

Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de magnesio, calcio y azufre^{*1/}————

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

ABSTRACT

*Morphological and physiological alterations are described for magnesium, calcium and sulphur deficiencies in passion flower plants (*Passiflora edulis* Sims) after growing them for several months in nutrient solutions lacking the above elements*

All three deficiencies induced visible changes of the growth, foliage and stem. Absence of magnesium was responsible for a mottling of the oldest leaves which shed prematurely, drying up of the older tendrils, and starch accumulation in the stem. Most notable was the effect of calcium deficiency which caused, besides chlorosis of the younger leaves and necrosis of shoot apices and older tendrils, cell and chloroplast deformations in the mesophyll region. Without sulphur the youngest leaves became smaller and uniformly yellowish; there also was an accentuated starch accumulation in the stem.

Introducción

SOLUCIONES nutritivas carentes de un elemento mineral esencial han sido utilizadas ampliamente para estudiar los efectos producidos en plantas cultivadas en ellas (12, 13, 26). De esta manera es posible asociar la falta de un determinado elemento con la sintomatología que se manifiesta después de algún tiempo. Su conocimiento permite luego, en el campo, identificar, a través de los síntomas visibles, el o los elementos responsables de una deficiencia.

Revisión de literatura

Cada elemento esencial ejerce una o varias funciones específicas en el metabolismo, sea en forma de constituyente, activador o catalizador, acción osmótica, y otras. Por eso, su ausencia, o una concentración debajo de la normal, resulta en trastornos del metabolismo, que se manifiestan en forma de anomalías morfológicas y fisiológicas.

Al revisar la literatura sobre los efectos de la deficiencia de *magnesio* (2, 4, 5, 16, 26), se llega a la conclusión que una clorosis de las hojas más viejas es el síntoma más comúnmente observado. La falta de los pigmentos verdes en la hoja puede afectar las áreas entre los nervios laterales, como en el café (19), el ápice como en los cítricos (4, 5) o ser relativamente uniforme, a veces acompañada de la formación de antocianos, como en el algodón (4, 16). Una defoliación prematura progresiva está asociada frecuentemente con la clorosis.

La falta de *calcio* produce normalmente un efecto rápido y acentuado sobre el crecimiento de las plantas, pues es esencial para las divisiones celulares (23). Las yemas comienzan a mostrar necrosis progresiva (4, 5, 14, 15, 26). Las hojas tiernas se tornan frecuentemente cloróticas, a veces acompañado de deformaciones y en algunos casos manchas necróticas, según la intensidad de la carencia. En estado de una falta severa de calcio, los síntomas pueden extenderse hacia las hojas inferiores (21), las cuales se tornan amarillentas (9), con consistencia coriácea o con áreas necróticas (15). Por lo general, sin calcio el crecimiento es muy reducido o paralizado (4, 5, 6, 9, 15). A diferencia de muchos otros elementos, la falta de calcio afecta seriamente el sistema radical (3, 22, 23). Las raíces pueden ser cortas, gruesas y duras, llegando inclusive a mostrar fuerte necrosis

* Recibido para su publicación el 14 de febrero de 1977

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

*** Fitofisiólogo Principal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-OEA.

1/ Parte de la tesis de grado de Mag. Sci del primer autor, en la Escuela de Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Turrialba Costa Rica.

(4, 15, 23, 26) Debido a los efectos nocivos, principalmente sobre el floema, pueden observarse descoloración marrón u oscura (15), como también zonas traslúcidas de los ápices (23) y a veces desorganización de estos (26).

Los primeros síntomas de la deficiencia de *azufre* son muy parecidos en la mayoría de las plantas (4, 5, 26) y se asemejan a los de la falta de nitrógeno. Este hecho puede ser explicado por ser ambos elementos esenciales para la síntesis de aminoácidos, precursores de las proteínas. Las hojas jóvenes aparecen amarillentas. En muchas plantas, esta clorosis se inicia en el tejido intervenal, dando un aspecto moteado, que luego da lugar a una clorosis uniforme. Frecuentemente la deficiencia de azufre reduce el crecimiento de las hojas terminales y puede afectar también el desarrollo de la planta entera.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en los invernaderos y laboratorios de Fisiología Vegetal del Centro de Enseñanza e Investigación del IICA, en Turrialba, Costa Rica.

Las plantas de maracuyá fueron cultivadas en soluciones nutritivas, completa y carentes de los tres elementos en estudio. La metodología seguida ya fue descrita detalladamente en trabajo anterior (18).

Los tratamientos consistieron en:

T (testigo, solución completa), -Mg, -Ca y -S. Se efectuaron cuatro repeticiones y los frascos se distribuyeron al azar en el invernadero.

Resultados y discusión

Los efectos de las deficiencias de los elementos magnesio, calcio y azufre en el aspecto morfológico, así como las observaciones microscópicas realizadas en cortes de las diferentes partes de las plantas, fueron comparados con las características de plantas normales (17). A continuación se describen los resultados más importantes:

Planta deficiente en magnesio

Síntomas visibles. Los síntomas de la deficiencia de magnesio se manifestaron a los 120 días, iniciándose primeramente en las hojas inferiores. Estas presentaron manchas cloróticas en las áreas intervenales, lo que dio un aspecto moteado. Al agudizarse la deficiencia, las manchas cloróticas se unieron, comenzando por la base de la hoja, y luego se tornaron parcialmente necróticas (Fig. 1). Además hubo una fuerte defoliación prematura de las hojas afectadas.

Los brotes laterales inferiores tuvieron poco desarrollo y sus hojas presentaron fuerte clorosis, la cual era menos evidente en los brotes medios y aún menos en los superiores.

Estas observaciones coincidieron bastante con las anomalías producidas en *Passiflora ligularis* (6), café (15), manzano (11), papaya (21), tabaco (7), tomate (26), y muchas otras plantas (4, 5, 26). Solamente en maracuyá los nervios no permanecieron verdes, sino se tornaron amarillos junto con el parénquima foliar.

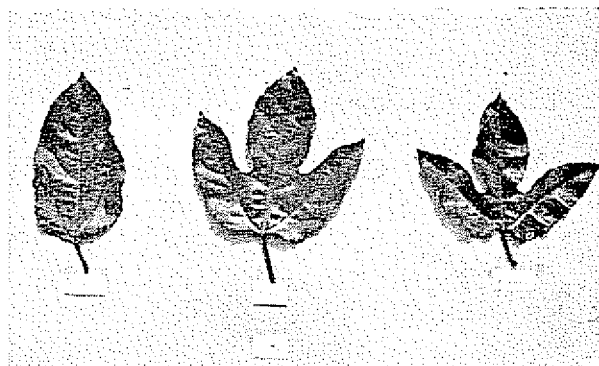


Fig. 1—*Síntomas visibles de deficiencia de magnesio*

Los zarcillos inferiores se marchitaron y luego se secaron. Los de los tercios medio y superior tomaron una coloración rojiza.

Alteraciones anatómicas. Las raíces, en cortes transversales, al igual que los zarcillos, no mostraron anomalías.

En secciones transversales del tallo, en sus tercios inferior y medio, se apreció acumulación de almidón en el parénquima xilemático y medular, y especialmente en el parénquima cortical. Esto se debía, posiblemente a que el magnesio, igual que el potasio, interviene en las reacciones del metabolismo de glúcidos (27).

En las áreas cloróticas de las hojas, las células en empalizada exhibieron un contorno deformado. Los cloroplastos, en ambos estratos del mesofilo, se replegaron hacia la pared celular, donde se agruparon en masas irregulares. Estos resultados concuerdan con observaciones en café por Accorsi y Haag (1).

Planta deficiente en calcio

Síntomas visibles. A los 120 días se observaron los primeros síntomas de la deficiencia de calcio, en forma de una clorosis intervenal en las hojas más jóvenes, permaneciendo toda la nervadura más verde, lo que dio un aspecto reticulado. Además, las yemas terminales presentaron pequeñas manchas necróticas. En estado

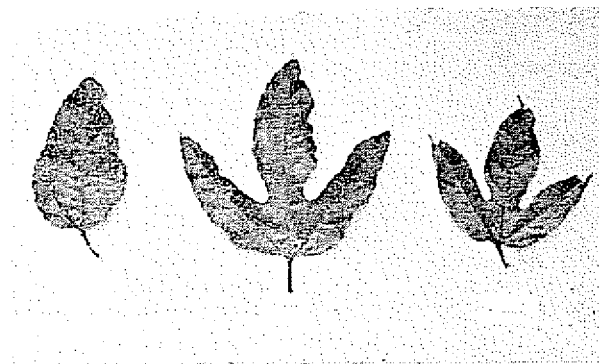


Fig. 2—*Síntomas visibles de deficiencia de calcio*

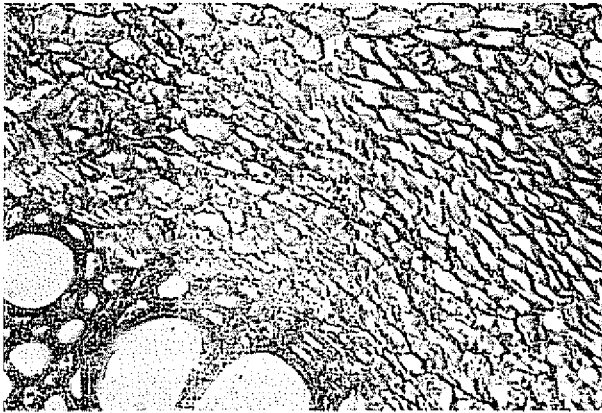


Fig. 3.—Alteraciones anatómicas en tallo deficiente en calcio

avanzado de deficiencia, las hojas del tercio medio fueron también afectadas, produciéndose encrespamiento de sus bordes y textura coriácea (Fig 2).

Una necrosis fuerte afectó los zarcillos del tercio inferior del tallo. Los de los tercios medio y superior permanecieron normales.

El crecimiento de la planta fue reducido y los brotes laterales se desarrollaron muy poco.

Estos resultados, en su mayoría, coinciden con los descritos para muchas otras plantas (4, 5, 6, 9, 15, 21, 24) Sin embargo, las yemas terminales de maracuyá no se murieron como sucede normalmente. Esto se debió posiblemente a que el tiempo de experimentación en solución carente fue insuficiente para que la deficiencia se agudizara a tal extremo.

Alteraciones anatómicas En tallos y zarcillos las células cambiales presentaron en algunas zonas deformaciones bastante acentuadas (Fig 3), lo que dio lugar a un crecimiento en grosor reducido de los órganos respectivos. El floema tuvo poco desarrollo, igual que la corteza y médula. En este último tejido las paredes celulares estaban fuertemente engrosadas y ligeramente lignificadas. Los paquetes de fibras esclerenquimáticas también presentaron poco desarrollo y algunos estuvieron poco lignificados en comparación con el testigo (17). Estas alteraciones fueron menos pronunciadas en el tercio inferior del tallo, que se había desarrollado en condiciones más favorables de nutrición.

Estas anomalías coinciden en algunos aspectos con los descritos para tallos de *Pinus taeda* (8) y tomate (15), deficientes en calcio, con la diferencia de que en el tomate se presentó necrosis en la corteza; no así en maracuyá.

Las áreas afectadas de hojas deficientes en calcio mostraron una deformación completa de las células en empalizada y esponjosas, las cuales formaron una sola masa entre las dos epidermis. Sólo los vasos de los nervios que atraviesan el mesófilo de la hoja se distinguieron nítidamente (Fig 4). En áreas afectadas, las células del parénquima esponjoso eran menos deformadas que las en empalizada. Sin embargo estas últimas dieron un aspecto de estar plasmolizadas, con los cloroplastos

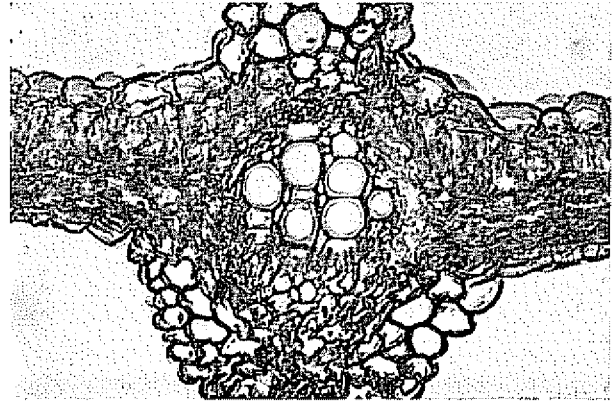


Fig. 4.—Alteraciones anatómicas en hoja deficiente en calcio

amontonados. Estas alteraciones fueron muy similares a las descritas para hojas de café (1), tomate (15) y lechuga (24). Pero en las hojas de la última especie las células del floema de los principales haces vasculares tenían paredes engrosadas y los vasos del xilema estuvieron taponados con una sustancia gomosa.

Planta deficiente en azufre

Síntomas visibles. A los 150 días se iniciaron en las hojas superiores los síntomas de deficiencia de este elemento en forma de una clorosis en las áreas intervenales, quedando apenas pequeñas fajas de color verde oscuro a ambos lados de la nervadura (Fig 5). Al acentuarse la deficiencia, las hojas de los brotes terminales no se desarrollaron completamente, quedando más pequeñas y de color uniformemente amarillo, mientras que las hojas de los tercios medio e inferior conservaron su color verde normal.

Estos resultados fueron muy similares a los observados en café (20), tabaco (7, 28), soya (10), papayo (21), y otras plantas (4, 5, 25). Pero en maracuyá no se produjo una marcada reducción en el crecimiento de la planta, debido probablemente a la media dosis de azufre aplicada durante los primeros meses de la experimentación.

Alteraciones anatómicas. Cortes transversales realizados en los tercios medio e inferior del tallo mostraron



Fig. 5.—Síntomas visibles de deficiencia de azufre

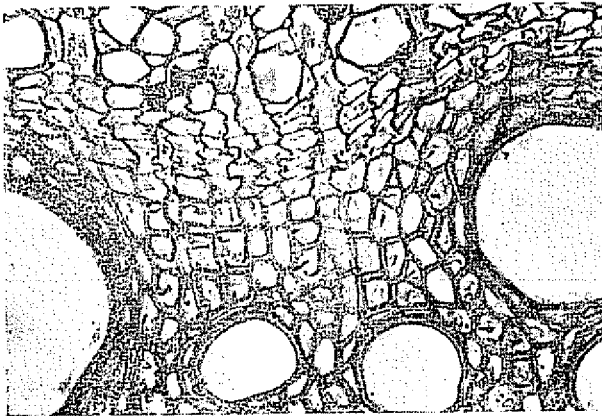


Fig. 6.—Alteraciones anatómicas en tallos deficientes en azufre.

deformaciones de los elementos del cambium en algunas zonas (Fig. 6). Además, se observó acumulación de almidón en los parénquimas cortical y medular, con engrosamiento de las paredes en este último tejido. En el tercio superior del tallo el cambium no estaba tan bien definido como en el testigo (17).

Estos resultados coincidieron con los hallados en tallos de soya (10), pero contrastaron con aquellos descritos para tallos de tabaco (28), pues en maracuyá no se observó reducción en el tamaño de las células epidérmicas, corticales, floemáticas y medulares.

En las áreas cloróticas las células en empalizada exhibieron ciertas deformaciones, con los cloroplastos ligeramente agrupados. En las células esponjosas no se observó ninguna diferencia con respecto al testigo.

Conclusiones

Las deficiencias de los elementos estudiados causaron cada una, una sintomatología característica, de la cual se pueden obtener las conclusiones siguientes:

1. Los síntomas visibles de las tres deficiencias fueron parecidos en la mayoría de sus detalles con los descritos para otras plantas.
2. Las tres deficiencias afectaron el crecimiento y desarrollo de las plantas en diversos grados, siendo la más importante la de calcio.
3. Cada deficiencia produjo una clorosis típica que puede servir para identificar síntomas en plantas en el campo.
4. Debido a su importancia en las divisiones celulares, la falta de calcio indujo deformaciones de las hojas, necrosis en ápices de tallos y raíces.
5. En todos los casos se observaron distorsiones de las células del mesofilo, con mayor énfasis en el tejido en empalizada. También había alteraciones en la forma y distribución de los cloroplastos, lo que resalta la importancia de los tres elementos esenciales en la organización celular.
6. Se detectó cierta acumulación de almidón en los tejidos parenquimáticos del tallo en el caso del magnesio y azufre, lo que indica interferencia de las deficiencias en el metabolismo y utilización de los glúcidos.

Resumen

Cada una de las tres deficiencias inducidas en soluciones nutritivas carentes se manifestó en forma de una sintomatología típica.

La deficiencia de magnesio fue responsable de una clorosis de las hojas inferiores y defoliación prematura de las mismas. Se podía observar una acumulación de almidón en ciertos tejidos del tallo. Los cloroplastos en las áreas cloróticas de las hojas estaban aglomerados en masas irregulares.

Al faltar calcio, las hojas jóvenes mostraron una clorosis intervenal fuerte, junto con manchas necróticas en los ápices de los tallos. También exhibieron necrosis los zarcillos del tercio inferior del tallo. El desarrollo de las plantas fue severamente afectado, el floema se desarrolló poco y las células del cambium estaban parcialmente deformadas.

Las hojas jóvenes comenzaron a amarillarse cuando se eliminó el azufre de la solución nutritiva. Primeramente apareció una reticulación y luego las hojas se tornaron uniformemente cloróticas. Las hojas de los tercios medio e inferior parecieron normales. En el tallo ocurrió cierta acumulación de almidón.

Literatura citada

1. ACCORSI, W. R. y HAAG, H. P. Alterações morfológicas e citológicas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var Bourbon (B. Rodr.) Choussy), cultivados em solução nutritiva decorrentes das deficiências e excessos dos macronutrientes. *Revista do Café Português* 23:5-19. 1959.
2. BAUMEISTER, W. *Mineralstoffe und Pflanzenwachstum*. Stuttgart, Gustav Fischer, 1954. 176 p.
3. BURSTROM, H. Studies on growth and metabolism of roots. X. Investigations of the calcium effect. *Physiologia Plantarum* 7: 332-342. 1954.
4. CHAPMAN, H. D. ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, University of California, 1966. 793 p.
5. CHILDERS, N. F. ed. *Nutrition of fruit crops. Tree and small fruits*. Rutgers, New Jersey State University, 1968, 898 p.
6. CHOUCAIR, K. *Fruticultura colombiana*. Medellín, Editorial Bedout, 1962. v. 2, pp. 831-834.
7. CIBES, H. y SAMUELS, G. Mineral-deficiency symptoms displayed by tobacco grown in the greenhouse under controlled conditions. Puerto Rico Agricultural Experiment Station Technical Paper Nº 23. 1957. 22 p.
8. DAVIS, D. E. Some effects of calcium deficiency on the anatomy of *Pinus taeda*. *American Journal of Botany* 36 (3):276-282. 1949.

9. DAY, D. Some effects of calcium deficiency on *Pisum sativum*. *Plant Physiology* 4(4):493-506. 1929
10. EATON, S. V. Influence of sulphur deficiency on the metabolism of the soybean. *Botanical Gazette* 97(1): 68-100. 1935
11. FORD, E. M. The development of magnesium deficiency symptoms in apple leaves. East Malling Research Station. Annual Report N° 5-4: 135-138. 1966
12. HEWITT, E. J. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Commonwealth Agricultural Bureaux. 1966. 221 p.
13. HOAGLAND, D. R. y ARNON, D. J. The water culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station, Circular 347. 1950. 32 p.
14. JONES, R. G. W. y LUNT, O. R. The function of calcium in plants. *Botanical Review* 33(1):407-426. 1967
15. KAIRA, G. S. Responses of the tomato plant to calcium deficiency. *Botanical Gazette* 118(1):18-37. 1956
16. MALAVOLTA, E., HAAG, H. P., MELLO, F. A. y BRASHI SOBRINHO, M. O. C. On the mineral nutrition of some tropical crops. Berna. International Potash Institute. 1962. 155 p.
187. MORALES, A. A. y MÜLLER, L. E. Algunos aspectos morfológicos del maracuyá (*Passiflora edulis*). *Turrialba* 22(3):268-271. 1972.
18. ——— y MÜLLER, L. E. Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio. *Turrialba* 26(4): 351-356. 1976
19. MÜLLER, L. E. Algunas deficiencias minerales comunes en el café (*Coffea arabica* L.). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico N° 4. 1959. 40 p.
20. MÜLLER, L. E. Deficiencia de azufre en algunos suelos de Centro América. *Turrialba* 15 (3): 208-215. 1965.
21. MUÑOZ, S. M., KOCHER, C. F. y VILLALOBOS, P. A. Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papayo (*Carica candamarcensis* Hook f.). *Agricultura Técnica* (Chile) 26 (3): 106-113. 1966
22. SOMMER, A. I. y SOROKIN, H. Effects of the absence of boron and some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of *Pisum sativum*. *Plant Physiology* 3(3): 237-260. 1928
23. SOROKIN, H. y SOMMER, A. I. Effects of calcium deficiency upon the roots of *Pisum sativum*. *American Journal of Botany* 27(5): 308-318. 1940.
24. STRUCKMEYER, B. E. y IBBITTS, T. W. Anatomy of lettuce leaves grown with a complete nutrient supply and without calcium or boron. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 37: 324-329. 1966
25. TOMPKINS, D. R., BAKER, A. S., GABRIELSON, R. L. and WOODBRIDGE. Sulphur deficiency of broccoli. *Plant Disease Reporter* 49 (11): 891-894. 1965.
26. WALLACE, T. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms; a color atlas and guide. 2nd ed. New York, Chemical Publishing. 1961. 116 p.
27. WEBSTER, C. C. Nitrogen metabolism in plants. New York, Peterson. 1959. 152 p.
28. WEDIN, W. F. y STRUCKMEYER, B. E. Effects of chloride and sulphate ions on the growth, leaf burn, composition and anatomical structure of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Plant Physiology* 33 (suppl. 1): 133-139. 1958
29. YOUNG, I. y MAW, G. A. The metabolism of sulphur compounds. London, Methuen. 1958. 180 p.

Notas y Comentarios

Reunión Internacional de Sorgo en Argentina

Durante la primera quincena de marzo de 1978, se llevará a cabo en Buenos Aires, Argentina, una Reunión Internacional de Sorgo (RIS). Se cumple así la Resolución de la Asamblea del Seminario Internacional, realizado en enero de 1975 en la ciudad de Mayagüez, Puerto Rico.

Se ha elegido esta fecha para tener la oportunidad de mostrar a los concurrentes los campos experimentales de Estaciones oficiales (INTA) y de algunas empresas privadas, así como campos para producción de semillas. Estas visitas se harán después de la discusión de los trabajos presentados.

El programa incluirá todos los aspectos de los sorgos graníferos y forrajeros, desde la situación actual y perspectivas en cada país participante, hasta su utilización industrial, pasando por el mejoramiento genético, semillas, enfermedades y plagas, y fisiología.

El presidente del Comité Organizador Local es Fulgencio Sauro; el Secretario, Héctor Lerner, habiéndose elegido como Presidente Honorario a Ricardo A. Parodi. La dirección es: Corrientes 617, piso 10, Buenos Aires.

Publicaciones

Biótica. El Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, de México, ha iniciado en 1976 la publicación de una revista dedicada a publicar contribuciones científicas originales relacionadas con los recursos biológicos de México. El primer número contiene dos artículos; uno sobre la vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz, y otro sobre Hamamelidaceae de Veracruz. La dirección del Instituto es: Apartado Postal 63, Xalapa, Veracruz, México.

Legume Research. Una nueva revista internacional, *Legume Research*, que por ahora será semestral, ha aparecido en 1977. Se ha formado en respuesta al interés creciente de organismos internacionales en las leguminosas al servicio del hombre y en los métodos para incrementar la productividad de estas plantas. La revista se enfocará en los aspectos fundamentales y aplicados de las leguminosas: fisiología genética, mejoramiento, actividad bacteriana, calidad del producto, y aspectos tecnológicos de cultivo, proceso y evaluación. Publicará artículos originales de investigación y revisiones de literatura. El editor es S. Chandra, de la India, y en el comité editorial de siete especialistas hay un latinoamericano: el Dr. Antonio M. Pinchinat, actual Director de la Zona del Caribe del IICA. La dirección de la revista es: Agricultural Research Communication Centre, Sadar, Karnal-132001, India.

Notas y Comentarios

Tecnología apropiada en la política energética en Brasil

En muchos aspectos, algunos de los esfuerzos del Brasil actual por acelerar su desarrollo han despertado interés en el resto del mundo, y en algunos casos han sido imitados. La "indización" de los precios, salarios y tipos de cambio es un ejemplo.

Recientemente, una política relacionada con la agricultura, la producción de alcohol para ser mezclado con la gasolina (cf *Turrialba* 26:219 1976) ha despertado cierto interés y no poco escepticismo. Pero también ha sido elogiada por su visión y por el coraje que esa política representa.

En una crítica a los planes sobre la estrategia de la energía en Gran Bretaña, Robin Clarke, comentarista agrícola de *New Scientist* (vol. 74 p. 731) critica también a los entusiastas de la Tecnología Apropiada por pensar sólo en pequeño en las batallas que han estado librando por años, urgiéndoles a pensar en grande como lo está haciendo Brasil con el alcohol.

En Brasil se intenta, en una palabra, reemplazar el petróleo con alcohol, en gran parte si no se puede totalmente. Sucede que el motor de combustión interna puede caminar bastante bien con una mezcla de alcohol y gasolina, o mejor todavía, con algunas pequeñas modificaciones, con una mezcla de alcohol y agua. Para ese fin, Brasil piensa dedicar millones de hectáreas a cultivos que serán simplemente fermentados y destilados en nuevas estaciones de fermentación que se están construyendo. Ese alcohol será entonces usado para hacer funcionar vehículos del país, o por lo menos la mayor parte de ellos. Lo cual es interesante por dos razones.

Primero, es un uso real de un biocombustible. La energía solar está bien para calentar agua pero es difícil hacer algo más con ella. Pero vayamos a la fuente y encontraremos que las plantas resolvieron el problema hace bastantes años cuando inventaron la fotosíntesis. Sobre aquella reacción el hombre basó la mayor parte de sus industrias, y de ella se proveyó de combustible (madera), energía (alimentos) y vestido (lana y algodón). El usar el sol para cultivar plantas que a su vez se convierten en artefactos útiles parece ser eminentemente sensible; y nuevas luces bien podrían brillar sobre muchos de los problemas.

Pero el caso de Brasil contiene otra lección. Lo que está haciendo es una tecnología muy apropiada. No teniendo petróleo, y no desistiendo seguir comprándolo, está haciendo algo equivalente usando su propia tierra y su propia mano de obra. Esto podría ser bastante capital intensivo, pero ciertamente es tecnología apropiada, y lo que es más, es tecnología apropiada en gran escala. Quizás Brasil ha encontrado en la tecnología apropiada algo aún más sensible que cañerías de bambú, máquinas desgranadoras a pedal, o extractores solares de cera de abejas.

Robin Clark termina sus comentarios urgiendo a los tecnólogos británicos a pensar en soluciones grandes al problema de la energía, en vez de las numerosas pequeñas soluciones hasta ahora propuestas. Entonces será posible seguir tardíamente la valiente ruta hacia el futuro que Brasil ha escogido.

México controla el comercio del cabeza de negro

Una crisis en el abastecimiento del extracto de cabeza de negro (*Dioscorea floribunda*) parece destinada a terminar una era en la industria farmacéutica. El extracto, al que se conoce en el comercio como barbasco, ha sido el punto de partida de una amplia gama de derivados de esteroides de importancia en muchos campos de la medicina.

El gobierno mexicano, a través de la compañía Proquiremex, controlada por el estado, ha estado retirando existencias de barbasco del mercado en un intento de provocar la elevación de los precios. Ahora, según el consultor bioquímico Norman Appenzweig, un experto en el campo de los esteroides, las reservas de la industria se están acabando. Como resultado de un cambio a otras tecnologías, el producto mexicano posiblemente haya perdido muchos mercados.

El barbasco es usado en la síntesis de estrógenos y progestógenos para anticonceptivos, así como también en la elaboración de progesterona, esteroide anabólico y corticoesteroide. Desde que el precio se cuadruplicó, muchas compañías han hallado económico desarrollar economías de fermentación que producen muchos de estos productos a partir de otras materias primas (principalmente derivados del ácido de la bilis y el colesterol) como alternativa al proceso puramente químico que parte del barbasco.

En una entrevista con la revista de la industria farmacéutica *SCRIP* (Nº 253, p22), Appenzweig afirma que México tendrá que bajar el precio que pide, de US\$ 2658 por tonelada, por el barbasco seco hasta debajo de US\$ 930 para recapturar el mercado de estrógenos y por debajo de US\$ 2215 para competir con los corticosteroides.

Mientras tanto, el interés está desviándose hacia otros procesos para la síntesis de esteroides farmacéuticos (Cf *Turrialba* 23:384 y 25:356). Un interés especial se está enfocando en el uso de esteroides derivados de la abundante soya (*New Scientist* Vol 74, p693). En Londres, un grupo en el University College (UC) está trabajando para desarrollar procesos enzimáticos para reemplazar los ineficientes métodos de fermentación que se usan en la actualidad. El Dr. Peter Dunhill, un miembro del grupo, dice que el precio mexicano ciertamente precipitó la fiebre reciente de investigación pero presiente que el resultado puede ser una competencia severa de precio. El esfuerzo del UC, inicialmente financiado por el Science Research Council, busca desarrollar un proceso enzimático que use solventes orgánicos. Esto sería significativamente más eficiente que una fermentación acuosa de materias primas de esteroles relativamente insolubles.

Esta búsqueda de alternativas significa un riesgo para México, pues puede convertir al barbasco, a los precios actuales, en un producto de alta elasticidad de sustitución, como son la soya o la harina de pescado para nutrición animal.

La Pimienta como insecticida

Parece un trozo de sabiduría popular antigua confirmada por la ciencia pues nos parece haber leído u oído que las amas de casa usaban antes granos de pimienta para proteger su ropa de las polillas. Pues ahora, la pimienta negra, el picante fruto seco de las plantas de las Indias Orientales, *Piper nigrum* L., por siglos usada por el hombre como condimento, puede probar su utilidad como insecticida para proteger a los productos almacenados de por lo menos dos plagas económicas (*Agricultural Research* June 1977).

La química Helen C. F. Su, del Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos, en estudios en el Stored-Products Insects Research Laboratory, en Savannah, Georgia, encontró que la Pimienta molida y su extracto alcohólico son altamente tóxicos tanto al gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* (L.), como al gorgojo del caupí, *Callosobruchus maculatus*.

Los tratamientos con pimienta molida y el extracto fueron generalmente tóxicos a los gorgojos del arroz hasta en las dosis más bajas de 625 ppm en el trigo blando de primavera.

Cuando se aplicó tópicamente, los extractos crudo y purificado de pimienta causaron una mortalidad muy alta. Sin embargo, la mortalidad fue mucho más baja en los insectos tratados con piperina, lo que indica que un componente menor puede jugar un papel mayor, según la Dra. Su.

La Dra. Su cree que la pimienta debería ser una fuente segura y promisoramente de insecticidas naturales.