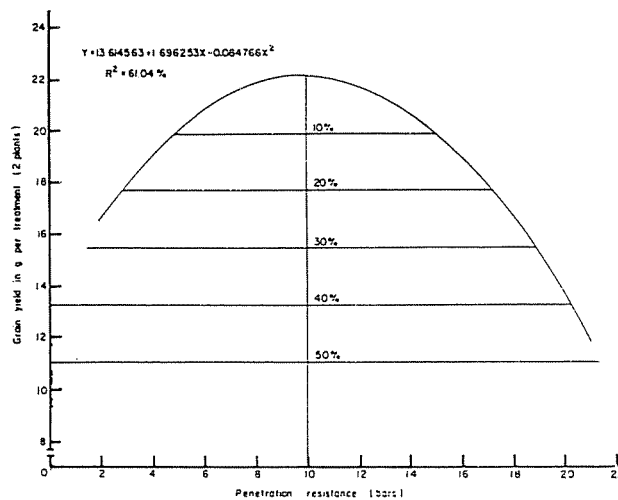


Fig. 5.—Grain yield response to soil penetration resistance, expressed as relative yield, when the whole soil is compacted. Soil water suction 0.1 to 0.8 bars.

(1) and Trousé (19). Figure 7 shows root weight development in the upper and lower layers for this case.

Figure 3 shows that when only the lower layers are compacted, yield increases until resistance is 10 bars and then it decreases. In the case when all layers are compacted, yield increases up to 8.09 bars and then decreases. The zone of these curves which corresponds to increasing yield with increasing resistance has been observed by other workers (5, 7, 8, 12) and this is attributed to better contact between the roots and the soil which facilitates more efficient absorption of nutrients and water. A similar relationship is seen on root development in Figure 7, except for curve 3. The reducing effect of increasing penetration resistance on yields is also expressed in terms of relative yield in Figures 4 and 5.

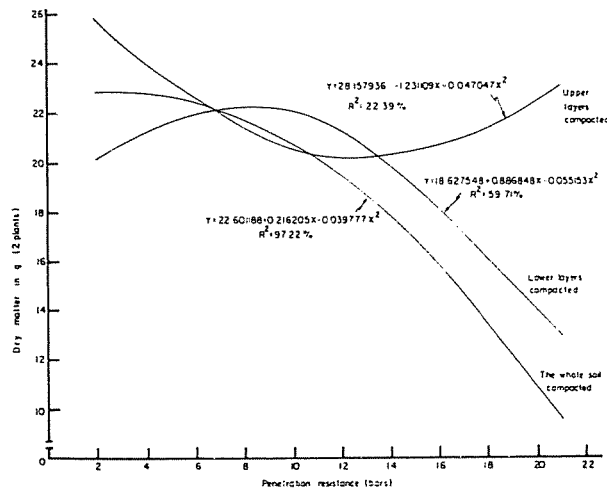


Fig. 6.—Aerial dry matter response to soil penetration resistance when only upper layers (0-12.5 cm) are compacted, when only lower layers (12.5-25 cm) are compacted, and when the whole soil is compacted. Soil water suction 0.1 to 0.8 bars.

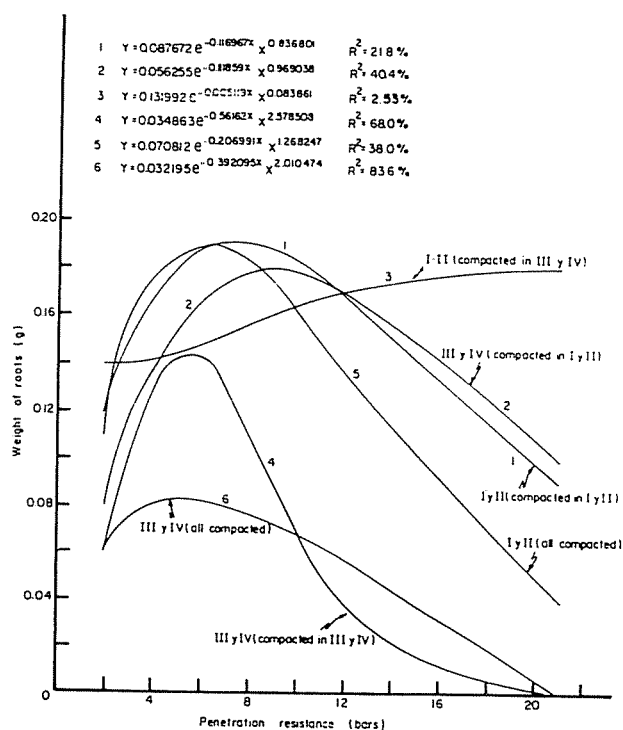


Fig. 7.—Root weight in the upper layers (0-12.5 cm), the lower layers (12.5-25 cm) and the whole profile in response to soil penetration resistance in the upper layers, lower layers and the whole profile. Soil water suction 0.1 to 0.8 bars.

Figure 6 shows the relationship between aerial dry matter production and resistance and it is noted that the curves are similar to the grain yield curves. The weight of an individual seed whose average was 0.6 g, was not affected by the treatments.

Figure 7 shows the relationship between root development and resistance for the upper and lower layers. As mentioned earlier, the curves are similar to those in Figure 3. Generally, root density in the upper layers is higher than in the lower but in the case when the upper layers are compacted, there seems to be little difference in the densities. Root densities in the vertical columns 5 and 6 were greatest and these were also the columns where the seeds were planted. The remaining columns were significantly lower in root density but not different from each other.

The value of R² for a linear association between resistance and bulk density was 91 per cent and yield-bulk density curves were similar to yield-resistance curves, and for the soil studied, the bulk density for the highest resistance treatment was only 1.2 g/ml. Minimum values for oxygen diffusion rate (ODR) at 15 cm depth for the various treatments were never below $27.6 \text{ g} \times 10^{-8} \text{ cm}^{-1} \times \text{min}^{-1}$, and these corresponded to readings taken after an irrigation. The limiting value for many crops is considered $20 \text{ g} \times 10^{-8} \text{ cm}^{-1} \times \text{min}^{-1}$. Legarda and Forsythe (9) found $26 \text{ g} \times$

$10^{-8} \text{ cm}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ to be limiting for 27-R so that limiting values of ODR were not experienced.

At the end of the experiment the soil was irrigated and the air space was determined. Averages for 4 samples in each layer were determined and these were considered to estimate the minimum air space during the growing cycle.

Air space below 5.3 per cent was found in T6 layers I and II, T11 layers III and IV, and T16 all layers. All other treatments had over 18 per cent air space. For values between 24-36.3 per cent, we may include T1 layers I, III and IV; T2 all layers; T3 layers III and IV; T4 all layers; T5 layers III and IV; T6 layers III and IV; T7 layers II, III and IV; T8 layers III and IV; T9 all layers; T10 layers I and II; T11 layers I and II; T12 layers I, II and IV; and T13 layers I and II. Legarda and Forsythe (9) found that values of air space less than approximately 25 per cent were limiting to the 27-R bean variety. We may thus consider that treatments with air space greater than 24 per cent as non-limiting, between 18-24 per cent as slightly limiting (depressing yields by 20 per cent) and less than 5.3 per cent strongly depressing. Since these values are temporary minimum values after irrigation, it is hard to say to what degree they have influenced yields, especially since the minimum values of ODR were non-limiting.

Summary

Grain, aerial dry matter production, and root production of the 27-R variety of *Phaseolus vulgaris* L. increased when penetration resistance at field capacity in the 0-25 cm layers or the 12.5 - 25 cm layers was increased to 6-10 bars and this was attributed to better contact between the roots and the soil. Further increase in penetration resistance up to 21 bars reduced yields (by approximately 50%) and aerial and root growth. Increased resistance in the 0-12.5 cm layer only slightly reduced yield and aerial dry matter production, however other treatments except that root density was similar throughout the 0-25 cm soil depth. The experiment was carried out in 26 liter pots containing a fumigated Typic Dystropept fine mixed iso-hyperthermic soil in a greenhouse at CATIE, Turrialba, Costa Rica. Soil layers were compacted to the desired penetration resistance by a hydraulic press. Resistance to a 5 mm diameter circular stainless steel piston pushed 5 mm into the soil was measured with a portable penetrometer suitable for field use. The plants were grown within the soil moisture suction range of 0.1 and 0.8 bars. Oxygen diffusion rates measured at a 15 cm depth after irrigation indicated that none of the treatments experienced limiting oxygen supply although air space measurements indicated temporary limiting conditions in some treatments.

Literature cited

- 1 COOPER, A.W. Effects of tillage on Soil Compaction. *In* Compaction of agricultural soils, pp 315-364. Saint Joseph, Mich., American Society of Agricultural Engineers, Monograph. 1971. 471 p
- 2 FORSYTHE, W. M. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. *Fitotecnia Latinoamericana* 4: 165-176. 1967.
- 3 FORSYTHE, W.M. Aportes de la Física del suelo a la producción agrícola. *In* IV. Congreso Nacional de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo, Maturín, Agosto 22-27, 1976 Memoria pp 68-84. 1977.
- 4 FORSYTHE, W.M. and LEGARDA, I. Soil water and aeration and red bean production. I Mean maximum moisture suction Turrialba 28:81-86. 1978.
- 5 HEAT, O.V. A study in soil cultivation. The effects of varying soil consolidation on growth and development of rain-growth cotton, *Journal of Agricultural Science* 27: 511-540. 1937.
- 6 HUERTAS, A.A. Efecto de la resistencia mecánica del suelo sobre la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad 27-R. Tesis Mag. Sc. IICA-CIEL Turrialba, Costa Rica 1975. 322 p
- 7 HYDER, D and SUEVA, F. Seed and plant-soil relations as affected by seed bed firmness on a sandy loam rangeland soil. *Soil Science Society of America Proceedings* 20: 416-419. 1956.
- 8 KEEN, B.A. and CASHEN, C.H. Studies in soil cultivation IV. The physical effect of sheep fold on the soil. *Journal of Agricultural Science* 22: 126-134. 1932.
- 9 LEGARDA, I. and FORSYTHE, W.M. Soil water and aeration and red bean production. II. Effect of soil aeration Turrialba 28:175-178. 1978.
- 10 LEFEY, J. and STOLZY, I.H. Measurement of oxygen diffusion rates with the platinum micro-electrode. I Theory and equipment *Hilgardia* 35: 545-554. 1964
- 11 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: 394-408. 1969.
- 12 PARKER, J.J. and TAYLOR, H.M. Soil strength and seedling emergence relations. I. Soil type, moisture, tension, temperature, and planting depth effects. *Agronomy Journal* 57: 289-291. 1965.
- 13 PEARSON, R.W. Soil environment and root development. *In* Plant Environment and Efficient Water Use. Madison, Wis., American Society of Agronomy. 1966. 295 p.
- 14 SHAW, B.T. Ed. Soil physical conditions and plant growth. *Agronomy (series)* Vol. 2. New York, Academic Press, 1952. 491 p.
- 15 TAYLOR, H.M. and GARDNER, H.R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soil. *Soil Science* 96: 153-156. 1963.
- 16 TAYLOR, H.M. and BURNETT, E. Influence of soil strength on the root growth habits of plants. *Soil Science* 98: 174-180. 1964.
- 17 TAYLOR, H.M. Effects of soil strength on seedling emergence, root growth and crop yield. *In* Compaction of Agricultural Soils. pp. 292-305. Saint Joseph, Mich., American Society of Agricultural Engineers Monograph. 1971. 471 p.
- 18 TISDALE, S. and NELSON, W. Soil fertility and fertilizers. 3rd ed. New York, MacMillan, 1975. 694 p.
- 19 TROUSE, A.C. Soil conditions as they affect plant establishment, root development, and yield. *In* Compaction of Agricultural Soils. pp. 241-253. Saint Joseph, Mich., American Society of Agricultural Engineers Monograph. 1971. 471 p.
- 20 VEIHMAYER, F.J. and HENDRICKSON, A.H. Soil density and root penetration. *Soil Science* 65: 487-493. 1948.

Notas y Comentarios

Tortuga que digiere el pasto

La tortuga tiene talentos alimenticios hasta ahora no reconocidos. Según un reciente estudio la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la especie antes abundante en el Caribe, puede digerir celulosa lo mismo que las ovejas, vacas y algunos otros mamíferos. Esta es la primera vez que esta cualidad ha sido observada en un reptil (*Comparative Biochemistry and Physiology*, vol. 63 A, p. 127).

La celulosa, conocida también como "fibra dietética", constituye el almacén de la pared celular en el tejido vegetal. Ningún animal posee las enzimas para digerirla pero algunas bacterias lo hacen con facilidad. Por consiguiente, algunos animales han desarrollado relaciones simbióticas con estas bacterias. La vaca, con su enorme tanque de fermentación, el rumen, es el ejemplo más conocido.

Todos los reptiles se creía que pasaban toda la celulosa ingerida, sin ningún cambio, a las heces. Pero la tortuga verde

parece ser una excepción. Sus heces muestran claramente que algo, en alguna parte del interior del intestino está atacando a la celulosa. Karen Bjorndal, del Departamento de Zoología de la Universidad de Florida, acaba de armar todas las piezas del enigma.

Encontró que el lugar de la digestión de la celulosa era el "ciego", una expansión grande del intestino, llena de fluido, situada entre el intestino delgado y el grueso (no exactamente el mismo que el ciego de los mamíferos, pero similar en su función). La tortuga verde digiere hasta el 90 por ciento de la celulosa y, al igual que en la vaca, los productos de esta rotura bacteriana fueron los ácidos grasos volátiles (acetato, butirato y propionato).

Comparado con otro animal que digiere en el ciego, el dugong (*Dugong dugong*), la eficiencia de la tortuga está casi a la altura de los estándares mamíferos. Si usa ácidos grasos volátiles de la misma manera que otros animales, entonces algo como el 15 a 20 por ciento de las necesidades de energía de la tortuga pueden ser suplidos por estos convenientes microbios. Pero, cuáles son estos microbios, y como arriban al ciego de las tortugas recién nacidas, es algo que todavía no se conoce.

Efecto de productos naturales sobre el desarrollo *in vitro* de yemas de **Rubus** sp.*

GUILLERMO CARRILLO C**, JOSE LUIS MENDOZA**

ABSTRACT

Axillary buds from blackberries shoots were aseptically cultured in vitro on a basal medium of Cresswell and Nitsch. This medium was supplemented either with coconut milk, aguamiel and honeybee. The temperature of incubation was 26-27° C and the cultures were kept under light (60 foot candle). Callus tissue were developed on the basal medium supplemented either with coconut milk or aguamiel and plantlets on the basal medium itself and on this medium supplemented with honeybee, in 70 days of incubation.

Introducción

EL estudio del proceso de la diferenciación y de los factores que lo regulan se ha facilitado en cierto grado al utilizarse sistemas *in vitro*, que permiten de manera aislada, seguir este fenómeno en células somáticas, fragmentos de tejido o bien órganos. Como material biológico de estudio se están empleando diversos tipos de vegetales y en muchos casos estas investigaciones persiguen fines prácticos en las áreas de horticultura, fruticultura y agricultura fundamentalmente. Se pueden citar casos concretos en donde se han utilizado estos sistemas con resultados satisfactorios, como el trabajo de Nickell y Heinz (18) en Hawaii, quienes mencionan haber obtenido varios cientos de plantas de caña de azúcar y éstas han sido evaluadas desde el punto de vista agronómico y de fábrica. Liu y Chen (10) en Taiwan, trabajando con 8 variedades de caña de azúcar, seleccionaron 417 plantas de 4600 que fueron obtenidas *in vitro* en dicho estudio. Algunos de los clones de plantas seleccionadas tuvieron mayor contenido de sacarosa. La micropropagación de orquídeas mediante el cultivo de embriones es una práctica muy familiar. Substantial progreso se ha logrado en la propagación de estas plantas, mediante el cultivo y diferenciación de células somáticas (16, 24, 29). Existe información sobre la propagación clonal del cafeto (8, 21)

realizada a partir de células indiferenciadas. Mediante el cultivo *in vitro* de meristemas se obtienen plantas libres de virus de papa (2, 9, 13, 19, 28) y de fresa (1, 3, 27). Broome y Zimmerman (4) publicaron resultados sobre la propagación de plantas de zarzamora mediante el cultivo *in vitro* de las puntas de tallo de 1 a 2 cm de longitud.

Para inducir el crecimiento y la diferenciación de células *in vitro*, éstas tienen en ocasiones requerimientos específicos difíciles de satisfacer con un medio sintético, por lo que se han usado desde hace mucho tiempo, productos naturales como el endospermo líquido del coco (20, 26), extractos de maíz tierno (22) y más recientemente se ha estudiado el aguamiel* (5, 11, 12). No todos los extractos probados contienen sustancias que promueven el desarrollo celular *in vitro*. Hanning (7), supuestamente el primero que utilizó extractos de plantas de los géneros *Raphanus* y *Cochlearia*, encontró que éstos fueron tóxicos al provocar la muerte de embriones jóvenes de la mismas especies. Con el objeto de establecer la naturaleza de las sustancias promotoras del crecimiento celular *in vitro*, presentes en dichos productos naturales, se han efectuado análisis químicos y bioanálisis en varios laboratorios (15, 22, 25).

Con la finalidad de conocer nuevas fuentes de productos naturales con actividad reguladora del desarrollo celular *in vitro*, se realizó el presente estudio en el que se determinaron los efectos de tres productos naturales sobre el desarrollo *in vitro* de yemas axilares del tallo de zarzamora.

* Recibido para la publicación el 20 de marzo de 1979.

** Profesor Investigador y Ayudante de Investigación, respectivamente Rama de Genética, Colegio de Postgraduados, Secretaría, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Chapingo, México.

* Jugo de maguey.

Materiales y métodos

Fragmentos de tallo de plantas de zarzamora (*Rubus* sp) variedad 'Himalaya', donados por la sección de fruticultura de la Rama de Genética, fueron colectados en San Martín, área aledaña al Colegio de Postgraduados, durante los meses de agosto y septiembre de los años 1977 y 1978.

Una serie de medios de cultivo (medios normales) fueron preparados utilizando el medio de Cresswell y Nitsch (6) como medio basal (CyN) el cual se suplementó con 10 por ciento v/v de agua de coco (CyN ac), 10 por ciento v/v de aguamiel (CyN am), o con 5 por ciento v/v de miel de abeja (c y Nma). A los medios que contenían aguamiel o miel de abeja no se les agregó sacarosa. Otra serie de medios (medios diluidos) fue preparada reduciendo a la mitad la concentración de todos los componentes de los medios normales a excepción del agar que en todos los casos fue de 5,5 g/l de agar de la casa Merck (CyN 0,5, CyN am 0,5, CyN ac 0,5 y CyN ma 0,5). El pH inicial de los medios fue ajustado a 5,8 en un potenciómetro Sargen Welch modelo LS. En frascos de vidrio con tapón de rosca de 40 ml de capacidad se sirvieron 10 ml de medio licuado y se esterilizaron en una autoclave eléctrica de vapor durante 15 minutos a una presión de 1,02 kg/cm².

Para establecer los cultivos *in vitro*, se cortaron segmentos de tallo de aproximadamente 5 cm de longitud, de plantas de zarzamora, se sellaron los extremos con parafina fundida y se sometieron a un proceso de esterilización que consistió en lavar con agua de la llave los segmentos, posteriormente se mantuvieron en etanol de 70 por ciento v/v durante 30 segundos, se retiró el etanol y se agregó una solución acuosa de hipoclorito de calcio al 2 por ciento p/v y Tween 20 al 0,5 por ciento. Después de un lapso de 30 minutos se descartó la solución de hipoclorito de calcio y los fragmentos de tallo se lavaron seis veces con agua destilada esterilizada. A continuación se disecaron las yemas de 3-4 mm bajo condiciones de asepsia y se colocó una yema por frasco sobre el medio de cultivo sólido con el ápice de ésta hacia arriba.

Las yemas fueron inicialmente incubadas en la oscuridad por un lapso de 15 días y posteriormente en un medio ambiente iluminado con luz blanca fluorescente (luz incidente de 60 velas-pie). Los cultivos se mantuvieron a una temperatura de 26-28°C.

Resultados y discusión

Los resultados que se presentan a continuación (Fig. 1 y 2) provienen de tres series de experimentos independientes realizados uno en 1977 y dos en 1978. El número de yemas sembradas por medio de cultivo y por experimento fue de 21, 18 y 25. La primera observación se realizó después de un primer período de incubación en la oscuridad de 15 días, encontrándose en los medios normales un 53,46 por ciento de

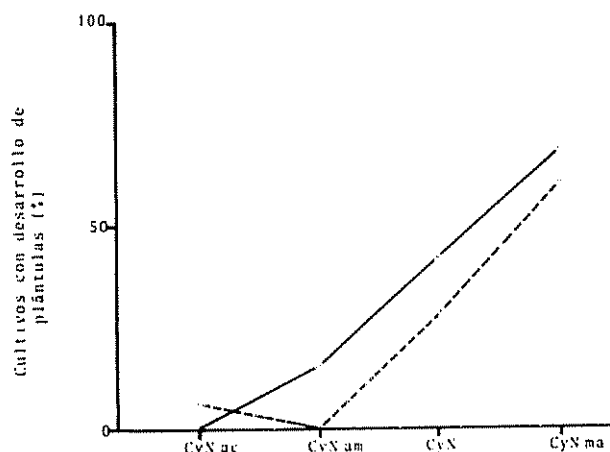


Fig. 1.—Efecto de los productos naturales indicados en la gráfica, sobre el proceso de la diferenciación. Los medios normales se ordenaron de menor a mayor, de acuerdo al número (en por ciento) de plántulas desarrolladas en un período de incubación de 70 días. En línea continua se expresan los resultados de los medios normales y en línea punteada los de los medios diluidos.

contaminación, mientras que en los medios diluidos un 46,54 por ciento. Estos cultivos se desecharon de inmediato. Esta diferencia poco significativa puede deberse a la mayor accesibilidad de nutrimentos para los microorganismos en los medios normales, efecto que se observa también en la velocidad de desarrollo de las yemas. El tipo de desarrollo del material dependió del medio de cultivo en que se encontraba. En los medios que contenían agua de coco, las yemas desarrollaron preferentemente tejido indiferenciado y de una a varias raíces de 2 a 15 mm de longitud. Cuando los medios contenían miel de abeja, las yemas desarrollaron de una a varias raíces vigorosas de aproxi-

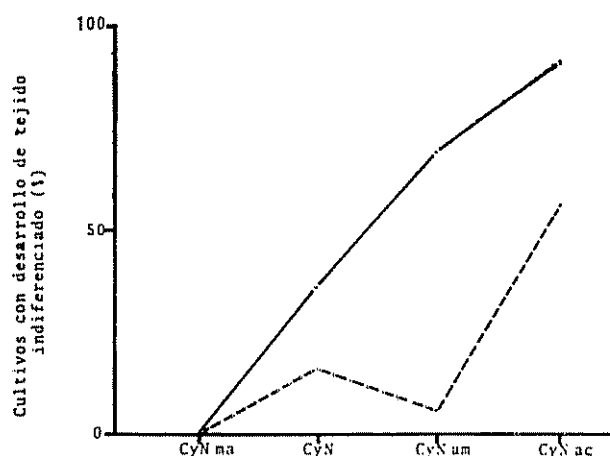


Fig. 2.—Efecto de los productos naturales en estudio, sobre el proceso de desdiferenciación celular. Los medios normales se ordenaron en la gráfica de menor a mayor, de acuerdo al número de yemas (en por ciento) que desarrollaron únicamente tejido indiferenciado acompañado de pequeñas raíces en un período de incubación de 70 días. En línea continua se expresan los resultados de los medios normales y en línea punteada los de los medios diluidos.

Cuadro 1.—Tipo de desarrollo observado en el material biológico, cultivado en los medios que se indica e incubado durante 70 días bajo las condiciones descritas en Materiales y Métodos. Los resultados de cada medio de cultivo están expresados en por ciento.

Tipo de desarrollo	Medio de cultivo							
	CyN	CyN 0.5	CyN ac	CyN ac 0.5	CyN am	CyN am 0.5	CyN ma	CyN ma 0.5
Yemas degeneradas	15,78	4,0	9,1	6,25	7,69	35,29	31,25	13,13
Yemas sin desarrollo aparente		8,0		6,25		23,52		6,66
Yemas con desarrollo de tejido indiferenciado y raíces	36,81	16,0	90,9	56,25	69,22	5,88		
Yemas con desarrollo de raíces	5,26	44,0		25,00				20,00
Yemas que desarrollaron el sistema foliar					7,69	35,29		
Yemas que desarrollaron plántulas completas	42,10	28,0		6,25	15,38		68,75	60,00

madamente 15 mm de longitud pero no tejido indiferenciado. En los medios basales y en los suplementados con agua miel las yemas desarrollaron preferentemente raíces de aproximadamente 20 y 2 mm respectivamente, y muy poco tejido indiferenciado. (Fig. 1 y 2)

El grado de desarrollo de las yemas después de un período de incubación de 55 días en la luz se presenta en el Cuadro 1. En los medios suplementados con

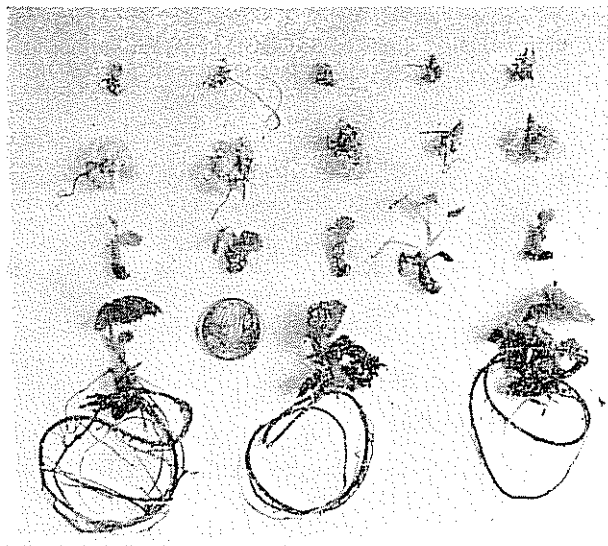


Fig. 3.—Aspecto del desarrollo de las yemas de zarzamora incubadas por un lapso de 70 días según se describe en Materiales y Métodos. De la fila superior a la inferior se muestran yemas que desarrollaron: pequeñas raíces en ausencia de tejido indiferenciado y raíces, sistema foliar sin el radical, plántulas completas. Las plántulas que se muestran en la última fila se obtuvieron en el medio de cultivo suplementado con miel de abeja. Las plántulas desarrolladas en otros medios presentaron un sistema radical poco desarrollado.

miel de abeja se desarrollaron plantas completas sin producción aparente de tejido indiferenciado. La parte aérea de la planta alcanzó longitudes de 10 a 30 mm mientras que las raíces de 5 a 210 mm de longitud y en número variable por planta, lo cual se ilustra en la última fila de plántulas en la Figura 3.

En los medios CyN las yemas desarrollaron plántulas de 10 a 40 mm de longitud y en lo que era la base de la yema en algunos casos se desarrolló tejido indiferenciado con áreas de pigmentación verde, crema y rosa. En otros casos las yemas desarrollaron tejido indiferenciado con o sin pequeñas raíces cuya apariencia se muestra en la segunda fila de muestras en la Figura 3. Cuando el medio fue suplementado con aguamiel, las yemas desarrollaron preferentemente tejido indiferenciado de pigmentación verde o crema con o sin raíces pequeñas o bien plántulas sin raíces en el caso del medio CyN am 0,5.

El agua de coco promovió el desarrollo de tejido indiferenciado de pigmentación verde o crema y pequeñas raíces. (Fig. 2).

En general, en los medios normales, el grado de desarrollo alcanzado fue siempre mayor.

El medio CyN seleccionado para este estudio, que contiene la auxina ácido indol-3-butírico, induce la diferenciación de las yemas de zarzamora hasta el límite máximo o sea el desarrollo de yema a planta. Los productos naturales utilizados deben interaccionar de manera diferente con esta fitohormona (23) o en general, con el mecanismo que regula los procesos de la diferenciación celular. La miel de abeja es de los productos naturales probados en este estudio, el único que promueve el desarrollo de la yema en planta sin aparente producción de tejido indiferenciado, mientras que el aguamiel y el agua de coco en mayor grado interfieren con este proceso induciendo la producción

de tejido indiferenciado, lo cual se puede apreciar en la Figura 2.

En trabajos anteriores se ha demostrado que el efecto del aguamiel es específico y reproducible en otros tejidos vegetales probados (5, 11, 12). El mismo tipo de reproductibilidad se ha obtenido con la miel de abeja colectada en las localidades de Jalapa, Ver., Tepoztlán, Mor. y Uruapan, Mich. al efectuar bioanálisis utilizando tejido de hoja de *Phaseolus vulgaris* y *Lycopersicon esculentum* (trabajo en preparación). Con el objeto de estudiar estas propiedades del aguamiel y de la miel de abeja se está experimentando con tejidos y órganos de un mayor número de plantas.

Resumen

Yemas axilares del tallo de zarzamora (*Rubus* sp) variedad 'Himalaya' se cultivaron *in vitro* en el medio basal sólido de Cresswell y Nitsch, el cual fue suplementado con agua de coco, aguamiel o con miel de abeja. Las yemas se incubaron a una temperatura de 26-28°C y en un medio ambiente iluminado. Mientras que los medios suplementados con agua de coco y aguamiel inducen preferentemente la producción de tejido indiferenciado, el medio basal y el suplementado con miel de abeja promueven el desarrollo de plántulas sin producción de tejido indiferenciado en un período de incubación de 70 días.

Literatura citada

- ADAMS, A. N. An improved medium for strawberry meristem culture. *Journal of Horticultural Science* 47:263-264. 1972.
- ALCONERO, R., SANTIAGO, A. G., MORALES, F. y RODRIGUEZ, F. Meristem tip culture and virus indexing in sweet potatoes. *Phytopathology* 65: 769-773. 1975.
- BOXUS, P. The production of strawberry plants by *in vitro* micro-propagation. *Journal of Horticultural Science* 49: 209-210. 1974.
- BROOME, O. C. y ZIMMERMAN, R. H. *In vitro* propagation of blackberry. *HortScience* 13: 151-153. 1978.
- CARRILLO-CASTAÑEDA G. y LOPEZ, M. C. Efecto del aguamiel y del agua de coco en citocultivos de plantas herbáceas y leñosas. *Agrociencia* 28: 111-113. 1977.
- CRESSWELL, R. y NITSCH, C. Organ culture of *Eucalyptus grandis* L. *Planta* 125: 87-90. 1975.
- HANNING, E. Zur physiologie pflanzlicher Embryonen. I. Über die cultur von Cruciferen-Embryonen ausserhalb des Embryosacks. *Bot Zeit* 62 (1904): 45-80.
- HERMAN, E. B. y HAAS, G. J. Clonal propagation of *Coffea arabica* L. from callus culture. *HortScience* 10: 588-589. 1975.
- KASSANIS, B. The use of tissue cultures to produce virus-free clones from infected potato varieties. *Annals of Applied Biology* 45:422-427. 1957.
- LIU, M. C. y CHEN, W. H. Tissue and cell culture as aids to sugarcane breeding. I. Creation of genetic variation through callus culture. *Euphytica* 25: 393-403. 1976.
- LOPEZ PERALTA M. C., CARRILLO-CASTAÑEDA, G. y SALCEDA, V. M. Estudio sobre el desarrollo de citocultivos de *Phaseolus vulgaris* L. y *Lycopersicon esculentum* en medios suplementados con aguamiel y agua de coco. I. Fisiología de los cultivos estáticos y en suspensión. *Agrociencia* 31: 65-73. 1978.
- LOPEZ PERALTA M. C., CARRILLO-CASTAÑEDA, G. y SALCEDA, V. M. Estudio sobre el desarrollo de citocultivos de *Phaseolus vulgaris* L. y *Lycopersicon esculentum* en medios suplementados con aguamiel y agua de coco. II. Cultivo y diferenciación de los meristemos apicales del tallo. *Agrociencia* 31: 75-81. 1978.
- MacDONALD, D. M. Heat treatment and meristem culture as a means of freeing potato varieties from viruses X and S. *Potato Research* 16:263-269. 1973.
- MANIE, S., BOLL, W. G. Comparison of growth and extracellular polysaccharide of cotyledon cell suspension cultures of bush bean (*Phaseolus vulgaris* cv. 'Contender') grown in coconut milk medium and synthetic medium. *Canadian Journal of Botany* 53: 1542-1548. 1975.
- MAUNEY, J. R., HILLMAN, W. S., MILLER, C. O., SKOOG, F., CLAYTON, R. A. y STRONG, F. M. Bioassay, purification, and properties of a growth factor from coconut. *Physiologia Plantarum* 5: 485-497. 1952.
- MOREL, G. M. Producing virus-free Cymbidiums. *American Orchid Society Bulletin* 29. 1960. pp. 495-497.
- MURASHIGUE, T. y SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497. 1962.
- NICKELL, L. G. y HEINZ, D. J. Potential of cell and tissue culture techniques as aids in economic plant improvement. In *Genes, Enzymes and Populations*. A.M. Srb (ed), New York, Plenum, 1975. pp. 109-128.
- ROEST, S. y BOKELMANN, G. S. Vegetative propagation of *Solanum tuberosum* L. *in vitro*. *Potato Research* 19: 173-178. 1976.
- SHANIZ, E. M. y STEWARD, F. C. Coconut milk factor: the growth promoting substances in coconut milk. *Journal of the American Chemical Society* 74: 6133-6135. 1952.
- STARITSKY, G. Embroid formation in callus tissues of coffee. *Acta Botanica Neerlandesa* 19:509-514. 1970.
- STEWART, F. C., AMMIRATO, P. V. y MAPES, M. O. Growth and development of totipotent cells. Some problems, procedures and perspectives. *Annals of Botany* 34: 761-787. 1970.
- STEWART, F. C. y CAPLIN, S. M. A tissue culture from potato tuber: The synergistic action of 2,4-D and of coconut milk. *Science* 113: 518-520. 1951.

24. STEWARD, F. C y MAPES, M. O. Morphogenesis in aseptic cell cultures of *Cymbidium*. Botanical Gazette 132: 65-70. 1971
25. TULECKE, W., WEINSTEIN, I. H., RUTNER, A. y LAURENCOT, H. J. The biochemical composition of coconut water (coconut milk) as related to its use in plant tissue culture. Contributions of the Boyce Thompson Institute 21: 115-128. 1961.
26. VAN OVERBEEK, J., CONKLIN, M. E y BLAKESLEE, A. F. Factors in coconut milk essential for growth and development of very young *Datura* embryos. Science 94: 350-351. 1941.
27. VINE, S. J. Improved culture of apical tissues for production of virus-free strawberries. Journal of Horticultural Science 43: 293-297. 1968
28. WANG, P. J y HUANG, L. C. Callus cultures from potato tissues and the exclusion of potato virus X from plants regenerated from shoot tips. Canadian Journal of Botany 53: 2565-2567. 1975.
29. WIMBER, D. E. Clonal multiplication of *Cymbidiums* through tissue culture of the shoot meristem. American Orchid Society Bulletin 32. 1963. pp 105-107

Notas y Comentarios

Identificación microscópica de cultivares

Algún día las micrografías del microscopio electrónico de barradura pueden llegar a ser parte de las solicitudes de patentes de plantas cultivadas, suplementando las tradicionales descripciones de la morfología y estructura de la planta. Esto afirma el Dr. Charles R Krause, fitopatólogo de la Administración de Ciencia y Educación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*Agricultural Research* vol 27, Nº 9).

El Dr. Krause encontró que el microscopio electrónico de barradura, que produce una imagen tridimensional de un espécimen sobre una pantalla de televisión, aumentada hasta 200.000 veces, muestra características foliares suficientemente claras como para identificar hasta un clon específico. Un clon es un cultivar reproducido vegetativamente a partir de una sola planta.

Krause pudo identificar cultivares de olmo americano (*Ulmus americana*), originados de estacas, con árboles de los que se originaron, usando este método de "huellas digitales".

Olmos de tres años, iniciados de estacas de dos árboles de diferentes procedencias, se plantaron en el invernadero y en campo abierto. Se colectaron muestras de hojas mensualmente y se compararon con hojas tomadas de los árboles originales. Las imágenes resultantes del microscopio electrónico de barradura mostraron diferencias consistentes en la apariencia de los estomas y en los tricomas (pelos foliares) entre los dos grupos, aun en aumentos de sólo 100 veces.

La forma y números de los tricomas así como la forma y tamaños de los estomas suministraron las diferencias más importantes en la apariencia. La identificación de clones de olmo puede hacerse claramente mediante estas diferencias. Así, los tricomas de uno de los clones, tenían unas células basales de una configuración esteliforme; en cambio, los tricomas del otro clon no presentaban esas células basales.

El laboratorio que dirige el Dr. Krause en Delaware, Ohio, está ahora estableciendo características diferenciales en clones de arce, rosales y cultivares de otras plantas.

Publicaciones

Boletín Rural. El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica ha iniciado la publicación de *Boletín Rural*, destinado a dar a conocer la labor de sus reparticiones en beneficio del sector agropecuario del país. En forma de periódico tabloide, de ocho páginas, está editado por la Unidad de Información Técnica. No se indica la periodicidad ni tiene

fecha el primer número. Tiene notas cortas de temas de interés como la moniliasis del cacao (por Gustavo Enriquez), la caña de azúcar (de Franklin Aguilar), el trigo en Costa Rica (de Antonio Zumbado), la historia del banano en Costa Rica (de Alfonso Jiménez) y otros más. Nos enteramos, entre otros casos, que durante la Colonia se exportó trigo en Costa Rica a países vecinos.

Protección de los lechones contra males intestinales

Un enfoque nuevo radicalmente diferente en la prevención de una de las más importantes infecciones intestinales ha emergido de investigaciones realizadas en el Unilever Research Institute en Bedfordshire, Inglaterra. El nuevo método, que ya está en servicio activo en las fincas, se basa no en la medicación masiva de los cerdos con antibióticos (muy criticado en los últimos meses) sino en estimular los propios sistemas de defensa de los cerdos (*Veterinary Record*, Vol. 104, p. 494).

La enfermedad en cuestión es una forma severa y a menudo letal de diarrea de los lechoncitos, causada por algunas cepas de la familiar bacteria, *Escherichia coli*. La bacteria se encuentra en las heces de casi todos los mamíferos, incluso el hombre, en grandes números. En el colon, donde está su sitio, no hace ningún daño. En un lechón joven, sin embargo, que no ha desarrollado todavía un estómago ácido, que actúa como barrera contra la infección, *E. coli*, puede penetrar en las partes superiores del intestino, si el lechón husmea por donde está el estiércol de su madre. Los resultados pueden ser catastróficos, y el problema se hace todavía peor por el hecho de que la excreción de *E. coli* de la madre se eleva grandemente con la tensión de dar a luz justamente cuando el lechón recién nacido está más desamparado.

En el pasado, los intentos de ayudar a los lechones durante este período se han concentrado en la vacunación de la marrana, inyectándole con partículas de *E. coli* muertas, en la esperanza de que elabore anticuerpo a esas partículas. Como todos los animales domésticos, el lechón recién nacido recibe todos sus anticuerpos de su madre en el calostro. El problema está en que el anticuerpo que se encuentra en la leche después de la inyección, aunque es abundante, no es el tipo más útil para el cerdo recién nacido. Una manera de obtener la clase correcta del anticuerpo era dar a la marrana el *E. coli* en su alimento, para estimular su sistema inmunológico vía el intestino, pero esto aumenta el nivel de excreción de las bacterias en el suelo, una de las cosas que el agricultor quiere reducir.

El nuevo esquema, que presentan J. Chidlow y P. Porter, de la Unilever, es un ataque de dos pinzas contra la bacteria y está probando ser muy eficaz. La cerda misma es alimentada con los extractos de *E. coli* muerto antes de que dé a luz

su lechigada. Esto es seguido por una inyección de la misma "vacuna". El resultado es que el nivel de anticuerpos en el calostro es el tipo correcto (IgM) y a un nivel del doble del de los cerdos que han recibido la inyección convencional.

Los ensayos de campo del nuevo sistema son impresionantes. Los cerdos tratados mostraron sólo una marginal enfermedad: un lechoncito murió de un grupo de 43. En el grupo testigo, sin vacunación, el 75 por ciento de los lechones murieron a consecuencia del *E. coli*.

Este nuevo sistema es único en que permite todavía la presencia de *E. coli* en el intestino, lo que provoca que se desarrolle la inmunidad en los animales, pero previene que las bacterias produzcan la enfermedad. Los antibióticos pueden ciertamente matar al *E. coli*, pero entonces dejan al cerdo indefenso contra un futuro ataque. Con la preocupación actual sobre el abuso de drogas en la agricultura y los temores sobre el desarrollo de resistencia a antibióticos en las bacterias, este nuevo sistema está destinado a ser adoptado por los criadores progresistas de cerdos.

El ácido fórmico como almacenado de energía

El ácido fórmico, la sustancia responsable por la punzada de una ortiga, podría almacenar el exceso de energía eléctrica de fuentes intermitentes, tales como células fotovoltaicas y generadores de viento.

Richard Crandall, Richard Williams y Allen Bloom, de los Laboratorios de la RCA, en Princeton, New Jersey, han mostrado como el ácido fórmico puede ser fácilmente descompuesto en hidrógeno y dióxido de carbono, siendo el hidrógeno un combustible útil. El ácido puede hacerse por electrólisis (la reducción electroquímica del dióxido de carbono) y usado después como una fuente de hidrógeno cuando sea necesario (*Applied Physics Letters*, Vol. 33, p. 381).

Los investigadores encontraron que la electrólisis ocurre en un electrolito de bicarbonato de sodio acuoso y cloruro de tetrametilamonio con un electrodo de níquel amalgamado. El dióxido de carbono se deja escapar sobre el electrodo o el gas podría disolverse en el electrolito. Los investigadores manifiestan que la concentración del ácido fórmico producido por electrólisis, equivale a almacenar hidrógeno a una presión de 100 atmósferas.

El ácido fórmico no necesita equipo criogénico (como lo necesita el hidrógeno) para mantenerlo en estado líquido. La solución acuosa del ácido producido por electrólisis puede ser almacenada por años, y cuando se necesita el hidrógeno, la solución se descompone al agregarle un catalítico de paladio sostenido en partículas finas de carbón.

En los experimentos, la descomposición dio hidrógeno, a la presión atmosférica, para usarse como fuente de energía no contaminadora. Alternativamente, el ácido fórmico mismo puede ser usado como un combustible (aunque esto probablemente cause problemas de polución).

La eficiencia total de este nuevo método de almacenar energía es 60 por ciento. El efecto combinado de elaborar ácido fórmico de dióxido de carbono, usando energía eléctrica y después descomponer el ácido para obtener hidrógeno y dióxido de carbono, es el mismo que electrolizar el agua por una ruta directa.

Acción de las células asesinas de la sangre

Las células T citotóxicas, los linfocitos "asesinos" del sistema inmunológico, pueden no matar por una acción directa sobre la membrana celular, a las células que ellas están diseñadas para destruir. Este hallazgo, que va algo en contra de algunas hipótesis previas sobre las tácticas mortales de los linfocitos, viene del departamento de investigación de la firma farmacéutica Hoffman la Roche, en Basilea, Suiza (*Immunology*, Vol. 36, p. 178).

Los invasores extraños al cuerpo estimulan la acción de los linfocitos del sistema inmunizador, los que se ocupan entonces de una variedad de actividades dirigidas a destruir al invasor. Las células de una población, (las células B) secretan anticuerpos proteínicos hechos para adherirse al invasor específico. Las células de otro grupo (células T) cumplen un número mayor de papeles. Algunas ayudan a las células B a producir anticuerpos, otras suprimen la misma función; pero un grupo, las células T citotóxicas, son los "matones" del sistema inmunológico.

Cuando están propiamente programadas, estas células vagan por el sistema circulatorio con el tipo de célula objetivo firmemente impreso en sus receptores de superficie. Cuando la encuentran, la matan. Aunque hay muchos ejemplos bien documentados de esta inmunidad mediante células, todavía no se sabe precisamente cómo estos pequeños y eficientes asesinos despachan sus objetivos.

A Matter decidió filmar esta interacción entre estos linfocitos matadores y sus víctimas usando microcinematografía, y combinó su estudio con un análisis con microscopio electrónico de cada fragmento de la acción.

Primero crió una población de las células T fitotóxicas, preparadas para matar células de tumores malignos que fueron entonces usadas como blancos. Las células se mezclaron y las cámaras empezaron a funcionar. La película mostró que la interacción siempre seguía un patrón similar. Primero vino la fase de reconocimiento, en la cual las células T reptan al azar sobre el objetivo; entonces las membranas de los dos combatientes entran en un contacto muy estrecho. Repentinamente, la membrana de la célula objetivo comienza a hincharse irregularmente, y en esta etapa está efectivamente muerta.

Debido al contacto muy estrecho entre las membranas, muchos investigadores anteriores han sugerido que la rotura de la membrana es la causa directa de la muerte de las células objetivos. Sin embargo, las figuras del microscopio electrónico hechas en este estudio parecen mostrar que las ampollas en la membrana superficial coinciden con roturas catastróficas dentro de la célula, que comprenden al núcleo, mitocondrios y otros orgánulos de la célula víctima. Esto sugiere que el mensaje de "autodestrucción" puede bien venir de adentro de la célula víctima, provocado por una secreción o acción física de la célula T que está sentada en su superficie.

Todavía no se sabe, con certeza, qué cosa es este agente que provoca la acción, y no se puede todavía eliminar la posibilidad de que es la rotura de la superficie del objetivo lo que provoca el suicidio de la célula, aun cuando no sea la causa final de la muerte.

Insectos que destoxifican a las plantas venenosas

Una nueva escaramuza en la guerra química entre las plantas y sus predadores ha sido observada por investigadores de la Universidad de Cornell. Una contradefensa usada por insectos para combatir el arsenal químico, poderoso y proactivo, de ciertas plantas, ha sido descrita recientemente por Lena B. Brattsten, F. Wilkinson y T. Eisner (*New York's Food and Life Sciences Quarterly* 11 (3): 23, 1978).

Encontraron que plantas venenosas comidas por el gusano trozador del sur (*Prodenia eridania*) activan las enzimas defensivas del insecto hacia una actividad incrementada. Este sistema enzimático, que se ha encontrado en el intestino de *Prodenia* (y de otros insectos, Cf. *Turrialba* Vol. 29, p. 1979), actúa como un desagüe bioquímico y descompone sustancias potencialmente peligrosas, ya sea provenientes de plantas, drogas, plaguicidas u otros productos sintéticos.

Los investigadores de Cornell buscan una explicación de la manera cómo funciona este complejo sistema porque el hombre también tiene su sistema que descompone sustancias nocivas. En futuras investigaciones, los científicos esperan definir el ámbito de la capacidad de este sistema enzimático para proteger a los animales, y también para determinar las diferencias bioquímicas entre los sistemas de diferentes especies. Esta información los ayudará a diseñar insecticidas con toxicidad selectiva.

Changes in some major elements associated with feminization of castor (*Ricinus communis* L.) influenced by kinetin and morphactin* ————— N. RAJA KUMAR, P. GOPALA RAO**

COMPENDIO

*Se ha estudiado el efecto de cinetina y morfactina sobre la expresión sexual floral del ricino (*Ricinus communis* L. cv 'Aruna'). Se observó que la proporción de flores femeninas a masculinos fue de 1: 4,75 en las plantas testigo, de 1: 1,61 en las tratadas con cinetina, y de 1: 3,29 las con morfactina. Aunque el número de flores masculinas aumentó en las plantas tratadas con morfactina, la proporción entre los sexos no se alteró mucho ya que no hubo disminución de flores masculinas. Comparado con el testigo, la altura del tallo disminuyó y el número de nudos aumentó con el tratamiento de morfactina, mientras que la altura y el número de nudos aumentó con la cinetina.*

Se discute la modificación de la expresión sexual con respecto a las fracciones del fósforo y algunos elementos minerales. El P-total, el P-inorgánico, P-ácido nucleico y P- proteína, se incrementaron, mientras que el P-lípido disminuyó con los tratamientos de cinetina y morfactina, comparados con el testigo. Los contenidos de sodio, potasio y calcio fueron favorecidos por ambas tratamientos. Las flores masculinas se caracterizaron por niveles más altos de P- total y P-inorgánico, y las flores femeninas, por niveles más altos de P-orgánico, P-lípido y P-ácido nucleico. Los contenidos de potasio y calcio fueron más altos en las flores masculinas, y el sodio más alto en las flores femeninas. El incremento de la feminización fue causada tanto por la cinetina como por la morfactina, más en la primera que en la segunda. Así la morfactina se comportó en forma similar que la cinetina.

Introduction

MORPHACTINS have been used by several workers to elucidate their effects on flowering and sex expression in various flowering plants (22). Morphactins significantly affect sex expression in some cucurbits (3, 9, 20) and increases male tendency in *Luffa acutangula* (4, 10). Induction of feminization has been reported by treatments with cytokinins (5, 8, 16). The effect of growth regulators on the physiology of sex expression in monoecious plants is scanty, hence the present investigation is designed to study the effects of kinetin and morphactin on sex expression in castor.

One approach for the understanding of the mechanism of flowering and sex expression in higher plants is to study the endogenous changes of metabolites during the process of feminization. Changes in some major elements such as phosphorus, calcium, sodium and potassium are presented and discussed in the present study.

Materials and Methods

Castor (*Ricinus communis* L.) is an important oil crop, and is widely grown in tropical, sub tropical and temperate countries. 'Aruna', a radiation induced mutant has dwarf habit and relatively early maturity. It has a non-shattering spike, so it has been chosen for the present study. The seeds were sown in homogeneously manured plots. The plants reached anthesis

* Received for publication September 22nd, 1978

** Sri Venkateswara University College, Tirupati 517 502, INDIA

stage eleven weeks after sowing. The shoot tips were collected at the following stages in control and treated plants and were used for chemical analysis.

Sampling stages

Stage 1: Seedlings, two weeks after sowing

Stage 2: Plants, four weeks after sowing

Stage 3: Plants, six weeks after sowing

Stage 4: Plants, eight weeks after sowing

Stage 5: Plants, nine weeks after sowing. This is the critical vegetative stage where the shoot tip begins to transform itself into reproductive bud

Stage 6: Plants, ten weeks after sowing. This is the critical reproductive stage where the shoot tip was transformed from vegetative to reproductive bud containing minute male and female flowers in its sheath.

Stage 7: Plants, eleven weeks after sowing. This is the anthesis stage where the terminal racemose inflorescence shows anthesized male flowers and well differentiated female flowers.

Treatments

Kinetin (6-furfurylamino-purine) and morphactin EMD 7301 W (methyl ester of chlorfluoreneol) were used at a concentration of 20 ppm each. The aqueous solutions of the chemicals with 0.01% wetting agent (Tween-20) were sprayed at stage 3 and 4 to the stem tips and fully expanded upper leaves of the plant. Distilled water with wetting agent was sprayed for the control plants. Separate plots were maintained for each treatment.

Inflorescences at the seventh stage were removed from control and treated plants and the number of female and male flowers were counted. The flower sex ratio was calculated. The number of nodes and height of the plants were also noted. The acid soluble inorganic, lipid, nucleic acid and protein phosphorus were extracted by the procedure of Hall and Hodges (7) and then the orthophosphates were estimated by the method of Fiske and Subba Row modified by Bartlett (1). Difference between the total and acid soluble inorganic phosphorus gives the organic phosphorus. Sodium, potassium and calcium were estimated by using flame photometric methods (18).

Results and Discussion

Sex expression

The proportion of pistillate to staminate flowers has been used as an index of sex expression. It was observed that the ratio of pistillate to staminate flowers in control plants was 1:4.75. There was an increase of 78.13% over control with kinetin treatment and 41.63% with morphactin treatment in femaleness. The pistillate: staminate ratio was as follows — control 1:4.75, kinetin 1:1.61, and morphactin 1:3.29 (Table 1). With morphactin treatment, the reduction

Table 1.—Effect of kinetin and morphactin on changes in sex expression, node of flowering and height of the plant (Mean of ten replications).

	Control	Kinetin	Morphactin
Female flowers	32	57	45
Male flowers	152	92	148
Ratio of Female : Male	1:4.75	1:1.61	1:3.29
Node of flowering	17.8 ±0.88	19.0 ±1.08	19.3 ±1.18
Height of the plant in cm	98.5 ±1.98	113.8 ±3.11	93.1 ±1.31

	Female	Male flowers
F calculated	23.11*	31.14*
C.D. at 5% level	7.53	17.56

* Significant at $P = 0.05$.

in maleness was only 3% but the increase in femaleness was 40% hence the ratio of pistillate to staminate was not significantly altered in relation to control plants. As opposed to this behaviour, kinetin reduced the maleness by 40% and increased femaleness by 78% and hence the ratio of pistillate to staminate was significantly altered. The flower sex expression was analysed statistically. The values for critical difference (C.D.) were calculated at 5% level when they became significant. In the case of female flowers, the C.D. values showed highly significant differences between control and treatments. There was significant difference between control and kinetin but the results were insignificant between control and morphactin treatments in the case of male flowers. Increase in femaleness with morphactin treatment is in correlation with the production of pistillate flowers in *Luffa acutangula* (2). Strong suppression in maleness (21) and increase in maleness (10) is also reported. In the present study morphactin could not increase or decrease maleness significantly. A slight reduction in the height of the plant with morphactin treatment can be corroborated with the results of inhibition of elongation growth of new growing internodes (14, 15).

Total and Inorganic phosphorus

A steep fall in total —P and inorganic— P content was noticed from stage 1 to 6, however, an increase was noticed at the fourth stage irrespective of the treatments. (Table 2). Kinetin and morphactin caused an increase in total-P and inorganic-P, more in the former than in the latter treatment. In the shoot tips, at the sixth stage the increase in total-P was 11.68% and 6.88% and inorganic-P was 30.59% and 20.14% with kinetin and morphactin treatments respectively. The percentage values are calculated from the

Table 2—Changes in phosphorus fractions of shoot tips, female (Fe) and male (Ma) flowers of control, kinetin and morphactin treated plants (Mean of three replications)

mg/g dry weight

Stages	Control			Kinetin			Morphactin		
	To P	In. P.	Or P	To P	In. P.	Or P.	To. P.	In P.	Or. P
1	6.91	5.49	1.42	—	—	—	—	—	—
SE ±	0.12	0.22							
2	5.66	3.75	1.91	—	—	—	—	—	—
SE ±	0.22	0.07							
3	4.77	2.62	2.15	—	—	—	—	—	—
SE ±	0.09	0.05							
4	5.34	2.64	2.76	5.77	2.95	2.82	5.64	2.84	2.80
SE ±	0.02	0.08		0.08	0.12		0.21	0.12	
5	4.28	1.72	2.56	5.09	2.47	2.62	4.56	1.98	2.58
SE ±	0.16	0.15		0.08	0.08		0.24	0.06	
6	4.17	1.34	2.83	4.66	1.75	2.91	4.46	1.61	2.85
SE ±	0.08	0.02		0.15	0.06		0.19	0.08	
Fe	3.42	1.53	1.89	3.84	1.68	2.16	3.73	1.59	2.14
SE ±	0.11	0.01		0.17	0.07		0.15	0.06	
7									
Ma	4.25	2.61	1.64	4.77	2.99	1.77	4.35	2.67	1.62
SE ±	0.13	0.12		0.02	0.12		0.22	0.10	

To. P: Total phosphorus; In. P: Inorganic phosphorus; Or. P: organic phosphorus

actual values although they are not included in the tables. Thus, more feminization was characterized by higher levels of total-P and inorganic-P. Total phosphorus content was high in shoot tips corresponding to high sugar content (19). Mac Gillivray (13) and Singh and Singh (23) illustrated that low phosphorus levels caused a relative increase in reducing sugars. The present study cannot corroborate their observation. Not all growth regulators cause an increase in PPI. Ormrod and Williams (17) found that 50 µg of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid or gibberellic acid per plant applied as a spray caused decrease in PPI. Petioles and stems showed this effect. In the present study, activation of PPI accumulation by kinetin and morphactin occurred in shoot tips indicating biosynthetic reactions operating at high rate in these parts.

Male flowers possessed higher amounts of total and inorganic-P than that of the female flowers. Kurbarev (11) observed more inorganic-P in the ears than in panicles. This is contradictory to the observations in the present study.

Organic phosphorus

Lipid-P and nucleic acid-P increased from stage 1 to 6, except a slight decrease at stage 5; protein-P decreased from stage 1 to 3 then increased up to the last stage (Table 3). Both the treatments showed the same trend. At the sixth stage the increase in nucleic acid-P was 19.85% and 9.04%; protein-P was 11.42% and 7.14%; and the decrease in lipid-P was 20.77% and 21.67% with kinetin and morphactin treatments respectively. The results revealed that lipid and nucleic acid-P contents increased during vegetative and reproductive stages, whereas protein-P decreased during vegetative and increased during reproductive phases indicating that these are required for flower initiation. More feminization was characterised by high levels of nucleic acid-P and protein-P and low level of lipid-P.

Lipid, nucleic acid and protein phosphorus contents in female flowers surpass male ones, except the protein-P in the female flowers of control plants where it was lower than male flowers. Female and male

Table 3.—Changes in phosphorus fractions of shoot tips, female (Fe) and male (Ma) flowers of control, kinetin and morphactin treated plants. (Mean of three replications).

mg/g dry weight

Stages	Control			Kinetin			Morphactin		
	Li. P.	Nu. P.	Pr. P.	Li. P.	Nu. P.	Pr. P.	Li. P.	Nu. P.	Pr. P.
1	0.45	0.44	0.52	—	—	—	—	—	—
S.E. ±	0.03	0.01	0.02						
2	0.61	0.93	0.35	—	—	—	—	—	—
S.E. ±	0.03	0.09	0.01						
3	0.71	1.18	0.26	—	—	—	—	—	—
S.E. ±	0.01	0.12	0.01						
4	1.12	1.33	0.31	0.98	1.50	0.33	1.05	1.44	0.32
S.E. ±	0.04	0.05	0.01	0.04	0.08	0.01	0.04	0.01	0.01
5	0.96	1.28	0.33	0.82	1.44	0.36	0.90	1.34	0.35
S.E. ±	0.03	0.04	0.02	0.01	0.06	0.01	0.02	0.05	0.02
6	1.12	1.36	0.35	0.89	1.63	0.39	0.99	1.48	0.38
S.E. ±	0.03	0.05	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.06	0.01
Fe	0.81	0.85	0.23	0.74	0.96	0.49	0.76	1.11	0.27
S.E. ±	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01
7									
Ma	0.71	0.62	0.31	0.67	0.81	0.29	0.68	0.79	0.22
S.E. ±	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01

Li. P.: Lipid phosphorus; Nu. P.: Nucleic acid phosphorus; Pr. P.: Protein phosphorus.

flowers of treated plants contained lower amounts of lipid, higher quantities of nucleic acid and protein-P than the flowers of control plants.

Calcium, potassium and sodium.

Calcium content of the shoot tips decreased from stage 1 to 3 then increased up to the sixth stage, even with the treatments (Table 4). Calcium content was more in the male flowers than female flowers. Studies of Kwack (12) revealed that Ca binding takes place in the pectins of the pollen tube walls. Radioactive Ca incorporation was observed exclusively in the pollen tube wall regions of *Cynnum asiaticum*. His studies probably indicate that male flowers require more Ca, and hence they contain more Ca. In the present study, Ca content was found to be more in the male flowers indicating that monoecious plants do not differ in the composition of minerals with respect to Ca during sex differentiation.

Potassium content decreased during vegetative phase and increased during reproductive phase. Both the

treatments increased potassium at all stages. At stage 6, the increase in potassium content was 60.29% with kinetin and 26.24% with morphactin treatment. The data indicate that more feminization was characterized by high levels of K in shoot tips. Male flowers were richer in K content than female flowers. Wakhloo (24) studied the effect of different levels of potassium in *Solanum sisymbriifolium* and concluded that plants having a higher K do not bear the female sterile flowers. As K content was high in shoot tips of castor, female flowers that are fertile are produced, although their number is less than that of male flowers. Presence of high potassium in male flowers appears to be contradictory and in monoecious plants mineral composition of sexes may be different. The observation made by Dobrunov (6) that female organs have more mineral elements is not entirely correct in view of the present study as male flowers were characterized by higher potassium and calcium contents.

The content of sodium increased during the vegetative phase and decreased during the reproductive phase irrespective of the treatments. The increase in sodium content was 50.00 per cent with kinetin and

Table 4—Effect of kinetin and morphactin on changes in calcium, potassium and sodium contents of shoot tips, female (Fe) and male (Ma) flowers (Mean of three replications).

mg/g dry weight

Stages	Control			Kinetin			Morphactin		
	Ca	K	Na	Ca	K	Na	Ca	K	Na
1	2.80	15.52	0.78	—	—	—	—	—	—
S.E. ±	0.07	0.14	0.01						
2	2.08	10.96	0.82	—	—	—	—	—	—
S.E. ±	0.09	0.33	0.02						
3	1.84	11.76	1.02	—	—	—	—	—	—
S.E. ±	0.03	0.10	0.03						
4	1.68	10.56	1.14	2.00	13.52	1.26	2.32	11.76	1.18
S.E. ±	0.02	0.09	0.06	0.04	0.44	0.07	0.04	0.17	0.01
5	1.92	7.24	0.92	2.14	12.12	1.20	2.30	10.08	0.96
S.E. ±	0.07	0.08	0.03	0.08	0.36	0.07	0.05	0.31	0.03
6	1.98	8.46	0.74	2.18	13.62	1.02	2.44	10.68	0.80
S.E. ±	0.08	0.05	0.01	0.07	0.63	0.01	0.07	0.36	0.03
Fe	1.36	2.64	0.32	1.52	3.22	0.48	1.42	2.96	0.38
S.E. ±	0.01	0.07	0.02	0.14	0.07	0.01	0.04	0.05	0.01
7									
Ma	2.08	4.00	0.22	1.92	3.68	0.24	2.16	4.64	0.18
S.E. ±	0.05	0.13	0.01	0.07	0.05	0.01	0.07	0.17	0.01

18.75 per cent with morphactin treatment at the reproductive stage. More feminization was characterized by high level of sodium. Female flowers possessed higher sodium content than male ones.

Thus, in a final assessment of the results, it is concluded that morphactin exactly resembled kinetin in its response, although the effectiveness of the response is slightly less. It would be premature to draw any general conclusion as to how morphactin can simulate cytokinin although they are structurally different.

Summary

The effect of kinetin and morphactin on flower sex expression has been studied in castor (*Ricinus communis* L. var 'Aruna'). It was observed that the ratio of female to male flowers was 1:4.75 in control, 1:1.61 in kinetin and 1:3.29 in morphactin treated plants. Although the number of female flowers increased in morphactin treated plants the sex ratio did not alter much as there was no decrease in male flowers. Compared to control, height of the stem decreased and number of nodes increased with morphactin treatment, whereas height and number of nodes increased with kinetin.

The modification of sex expression is discussed with respect to phosphorus fractions and some mineral elements. Total-P, inorganic-P, nucleic acid-P and protein-P were increased, whereas lipid-P decreased with kinetin and morphactin treatments, when compared to control. Sodium, potassium and calcium contents were enhanced by both the treatments. Male flowers were characterized by higher levels of total-P and inorganic-P, and female flowers by higher levels of organic-P, lipid-P and nucleic acid-P. Potassium and calcium contents were higher in the male flowers and sodium higher in the female flowers. Increased feminization was caused by kinetin and morphactin, more by the former than by the latter. Thus, morphactin exactly behaved as kinetin.

Acknowledgements

The authors are grateful to Prof. V. S. Rama Das for his encouragement and for providing facilities. One of the authors (N.R.K.) thanks the University Grants Commission, New Delhi, for providing the financial assistance.

Literature cited

1. BARTLETT, G.R. Phosphorus assay in column chromatography. *Journal of Biological Chemistry* 234: 446-448, 1959.
2. BISARIA, A.K. Effect of a morphactin on growth, sex expression and fruit set and yield in *Luffa acutangula*. *Canadian Journal of Botany* 55: 752-756. 1977.
3. BISARIA, A.K. and BISARIA, A.K. Jr. Effect of chlorthalendol on sex expression, fruit set and yield in *Abelmoschus esculentus* L. *Journal of Experimental Botany* 27: 337-340. 1976.
4. BOSE, F.K. and NIISCH, J.P. Chemical alteration of sex expression in *Luffa acutangula*. *Physiologia Plantarum* 23: 1206-1211. 1970.
5. CATARINO, F.M. Some aspects of kinetin on sex expression in *Bryophyllum crenatum*. *Portugaliae Acta Biologica, Serie A* 8: 267-284. 1964.
6. DOBRUNOV, I.G. Physiological changes in the ontogenesis of plants [As cited by Kubarev, (11)] — 1956.
7. HALL, J.R. and HODGES, I.K. Phosphorus metabolism of germinating oat seeds. *Plant Physiology* 41: 1459-1464. 1966.
8. HASHIZUME, I. and IIZUKA, M. Induction of female organs in male flowers of *Vitis* species by zeatin and dihydrozeatin. *Phytochemistry* 10: 2653-2655. 1971.
9. KAUSHIK, M.P. and BISARIA, A.K. Influence of morphactin on sex expression in *Luffa acutangula* Roxb. *Journal of Experimental Botany* 24: 921-922. 1973.
10. KRISHNAMOORTHY, H.N. Effect of morphactin on growth and sex expression of *Luffa acutangula*. *Zeitschrift für Pflanzen Physiologie* 65: 88-90. 1971.
11. KUBAREV, P.I. Differences between male and female corn in florescences with respect to nucleic acids. *Soviet Plant Physiology* 12: 851-853. 1965.
12. KWACK, B.H. Studies on cellular site of calcium action in promoting pollen growth. *Physiologia Plantarum* 20: 825-933. 1967.
13. MAC GILLIVRAY, J.H. Effects of phosphorus on composition of tomato plants. *Journal of Agricultural Research* 34: 97-127. 1927.
14. MANN, J.D. *et al.* Independence of morphactin and gibberellin effects upon higher plants. *Plant Physiology* 41: 751-752. 1966.
15. NANDA, K.K. *et al.* Mode of action morphactin in epiphyllous buds of *Bryophyllum tubiflorum*. *Indian Journal of Plant Physiology* 11: 20-26. 1968.
16. NEGI, S.S. and OILMO, H. Sex conversion in a male *Vitis vinifera* L. by a Kinin. *Science* 152: 1624-1625. 1966.
17. ORMROD, D.P. and WILLIAMS, W.A. Phosphorus metabolism in *Trifolium hirsutum* as affected by 2,4-D and gibberellic acid. *Plant Physiology* 35: 81-87. 1960.
18. POLENKIOV, N.S. *Tecnicas in Flame photometric analysis*. Translated by C.N. Turton and T.I. Turton. New York Consultants Bureau 1961.
19. RAJA KUMAR, N. Physiology of differentiation in relation to sex expression influenced by Kinetin and morphactin in castor (*Ricinus communis* L.) Ph.D. thesis. SriVenkateswara University, Tirupati, India, 1978.
20. ROBINSON, R.W. *et al.* Morphactin induced parthenocarp in the cucumber. *Science* 171: 1251-1252. 1971.
21. SANKHLA, N. Effect of morphactin on flower sex expression in *Nicotiana paniculata*. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 61: 350-352. 1969.
22. SCHNEIDER, G. Morphactins: physiology and performance. *Annual Review of Plant Physiology* 21: 499-536. 1970.
23. SINGH, J.N. and SINGH, D.P. Effect of phosphorus deficiency on carbohydrate metabolism of *Mentha arvensis*. *Physiologia Plantarum* 21: 1341-1347. 1968.
24. WAKHLOO, J.L. Studies on growth, flowering, and production of female sterile flowers as affected by different levels of foliar potassium in *Solanum silybifolium*. *Journal of Experimental Botany* 26: 433-440. 1975.

Notas y Comentarios

Publicaciones

Critica Andina. El Instituto de Estudios Sociales Cusco (IESC) de Cusco, Perú, está publicando desde 1978 una revista, *Critica Andina*, cuyo objeto es publicar ensayos, investigaciones y documentos relativos básicamente al área andina, como una forma de esclarecer y debatir acerca de la realidad social de la región. El IESC está compuesto por un equipo multidisciplinario de científicos sociales que combinan actividades académicas con la investigación, y que desean impulsar la investigación de problemas sociales en la región sur andina del Perú. El primer número, de fecha marzo de 1978 tiene siete artículos sobre dinero e inflación en la economía campesina (de E. González de Olarte); de utilización de recursos productivos en una economía agraria dominada por el latifundio (de Bruno Kervyn); el problema mercantil simple

y la economía campesina de Espinar (de Marco Villasonte) y otros dos temas.

No se indica la periodicidad de la revista. El Director es Marco Villasonte y la dirección postal es: Director de Publicaciones, IESC, Casilla Postal 790, Cusco, Perú.

Avicultura Andina. Presentada como la única publicación de su tipo en Colombia, apareció en setiembre de 1977, la revista *Avicultura Andina*, destinada a servir a la industria avícola de Colombia, con proyecciones futuras a los países del Grupo Andino de América del Sur. Los dos primeros números estuvieron dedicados al Quinto Congreso Latinoamericano de Avicultura, celebrado en Bogotá en setiembre de 1977.

Aparece cada dos meses y el último que hemos recibido es el correspondiente el volumen 2, número 6, noviembre 1978.

El director actual es Mariano Trujillo García, y la dirección editorial es Av. 34 N° 20-50, Bogotá, D.E. Colombia.

Effects of rainfall on systemic insecticides in the control of *Leucoptera meyricki*^{1/} in Kenya*

F.M.E. WANJALA, B.S. DOOSO**

COMPENDIO

Se probaron los efectos de la lluvia sobre comportamiento de cuatro insecticidas sistémicos a 0, 3 y 6 semanas durante una estación lluviosa usando dosis simples. La precipitación (mm) determinó en gran medida las mortalidades larvales resultantes y la capacidad de las hojas tratadas sistémicamente de limitar o permitir la emergencia de polillas adultas con éxito. Se concluye que Dysiston, Furadan, Temik y Dacamox son capaces de controlar al Leucoptera spp., siendo la eficacia dependiente de la lluvia y posiblemente de otros factores ambientales. Dos aplicaciones de los insecticidas, una por cada estación lluviosa se consideran adecuadas para cada año para condiciones de Kenya.

Introduction

COFFEE leafminers are ubiquitous, chronic pests throughout Arabica coffee producing areas of Kenya. Although stands of young *Coffea arabica* L. occasionally suffer from dense infestation by the leaf miners, *Leucoptera meyricki* Ghesq. and *Leucoptera coffeina* Washb., most damage occurs in the mature coffee plantations. The aforementioned *Leucoptera* spp. attack unshaded and shaded coffee respectively. They mine the palisade layer underneath the upper leaf epidermis preferring old but discriminating against tender leaves. It is not known how leaf selection is done by female moths which initiate infestations during oviposition. Coffee leafminers produce upto eight continuous generations per year with marked peaks about September - November. Several factors account for outbreaks in Kenya. Infested leaves make trees unsightly with reduction of potentially photosynthetic leaf areas (4). Consequently, growers employ annual insecticide sprays to minimise mining and subsequent leaf fall. Economic thresholds of 35 + moths per tree are established by activated flight count of moths that take off when canopies are vigorously disturbed (2). Foliar sprays of organophosphate insecticides have proven especially effective against leafminers (6).

Soil applied systemic insecticides have been evaluated for controlling coffee leafminers in Kenya (Unpublished). Studies to define practical usage have been reported for Disyston (1) and Disyston during the rains (7). The present study was carried out to determine if soil applied systemic insecticides are effective in controlling leafminers and to investigate practical prescription for their usage based on rainfall.

Materials and methods

The study site was at Mwitumberia in Muranga District, Kenya, altitude 1462 m, with mature coffee. Treatments were applied by uniform broadcast in pre-cleaned 45 cm circles around the base of the stems. Plots of ten trees replicated in four blocks randomly received the rates of the systemic insecticides of the formulations represented in Table 1.

All granular materials were applied in 1977 at three different periods, when there had been no rains, October 21, three weeks after rains set in November 11 and after six weeks of rain December 1.

Treatment effectiveness was evaluated at three week intervals starting from the third week after application for periods of 33-42 weeks. One hundred leaves were randomly collected from each plot per insecticide treatment for the three periods on each occasion. Individual samples were portioned into several categories used to assess efficacy and levels of infestation. Mined and unmined leaves were separated by visual observation. Mines and eggs were counted to establish their

^{1/} Lepidoptera: Lyonetiidae.
* Received for publication July 3rd, 1979.

** Entomology Section, Coffee Research Station, P.O. Box 4, Ruiru, Kenya.

Table 1—Systemic insecticide formulations and rates tested

Trade name	Common name	Formulation	Rates per tree (g)
Disyston	Disulfoton	10 G	30
Temik	Aldicarb	15 G	15
Furadan	Carbofuran	10 G	40
Dacamox	Thiofanox	10 G	10

distribution within treatments. Unhatched eggs were counted to determine oviposition in different months. Differently aged mines were separated under a binocular microscope (4). Mines from twenty leaves of each

systemic insecticide treatments were dissected to determine larval mortality and survival. Adult *Leucoptera* moth and parasite populations were established from another twentieth of the sampled leaves by incubation from undissected mines in the laboratory.

Single rates were selected for Disyston, Temik, Furadan and Dacamox. Preliminary studies proved the individual rates to be effective. Disyston was used as a standard for evaluating effect of rainfall on systemic insecticide (7).

Results

The number of mines per area of foliage was large. All sampled trees had mines harbouring dead and living *Leucoptera* larvae. Highly significant differences existed between the numbers of dead *L. meyricki* larvae per dissected mine from Disyston, Furadan, Temik, Dacamox treated and untreated coffee for the duration between weeks 3-30 ($F, P < 0.001$).

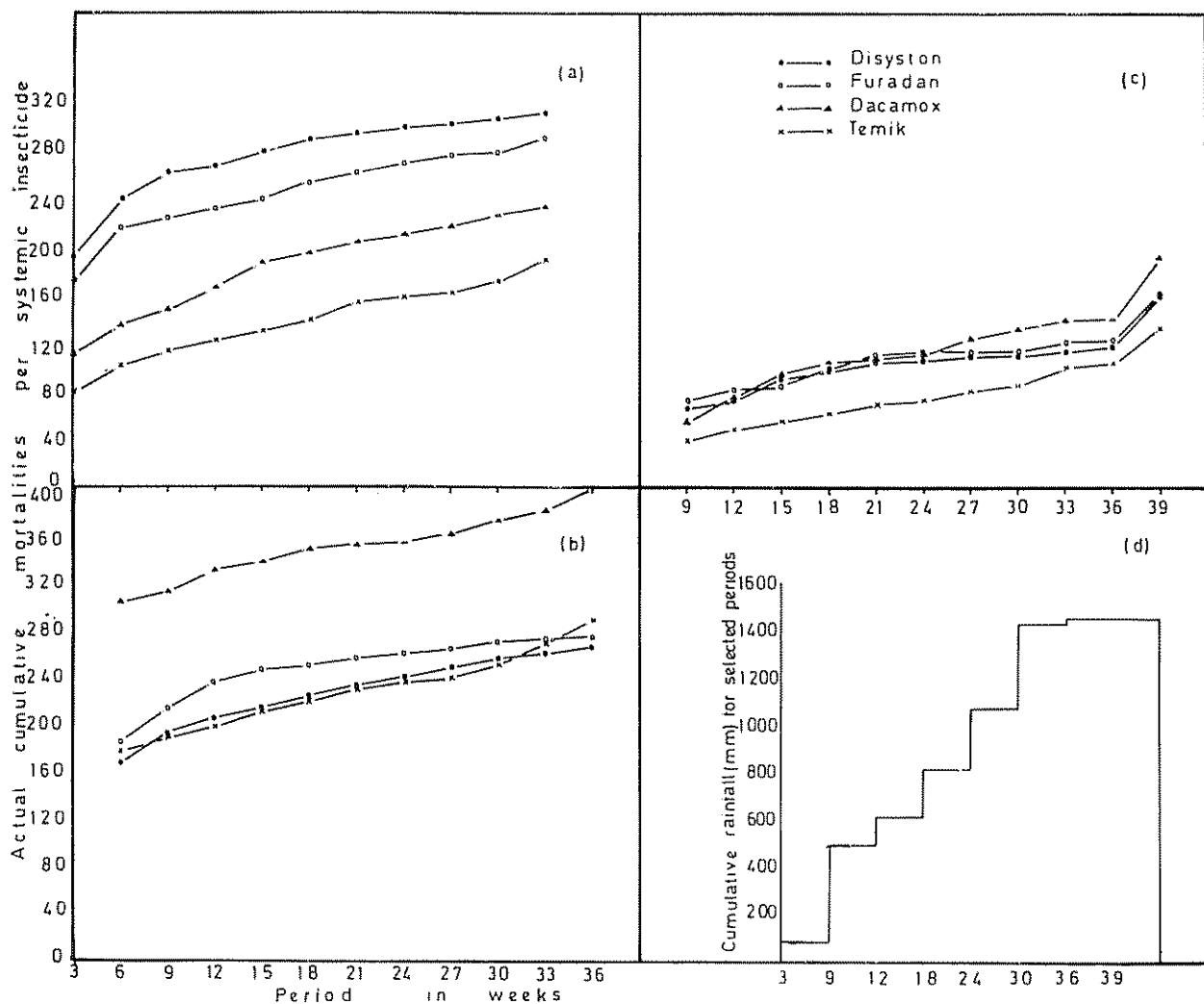


Fig. 1—Actual cumulative mortalities resulting from systemic insecticide applied at (a) Zero weeks of rains (b) 3 weeks after rains (c) 6 weeks after rains (d) cumulative precipitation for selected periods compared appearing in a, b and c. Rainfall effect was evaluated by treating Disyston as the standard.

Table 2.—Percentage mortalities of *Leucoptera* larvae following systemic insecticide application at the three different periods during the rains.

Treatments	Pre-treatment mortality	Highest percentage mortality	Periods when mortalities were reached after application (Weeks)	Period (weeks) of rains when applications were carried out
Disyston	45.50	79.25	3 and 6	0 and 3
Furadan	33.91	77.00	3 and 12	3 and 6
Temik	38.33	70.75	3 and 12	3 and 6
Dacamox	42.00	76.75	3 and 12	3 and 6
Control	45.08	57.50	3 and 6	3 and 6

Maximum percentage mortalities of 70-79 per cent (Table 2). were attained by systemic treatment especially with applications performed after 3 or 6 weeks of rain, within varying periods of one month to four months after treatment.

The insecticides tested; Disyston, Temik, Furadan and Dacamox were clearly responsive to the amount of rainfall. Comparison of their relative performance was as presented in Figs. 1 (a), (b), (c) in form of cumulative mortalities. Rainfall data are shown in Fig. 1(d) for selected periods when sampling was done. Although prerin treatment (Fig. 1 a) effect for Disyston and Furadan were higher than those for Temik and Dacamox, individual systemic effect was basically similar.

Disyston killed more larvae than Furadan > Dacamox > Temik. However after three weeks of rains (80 mm) (Fig. 1 b) Dacamox > Furadan > Disyston = Temik. Six weeks (Fig. 1 c) of rain narrowed the pattern, Disyston = Furadan = Dacamox > Temik. The amount of cumulative rainfall over time (Fig. 1 d) seemed to be among the major determinants for the resultant variations in efficacy of the systemic insecticides. Comparison was made directly between each material with Disyston as standard since this has been recommended for control of leafminers in Kenya (6).

Effective durations of control deduced from the above analysis complemented numbers of surviving larvae found on dissection. From week six after application to week 33 very few larvae survived in all treatments in different periods. Thereafter leaves were liable to reinfestation.

Damaging *Leucoptera* populations generally initiated about July-August. These invariably build up following oviposition which was remarkably high for almost three months, September - November. Egg deposition was independent of systemic insecticide treat-

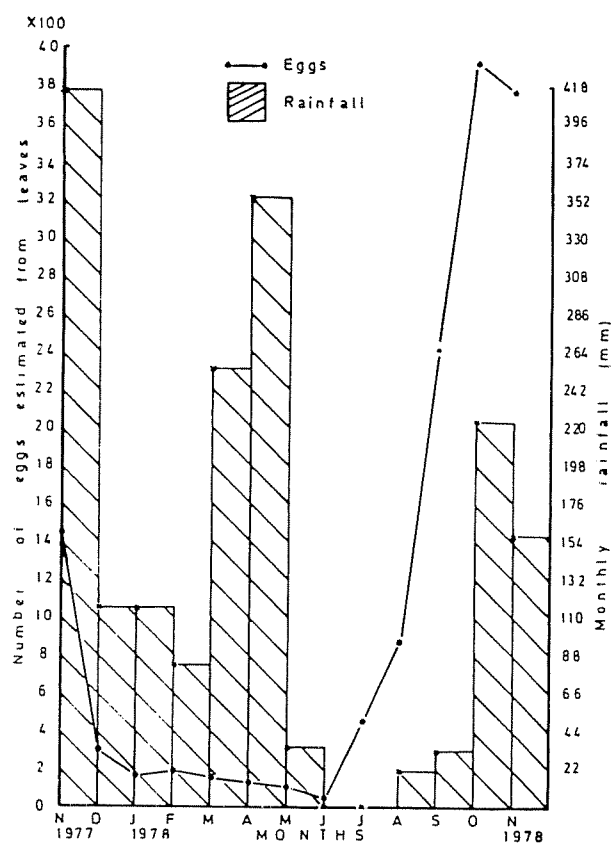


Fig. 2.—Effect of monthly rainfall on oviposition.

ment. Egg numbers when pooled for months irrespective of treatments and plotted against rainfall were as shown in Fig. 2.

Precipitation above 88 mm appeared to have a depressive effect on egg laying activity by *Leucoptera* female moths, although incipient oviposition was evident every month. Zero precipitation as experienced about June-July synchronised with high egg numbers in the samples.

L. meyricki moths reared from treated leaves declined significantly between weeks 3-9 following treatments in different periods ($F = 12.12$, $P < 0.001$, d.f. = 2,24) and for each systemic insecticide evaluated ($F = 9.34$, $P < 0.001$, d.f. = 4, 24). The period of insecticide treatment during the rains accounted for a greater portion of the reduction in the pest numbers compared to that attributed to the four insecticides.

Leaves systemically treated at the three periods of the rain possibly contained varying levels of each pesticide, which determined larval mortality and survival, the latter being reflected in moth emergence. Parasite abundance for treated and untreated coffee was basically similar between week 3-9 ($F = 1.175$, $P > 0.05$, d.f. = 4,8). Their populations fluctuated relative to moth levels in each situation. Incubating of *L. meyricki* moths and parasites from systemically treated leaves to

Acknowledgements

We are grateful for general assistance given by our entomology technical staff. Messrs Omumia and Kamau helped in mine analysis. Mr. Muritu participated in moth and parasite rearings. Several chemical firms provided free samples of the materials tested and Mwitumberia manager allowed his coffee to be used. This paper is published with the kind permission of the Director of Research.

Literature cited

1. ABASA, O. R. Work in progress in Coffee Research. Series III, Part I, Entomology. Kenya Coffee 37:464-467. 1972.
2. BARDNER, R. Integrated control of coffee pests. Kenya Coffee 40:62-66. 1975.
3. BESS, H.A. Populations of the leafminer *Leucoptera meyricki* Ghesq. and its parasites in sprayed and unsprayed coffee in Kenya. Bulletin of Entomological Research 55: 59-82. 1964.
4. CROWE, T. J. Coffee leafminers in Kenya. I Species and life histories II. Causes of outbreaks III. Control measures. Kenya Coffee 29: 173-183, 223-231, 261-273. 1964.
5. LE PELLEY, R.H. Pests of Coffee. London, Longmans, 1968. 590 p.
6. Pests of coffee and their control. Coffee Research Foundation, 1975. 103 p.
7. WANJALA, F.M.E. Disyston (Disulfoton) granules against leafminers, *Leucoptera meyricki* Gesh. applied at different periods in the rainy season. Kenya Coffee 41: 277-280. 1976.

Parasite populations were related to host levels, fluctuating with increasing relative host dependency. The systemics produced no drastic adverse effects on parasite abundance. Wanjala (7) reported 6 months as the maximum period of control that could be derived from a Disyston application based on precipitation.

It can generally be speculated that application of soil applied systemic insecticides after 3 or 6 weeks of rains is a key to successful control of leaf miners.

Reinfestation and general *Leucoptera* egg population trend, suggested two applications geared to the two rainy seasons to be paramount, thus making leafminer on mature coffee vulnerable to control using systemic insecticides in Kenya.

Summary

Rainfall effects on performance of four systemic insecticides were tested at 0, 3 and 6 weeks within a rainy season using single rates. Precipitation (mm) largely determined resultant larval mortalities and ability of systemically treated leaves to limit or allow successful adult moth emergence. It is concluded that Disyston, Furadan, Temik and Dacamox are capable of controlling *Leucoptera* spp, efficacy being responsive to rainfall and possibly other environmental factors. Two applications of the insecticides one per rainy season are deemed adequate for each year for the Kenyan situation.

Notas y Comentarios

Y ahora, el microscopio de rayos-X

Un tubo de rayos X desarrollado por la firma IBM para producir la próxima generación de "microchips" (aún más pequeños) forma parte de un microscopio que puede permitir a los científicos tomar fotografías que congelan el movimiento de una célula viva (*New Scientist* 9 August, 1979, p. 448).

Así, un sueño de décadas de los biólogos puede estar cerca de convertirse en realidad. Los ingenieros de la IBM, dirigidos por Richard Mc. Corkle, han publicado detalles de su nuevo microscopio de rayos-X en la revista *Science*, en un artículo que comenta *The Economist* (August 11, 1979 p. 101). El artefacto usa pulsos fenomenalmente cortos de rayos-X (de menos de 100 nanosegundos) para capturar imágenes del complejo movimiento de la maquinaria interna de una célula.

En la actualidad hay tres maneras de estudiar muestras biológicas tales como las células. Una es usar la microscopía

óptica. Pero su resolución es limitada, los objetos más pequeños que pueden ser vistos son de unos 5.000 angstroms (medio micrometro) de ancho.

La segunda manera, la microscopía electrónica, es más cara, y requiere una compleja preparación de la muestra. La resolución es muy buena, hasta 15 a 20 angstroms (1,5 a 2 nanómetros), pero las imágenes son difíciles de interpretar.

El tercer método es la microscopía de rayos-X. Debido a sus longitudes de onda más cortas, los rayos X pueden proporcionar una mejor resolución que los microscopios ópticos y en teoría pueden ser usados en muestras vivas. El problema es conseguir una fuente de suficiente intensidad en las longitudes de onda suaves (de 10 a 100 angstroms) al mismo tiempo evitar los rayos-X duros que atraviesan las muestras biológicas y reducen el contraste visual de la imagen.

La clave es un tubo de rayos-X diminuto (y para lo que hace, extraordinariamente barato) que funciona como una pistola electrónica de fotógrafo. El tubo produce impulsos de rayos-X de sólo 100 nano-segundos de duración. Los destellos son bastante más poderosos que los emitidos por los tubos de rayos-X convencionales. Afortunadamente, son predominantemente rayos-X suaves, esto es, rayos con una longitud de onda más larga que las producidas con tubos convencionales.

Para los biólogos, las ventajas de esta combinación son las siguientes:

—*Tiempo corto de exposición.* El nuevo microscopio puede tomar exposiciones en una fracción de segundo. Esto significa que los biólogos pueden tomar imágenes de células vivas y en movimiento con aumentos altos. Los rayos-X convencionales, que requieren exposiciones mucho más largas, son apropiados sólo para imágenes de células muertas.

—*Buen contraste.* Los rayos-X suaves son fuertemente absorbidos por el material protéico de las células, y el fluido acuoso circundante es transparente para ellos. Una imagen de rayos-X de una célula tiene así bastante contraste, suministrando así el tipo de detalle estructural dado por una buena fotografía en blanco y negro.

—*Ninguna preparación especial del espécimen.* Al igual que un microscopio óptico corriente, el nuevo microscopio permitiría a los biólogos observar las células sin ninguna preparación artificiosa. Esta es debido a que las ventajas sobre el microscopio electrónico actual. Las muestras para este último tienen que ser preparadas en forma tal que pueden matar a las células vivientes y alterar su estructura. Los rayos-X suaves no dañan los especímenes vivos.

—*Una mejor resolución.* Al mismo tiempo, el nuevo microscopio presentará detalles mucho más finos que un microscopio óptico. Esto es debido a que la resolución de la imagen depende de la longitud de onda de la "luz" usada: cuanto más corta, mejor. La longitud de onda de la luz visible es de unos 500 nanómetros; los rayos-X suaves viajan en ondas de menos de 10 nanómetros de largo.

—*Bajo costo.* Cuando la IBM comenzó a estudiar el problema de desarrollar un microscopio que usase haces poderosos de rayos-X suaves, se envió un equipo a Hamburgo para utilizar la enorme máquina rompedora de átomos de Alemania Occidental (un sincrotron de electrones). Ahora, la técnica ha sido refinada hasta un nivel en el que no se necesita más un sincrotron de varios millones de dólares. La pistola de centelleos de rayos-X se espera que sólo cueste un poco más de 100 dólares.

Algo se ha sacrificado en la ruta. Las imágenes de Hamburgo tenían una mejor resolución: mostraban detalles hasta de 10 nanómetros. La pistola de centelleos de rayos-X no puede presentar detalles menores que 30 nanómetros. (Los microscopios electrónicos pueden ver detalles, y aún átomos, de sólo unos pocos picómetros de diámetro.

Sin embargo, el equipo de la IBM tiene confianza en que conseguirá una mejor resolución mediante mejoras en el "papel" fotográfico, en realidad un plástico sensible a los rayos-X llamado metacrilato de polimetilo (también resistor) montado sobre una oblea de silicio. Este es el medio en el cual la imagen brumosa del espécimen queda esculpida por los rayos-X que logran pasar a través del espécimen para llegar al plástico sensible, el cual es entonces desarrollado y puede ser visto en un microscopio electrónico.

Siendo una firma gigante de computadoras, la IBM no está normalmente interesada con los problemas de los biólogos. Pero está cautivada por el pensamiento de que el microscopio de rayos-X está a sólo un pequeño paso de una microimpresora que pueda "traer" conexiones de circuitos 100 veces más finas que las actuales de los pedacitos (chips) de silicio. Cuanto más finas sean las líneas, más estrechamente podrán acomodarse los circuitos y células de memoria. Esto significaría microchips más poderosos, más rápidos y más baratos.

Fijación de nitrógeno mediante semiconductores

El nitrógeno puede ser ahora "fijado" (convertido en amoníaco) a la temperatura y presión atmosférica del ambiente usando un proceso de reducción fortalecido por la luz. Esta reacción ha sido demostrada por A. J. Nozik, del Instituto de Investigaciones de Energía Solar, en Golden, Columbia, y C. R. Dickson, de la Allied Chemical Corporation, de New Jersey (*Journal of the American Chemical Society*, Vol. 100, p. 8007). Podría llegar a ser ulteriormente un método muy útil para hacer amoníaco, el que es usado como fertilizante y en la manufactura de medicinas, tintes y plásticos.

En la naturaleza, ciertas plantas y microbios que viven en una relación simbiótica, convierten el nitrógeno a amoníaco, en forma tal, que pueden asimilarlo dentro de su metabolismo. Esta capacidad, probablemente más antigua que la fotosíntesis, es notable porque el nitrógeno, una molécula altamente estable, requiere altas temperaturas y presiones para reducirse artificialmente. La fijación del nitrógeno a la temperatura ambiente ha sido, por consiguiente, un objetivo importante en la búsqueda de una alternativa más fácil y barata al proceso Haber-Bosch de amoníaco (Cf. *Turrialba*, Vol. 17, p. 246 y Vol. 20, p. 394).

Nozik y Dickson usan una célula fotoelectroquímica que contiene un cátodo semiconductor hecho de un solo cristal de fósforo de galio, tipo-p dopado con zinc. El cátodo está cubierto de una aleación de 1 por ciento de zinc en oro, de 3000 angstroms de espesor en su cara de galio.

El ánodo tiene un alambre de aluminio muy puro y el electrolito no acuoso, es una solución de tetraisopropóxido de titanio y de cloruro de aluminio disuelto en un 1,2-dimetoxietano. Cuando la luz cae sobre el cátodo, el nitrógeno que pasa a través del electrolito es reducido a amoníaco. El ánodo de aluminio, mientras tanto, actúa como el agente oxidante y es consumido.

El gas emitido por la célula burbujea a través de una trampa ácida que atrapa los iones de amoníaco: así es como se mide la producción. Los rendimientos de nitrógeno reducido varían entre 2 y 5 por ciento. No es necesario un voltaje externo para hacer funcionar el sistema, pero la reacción no tendrá lugar en la oscuridad, aún cuando sea favorecida termodinámicamente. En otras palabras, la luz actúa como un catalizador.

La química de este proceso es bastante compleja. El isopropóxido de titanio (IV) es primero reducido a un estado en el nitrógeno molecular, de un complejo titanio (II) azul negro. Este último es nuevamente reducido a un complejo titanio II - nitrógeno reducido, el que en protonación libera amoníaco. El nitrógeno es reducido en el cátodo semiconductor, mientras que el ánodo de aluminio provee la reacción contraria de oxidación necesaria para completar el circuito de la célula.

Publicaciones

CUNOROC. El Centro Universitario del Nor-Occidente (CUNOROC), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con sede en la ciudad de Huehuetenango, al arribar al segundo aniversario de su fundación, ha publicado un número de una revista, *CUNOROC*, que se anuncia que se proyecta convertir en un órgano periódico que divulgue las investigaciones y actividades académicas de este organismo universitario. Los artículos de este número especial, que tiene fecha febrero de 1979, tratan del control del pulgón lanigero de los manzanos (*Eriosoma lanigerum*); del gorgojo de los pinos (*Dendroctonus* spp.); resina de árboles (artículo que logra la hazaña de no identificar la fuente de resinas, los pinos, sino hasta la mitad de un trabajo de 20 páginas); suelos aptos para la fruticultura. Hay también artículos sobre el CUNOROC, la silvicultura, la piroplasmiasis, vacunación contra el cólera porcino, y sobre el trabajo productivo. El coordinador de la publicación es Ronald O. Villagrán, y la dirección es: CUNOROC, Apartado Postal 68, Huehuetenango, Guatemala.

COMUNICACIONES

EMS- induced dwarf mutant of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.)

Sumario. En la generación M_2 de la variedad de frijol negro 'Porrillo Sintético', tratada con sulfonato de etilmetano, un mutante enano fue identificado. El mutante muestra reducción general en la altura y demás partes de la planta. El carácter es controlado por un gen dominante.

Resumo. Na geração M_2 de variedade de feijão preto 'Porrillo Sintético', tratado com sulfonato de etil metano, um mutante anão foi identificado. O mutante mostra redução geral na altura e demais partes da planta. O caráter é controlado por um gene dominante.

In the absence of natural variability, induction of variability by physical or chemical mutagens can be of great help in accelerating the efforts for breeding better and high yielding plant types. The present communication deals with a dwarf mutant of dry beans induced by ethylmethane sulfonate.

Materials and methods

Presoaked seeds of a black bean variety 'Porrillo Sintético' were treated with 0,7 per cent EMS solution (pH 6,8) for 6 hrs at 25°C. After washing with distilled water, the seeds were given a period of 17 hr recovery on moist filter paper and planted in a greenhouse. The individually harvested selfed progenies of M_1 were planted in the field and the dwarf mutant was identified in M_2 generation.

Results and discussion

Morphology of the mutant: The dwarf mutant has relatively slow growth compared to the control and has a general reduction in plant height, internode length, length of petiole and rachis, resulting in overlapping of leaves (Fig. 1). The leaves are dark green and wrinkled. Though the flower morphology was not modified,

the length of raceme is reduced and also there is a marked reduction in pod length (Fig. 2). The seed and pod size is reduced and seeds within the pod are very compactly arranged.

A comparison of the mutant and control for various morphological and yield characters is presented in Table 1. An increase in node number and decrease in plant height, internode length, length of raceme and pod length was observed for the mutant. Besides, the number of pods per plant, seeds per pod and 10 seed weight of the mutant was lesser than that of the control.



Fig. 1.—Dwarf mutant (right) and control (left).

Table 1.—Morphological and yield characters of mutant and control.*

Genotype	Plant height (cm)	Node No	Internode length (cm)	Length of Raceme (cm)	No pods /plant	Pod length (cm)	No seeds /pod	10 seed wt. (g)
Dwarf mutant	20.3	19.9	0.4	1.8	10.8	4.2	6.0	1.3
Control	75.3	14.7	1.8	7.1	20.6	9.5	7.0	2.0

* The observations are based on mean of 10 plants

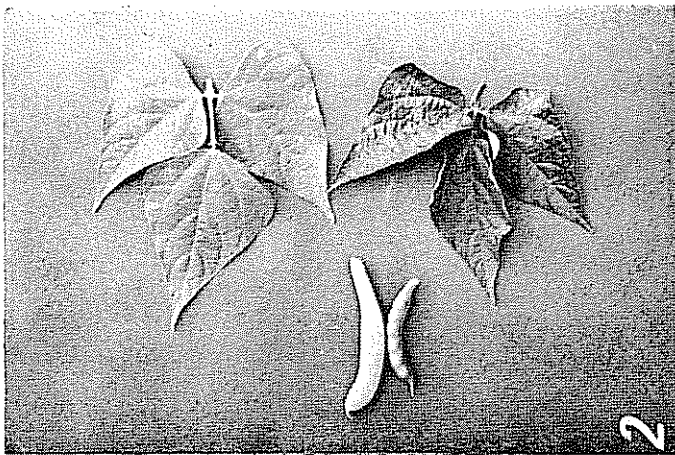


Fig. 2—Leaf and pod morphology of dwarf mutant (right) and control (left)

Inheritance of dwarf character. The originally identified dwarf mutant segregated into normal and dwarf types. In the next generation, the normal segregant did not show further segregation, whereas some of the dwarf plants showed further segregation, indicating that dwarf growth habit is dominant over normal type. This is further confirmed from the evidence that, when a commercial variety, with indeterminate growth habit is crossed with dwarf mutant the F_1 plants show dwarf growth habit.

The dwarf mutant, in certain morphological aspects, resembles the compact mutant, reported by Moh and Alan (1). The compact mutant induced by γ -radiation is reported to be controlled by a recessive gene. Apparently, the compact character and the dwarfness are controlled by different genes resulting in similar phenotypes.

The dwarf character can be of great use for improving plant type of commercial varieties with prostrate growth habit, thereby contributing for development of upright plant types with better light interception and suited for mechanical harvesting.

Summary

In the M_2 generation of a black bean variety 'Porri-illo Sintético', treated with ethylmethane sulphonate,

a dwarf mutant was identified. The mutant exhibits a general reduction in the height and various other parts of the plant. The character is controlled by a dominant gene.

July 19th, 1979.

S. TARA MOHAN
INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ
CAIXA POSTAL 1331
86100 LONDRINA, PARANÁ
BRASIL

REFERENCE

1. MOH, C. C. and ALAN, J. J. Bean mutant induced by ionizing radiation. VII Compact Mutant Turrialba 21:478-480 1971.

Effect of polyethylene glycol induced moisture stress on the germination of some tropical seeds*

Sumario. Se germinaron semillas de ocho especies tropicales de cultivos y de malezas en soluciones acuosas, de 0 a -3,5 bar, de polietileno glicol-6000 para simular una sequía. La germinación de todas las especies disminuyó conforme decrecían los potenciales. Una tensión de humedad de 1 bar provocó una caída significativa en el porcentaje de germinación de 70-100 a 0 bar hasta 0-10 por ciento.

Introduction

Drought is commonly blamed as a cause of germination failure, yet the way in which seeds are killed by drought is far from clear (3). The amount of soil moisture needed for successful seed germination differs considerably among crop species (5) and varieties (11, 13). With the increasing frequency of drought occurrence in the Sahelian region of Nigeria, availability of water at the time of seed germination is critical. There is a need therefore to establish a range of soil moisture tensions for the germination of seeds in this region. In this regard, Slatyer (12) suggests that

* This work was supported by University of Ife Research, grant No 14 2538 to Dr. A. C. Adebona.

the nature of the osmotic agent should be taken into account in moisture-stress experiments. For example, it is known that salt solutions are phytotoxic (14) and probably also complicated by interactions in their osmotic and specific ion effects (10) and sugar solutions have been shown to have some disadvantages (15). Polyethylene glycol-6000 solutions are chemically inert and non-toxic and have been widely used to simulate drought in seed germination experiments (9, 11, 16).

The objective of these experiments was to determine the germination of seeds of some tropical crop and weed species under simulated drought.

Materials and Methods

Germination tests were conducted in the dark and under light in cooled incubators set up at 25°C with seeds of *Tridax procubens* L., *Synaedrella nodiflora*, *Solanum nigrum* L., *Lycopersicum esculentum* Benth Gaertn. *Ocimum basilicum* L., *Amaranthus hybridus* L., and *Hook Capsicum frutescens* L., and *Nicotania tabacum* L. Weed seeds were harvested locally.

The experimental unit was a Griffin seed germinator holding 50 seeds placed on a layer of Whatman N° 1 filter paper. The paper was either moistened with distilled water (control) or with different concentrations in weight of polyethylene glycol-6000 (P.E.G.-6000). P.E.G.-6000 (supplied by BDH, Poole UK) was made up as 0, 3, 5, 7, 10, 12 and 15% solutions. These concentrations were converted to atmospheres (hence bars) by extrapolation from the data compiled by Williams and Shakewich (16). The number of seeds that germinated were counted daily for seven days and radicle emergence was the criterion for germination.

The results are expressed as percentage germination after a period of seven days based on four replicate samples of 50 seeds.

Results and Discussion

The germination of *Tridax*, *Synaedrella*, *Ocimum*, *Amaranthus*, *Solanum*, *Lycopersicum*, *Capsicum* and *Nicotania* seeds over a wide range of equivalent osmotic potentials is illustrated in Figures 1 and 2.

In all the 8 species tested, the total germination decreased with decreasing water potentials and the pattern of response was the same. The germination percent fell from a very high value (75-100%) at 0 bar to almost zero (0-10%) at -1 bar in the dark and this difference was significant. In *Amaranthus*, this fall occurred at -1.5 bars.

In those treatments where moisture-stress germination tests were carried out under light, there was slight stimulation of germination at a given stress potential up to -2 bars in *Amaranthus* and -3.5 bars in *Lycopersicum* and *Capsicum* (Fig. 1). The findings here are in agreement with the results of Khan (7) on lettuce; Karsen (4) on *Chenopodium album*; Berrie *et al* (1) on lettuce and Zohar *et al* (17) on *Eucalyptus*, who

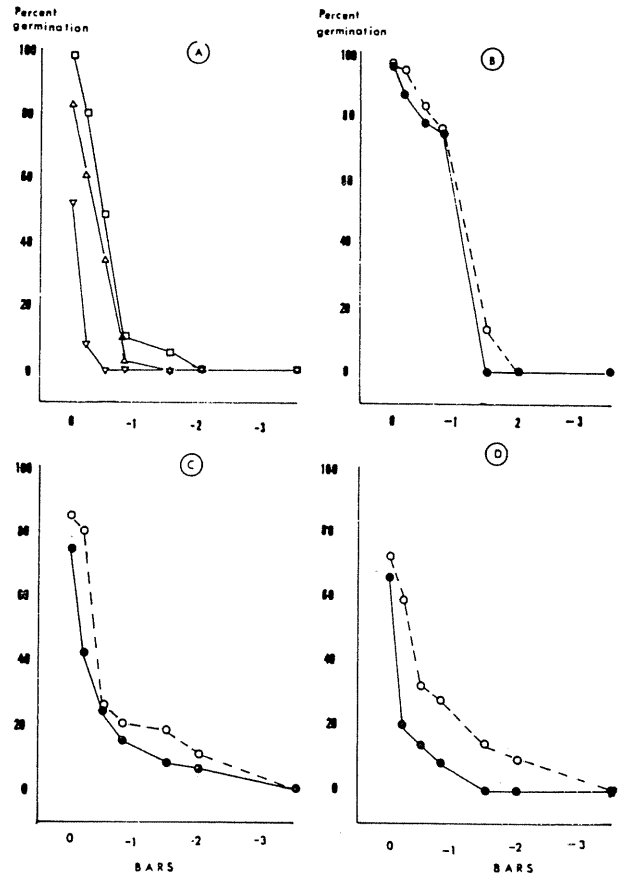


Fig. 1.—(A) Germination of *Ocimum basilicum* (□) *Synedrella nodiflora* (Δ) and *Tridax procubens* (▽) after 7 days exposure to a range of equivalent moisture potential.
Effect of simulated drought on
(B) *Amaranthus hybridicus*
(C) *Lycopersicum esculentum* and
(D) *Capsicum frutescens*
in the light (○) and in the dark (●) after 7 days of germination.

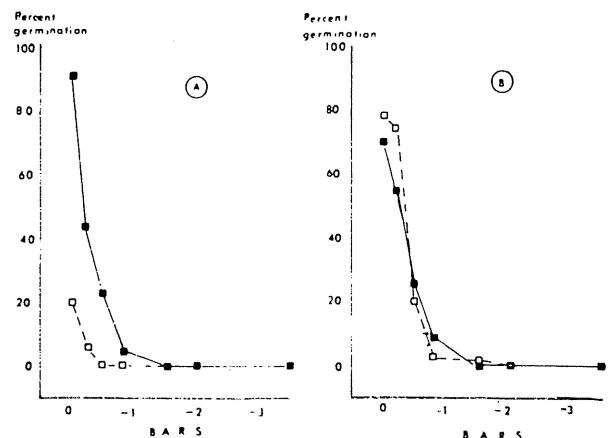


Fig. 2.—Effect of simulated drought on
(A) *Solanum nigrum*
(B) *Nicotiana tabacum*
in the light (□) and in the dark (■) after 7 days of germination.

reported that light was a decisive factor in improving germination under osmotic stress

From these experiments, it may be concluded that in the natural environment germination of these seeds will occur only when adequate water is available; in this case it would almost certainly be in the free state. The results further indicate that water availability is very crucial for the species considered. Although germination under osmotic stress cannot be used to predict the behaviour of seeds in dry soil (6) it is a fair indicator of which seeds would germinate under a given moisture level.

Tolerance of low water potentials during germination is an adaptive factor contributing to the growth of weed and crop plants. The suggestion that there is a characteristic water potential below which seeds of a given species will not germinate underscores the need for a more comprehensive study of the moisture stress-germination relationships of seeds in the Sahelian tropics.

Summary

Seeds of eight tropical crop and weed species were germinated at 0 to -3.5 bar water solutions of polyethylene glycol-6000 to simulate drought. Germination of all species decreased with decreasing potentials. A moisture stress of 1 bar led to a significant drop in the percentage germination of 70-100 at 0 bar to about 0-10%.

April 30th 1979.

A. C. ADEBONA
B. E. AYISIRE
DEPARTMENT OF BOTANY
UNIVERSITY OF IFE
ILE-IFE, NIGERIA

REFERENCES

- BERRIE, A. M., PATERSON, J. and WEST, H. R. Water content and the responsiveness of lettuce seeds to light. *Physiologia Plantarum* 31:90-96. 1971.
- COLLIS-GEORGE, N. and SANDS, J. E. Comparison of the effects of physical and chemical components of soil water energy on seed germination. *Australian Journal of Agricultural Research* 13:575-581. 1962.
- HEGARTY, T. W. Seed activation and seed germination under moisture stress. *New Phytologist* 78:349-359. 1977.
- KARSSSEN, C. M. The light promoted germination of the seeds of *Chenopodium* L. IV. Effects of red, far red and light on non-photoblastic seeds incubated in mannitol. *Acta Botanica Neerlandica* 19:95-108. 1970.
- KAUFMAN, M. R. Effects of water potential on germination of lettuce, sunflower and citrus seeds. *Canadian Journal of Botany* 47:1761-1764. 1969.
- KAUFMAN, M. R. and ROSS, K. J. Water potential, temperature and kinetin effects on seed germination in soil and solute systems. *American Journal of Botany* 57:413-419. 1970.
- KHAN, A. An analysis of dark-osmotic inhibition of lettuce seeds. *Plant Physiology* 35:1-7. 1960.
- Mc WILLIAM, J. R., CLEMENS, R. J. and DOWLING, P. M. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. *Australian Journal of Agricultural Research* 21: 19-32. 1970.
- PARMER, M. I. and MOORE, R. P. Effects of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling growth. *Agronomy Journal* 58: 391-392. 1966.
- REDMAN, R. E. Osmotic and specific ion effects on the germination of alfalfa. *Canadian Journal of Botany* 52:803-808. 1974.
- SAINTE-CLAIR, P. M. Germination of *Sorghum bicolor* under polyethylene induced stress. *Canadian Journal of Plant Science* 56:21-24. 1976.
- SIATYER, R. O. An understanding cause of measurement discrepancies in determination of osmotic characteristics in plant cells and tissues, Pages 1-7 in C. Y. 1971 techniques for measuring plant drought stress in drought and injury resistance in crops. *CSSA Spec. publi 2*. 1966.
- SHLES, I. E. Relation of water to the germination of bean seeds. *Plant Physiology* 25:540-545. 1949.
- UHVITS, R. Effects of osmotic pressure on water adsorption and germination of alfalfa seeds. *American Journal of Botany* 33: 278-285. 1946.
- WIGGANS, S. C. and GARDNER, F. P. Effectiveness of various solutions for simulating drought conditions as measured by germination and seedling growth. *Agronomy Journal* 51: 315-318. 1959.
- WILLIAMS, J. and SHAKWICH, C. F. An evaluation of polyethylene glycol (P.E.G.), 6000 and P.E.G. 2000 in the osmotic control of soil water matrix potential. *Canadian Journal of Soil Science* 49:397-401. 1969.
- ZOHAR, Y., WAISEL, Y. and KARSCHON, R. Effects of light, temperature and osmotic stress on seed germination of *Eucalyptus occidentalis* Endl. *Australian Journal of Botany* 23: 391-397. 1975.

Purification and serology of bean common mosaic virus

Sumario. La cepa tipo del virus del mosaico común del frijol (BCMV) fue purificada de hojas infectadas de frijol mediante clarificación con cloroformo-tetracloruro de carbono, precipitación con polietilenglicol, y centrifugación en gradientes de cloruro de cesio. Un examen de la suspensión final con el microscopio electrónico, demostró la presencia de partículas de 730-740 nm de longitud características de este virus. Al ser analizada en el espectrofotómetro, la suspensión del virus purificado mostró una relación 260/280 nm de 1,27. Trcs componentes de peso molecular 29,0, 32,5 y 34,4 x 10³d fueron observados mediante electroforesis del virus en medio de poliacrilamida al 10% con sulfato dodecilo de sodio (SDS). Se produjo un antisuero según la técnica de inmunización en la yema de la pata trasera de un conejo, el cual demostró poseer gran especificidad en pruebas de inmunodifusión doble en medio de agar con SDS.

The serological characterization of bean common mosaic virus (BCMV) has often been hindered by the lack of a suitable purification method. The two major problems encountered in the isolation of this virus are, first, its tendency to aggregate and precipitate at low centrifugal forces and, secondly, the incomplete separation of the virus from major plant contaminants (1, 4, 8, 10).

This report describes a purification method that has permitted the isolation of BCMV with a high degree of purity and capsid protein integrity, and the production of a specific antiserum from minimum amounts of purified virus.

Material and Methods

Virus source

The type strain of BCMV (BCMV 1) had been preserved in and was subsequently reisolated from infected 'Diacol Calima' bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed at the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia.

Virus multiplication

The primary and first trifoliate leaves of 18-day old plants, grown from infected seed, were harvested and homogenized in 0.01 M potassium phosphate buffer, pH 7.5 (1:10 w/v). This inoculum was then manually applied to the primary leaves of 10-day old 'Bountiful' bean seedlings used as propagation plants for subsequent virus purification.

Virus purification

The purification procedure involved a modification of the method developed by Hiebert and McDonald (6) to purify other potyviruses. Fifteen days after BCMV inoculation, 100 g of primary and first trifoliate leaves were harvested from 30 systemically infected 'Bountiful' plants. The tissue was then homogenized for 3 min with a blender in 200 ml of cold 0.5 M potassium phosphate buffer, pH 7.5, containing 0.5 g sodium sulfite (Na_2SO_3), 50 ml chloroform and 50 ml carbon tetrachloride. The homogenized mixture was centrifuged at 4,080 g for 5 min, after which the pellet was discarded and the supernatant filtered through glasswool. The virus was then precipitated from the supernatant by addition of 6% (w/v) polyethylene glycol (PEG, MW 6,000). After stirring for one hour at 4 C, the virus was concentrated by centrifugation at 11,700 g for 10 min. The virus pellet was then allowed to resuspend for at least 6 h prior to a 10 min clarification centrifugation at 12,350 g.

The resulting supernatant was treated with 20% PEG in 0.02 M Tris buffer, pH 8.2, using 2 ml of PEG per 5 ml of the virus preparation. The mixture was maintained at 4 C for 1 h, and the virus then concentrated by centrifugation at 17,300 g for 10 min. The precipitate was resuspended in 0.25 M potassium phosphate buffer, pH 7.5, and maintained overnight at 4 C before a 10 min clarification centrifugation at 12,350 g.

The virus was further purified by equilibrium density gradient centrifugation (120,000 g for 17 h) in a 30% (w/w) suspension of cesium chloride (CsCl) prepared in 0.05 M potassium phosphate, pH 7.5. The visible virus zone, located approximately 12 mm from the bottom of the CsCl gradient (Fig. 1A) after centrifugation, was collected in a dropwise manner through a needle hole punched in the bottom of the tube. The volume thus collected was diluted in 0.25 M potassium phosphate buffer, pH 7.5, and the virus was

concentrated by ultracentrifugation at 84,500 g for 90 min. The virus pellet was allowed to resuspend overnight in 0.5 ml of 0.02 M Tris-HCl buffer, pH 8.2, and then given a 5 min clarification centrifugation at 12,350 g.

Electron microscopy

The presence, purity, and structural integrity of the purified virus were assayed with a Philips Model 200 electron microscope. Purified preparations were prepared in 1% potassium phosphotungstate for observation.

Spectrophotometry

The 260/280 nm absorbance ratio of the purified BCMV preparation was determined with a Beckman Model 25 spectrophotometer to check the virus purity. The virus concentration was determined from the optical density at 260 nm using an extinction coefficient of 2.4 mg/ml/cm (11). Corrections for light scattering were made according to the method of Englander and Epstein (2).

Polyacrylamide gel electrophoresis

The electrophoretic analysis of the BCMV coat protein in polyacrylamide gels containing sodium dodecyl sulfate (SDS), was performed according to the method of Weber and Osborn (13) but as modified by Hiebert and McDonald (6). Electrophoresis was done in the Ortec 4010/4011 vertical apparatus (Ortec Inc., Oak Ridge, Tenn.), with gel slabs 75 mm in height cast to a 10% acrylamide concentration. The coat protein subunits were dissociated for electrophoresis by incubation of one volume of a 1 mg/ml purified virus preparation in two volumes of a dissociation solution containing 0.1 ml sodium phosphate buffer (13), 0.25 ml 10% SDS, 0.025 ml 2-mercaptoethanol, and 0.25 ml 60% sucrose. Serum albumin (67,000 d) glutamate dehydrogenase (53,000 d) and carbonic anhydrase (29,000 d) were used as markers (5 mg/ml concentration) for molecular weight determinations.

Preparation of antiserum

The antiserum of BCMV was prepared by injecting a New Zealand white rabbit with intact purified virus possessing a high degree of capsid protein integrity as determined by SDS - PAGE (6).

The virus preparation was standardized to a concentration of approximately 1 mg/ml, and divided into four 0.15 ml aliquots which were kept frozen until use. A series of three injections were given to the rabbit at weekly intervals using the toe-pad immunization technique (14). Each injection consisted of 0.15 ml purified virus preparation emulsified with an equal

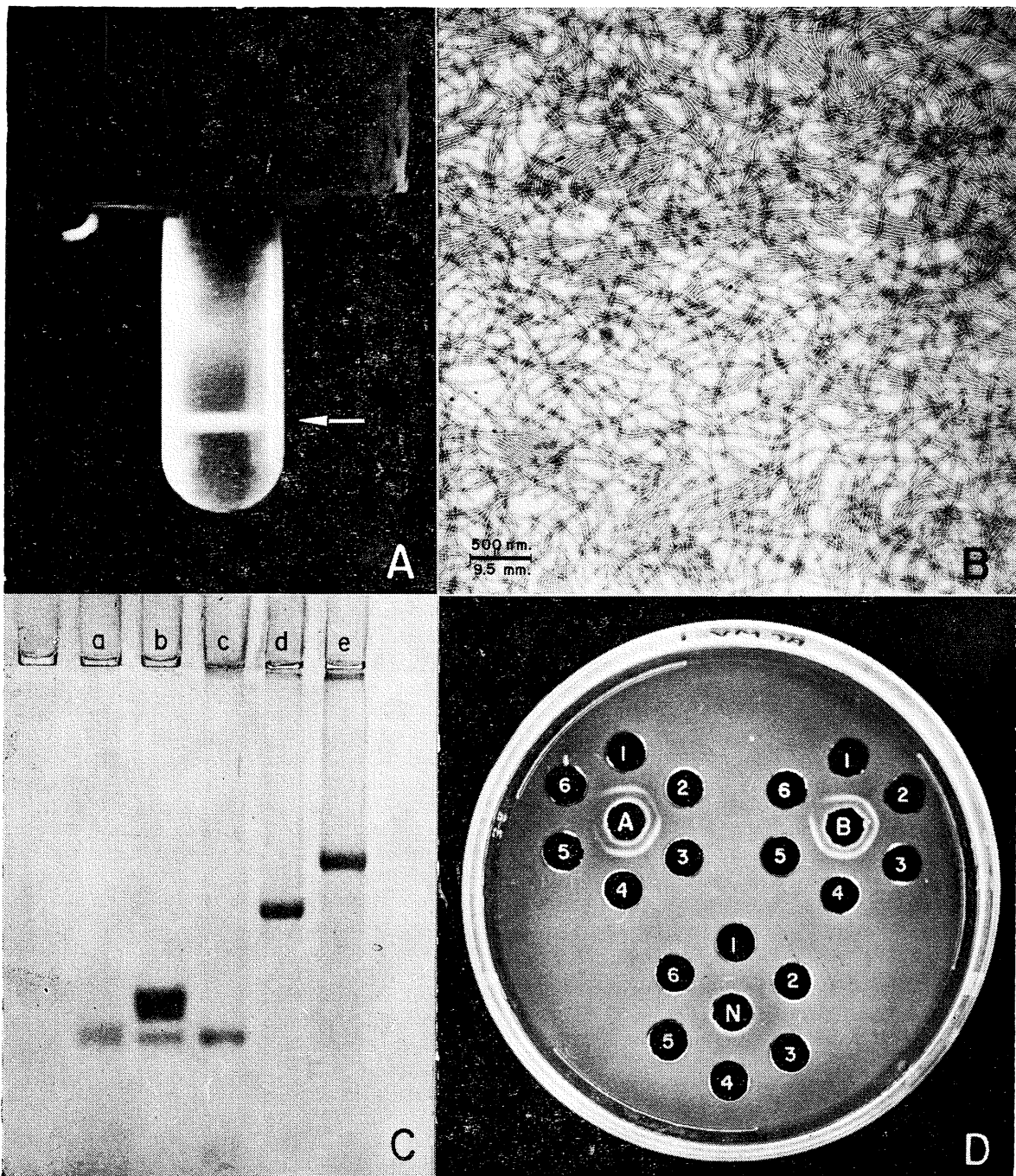


Fig. 1.—A. Light-scattering band (arrow) in a CsCl gradient.

B. Filamentous virus particles in a purified preparation.

C. SDS - Polyacrylamide gel electrophoresis: a) Degraded potato virus Y coat protein subunit; b) Electrophoretic forms of the SDS-dissociated capsid protein of purified BCMV; c) Carbonic anhydrase; d) Glutamate dehydrogenase; and e) Bovine serum albumin.

D. Double immunodiffusion test. Center wells contain: A and B) BCMV antiserum; N) normal serum. Peripheral wells contain: A) sap from a BCMV-infected 'Diacol Calima' plant (1, 3 and 4), purified BCMV at 0.02 mg/ml (2, 5), and sap from a BCMV-free 'Diacol Calima' plant (6); B) sap from a BCMV-infected 'Diacol Calima' (1, 2) and 'Bountiful' (3, 4) plant, purified BCMV at 0.1 mg/ml (5), and sap from a BCMV-free 'Bountiful' plant (6); and N) sap from a BCMV-infected 'Diacol Calima' (1, 2) and 'Bountiful' (3, 4) plant, and from a BCMV-free 'Diacol Calima' (1, 2) and from a BCMV-free 'Diacol Calima' (5) and 'Bountiful' (6) plant.

volume of Freund's complete (first injection), or incomplete (subsequent injections) adjuvant. A booster injection was given one month after the third injection, and the first bleeding took place one week after the third injection.

Serological tests

Double immunodiffusion tests (Ouchterlony) were performed in a medium containing 0.08% Noble agar, 0.25% SDS, and 1% sodium azide (NaN_3) all in water (w/v) (5). The agar medium was poured into 9 cm plastic petri dishes, and the wells were punched in a hexagonal arrangement with a center well spaced 4-5 mm from its edge to the inner edges of the peripheral wells. The antigen was prepared by homogenizing approximately 1 g of BCMV-infected plant tissue in a pestle and mortar containing a suspension of 1 ml deionized water and 1 ml 3% SDS. The reactants were pipetted into their respective wells, and the plates were incubated in a moist chamber at 24 C. Reactions were observed 24 h after preparation of the plates

Results

As can be observed in Figure 1A, a sharp and distinct band could be observed in CsCl gradients following equilibrium centrifugation. Upon recovery and further purification, this band was thrown by electron microscopy to contain filamentous particles 730-740 nm in length (Fig 1 B) characteristic of BCMV and other members of the potyvirus group (3). The absence of major contaminants was also evidenced by spectrophotometric analysis of the virus preparation which had an absorbance 260/280 ratio of 1.27. This value is in agreement with similar figures reported for other purified potyviruses (9, 12). The corrected yield of the virus was 0.8 mg per 100 g of infected tissue.

The SDS-PAGE analysis of purified BCMV revealed the existence of three molecular weight components (Fig 1 C). The phenomenon of coat protein heterogeneity has already been reported for other potyviruses although, the number and position of the components resolved have varied for each virus. The 29.0×10^3 d component, however, occurs in most potyvirus preparations analyzed by SDS-PAGE, and has been shown to originate from the heavier molecular weight component(s) by enzymatic degradation (6, 9).

The results obtained in this study suggest that the molecular weight of the capsid protein subunit of BCMV is close to the $32.5 - 34.4 \times 10^3$ d values obtained for the predominant electrophoretic components resolved.

Clear precipitin reaction were observed in double immunodiffusion tests between BCMV antiserum and its homologous antigens (Fig 1 D). Extracts of healthy bean plants did not react with antiserum in any of the tests.

Discussion

Bean common mosaic virus can be isolated from infected bean plants in adequate quantities and sufficiently pure form to allow production of a highly specific antiserum. The purity of the virus was confirmed by spectrophotometrical, electron microscopical, electrophoretical, and serological assays. The results obtained in the SDS-PAGE analysis of BCMV are important, considering that some potyviruses having their coat protein predominantly in the 29,000 d form (degraded form) have been shown to possess distinct serological properties (7). The purification method yielded virus with the coat protein in a predominantly undegraded form and is therefore, suitable for serological studies.

The 'toe-pad' method of immunization proved highly efficient in the utilization of the antigen. In this study, one hundred grams of BCMV-infected bean leaves provided enough virus to produce an antiserum. This constitutes a substantial saving in materials and time when compared with the traditional intramuscular and intravenous immunization methods

The distinct precipitin reactions observed in double immunodiffusion tests clearly demonstrated the specificity and high titer of the antiserum. The double diffusion test, unlike the microprecipitin tests conducted in the past, will permit investigators to study the serological relationships between BCMV strains, and to develop an alternative and more efficient system to group these strains.

March 28th, 1979

FRANCISCO J. MORALES
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA
TROPICAL (CIAT)
APARTADO AEREO 6713
CALI, COLOMBIA

REFERENCES

1. BOS, I. Bean common mosaic virus. No 73. *In*, Descriptions of plant viruses. Kew, Surrey, Commonwealth Mycological Institute, 1971. 4p
2. ENGLANDER, S. W., and EPSTEIN, H. I. Optical methods for measuring nucleo-protein and nucleic acid concentrations. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 68:141. 1957
3. FENNER, F. Classification and nomenclature of viruses. *Intervirology* 7:4-115. 1976
4. GAMEZ, R., OSORES, A., and ECHANDI, E. Una raza nueva del virus del mosaico común del frijol. *Turrialba* 20:397-400. 1970
5. GOODING, G. V., Jr., and BING, W. W. Serological identification of potato virus Y and tobacco etch virus using immunology. *Phytopathology* 70:144-150. 1976
6. HIEBERT, E., and McDONALD, J. G. Characterization of some proteins associated with viruses in the potato Y group. *Virodiffusion plates containing sodium dodecyl sulfate*. *Phytopathology* 60:1293. 1970
7. ———. Capsid protein heterogeneity in turnip mosaic virus. *Virology* 70:144-150. 1976

8. MEINERS, J. P., GILLASPIE, A. G. Jr., LAWSON, R. H., and SMITH, F. F. Identification and partial characterization of a strain of bean common mosaic virus from *Rhynchosia minima*. *Phytopathology* 68:283-287. 1978.
9. MORALES, F. J. Electrophoretic properties of the viral capsid protein in relation to the dependent transmission phenomenon of potyviruses. Ph.D. Thesis, University of Florida, Gainesville. 1978. 96 p.
10. MORENO, R., GAMEZ, R., and GONZALEZ, I. C. El virus del mosaico común del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. *Turrialba* 18:257-263. 1968.
11. PURCIFULL, D. E. Some properties of tobacco etch and its alkaline degradation products. *Virology* 29:8-14. 1966.
12. SHEPHERD, R. J., and PURCIFULL, D. E. Tobacco etch virus No. 55. In, *Descriptions of plant viruses*. Kew Surrey, Commonwealth Mycological Institute, 1971. 4p.
13. WEBER, K., and OSBORN, M. The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *Journal of Biological Chemistry* 244: 4406-4412. 1969.
14. ZIEMIECKI, A., and WOOD, K. R. Serological demonstration of virus-specific proteins associated with cucumber mosaic virus infection of cucumber cotyledons. *Physiological Plant Pathology* 7: 171-177. 1975.

Notas y Comentarios

Ayuda técnica a la agricultura tropical

El Tropical Products Institute, de Londres, es la primera institución británica en ser nominada como centro de adiestramiento de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) al firmarse en 1978 el acuerdo que establece la asociación entre ambos organismos, por el Dr. Philip Spensley, Director del TPI y el Dr. Nevín Scrimshaw, Consejero Principal del Rector de la UNU. Así, el TPI será una de las instituciones asociadas, como la es ya el CATIE en Costa Rica (Cf. *Turrialba* 27:220 y 28:8) que suministran adiestramiento para especialistas en varios aspectos de ciencia, tecnología y economía poscosecha para becados de la UNU procedentes de países en desarrollo.

El TPI ha organizado cursos diseñados específicamente para individuos o grupos, tanto en el Reino Unido como en los países en desarrollo. Su amplia gama de actividades lo califica para participar en el Programa Mundial contra el Hambre de la UNU, que tiene las siguientes cuatro áreas de prioridad de acción: a) necesidades alimenticias humanas y su satisfacción en las condiciones prevalentes en los países en desarrollo; b) conservación poscosecha de los alimentos; c) objetivos alimenticios en los planes de desarrollo nacional; d) intercambio de información sobre producción agrícola y ciencia de los alimentos y nutrición.

Para apreciar mejor la labor de ayuda del TPI a la agricultura tropical americana, se pueden mencionar algunas recientes actividades mencionadas en el *TPI Newsletter* (Nº 12, September 1978).

David Dendy y Brian Jones, tecnólogos en cereales, visitaron el Perú en abril como consultores de la Junta del Acuerdo de Cartagena. Con la cooperación del Rupert Best, ingeniero de Procesos del TPI que está en el Perú por un período de un año, se proveerán consejos sobre el procesamiento de cereales producidos en la Sierra Andina, a saber, maíz, avena, cebada, trigo y quina. El objetivo es organizar proyectos pilotos para comunicar y aplicar tecnología apropiada, para difundir las técnicas mejoradas a otros países del Pacto Andino, particularmente Bolivia y Ecuador. El lugar seleccionado para el primer proyecto es Conchan, sobre el río Mantaro, en el Perú.

Geoffrey Pickering visitó el Instituto de Pesquisas Veterinarias "Desiderio Finamor" (IPVDF) de Río Grande do Sul, Brasil, para evaluar las prácticas locales en el uso de plaguicidas, particularmente acaricidas en baños de animales y para asesorar al IPVDF sobre los pasos necesarios para tratar los problemas asociados.

Geoffrey Ames visitó Jamaica para estudiar la forma en que el TPI puede cooperar con el Departamento Químico de la University of the West Indies para desarrollar un nuevo curso sobre alimentos. Recomendó que dos miembros del personal del Departamento deberían visitar el TPI para programas de adiestramiento especializado en enero de 1979.

El TPI va a organizar en Jamaica un curso corto sobre la evaluación sensorial así como también cooperar en el funcionamiento de talleres experimentales sobre enlatado de frutas que serán incluidas en el nuevo curso de ciencia de alimentos.

Evolución de áfidos bajo la presión de insecticidas

Cambios genéticos, previamente observados sólo en el laboratorio han tenido lugar, literalmente, en el campo. Los agricultores que usan cantidades generosas de insecticidas han puesto tanta presión sobre un áfido, el pulgón del melocotonero (*Myzus persicae*), que este ha comenzado a prepararse para un cambio evolucionario.

A. I. Devonshire y R. M. Sawicki, de la Estación Experimental de Rothamsted, han encontrado que la mayor parte de estos áfidos han duplicado algunos de sus genes. Los experimentos de laboratorio han mostrado que cuando las bacterias son forzadas a vivir en condiciones desfavorables (si se les dá, por ejemplo, un alimento inapropiado), forman un juego extra de genes.

El gen original continúa entonces produciendo una proteína funcional mientras que el duplicado queda libre para evolucionar hasta hacer un nuevo y mejor producto. Esto va en apoyo de una importante teoría evolucionaria que se propone explicar la forma como los genes pueden evolucionar al azar sin someter al organismo a largos períodos de seria desventaja selectiva mientras que el gen en evolución estaba pasando por una serie de cambios que no beneficiarían al ser viviente (*Nature* Vol 280, p. 140).

Sawicki y Devonshire comenzaron a sospechar que el proceso estaba funcionando en el áfido cuando encontraron que las líneas resistentes del insecto contenían una cantidad mayor de la enzima que descompone el insecticida (carboxil esterasa) que las líneas no resistentes. Han medido cuánto más activa es la enzima carboxilesterasa en las líneas resistentes del áfido. Los resultados indican que la actividad enzimática aumentó en pasos bien definidos en relación con la resistencia al insecticida.

En algunas líneas, la actividad enzimática fue doblada, en algunas cuadruplicada, y en las líneas más resistentes la actividad aumentó 64 veces. Devonshire y Sawicki piensan que este marco exponencial significa que esta resistencia incrementada se produjo debido a duplicaciones de genes. Los áfidos con la mayor duplicación del gen de la carboxilesterasa son aquellos que viven en los invernaderos, donde los insecticidas están en su máxima concentración. En ausencia de insecticidas, el número de genes tiende a bajar de nuevo.

Casi todos los pulgones del melocotonero británicos tienen ahora dos, cuatro o más copias de sus genes de carboxilesterasa. Quizás uno de ellos encontrará pronto algo original y provechoso que hacer con una de las copias extras.

RESEÑA DE LIBROS

HARESIGN, W. y LEWIS, D. eds. Recent advances in animal nutrition - 1977 London, Butterworths, 1977. 206 p. £ 11 00.

Este es un libro producto de la Undécima Conferencia de Nutrición para Fabricantes de Alimentos, llevada a cabo en la Universidad de Nottingham, gracias a la labor de los Drs. Haresign y Lewis.

El primer capítulo, aunque a primera impresión pareciera un tema árido para los nutricionistas, en realidad resulta ser un recuento del proceso de legislación de la Comunidad Europea y su impacto en el comercio de alimentos, en Gran Bretaña, expresado de una forma sumamente amena por su autor el Sr. A. D. Bird. Lo más resaltante sin embargo, es la discusión de los varios aspectos cualitativos de los alimentos que deben ser cubiertos por una legislación. Para el revisor, esto representó una gran enseñanza y trajo a colación las deficiencias en legislación y control de calidad de alimentos que aquejan varios países latinoamericanos. Por esta razón, este capítulo debería ser de estudio por parte de personas que se desenvuelven en el comercio de alimentos y concentrados y de aquellas que figuran en los organismos reguladores y supervisores de la calidad de los mismos.

El Dr. P. J. Buttery de la Universidad de Nottingham realiza en el segundo capítulo una obra precisa, fácil de comprender y altamente estimulante de un tema tan amplio como lo es la bioquímica de la fermentación ruminal. En realidad, esto lo cumple enfocando el capítulo al metabolismo de proteínas en el rumen, enfatizando la síntesis de proteína, los métodos para su medición y las implicaciones del uso de fuentes de nitrógeno no proteico. Consecuentemente, el tópico asignado no se cubre aunque el tratamiento del sub-tema seleccionado por el autor es impecable.

Los Drs. L. D. Satter y R. E. Roffler, de la Universidad de Wisconsin, realizan una estimulante presentación del desarrollo del conocimiento sobre la fermentación de fuentes nitrogenadas en el rumen y sus implicaciones prácticas. Es de gran interés el hecho que experimentos *in vitro* e *in vivo* hayan producido resultados tan congruentes y que son explotados al máximo por los autores en su tesis sobre la máxima capacidad sintetizadora de proteína microbiano ruminal, aunque sorprende que los autores propagan que la concentración de nitrógeno amoniacal en el rumen no debe exceder 5 mg/100 ml. Pareciera ser una cifra extremadamente baja. Actualmente, este es quizás el tema de actualidad entre los nutricionistas. Recientemente, en la 79ª Reunión Anual del American Society of Animal Science, el modelo de Satter para cuantificación de

eventos fermentativos de compuestos nitrogenados y su correlación con respuesta animal, se juzgó como el más preciso en comparación con otros tantos desarrollados en los Estados Unidos como en Europa. El capítulo 3 de este libro provee una magnífica oportunidad para el estudiante, y para el investigador, de conocer el modelo de una manera sencilla y amena.

El capítulo 4 se titula, "Reducción de la tasa de liberación de amoníaco mediante el uso de fuertes alternativas de nitrógeno no proteico". Este es otro caso en el que el título no refleja fielmente el contenido. La mayor parte del trabajo versa sobre las virtudes de un productor de almidón degradado con urea, y poca mención se hace de otras fuentes de NNP. Sin embargo, lo más sobresaliente del capítulo es, quizás, la posición de los autores E. E. Bantley y C. W. Deyoe, de la Universidad Estatal de Kansas, frente a la propuesta de Satter y Roffler respecto a la concentración óptima de nitrógeno amoniacal en el rumen. Esta posición se basa en datos reales de producción asociados con medidas de concentración amoniacal en el rumen.

El capítulo sobre el potencial de las proteínas protegidas en la nutrición de rumiantes (D. E. Beever y D. J. Thomson, Grassland Research Institute, Inglaterra) cumple su cometido en excelente forma. La revisión del conocimiento sobre esta materia es clara y altamente educativa. Además, las proyecciones que se hacen sobre la eventual utilidad de los medios de protección de proteínas para la producción animal son muy interesantes. Al lector ocasional podría esto impartir la impresión que esta área de investigación es apropiada solamente para los países de zona templada y con ganadería desarrollada; sin embargo, existen situaciones en países tropicales en que se debe tomar en cuenta que algunos de los suplementos proteicos que se emplean difieren grandemente en su solubilidad en el rumen (es decir, grado de protección, natural o impartida), y que hay varios recursos, cuyo uso como alimento se está iniciando, que contienen altos niveles de taninos, compuestos que pueden insolubilizar las proteínas dietéticas.

En el capítulo 6, los Drs. P. C. Thomas y J. A. Rook, del Hannah Research Institute de Escocia hacen una excelente presentación de evidencias de que el patrón y nivel de fermentación ruminal es variable y dependiente de características de la ración consumida. Este hecho es luego explicado en una revisión de métodos de manipulación de raciones, que causan cambios, más o menos previstos, en la fermentación ruminal y, en algunos casos, en la productividad animal. Aunque este es el capítulo más extenso del libro, la

amplitud del tema no permite a los autores desarrollarlo en detalle.

El Dr. D. A. Corse recurre a su experiencia práctica para poner de manifiesto las limitaciones en la aplicación de los avances en nutrición de bovinos a los sistemas de producción animal imperantes en Gran Bretaña. Evidentemente, es necesario tener gran cautela en la extrapolación de resultados obtenidos bajo ciertas condiciones de manejo nutricional a sistemas con características alimentarias diferentes. Algunos resultados de la investigación pueden encontrar aplicaciones inmediatas en Gran Bretaña; tal es el caso de aminoácidos protegidos, aditivos como Monensin y "buffers". Otros, como los inhibidores de la producción de metano en el rumen, parecen no tener lugar en cualquier situación. Un tercer caso es el uso de la urea y otras fuentes de NNP que podrían ser recomendables para ciertas situaciones y no para otras, dependiendo de la naturaleza de los alimentos básicos, el estado o función fisiológica del animal y la proporción y cantidad natural de proteína verdadera insoluble. Este es un buen capítulo para recordar a los investigadores acerca de los problemas prácticos por tener en cuenta en el desarrollo y aplicación de nueva tecnología nutricional.

Los siguientes dos capítulos (8 y 9) versan sobre la nutrición de aves y, nuevamente el lector queda con una visión futurista de lo que podría llegar a ser la nutrición de rumiantes: conocimiento integrado y predictibilidad, como lo logrado hasta ahora, en la nutrición avícola. Los dos capítulos están bien redactados, claros y completos. El primero de ellos, escrito por el Dr. L. S. Jensen de la Universidad de Georgia, EE. UU. es particularmente de poder didáctico en el desarrollo de su tema "Desarrollos recientes en la nutrición aplicada de pollos asaderos en los EE. UU.". El siguiente capítulo cubre el área de la nutrición en relación a la calidad de la canal de pollos asaderos y pavos, escrito por el Dr. P. Hutton, de Ross Poultry Ltd., Escocia y es también muy útil, no sólo en su revisión sino que, además, es de valor didáctico. Es interesante notar en este capítulo aspectos interactivos de la nutrición y genética avícola.

Todos los comentarios hechos en el párrafo anterior son aplicables al trabajo desarrollado por el Dr. C. T. Whittemore, de la Universidad de Edinburgo, en el capítulo 10 que versa sobre la predicción de respuestas de crecimiento en cerdos. Además, este es el único capítulo que, en forma muy fácil de entender se justifica, e ilustra el enfoque de sistemas de producción, mediante el uso de modelos deductivos que permitan simular las respuestas de estos animales en función de una multitud de factores, lo que no es posible realizar mediante las consabidas pruebas de producción. El enfoque utilizado por el Dr. Whittemore es sumamente práctico y consciente de las restricciones que la economía puede imponer a la manipulación de factores biológicos.

Finalmente, el libro incluye un capítulo 11 sobre nutrición de peces, escrito por el Profesor O. R. Braekkan, del Instituto de Investigación en Vitaminas, Noruega. Este tema, es univo para el revisor y contiene

alguna terminología no común. Sin embargo, la información vertida es clara y presenta algunos problemas en el estudio de la nutrición de peces que no se presentan con otras especies. Ejemplo, ¿cómo se determina el metabolismo en estado de reposo de un pez?; tanto el metabolismo basal como la actividad digestiva, etc. dependen de la fluctuación en la temperatura del agua; la nutrición es, indirectamente, dependiente del fotoperíodo; en peces es prácticamente imposible medir excreciones de N en estudios de balance, por lo tanto, ¿cómo medir retención de N? Estos aspectos y otros los trata el Profesor Braekkan con gran autoridad. Lamentablemente, en la revisión que él hace no incluye las experiencias que podrían existir en cuanto al estudio de la nutrición de peces en agua dulce estancada como la tilapia, una especie de gran interés en países tropicales.

En suma el libro 'Recent advances in animal nutrition - 1977' es un gran acierto, de gran calidad científica que se caracteriza por claras y concisas presentaciones por un grupo de personas de reconocido prestigio mundial. La labor editorial de los Drs. W. Haresign y D. Lewis es impecable y ejemplar. El libro debe ser consultado por investigadores y profesores, por un lado, y por otro, por estudiantes de último año universitario y estudiantes graduados que deseen no solamente adquirir una visión rápida de los progresos en el área de la nutrición animal sino que, además, derivar gran placer en la lectura de sus capítulos.

MANUEL E. RUIZ
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

SIMMONS, JOHN. ed. Cocoa production; economic and botanical perspectives. New York, Praeger, 1976. 413 p.

Hacia falta, dice el editor, una publicación que condensara la información más importante sobre la economía de la producción y el comercio de cacao y las actividades de investigación que se llevan a cabo en África y América Latina, sobre el mismo producto. Para llenar ese vacío se preparó el volumen que comentamos, en cuya elaboración colaboraron numerosos y distinguidos técnicos y científicos quienes contribuyeron con artículos individuales sobre diversos aspectos de los temas centrales.

En la primera parte de la obra se examina la naturaleza, el habitat, las formas del cultivo y las plagas y enfermedades del cacao, lo mismo que los aspectos económicos de su producción y su mercadeo; se incluye también el análisis del convenio internacional que regula las relaciones entre los productores y los consumidores, en la búsqueda de una estabilización de los precios del grano. Son siete los autores que cubren esta porción de la obra.

La segunda parte se refiere a la producción, mercado e investigación de cacao en África Occidental (Ghana y Nigeria que son los dos primeros productores de cacao a escala mundial). Sobre estos temas escriben otros tantos artículos, cuatro contribuyentes

La tercera parte, que es la que más nos interesa, incluye sendas contribuciones de Peter T Knight, Paulo Alvim y Jorge Soria sobre la economía de la producción de cacao en Brasil, la investigación en ese mismo país y la investigación sobre dicho producto en América Latina en conjunto. La contribución de Knight describe aceptablemente la evolución histórica del cultivo del cacao en Bahía y el papel que este producto ha desempeñado en la economía brasileña, examinando los costos y la tecnología del sistema tradicional del cultivo junto con las características ecológicas de la zona productiva y las condiciones sociales y económicas que allí predominan; termina con la descripción de la evolución de CEPLAC, a partir de su creación en 1957, y sus campos de trabajo actuales. Alvim, por su parte, analiza, ampliamente los avances en innovaciones tecnológicas logradas por CEPLAC a través de las investigaciones sobre aspectos fisiológicos del árbol de cacao; la producción de variedades o cultivares de alto rendimiento a través de la hibridación; la lucha contra las plagas y enfermedades; la adecuada fertilización de los terrenos y el beneficio o procesamiento del grano. Soria, con una visión más panorámica, señala las instituciones que se dedican en América Latina a investigar sobre cacao, y resume los avances que en ellas se han ido alcanzando en campos como:

- 1 la selección de cultivares de alta producción y resistentes a varias enfermedades;
- 2 la hibridación, para combinar en un solo clon varias características deseables provenientes de diferentes progenitores;
- 3 el combate con métodos culturales y productos químicos de enfermedades de importancia;
- 4 sistemas y modalidades de cultivo incluyendo densidades de siembra, podas del árbol y métodos de resiembra.

En la última parte del libro se examina la evolución global, a escala mundial, de la oferta y la demanda de cacao, incluyendo las importaciones; el consumo del grano en los principales países compradores y en el mundo en conjunto; la evolución de los precios y la estructura del mercado. Se hace, además, un resumen de todos los temas examinados en el texto central de la obra y se sacan algunas conclusiones que vale la pena resumir. Ellas son:

1. debe organizarse un proyecto internacional cooperativo para reducir los daños causados por el *Phytophthora*, la escoba de bruja y la *Monilia* ya que dichas enfermedades pueden reducir hasta en un 20 por ciento la producción mundial;

- 2 se necesita averiguar, en forma cuidadosa, las razones por las cuales se ha extendido con tanta lentitud la utilización de las variedades de alto rendimiento, para con ese conocimiento diseñar sistemas mejores de difusión;
- 3 conviene revisar con cuidado el efecto que tiene el oligopolio de elaboradores de cacao que existe en la actualidad, sobre las ganancias de los países productores (actualmente nueve compañías de Estados Unidos y Europa Occidental manejan el 80 por ciento de la producción total);
4. deben calcularse cuidadosamente los costos y beneficios posibles de una alianza efectiva entre los productores de cacao;
- 5 el impacto de las inversiones en investigación se podría aumentar si se revisara cuidadosamente como está ella organizada, tanto internamente, en los países, como internacionalmente;
- 6 debería asegurarse una financiación permanente y segura de la investigación que se lleva a cabo en los países productores (el Brasil, en donde se ha asegurado un flujo de fondos previsibles, con base en un pequeño impuesto de exportación, es un buen ejemplo para imitar).

La obra contiene varios apéndices con información variada, tanto de carácter ecológico como económico, de diversas zonas productoras de cacao. Incluye también un buen índice alfabético de materias.

Estamos seguros que la consulta de este volumen será de utilidad para quienes incursionan en campos diversos conectados con la industria cacaotera. Desgraciadamente, las estadísticas que se citan apenas llegan, en el mejor de los casos, hasta 1975 y la mayoría de ellas se remontan únicamente hasta principios de la década actual, lo cual reduce, en algunos casos por lo menos, su utilidad dada la situación fluida de oferta y precios que predomina en la industria cacaotera

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO
 INSTITUTO INTERAMERICANO DE
 CIENCIAS AGRICOLAS
 SAN JOSE, COSTA RICA

KNAPP, B. J. Soil processes. London, Allen and Unwin, 1979. 72p (Processes in Physical Geography Series). £ 2,25 net.

El libro está orientado hacia personas que inician estudios universitarios en Geografía, suponiendo el autor que el lector no tiene conocimientos de la ciencia del suelo, la cual se espera conozca desde un punto de vista pedológico.

El texto incluye un capítulo muy general de morfología; un segundo capítulo de procesos de formación, en el que se incluyen los fenómenos de meteorización y se definen los procesos. En el siguiente acápite se explica la distribución de los suelos en el relieve para luego estudiar su manejo. Por último, se incluye un Apéndice de definiciones.

Quizá se exagera la simplificación de los conceptos considerados cuánto debe conocer un estudiante de pregrado en Geografía. No se discuten con buen detalle los procesos de formación del suelo y no se incluye mayor información sobre los factores de su formación. La bibliografía que se menciona en el libro está dirigida hacia lectores ingleses que estudian en Inglaterra. El título de la obra tiende a confundir a posibles lectores de otras latitudes.

ALFREDO ALVARADO
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

ZANDSTRA, H., SWANBERG, K., ZULBERTI, C.,
y NESTEL, B. Cáqueza; living rural development
Ottawa, International Development Centre, 1979.
321 p.

Este es un libro sobre una experiencia valiosa pero incompleta cuyo texto resalta en buen grado aspectos de investigación físico-biológica y socio-económica así como otros ligados a su implementación.

La experiencia es la de un proyecto rural ejecutado por el Instituto Colombiano Agropecuario en Cáqueza (Colombia) y en municipios vecinos. El proyecto nació de las actividades de un servicio de divulgación (extensión) que se amplió luego a ensayos de finca, crédito, cooperativas, nutrición y construcción de caminos. No es el producto de un plan "maestro" inicial que se haya descompuesto "lógicamente" en programas y proyectos con sus respectivas prioridades. El impacto sobre variables como la producción, los ingresos y algunos elementos del bienestar como alimentación, vivienda y educación no han sido evaluados. Sin embargo la experiencia ha servido al Gobierno de Colombia como elemento de juicio importante para establecer los programas de desarrollo rural integrado (DRI). También ha sido útil para mostrar la necesidad de que la investigación o los ensayos de campo anteceden los esfuerzos de cambio tecnológico.

El texto está dividido en cinco partes: la evolución del diseño del proyecto Cáqueza; los cinco años de experiencia en Cáqueza; investigación en sistemas de producción y la formulación de nueva tecnología; factores que afectan las tasas de adopción y finalmente la medida o evaluación de los resultados.

En la primera parte se discuten las perspectivas históricas de la estrategia de desarrollo rural, la formulación de las actividades del desarrollo rural integrado en

Colombia y las características del área geográfica del proyecto Cáqueza.

En la segunda se hace un recuento de varios aspectos de la experiencia de Cáqueza incluyendo organización y programación, investigación de campo, divulgación, relaciones del proyecto con otros programas del Instituto Colombiano Agropecuario, relaciones con otras instituciones, relaciones con la comunidad, recursos y administración del proyecto. En la tercera parte se analiza el tipo de metodología de investigación adecuada para el proyecto, se describen con relativo detalle los sistemas de producción existentes, las disponibilidades y usos de los recursos, la frecuencia de su empleo y la investigación y los resultados para probar el valor de las prácticas recomendadas en el área geográfica del proyecto. En la cuarta parte se presenta un marco teórico sobre el riesgo y se dan a conocer resultados de algunas investigaciones económicas realizadas sobre ese aspecto en el área del proyecto. En la parte final del libro se relatan los esfuerzos de evaluación realizados por personal del proyecto y se hace un intento de medir los resultados del proyecto como una inversión pública.

La organización anterior toma en cuenta, en buena parte, los enfoques más recientes de la literatura sobre implementación de proyectos. Por ejemplo: se discuten tanto los aspectos conceptuales (ambiente del programa) como la organización y algunos aspectos sobre los grupos beneficiarios (aunque no con la intensidad que parece ser necesario), a más de las interrelaciones entre el ambiente, la organización y el grupo beneficiario. En esto se sigue el enfoque usado por Hirschman y más recientemente por Smith sobre implementación de proyectos.

En suma: es un libro que los técnicos agrícolas deben leer con atención cuando se desea descender de los niveles de concepción doctrinaria o ideológica de la planificación a la pura acción de campo.

ALBERTO FRANCO
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

BOYER, JEAN. Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropicales humides et Sub-humides. Paris, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Unit Documentation Techniques N° 35. 1978. 40 francs.

El libro que nos ocupa se inicia con una introducción histórica bastante interesante sobre los estudios e investigaciones hechos con respecto a los elementos calcio y magnesio, aunque los autores no se limitan exclusivamente a dichos elementos, y de ahí que esta introducción sea el primer atractivo del libro.

El capítulo primero se refiere al origen del calcio y del magnesio que se encuentran en el suelo, y está dividido en tres partes: la primera concierne a la roca madre y expone generalidades sobre las rocas y su contenido original de los elementos mencionados, así como el destino de los mismos en el curso de la alteración. Esto se detalla aún más, con la presentación de datos sobre la evolución pedogenética de las rocas y los factores que influyen en el contenido de Ca y Mg, independientemente de la roca original.

La segunda y tercera parte del capítulo se refieren a los aportes de Ca y Mg que provienen de la atmósfera y de la vegetación, siendo asimismo exposiciones claras y documentadas sobre estos temas. El capítulo termina con una conclusión y resumen muy útiles.

El segundo Capítulo se refiere a las formas de calcio y de magnesio en los suelos. Esencialmente son dos: la forma de intercambio y la de reserva. Luego de las definiciones de cada una, se explica con bastante detalle la transformación de las reservas en iones de intercambio. El resto del capítulo se dedica a la determinación de estas formas de calcio y de magnesio y los métodos respectivos. Nuevamente el capítulo concluye con un resumen de las principales ideas expuestas.

El tercer capítulo destaca la importancia del Ca y del Mg del suelo para las plantas cultivadas. Al mismo tiempo se explica el papel del pH y su relación con estos dos elementos. Este capítulo es muy interesante puesto que además del simple papel como constituyentes de tejidos, explica los que desempeñan el Ca y el Mg en la fisiología de la planta y en sus relaciones con el suelo, incluyendo los problemas fisiológicos que produce la carencia de dichos elementos. Se incluye abundante información sobre la inmovilización de los mismos en los tejidos de muchas plantas, datos muy útiles desde el punto de vista práctico.

El capítulo cuarto va a un campo más profundo de la química del calcio y del magnesio en el suelo, al describir los equilibrios entre elementos minerales del suelo en los que intervienen, sus antagonismos y compatibilidades. Consciente el autor de la falta de información en este aspecto, ha sabido resumir lo más claramente posible, las relaciones entre Ca y Mg, entre ellos y el potasio, el fósforo, el nitrógeno y los elementos menores. Para concluir el capítulo hace resaltar la importancia de otros factores del suelo en la acción de estos elementos, de modo que el lector no puede con la sensación de algo incierto sino con la inquietud de la observación directa de conjuntos más complejos de varios factores, y no solo agrupaciones de dos elementos.

El capítulo quinto relaciona el contenido de Ca y Mg en el suelo, con los cultivos y presenta algunas escalas de fertilidad con respecto a ellos. Este capítulo también recoge información variada y recomienda el cuidado necesario en la utilización e interpretación de los datos.

El capítulo sexto trata del fenómeno de la lixiviación del Ca y el Mg en el suelo, comparándola con la susceptibilidad a la misma de otros elementos. Luego se habla de los diversos factores que intervienen. El capítulo se completa al referirse a la lixiviación del Ca

y Mg que han llegado como aporte adicional al suelo y al hablar de la acidificación del mismo debida a los abonos minerales.

Una conclusión muy interesante se da en este capítulo al comparar la intensidad de la lixiviación en países tropicales con la de los países de cuatro estaciones.

El capítulo séptimo y el octavo siguen un orden lógico, pues se habla del empobrecimiento global en Ca y Mg de los suelos cultivados, sea por lixiviación, sea por erosión, etc., en el primero y se termina exponiendo en el otro los objetivos y la práctica de las enmiendas calco-magnésicas.

Por último, la conclusión general final condensa muy bien las ideas prácticas principales del libro.

Con profusión de cuadros que aclaran lo expuesto en cada capítulo, esta obra se vuelve de fácil lectura. Además cuenta con abundantes referencias bibliográficas.

Este libro es un buen aporte a la literatura sobre calcio y magnesio en el suelo, y más específicamente de las regiones tropicales. Es recomendable para las bibliotecas de institutos superiores de agronomía y sería bueno que se lo traduzca al español ya que puede ser de mucha utilidad precisamente en los países de América que se encuentran en la zona intertropical.

FAUSTO MALDONADO
CASILLA 305
QUITO, ECUADOR

ARMSTRONG, HARVEY y TAYLOR, JIM. *Regional economic analysis*. Oxford, Philip Allan, 1978. 335 p. £ 6,50 net.

De vez en cuando tiene uno la oportunidad de revisar un libro interesante y eminentemente práctico y realista. En nuestra opinión eso logran Armstrong y Taylor hacer en su último esfuerzo.

El libro, a pesar de que en su totalidad se refiere a ejemplos de Europa, los usa con un gran criterio y los balances analíticamente con una breve introducción teórica, lo suficiente corta para no aburrir al lector.

Es posible que los problemas que ellos citan en función de su interpretación inglesa del problema regional, no se apliquen mucho a los países del tercer mundo. Sin embargo, los ejemplos sobre la comunidad económica europea son muy relevantes a la luz de los esfuerzos de integración regional latinoamericana.

El libro está dividido en tres secciones: La primera establece el marco teórico de la problemática regional inglesa y la extiende a Europa. La Sección es interesante por el sentido de realidad que dan a los problemas por la vía de comentarios prácticos.

La segunda sección es en nuestra opinión la mejor de todas, en especial en lo que se refiere a delimitación de regiones de política y micro-instrumentos de política, por su claridad expositiva y planteamiento. Concordamos con los autores en que una región multifacética sirve para todo y para nada.

La sección tercera es la que menos disfrutamos de las tres, quizá no por culpa de ellos sino porque utilizan instrumentos tradicionales cuya teoría es excelente, pero cuya practicidad cuestionamos a la luz de los resultados obtenidos en los países del tercer mundo con el uso de estas herramientas metodológicas

Nos hubiera gustado ver algo más sobre lo relacionado con el "Planning Balance Sheet" por su potencial uso en circunstancias más parecidas a las nuestras

En general el libro es excelente, poco común entre los planificadores regionales

JUAN ANTONIO AGUIRRE
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

DAVIS, JOHN. *Technology for a changing world*.
Comp Roger England. London, Intermediate Tech-
nology, 1978 58 p

Durante unos diez años, la tecnología intermedia se ha considerado como concerniente exclusivamente al Tercer Mundo. Desde 1975, el Intermediate Technology Development Group, de Gran Bretaña, uno de los grupos más activos al respecto, se ha preocupado de la aplicación de los conceptos de la "tecnología apropiada" a la economía urbana británica. Con esto expresaba la creencia de que era necesario cambiar la dirección de todas las economías, tanto de países ricos como pobres, hacia una nueva clase de tecnología, una que esté más en armonía con el pueblo, y con el ambiente vivo o inanimado del que todos somos una parte

Este librito ha sido compilado de los escritos de uno de los voceros más activos de este movimiento, John Davis, con el objeto de que un grupo más amplio de personas pueda apreciar los temas más significativos que han emergido en el curso de esta búsqueda de maneras más apropiadas de satisfacer las necesidades materiales de las personas en una sociedad industrial densamente poblada.

La esencia de la ideología del grupo es que las sociedades deben encaminarse hacia un mundo de valores diferentes en el cual la *calidad de la vida* esté considerada de más importancia, y bastante diferente de la *cantidad de consumo*. Para alcanzar esto, se señalan objetivos amplios que deben tener prioridad, a saber, crecimiento en pequeña escala, manufactura descentralizada, eliminación de desperdicio de energía, y reducción de la dependencia de importaciones.

Se sostiene que estos objetivos contribuirán sustancialmente a una renovación saludable del bienestar material y cultural de las Islas Británicas, aliviando los actuales problemas de la desocupación, de desperdicio de energía, de malas condiciones ambientales, relaciones industriales, desperdicio de productos no renovables, y balanza comercial

En cuanto a la estrategia para obtener estos objetivos, se señalan como más factibles las alternativas siguientes: 1) tecnología de baja energía, que incluye sistemas de aislamiento, de almacenamiento de energía, calentamiento por distritos, procesamiento de materiales de desecho (pirólisis, incineración) y bombeo de calor; 2) tecnología de fuentes alternas de energía que comprende los paneles solares para calentar agua, que son ya familiares, aprovechamiento de la energía de las mareas, del viento, de las olas, geotérmica, hidráulica, y sistemas orgánicos; 3) tecnología de productos de larga duración, haciendo retroceder una tendencia de las últimas tres décadas en que los productos durables, como los automóviles, o no durables, como los bombillos de luz, tienen cada vez una vida más corta; se considera que es posible fabricar un automóvil que dure unos 30 años; 4) tecnología de productos de segunda vida, que son aquellos recondicionados, usando componentes de máquinas desechadas y que pueden alcanzar similar calidad que las hechas con materias primas vírgenes; actualmente existen máquinas reconstruidas tales como máquinas de escribir IBM, fotocopiadoras y hasta tractores y maquinaria textil; 5) tecnología para separación y reprocesamiento de desechos, los que se están empleando en escala creciente en Europa para con las basuras urbanas, obteniéndose productos como papel, tableros de construcción (de desechos de plásticos). Nuevas tecnologías pueden incluir manufactura de fertilizantes y alimentos animales y reprocesamiento de basura, plásticos, textiles, madera y metal; 6) tecnologías en pequeña escala de alimentos y bebidas, lo que representa una tendencia hacia los establecimientos en los que se venden pan caliente o fideos hechos *in situ*, e incluye la vuelta a la popularidad de la cerveza de pequeñas cervecerías. Otras áreas de nuevas tecnologías incluyen pequeñas fábricas de conservas; 7) tecnologías de artesanía y semi artesanía, en las que se nota un resurgimiento en la manufactura de ropa, muebles y artículos de cuero; y 8) procesamiento de materiales naturales, en donde se aprovecha el renacimiento de las fibras naturales, así como de casas de armazón de madera y del uso de la piedra en construcciones. También hay esperanza en el transporte en barcos de vela y motor combinados, vehículos eléctricos de reparto, sistemas de comunicación electrónica, y miniaturización electrónica

La mayor parte del libro se dedica a mostrar que son factibles estos objetivos amplios. Se considera que son tecnologías viables e inherentemente superiores, que son más apropiadas para la Gran Bretaña contemporánea y para la nueva era de calidad de la vida. El énfasis es mayor en lo que se refiere a los problemas de la energía y del establecimiento más amplio de manufactura en pequeña escala.

En resumen, una presentación atractiva de un movimiento que tiene un creciente número de seguidores, aunque tenga también muchos detractores, especialmente entre los expertos y los economistas del desarrollo. A ratos parecen oírse ecos de un movimiento anterior, el de "Little England" del siglo pasado, que curiosamente apareció al final del apogeo imperial bri

tánico. Ahora que el Imperio está liquidado y que su grandeza es cosa del pasado, hay quizás mayores probabilidades que esta "tecnología apropiada" sea realmente la más apropiada.

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

CHAPINGO, MEXICO, COLEGIO DE POSTGRADUADOS. Manual para proyectos de pequeñas obras hidráulicas para riego y abrevadero. Vol. I Instructivo de Campo. Vol. II. Instructivo de Gabinete. México, 1977. 2 vols

Es un libro elaborado por un grupo de especialistas del Colegio de Postgraduados de Chapingo, que contó también con la supervisión de la Secretaría de la Presidencia y la asesoría de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México.

El libro se presenta en dos volúmenes. El primero es un Instructivo de Campo, que en 241 páginas de texto, agregadas con 60 figuras, 18 cuadros y 51 fotografías, y cubre cinco temas básicos sobre: Proceso de Elaboración del Proyecto, Estudios Topográficos, Estudios Geológicos, Estudios de Mecánica de Suelos y Algunos Aspectos sobre Construcción de Bordes.

El segundo volumen tiene 247 páginas de texto, que complementada con 66 figuras, 45 cuadros y 9 planos, contienen el desarrollo de tres extensos temas sobre: Estudios Hidrológicos, Diseño de las Obras y Algunos Aspectos sobre Cubicación de Terracerías. Cada volumen presenta al final su correspondiente bibliografía.

El libro contiene una metodología original para aproximarse a los estudios básicos de campo, lo mismo que al diseño y construcción de obras hidráulicas pequeñas para riego, abrevaderos y usos domésticos. Dicha metodología encuentra su mejor aplicación en México, ya que los estudios preliminares de campo, necesarios para cada proyecto, se simplifican considerablemente utilizando las Cartas Topográficas, Geológicas y Edafológicas disponibles para casi todo el territorio mexicano y aprovechando la información climatológica acumulada y los coeficientes hidrológicos elaborados y experimentados para las diferentes regiones del país.

Los Ingenieros Agrícolas y los Ingenieros Civiles, encontrarán en esta obra, mucha información técnica y práctica, de fácil aplicación o adaptación, sobre procedimientos de trabajo para el estudio, diseño y construcción de pequeñas obras de Riego y Abastecimiento de Agua.

Las instituciones públicas mexicanas del sector cuentan con un valioso instrumento de trabajo que seguramente contribuirá a extender y ampliar el volumen de las realizaciones ya cumplidas dentro de la sabia

política, consistentemente aplicada desde hace varios años para lograr el máximo aprovechamiento económico y social de los recursos hidráulicos del país. No hay duda de que las instituciones homólogas de otros países de la región, podrían derivar beneficios importantes para los mismos fines, con la adopción de metodologías similares a las que este libro contiene.

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

KRISHNASWAMI, K. B. Process technologies for phosphate fertilizers. New York, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) - UN Development and Transfer Technology Series No. 8, 1978. 50 p

Este volumen fue preparado por el Banco de Información Industrial y Tecnología de la Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas por el encargo de la 20 Conferencia General en Lima. Tiene el propósito de ofrecer alternativas de tecnología para que los países en desarrollo que la adquieren, puedan tomar las decisiones para escoger los procedimientos más convenientes para el país específico. Se tiene en mente específicamente suministrar esta información para el uso de ministerios de industria, oficinas de planificación y de desarrollo industrial.

En la introducción se presenta la metodología que se usa en los once capítulos para discutir diferentes procesos, su costos y los dueños de las eventuales patentes referentes a estos métodos. Se basan los procesos en el uso de fosfatos naturales y no en el uso de productos residuales de otras industrias como el caso del fosfato Thomas.

En el primer capítulo se analiza la fabricación del ácido sulfúrico, material esencial para la preparación del superfosfato sencillo. Se discute tanto la versión corriente, como las altas presiones del proceso de contacto. Se discute la manufactura del ácido sulfúrico a partir de piritas y también el método de Muller-Kulne.

El 2º capítulo se dedica a la manufactura de ácido fosfórico. Este capítulo, que es el más largo, analiza no menos de ocho alternativas para este procedimiento. Se estudian siete procesos húmedos y uno con el horno eléctrico. Se incluye también un proceso que se basa en el empleo del ácido clorhídrico.

En el capítulo 3º se estudia la preparación del ácido superfosfórico, para el cual se evalúan dos procesos, para concentrar el ácido fosfórico, según que venga del proceso húmedo o del horno eléctrico.

En el 4º capítulo se presenta la manufactura del superfosfato sencillo y se describen y analizan las ventajas y desventajas de este proceso.

En el 5º capítulo se presenta la manufactura del superfosfato triple y se analiza el costo de instalaciones de diferentes tamaños.

El 6º capítulo se dedica a tres alternativas para producir fosfato monoamónico. Para este producto, que está ganando más y más importancia, se presentan tres alternativas que se describen y se analizan.

La producción del fosfato diamónico es el tópico del 7º capítulo y para éste se presenta solamente una alternativa, el llamado Proceso de la TVA.

En el siguiente capítulo se estudia la producción del sulfo-fosfato de amonio para el cual también se ofrece solamente una alternativa, la cual se analiza.

El 9º capítulo se dedica al proceso de la obtención del nitro-fosfato amónico, reforzado con potasio. Este proceso que permite obtener abonos completos como 14-14-14- o 17-17-17 se discute como única alternativa.

Otro capítulo largo se dedica a la preparación del fosfato de amonio y urea, en el cual se estudian cuatro procesos. El procedimiento que permite la preparación de abonos completos con muy altos contenidos de nutrientes, con hasta de 57 unidades, está ganando mucha aceptación.

El último capítulo se dedica a la preparación de hidrofosfatos para lo cual proponen y analizan cuatro alternativas. En el apéndice se encuentra una breve bibliografía, que por desgracia refleja mucho la experiencia del autor en la India.

Otro componente interesante es una lista alfabética de las empresas industriales interesantes para los que están desarrollando y planificando industrias de este tipo. Una ventaja adicional de libro es que permite al profesor del curso de fertilizantes familiarizarse en forma sencilla y muy bien explicada con la tecnología moderna de los abonos fosforados.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

BRIDGES, E. N. *World soils*. 2nd. ed. Cambridge University Press, 1978 128 p. (£ 3,95).

El texto está dirigido a estudiantes que se inician en el estudio de la Geografía; por esta razón, el autor incluye un capítulo introductorio y otro de composición de suelos en los cuales le presenta al lector bases edáficas genéticamente orientadas que le permitan comprender el resto del libro.

El capítulo 3 resume muy ligeramente los factores de formación del suelo y en el capítulo 4 se hace otro tanto con los procesos de formación. Las siguientes secciones, tratan sobre clasificación de los suelos por zonas

geográficas, basándose en la Taxonomía de Suelos y el Sistema FAO-UNESCO como lenguaje común.

El enfoque de zonalidad empleado en los capítulos 6 a 10, facilita la comprensión e interpretación geográfica que el autor quiere darle al lector. En términos generales los principales suelos de cada zona se mencionan con sus características y su relación climática (suelos de latitudes extremas, medias frías, medias cálidas y bajas), y las variaciones azonales e intrazonales se presentan en el capítulo 10. Se incluye un capítulo sobre cartografía y otro sobre clasificación de tierras cuya idea es enseñarle al estudiante la aplicación de los conceptos emitidos en los capítulos anteriores.

En general el libro es claro, conciso y bien hilvanado. Quizás exagera el concepto de zonalidad lo que permite explicar las múltiples posibilidades edáficas dentro de una "zona". Se incluyen 32 perfiles a colores de diferentes partes del mundo que facilitan la comprensión del texto.

La obra está bien editada y se recomienda como texto en cursos de Geografía de Suelos aunque debería de complementarse con ejemplos de agricultura si se desea emplear en cursos de esta área.

ALFREDO ALVARADO H.
ESCUELA DE FITOTECNIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

SODANO, CHARLES S. *Animal feeds and pet foods; recent developments*. Park Ridge, N.J., Noyes Data, 1979 258 p. (Food Technology Review Nº 50). US\$ 36 00

El libro contiene información descriptiva de patentes de Estados Unidos de Norte América otorgados desde abril de 1973 sobre temas relacionados a la preparación de alimentos balanceados o ingredientes para animales domésticos y de casa. El contenido del libro incluye secciones sobre alimentos y suplementos para rumiantes, nutrientes específicos como micro elementos, promotores del crecimiento, preservación de ensilaje y otros forrajes, procesamiento de alimentos para animales, alimentos para peces, alimentos para animales de casa, tanto de alto o intermedio contenido de agua, como secos, y, finalmente, productos que aumentan la palatabilidad de los alimentos para animales.

La información incluida en el libro es comprensiva y de tipo práctico comercial. Su conocimiento puede ayudar a evitar duplicación en el proceso de investigación y desarrollo de alimentos para animales. Discute conocimientos sobre nuevos productos, así como también en el diseño de procesos, técnicas de producción y de métodos específicos para resolver problemas en el área de alimentos para animales.

La sección sobre la preparación de alimentos para rumiantes ofrece bastante información sobre la incorporación de fuentes de nitrógeno no proteico y de lípidos. También presenta alimentos específicamente adaptados para la digestión post-ruminal.

El capítulo titulado Nutrimientos describe alimentos que contienen elementos menores esenciales para mayor eficiencia de la producción pecuaria. Describe métodos para reducir el contenido de fluor en suplementos fosforilados, y métodos para incorporar aminoácidos esenciales como metionina para mejorar la calidad de la lana de oveja.

El capítulo sobre promotores del crecimiento presenta 56 procesos para promover el crecimiento de rumiantes y monogástricos y así poder disminuir el período necesario para llegar al peso de mercado. Los promotores del crecimiento descritos incluyen aquéllos de acción metabólica como aquéllos que controlan infecciones bacterianas.

La sección sobre la preparación de ensilaje es interesante, ya que da información sobre el control del proceso fermentativo y cómo preservar el alimento ya ensilado contra el deterioro por hongos y otros microorganismos no deseables.

De interés particular es el capítulo sobre alimentos para peces y de cómo enriquecerlos y lograr su consumo inmediato. Finalmente, el libro dedica 3 capítulos para la preparación de alimentos para animales de casa. Estos 3 capítulos contienen alimentos preparados en forma seca, con un contenido intermedio de humedad y con niveles altos. Cada tipo ofrece ventajas y desventajas en su preparación, conservación, oferta y consumo por el animal.

Hoy día que se habla y discute mucho sobre la aplicación de la ciencia y tecnología para el desarrollo, esta compilación de patentes puede ser de mucho valor y uso para la industria de piensos y los usuarios en los países del tercer mundo. El libro también puede ser útil para estudiantes y profesionales que se dedican a la nutrición animal.

RICARDO BRESSANI
INSTITUTO DE NUTRICION DE
CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP)
GUATEMALA, GUATEMALA

BROOKE, N., OXENHAM, J. y LITTLE, ANGELA.
Qualifications and employment in Mexico. Brighton, University of Sussex, 1978. 120 p. £ 2,00 net (Institute of Development Studies Research Reports).

El trabajo de investigación presentado por los autores sobre las relaciones que existen entre la educación y las posibilidades de empleo y mejoramiento, pareciera que confirma una vieja hipótesis de que para mejorar en la vida hay que educarse.

El sector industrial y urbano institucional estudiado respondió muy "mexicanamente" el análisis; no es que queremos desmeritar los resultados del estudio, pero creemos que las circunstancias y condiciones de el México urbano-industrial representa eso únicamente y su aplicabilidad al resto de América Latina sería cuestionable.

El hecho de haber circunscrito el estudio a los denominados "empleados de confianza" resta aún más en nuestra opinión validez al estudio y, por la propia naturaleza de esta clase de empleados, no estamos convencidos de si los resultados son extrapolables.

El documento por otra parte es un poco difícil de leer, los párrafos resultan excesivamente largos y las ideas debido a ello son extremadamente difíciles de concretar.

El trabajo en definitiva es interesante; sus resultados, aunque no son sorprendentes, ilustran la serie de prejuicios que una sociedad tercer mundista adquiere en el proceso de dejar de serlo y se lanza en la ruta de la tecnocracia pública y privada.

JUAN ANTONIO AGUIRRE
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

KLUGE, MANFRED y TING, IRWIN P. Crassulacean acid metabolism; analysis of an ecological adaptation. Berlín, Springer-Verlag, 1978. 210 p. (Ecological Studies; Analysis and Synthesis, Volume 30) DM 74.

Nuestros conocimientos de la fotosíntesis, especialmente respecto a los procesos físicos y bioquímicos, recibieron en las últimas tres décadas un gran adelanto. Debido al empleo de técnicas muy sofisticadas fue posible elucidar la mayor parte del mecanismo de este proceso. Por esta razón, a pesar que el metabolismo diferente en algunas plantas suculentas, hoy en día llamado Metabolismo de Ácidos en Crasuláceas (CAM), ya fue descubierto hace más de 150 años, no fue posible esclarecerlo completamente antes de encontrar una variante del proceso fotosintético, el llamado camino C_4 . Sabemos en la actualidad que el CAM representa un mecanismo similar al C_4 , que facilita a un grupo de plantas especializadas, de muy diferente posición taxonómica, el sobrevivir en un habitat donde el agua no siempre está disponible, o sea que el CAM realmente constituye una adaptación ecológica.

Existen varias revisiones de literatura y muchos trabajos individuales publicados sobre el CAM, como comprueban las casi 500 referencias citadas en la bibliografía de este libro, el cual representa una muy concisa compilación de los fenómenos asociados con el CAM. Su gran mérito reside en el hecho que no solamente

se limita a los procesos bioquímicos, sino trata de incluir aspectos taxonómicos, morfológico-anatómicos, fisiológicos y especialmente ecológicos, enfatizando la significancia del CAM como adaptación ecológica e, inclusive, posibles usos de plantas con CAM en la agricultura.

No es un libro voluminoso, como podría esperarse del número grande de referencias, gracias al esfuerzo de los autores de resaltar los hechos más importantes, consiguiendo al mismo tiempo un excelente equilibrio entre todos los aspectos relacionados con este tipo de metabolismo. De mucho valor para una persona interesada en este tópico es ya el primer capítulo grande sobre taxonomía y distribución geográfica de plantas con CAM. En esta, los autores citan las familias, géneros y en gran parte especies, en los cuales fue comprobada la existencia del CAM. Fotografías de muchas plantas y mapas de distribución geográfica completan muy bien este capítulo. En el siguiente, sobre morfología, anatomía y ultraestructura de plantas tipo CAM, se define el término suculenta y se correlaciona suculencia con CAM, incluyendo conceptos modernos sobre suculencia mesofítica en no suculentas. La ultraestructura de cloroplastos y otros orgánulos está documentada con excelentes fotomicrografías. El capítulo sobre caminos metabólicos del CAM está dividido en reacción en la oscuridad y reacción en luz, incluyendo conocimientos muy recientes sobre la relación isotópica de carbono y comparación con otros tipos de carboxilación. En el próximo capítulo sobre control y modificación del CAM, los dos autores, con mucha paciencia, analizaron la literatura existente para resaltar los aspectos de control y modificaciones del CAM poco conocidos y difíciles de encontrar en otras bibliografías sobre el CAM. La parte sobre bioquímica está completada con aspectos fisiológicos del intercambio de gases (CO_2 , O_2 , vapor de agua). El último capítulo, sobre ecología, productividad y uso económico de plantas con CAM, también representa una orientación novedosa, pues en revisiones anteriores nunca se hizo énfasis en que este metabolismo, encontrado en grupos tan heterogéneos y distantes, desde helechos hasta compuestas, tiene un denominador común: adaptación a un ambiente ecológico específico. Datos sobre productividad e ideas sobre posibles usos económicos completan este capítulo.

En un apéndice se incluyeron algunos trabajos publicados durante la impresión del libro, permitiendo así una actualización en forma máxima. Además del índice de materias existe también un índice taxonómico, muy útil para referencia rápida sobre las plantas con CAM.

En resumen, puede afirmarse que este libro, debido a su forma concisa de seleccionar y presentar la información actualizada, constituye una herramienta y fuente de información muy valiosa para toda persona interesada en el metabolismo de ácidos en las crasuláceas.

LUDWIG MÜLLER
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

GUTCHO, MARCIA. Edible oils and fats; recent developments. Park Ridge, Noyes Data, 1979. 402 p. (Food Technology Review Nº 49). US\$ 39.

Los aceites y las grasas son componentes importantes de la alimentación humana. Constituyen una fuente de energía altamente concentrada para el cuerpo. En una oxidación metabólica, liberan el doble de energía que los carbohidratos y proteínas. Son digeridos con lentitud por lo que retardan la sensación de hambre entre las comidas.

Este libro abarca un amplio espectro de procesos industriales (más de 200) sobre aceites y grasas comestibles, procesos que van desde la extracción (mecánica y por solventes) y purificación (eliminación de gomas, blanqueado, eliminación de ceras, deodorización), que son objeto de los primeros capítulos, incluyendo la modificación mediante hidrogenación, hasta el uso de grasas y aceites como componentes de productos alimenticios (este es el capítulo más extenso, con 53 procesos). La información detallada y descriptiva contenida en el libro está basada en patentes registradas en Estados Unidos desde agosto de 1973, lo que justifica el subtítulo de "Desarrollos recientes". La información está presentada en lenguaje técnico, pero fácil de entender, libre de la jerga legal y fraseología jurídica que necesariamente deben tener los documentos de una patente.

La selección de la grasa apropiada por usarse en una operación de procesamiento de un alimento es frecuentemente crítica. Se deben considerar la aceptación o rechazo por el consumidor, la estabilidad del producto, el punto de humo cuando se usa para freír, y la economía de la operación. Hay siempre un aceite o grasa que es la más apropiada para cada propósito específico. Las propiedades que se requieren de una grasa para la cubierta de un pastel no son las mismas que las necesarias para un aceite de ensalada. Para cumplir con las necesidades de un uso particular, las grasas se modifican física o químicamente (el proceso de hidrogenación es el más importante aquí), o por la adición de aditivos selectivos. Los aceites de ensalada deben ser claros y no enturbiarse a temperaturas bajas. Las margarinas, que se usan cada vez más, son emulsiones y deben permanecer estables, sin soltar su aceite a la temperatura ambiente. Lo mismo se puede decir de esa otra emulsión, la mayonesa, en la cual su inventor, Mahon, en el siglo XVII, sin conocer lo que eran los coloides, descubrió las propiedades emulsificables de la yema de huevo.

Ahora, por supuesto, de lo que se trata es de obtener sustitutos a la yema de huevo, así como a otra grasa también cara y escasa, la manteca de cacao. Esta última tiene una única combinación de propiedades de punto de fusión que la hacen muy apropiada para los dulces, especialmente chocolates. En ambos casos, asombra ver la variedad de sustitutos y mejoradores que se han preparado a partir de grasas baratas y abundantes. Entre estos, se destaca cada vez más el aceite de la palmera africana, cuyo cultivo se está extendiendo en el

mundo tropical. En este sentido figuran también las grasas de la semilla de mango como sustituto de la mantequilla de cacao, y el suero de leche y la clara de huevo como sustituto de la yema de huevo.

Además de las firmas norteamericanas, poseen patentes la conocida multinacional Lever Brothers, holandobritánico; la Nestlé, de Suiza; Mjokventralen, de Suecia; la I.C.I., de las Islas Británicas; la BASF, de Alemania; y varias japoneses. La firma que más patentes tiene es Lever Brothers (36), seguida de Procter and Gamble (15), SCM Corp (11), CPC International (11), y el US Department of Agriculture (7). Si bien figuran principalmente las firmas de productos alimenticios o jabones (Lever y Procter), figuran en la lista también la Westinghouse Electric, con un sistema de control por computadora para firmas que se ocupan de refinar el aceite; la Krupp, de Alemania, con una máquina para extraer aceite simultáneamente de distintas materias primas; la International Telephone and Telegraph con una sustancia autioxidante fenólica para retardar la rancidez.

En resumen, un libro con abundante y nueva información, datos e ideas sobre los avances de la tecnología de aceites y grasas comestibles.

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

TAYLOR, ANGELA E.R. y BAKER, J.R. Methods of cultivating parasites *in vitro* London, Academic Press, 1978. 301 p £ 14,50

El libro es una versión re-escrita de "The Cultivation of Parasites in Vitro" que los editores Angela E.R. Taylor y John R. Baker publicaron en 1968. Los considerables avances que en los últimos diez años han sido hechos sobre los métodos de cultivar parásitos *in vitro*, han sido recopilados en once capítulos que forman parte de tres secciones: Métodos Generales, Protozoa y Helmintos.

La recopilación de las técnicas y métodos descritos, a manera de manual de laboratorio, es indudablemente de interés, tanto para estudiantes como para investigadores en parasitología y campos afines. En este sentido el libro es una herramienta básica cuyo valor parece estar garantizado por la participación de catorce científicos de reconocida autoridad, como autores de los distintos capítulos que lo conforman.

Si bien el libro está orientado hacia la parasitología animal y humana, uno de los capítulos que tratan sobre helmintos se refiere al cultivo de nematodos parásitos en plantas.

Aunque el énfasis de los métodos indicados en el libro se hace en cultivos axénicos, hay indicaciones de métodos para cultivar monoxénicamente algunos parásitos, como en el caso de especies de *Entamoeba*.

Sin embargo, en el caso de los nematodos parásitos de plantas, no se indican los métodos de cultivarlos monoxénicamente y únicamente se indican los pocos intentos realizados para cultivar axénicamente algunas especies. Esto, para el investigador en Fitonematología no resulta muy atractivo, puesto que es justamente en cultivos monoxénicos de nematodos donde se han hecho las mayores contribuciones en este campo. De toda forma, para el fitonematólogo resulta de interés conocer cómo dos ectoparásitos migratorios, *Aphelenchus avenae* y *Aphelenchoides rutgersi* pueden ser establecidos axénicamente en forma continua y como hembras de un endoparásito sedentario, *Meloidogyne incognita* han logrado ser mantenidas en este tipo de cultivo.

Creo que la intención de los editores de este libro, de que el mismo pueda ser usado como manual de laboratorio, se cumple a cabalidad, si bien ellos son conscientes, y así lo indican, de que a menudo resulta difícil obtener en forma completa todos los detalles técnicos que sobre éstos métodos aparecen en los artículos que han sido publicados.

RODRIGO TARRIE
PROYECTO UNCTAD/PNUD
UNION DE PAISES EXPORTADORES DE BANANO
APARTADO 4273
PANAMA 5, PANAMA

BONCIARELLI, F. Agronomía. León, España, Editorial Academia, 1978. 296 p

Una de las preocupaciones del hombre moderno consiste en contar con material de consulta actualizado que le permita desenvolverse adecuadamente en el medio que le rodea. En este sentido, el libro de Bonciarelli no solo era una necesidad en la rama agrícola, sino que por su sencillez y actualización, representan un documento de mucho valor para personas que tienen que ver con el laboreo de la tierra.

La estructura del texto se basa en tres partes: 1) el Clima y la Planta, 2) el Medio Edáfico y 3) la Agrotecnia. La primera parte incluye conceptos de radiación solar, temperatura, relación agua-planta y viento. En general los principios se tratan con buen detalle, aunque algunos de ellos (heladas, por ejemplo), no tienen mucha relevancia en los trópicos.

El medio edáfico se evalúa principalmente desde el punto de vista físico, al incluir capítulos de estructura, porosidad, hidrología y el aire del suelo. Se descuida en demasía o se ignoran del todo los aspectos de química y microbiología de suelos, tan necesarios para entender otros fenómenos que se tratan luego en la fertilización de los cultivos.

La sección de agrotecnia, más de dos tercios del contenido del libro, incluye capítulos de avenamiento, laboreo del suelo, riego, cultivo de secano, fertilización, rotación y asociación de cultivos, control de malezas, propagación de plantas y técnicas experimentales en agricultura.

Desafortunadamente, la copia enviada para revisión tenía varias páginas rotas, error de imprenta que, mantenerse en toda la edición, obliga al cliente a revisar con cuidado lo que compra. El texto incluye 165 figuras que ayudan a su comprensión, así como una lista de referencias fundamentales (libros) sobre cada capítulo. Se recomienda tanto para agricultores progresistas como para estudiantes de carreras periféricas a la agonomía (biología, geografía, geología, etc.), siendo un buen texto para un curso sobre Fundamentos de Agronomía.

ALFREDO ALVARADO H.
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

SITTIG, MARSHALL. Hazardous and toxic effects of industrial chemicals. Park Ridge, N J., Noyes Data, 1979. 460 p. US\$ 42.

La cantidad de productos químicos industriales que son potencialmente peligrosos a la salud es más grande que lo que el público se imagina. Además, conforme se desarrollan nuevos y más precisos métodos de detección, es necesario revisar los estándares de permisibilidad.

Hay una continua necesidad de evaluar la situación de estas sustancias, incluso aquellas recién disponibles y aquellas que pueden alcanzar importancia comercial en el futuro. Esto debe hacerse con un enfoque predictivo para evitar o disminuir episodios catastróficos similares a aquellos que han ocurrido con metil mercurio (usado en tratamiento de semillas), los

clorodifeniles (persistentes contaminantes del ambiente, causantes de la enfermedad "Yusho" en Japón), clorovinilo monómero (materia prima para plásticos), y un número de plaguicidas.

Este manual está destinado a ser una guía de trabajo para la salubridad industrial y para las actividades, como la agricultura, en la que se utilizan muchos de estos productos. Por sus referencias, que están presentes en la mayor parte de las descripciones de las sustancias, el libro sirve también como una introducción a la literatura publicada y a las agencias gubernamentales que pueden suministrar consejos detallados.

La información contenida está basada en publicaciones emitidas por los principales organismos dedicados en los Estados Unidos a los problemas de las sustancias tóxicas industriales, principalmente el NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), y la EPA (Environmental Protection Agency). A diferencia de la generalidad de los libros de Noyes Data, este no está basado en patentes.

Para cada sustancia se da la última información disponible (hasta noviembre de 1978) sobre los siguientes puntos: a) descripción, que incluye la derivación, estructura química y nombre químico sistemático; b) sinónimos, es decir otros nombres químicos, nombres genéricos y marcas registradas; c) exposiciones ocupacionales potenciales; d) límites permisibles de exposición, que comprenden índices como los Valores Límites Umbrales (TLVs, por Threshold Limit Values) recopilados en una publicación de la asociación de higienistas del gobierno de Estados Unidos; e) rutas de entrada al organismo; f) efectos dañinos, locales y sistémicos; g) supervisión médica; h) pruebas especiales; i) métodos personales de protección.

El libro consiste de unas 250 monografías individuales, ordenadas alfabéticamente según el nombre común de cada sustancia. Un gran número de estos tiene relación más o menos directa con la agricultura. Así, como ejemplos tenemos la cianamida de calcio (fertilizante, herbicida y defoliante); arsénico (insecticida, herbicida); carbaril (insecticida); dibromocloro propano (nematicida); mercaptan (plaguicidas, fumigantes); y malathion y parathion (insecticidas).