

Nematodes associated with agricultural crops in Honduras*

JORGE PINOCHET**, OSCAR VENTURA***

COMPENDIO

En un muestreo realizado a nivel nacional, un total de 56 especies de nematodos fitoparásitos representando 22 géneros se encontraron asociados con diversos cultivos. Los nematodos del género *Helicotylenchus* fueron los más frecuentes apareciendo virtualmente en todas las muestras. *Meloidogyne* spp fue encontrado atacando malanga, tabaco, banano, plátano, papaya, café y cultivos hortícolas. Las especies de este género fueron generalmente halladas en poblaciones mixtas. *Radopholus similis* se encontró ampliamente distribuido en banano y con menor frecuencia en plátano y cultivos ornamentales. *Pratylenchus* spp se encontró asociado con daño radicular en plátano, banano, café, cítricos y cultivos hortícolas. *Tylenchulus semipenetrans* fue detectado en toronja en el área citrícola de la Ceiba. El nematodo del anillo rojo, *Rhadinaphelenchus cocophilus* es registrado por primera vez en Honduras. En forma menos frecuente fueron hallados los siguientes géneros: *Rotylenchulus*, *Tylenchorynchus*, *Xiphinema*, *Discocriconemella*, *Gracilacus*, *Hemicriconemoides*, *Hemicyclophora*, *Hoplolaimus*, *Nothocriconema*, *Peltamigratus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus* y *Trophurus*.

Introduction

HONDURAS is the second largest Central American country with an economy mainly depending on agriculture. The importance of plant parasitic nematodes in this country has only been determined for bananas, plantains, and citrus (3, 7, 11, 15). The nematodes of main concern in these crops are *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchulus semipenetrans*, and *Rotylenchulus* spp. On horticultural crops, field crops, fruit crops, and ornamentals, information is lacking. Nematodes have been acknowledged as economically important in other Central American countries that cultivate many of the same crops as Honduras (1, 13, 14). This study presents the results of a nationwide survey from the different agricultural areas of Honduras.

Materials and Methods

A total of 503 composite soil and root samples were collected throughout the most important agricultural areas of Honduras (Fig. 1). Each soil sample consisted of about 400-500 g soil collected around the rhizosphere of the host and from the first 40 cm of depth. Root samples weighed from 40 to 200 g depending on the amount of material available. Soil and root material was taken to the nematology laboratory of the Division of Tropical Research in La Lima, Honduras, for processing. Nematodes in the soil were extracted by differential sieving and sugar flotation method (4). Root samples were processed by Baermann funnel technique. Washings with nematodes were stored in vials containing 2.5 per cent formaldehyde. Nematodes of interest were mounted in glycerine (10) and sent to the Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, England, for species identification.

The survey was conducted from May, 1976 to September, 1978, from 3 distinct geographical regions: 1) The north Atlantic coast, characterized by hot tropical weather (0-300 m). The prevailing crops of

* Received for publication April 30th, 1979

** Present address. AGRAR. Actividades Agrícolas Aragonesas, Zaragoza, Spain

*** Division of Tropical Research United Fruit Company, La Lima, Honduras.

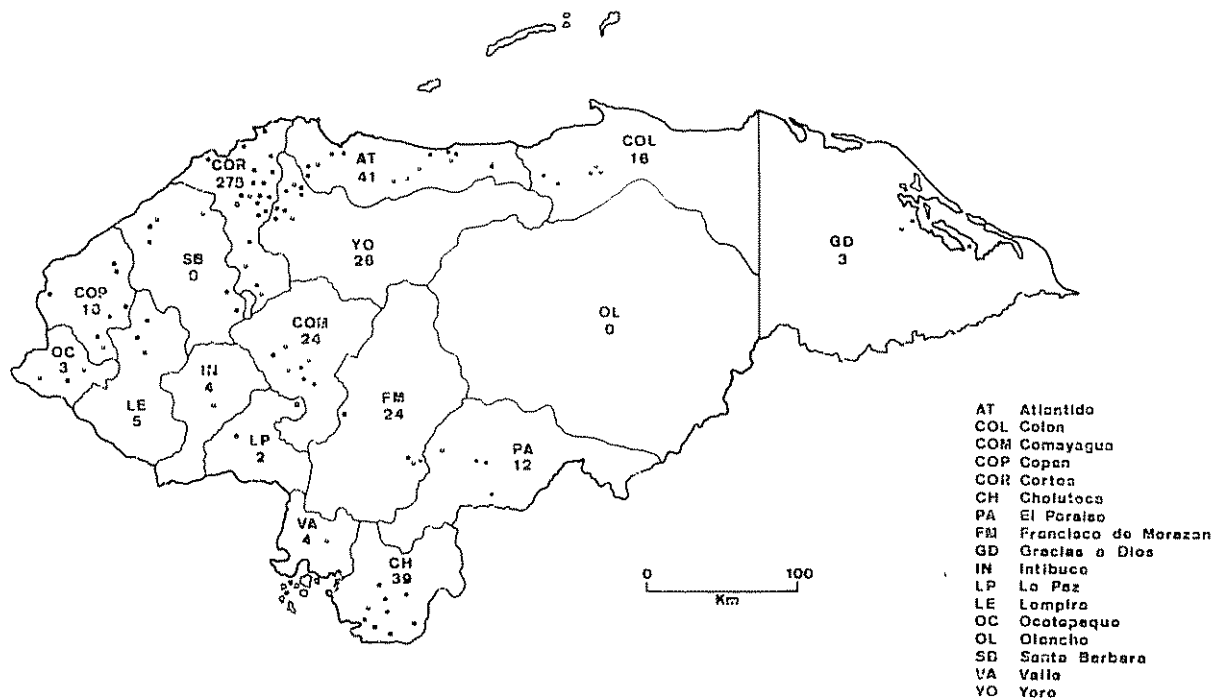


Fig 1—Map of Honduras. Dots represent agricultural areas that were sampled; the numerals are the number of samples collected in each Department.

the north coast are citrus, pineapple, bananas, plantains, oil palm, sugarcane, rice, ornamentals, corn, and coffee 2) The central and southern region of the country with warm to hot subtropical weather (300-1000 m) The main crops grown here are coffee, tobacco, cotton, ornamentals, melons, and vegetables 3) The western part of Honduras, a mountainous area with cool weather (1000-1500 m) where coffee, tobacco, potato, and vegetable crops are grown The department of Olanchito was not surveyed.

Results and Discussion

Spiral nematodes of the genus *Helicotylenchus* were identified from virtually crop; *H. erythrinae* was the most common species. The banana spiral nematode, *H. multincinctus*, considered important in some banana producing areas (6) was occasionally recovered in low numbers from bananas and plantains of the Ulua Valley (Cortés, Yoro). *Helicotylenchus multincinctus* appears to be of less economic importance in the presence of other nematodes pathogens that compete for the same feeding sites such as *R. similis* and *P. coffeae* (7) (Tables 1 and 2).

Meloidogyne spp. was the most abundant genus of economical importance found in the survey, generally appearing in large numbers in soils samples. Perineal sections revealed that there is a mixture of species and

that on rare occasions pure populations were found *Meloidogyne incognita* is the prevailing root-knot species in Honduras It has been found to be serious on malanga, tobacco, tomato, melons, and other vegetables Although *M. incognita* is also the predominant root-knot species in bananas and plantains, it does not appear to be important in spite of massive galling to the root system. *Meloidogyne javanica* was found in high numbers causing damage to papayas in Comayagua, Cortés, and Yoro. It was the only root-knot species attacking this host. *Meloidogyne exigua* was present in two root samples of coffee from Danlí, Department of El Paraíso, a main coffee-producing area One of the samples was found in mixed populations with *M. incognita*. *Meloidogyne exigua* was not detected in the north Atlantic or western part of the country, which also grows large amounts of coffee suggesting it has not spread to these areas. This nematode has been reported as a major coffee pest in Guatemala and El Salvador (9).

The burrowing nematode, *Radopholus similis*, the nematode of major concern in banana production (12) was found widely distributed wherever this crop is grown. Its damage is documented in the literatura. It was also found occurring less frequently on plantains and ornamentals *Radopholus similis* was not encountered in citrus, even in areas that have been previously growing bananas and that were infested with this nematode suggesting that the citrus race is not present in Honduras (8)

Table 1—List of nematodes associated with agricultural crops in Honduras

1)	<i>Discocriconemella limitanea</i>
2)	<i>Discocriconemella retroversa</i>
3)	<i>Discocriconemella</i> sp.
4)	<i>Gracilacus</i> sp.
5)	<i>Helicotylenchus dyhistera</i>
6)	<i>Helicotylenchus erythrinae</i>
7)	<i>Helicotylenchus microcephalus</i>
8)	<i>Helicotylenchus multicinctus</i>
9)	<i>Helicotylenchus</i> sp.
10)	<i>Hemicriconemoides cocophilus</i>
11)	<i>Hemicriconemoides mangiferae</i>
12)	<i>Hemicriconemoides</i> sp.
13)	<i>Hemicycliophora shepherdii</i>
14)	<i>Hemicycliophora</i> sp.
15)	<i>Hoplolaimus seinhorsti</i>
16)	<i>Hoplolaimus tylenchyformis</i>
17)	<i>Lobocriconema</i> sp.
18)	<i>Macroposthonia denouдени</i>
19)	<i>Macroposthonia ferniae</i>
20)	<i>Macroposthonia onoense</i>
21)	<i>Macroposthonia ornata</i>
22)	<i>Macroposthonia sphaerocephala</i>
23)	<i>Macroposthonia xenoplax</i>
24)	<i>Macroposthonia</i> sp.
25)	<i>Meloidogyne arenaria</i>
26)	<i>Meloidogyne decalineata</i>
27)	<i>Meloidogyne exigua</i>
28)	<i>Meloidogyne hapla</i>
29)	<i>Meloidogyne javanica</i>
30)	<i>Meloidogyne incognita</i>
31)	<i>Meloidogyne</i> sp.
32)	<i>Nothocriconema</i> sp.
33)	<i>Paratylenchus</i> sp.
34)	<i>Peltamigratus holdemani</i>
35)	<i>Peltamigratus pachyurus</i>
36)	<i>Peltamigratus</i> sp.
37)	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
38)	<i>Pratylenchus coffeae</i>
39)	<i>Pratylenchus scribneri</i>
40)	<i>Pratylenchus</i> sp.
41)	<i>Radopholus similis</i>
42)	<i>Rhadinaphelenchus cocophilus</i>
43)	<i>Rotylenchulus reniformis</i>
44)	<i>Rotylenchus calvus</i>
45)	<i>Rotylenchus</i> sp.
46)	<i>Trichodorus</i> sp.
47)	<i>Trophurus minnesotensis</i>
48)	<i>Trophurus</i> sp.
49)	<i>Tylenchorhynchus annulatus</i>
50)	<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>
51)	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.
52)	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>
53)	<i>Xiphinema americanum</i>
54)	<i>Xiphinema insigne</i>
55)	<i>Xiphinema surinamensis</i>
56)	<i>Xiphinema</i> sp.

Nematodes of the genus *Pratylenchus* occurred in many important crops. The most frequent was *P. coffeae*, widely distributed in plantains, coffee, and citrus. It was also found on bananas, especially in areas that had been previously growing plantains and abacá. Plantain seems to be a preferred host of *P. coffeae* (15). This nematode also appears to be the predominant *Pratylenchus* species found in Honduras. *Pratylenchus brachyurus* was occasionally extracted around the roots of orange. In an ornamental nursery located near Lake Yojoa (Santa Barbara) 20 acres of leather leaf fern were found heavily infested with a *Pratylenchus* species that conformed closely to the taxonomic features of *P. scribneri*. Plant growth in the nursery was poor. Other unidentified species of *Pratylenchus* were associated with beans, cassava, corn, grape, melon, oil palm, peanut, pineapple, potato, pumpkin, sugarcane, and sweet pepper.

The citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*, was detected in 5 farms, 3 of which were located in the citrus-growing area of La Ceiba (Atlántida) in large commercial grapefruit orchards. Populations levels were high, up to 3250 nematodes in 250 cc of soil, although growth conditions among trees were vigorous.

The reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*, was identified from several fruit trees and occasionally from soil around the roots of bananas. This nematode has been reported to be of economic importance on bananas in the Windward Islands (2). However, in Honduras, tests to reinfest bananas and plantains with *R. reniformis* have been unsuccessful.

The red ring nematode, *Radinaphelenchus cocophilus*, was collected from a coconut tree that presented typical symptoms of red ring disease in Puerto Cortés, Cortés. The extent of distribution and spread of this nematode in Honduras is unknown. Coconut palms are grown abundantly along the North Atlantic Coast of the country.

Tylenchorynchus spp. were identified in 72 samples mainly from field crops. Ring nematodes of the genus *Macroposthonia* were common and collected from 212 samples. However, none of the species of this genus were found in high densities. The golden nematode, *Globodera rostochiensis*, has been mentioned as being present in Honduras by local authorities. The three major potato-growing areas located in the Departments of Intibucá, Santa Barbara, and La Paz were sampled, *Globodera rostochiensis* was not found. No other member of this genus was detected in Honduras. Nematodes of the genus *Xiphinema* were present in 79 samples and were generally associated with perennial crops. *Xiphinema americanum* was the most common. Ectoparasitic nematodes of the genera *Discocriconemella*, *Gracilacus*, *Hemicriconemoides*, *Hemicycliophora*, *Hoplolaimus*, *Nothocriconema*, *Peltamigratus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus* and *Trophurus*, were occasionally identified from soil samples and appeared to be of limited or no economic importance.

Table 2.—Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes on agricultural crops in Honduras.

Common Name	Scientific Name	Nematodes	Locality
Amarillus	<i>Hippeastrum vittatum</i>	6, 20, 39	COR
Avocado	<i>Persea americana</i>	6, 9, 11, 33, 43, 51, 53	COR, COR, YO
Banana	<i>Musa acuminata</i>	6, 8, 13, 15, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 38, 41, 43, 47	FM, COP, COR, PA
Beans	<i>Phaseolus vulgaris</i>	9, 24, 30, 31, 33, 40, 45, 46	FM
Beet	<i>Beta vulgaris</i>	6, 40	AT, COR
Breadfruit	<i>Artocarpus altilis</i>	6, 12, 18, 24, 31, 40, 53	COM, COR, FM, LP
Cabbage	<i>Brassica oleracea</i>	6, 24, 30, 32, 45	COR, FM
Carrot	<i>Daucus carota</i>	22, 30, 45, 46	COP, COR, FM, GD
Cassava	<i>Manihot esculenta</i>	9, 24, 29, 30, 31, 33, 40, 46, 48, 56	COR
Coconut	<i>Cocos nucifera</i>	42	AT, COP, FM, PA, SB
Coffee	<i>Coffea arabica</i>	3, 4, 8, 9, 24, 27, 31, 32, 38, 44, 48, 51, 56	COL, COP, COR, FM, IN, LE, PA
Corn	<i>Zea mays</i>	4, 6, 9, 24, 31, 33, 40, 45, 46, 48, 56	VA
Cotton	<i>Gossypium tridens</i>	9, 23, 31, 51	COR, CHO
Cucumber	<i>Cucumis sativus</i>	6, 24, 29, 30	FM
Chayote	<i>Sechium edule</i>	6, 31	COR
Egg plant	<i>Solanum melongena</i>	6, 30, 31	COR
Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	4, 5, 6, 9, 10, 14, 15, 18, 33, 38, 45, 52, 53	AT, COL, COM, COR, FM
Grapes	<i>Vitis vinifera</i>	9, 24, 31, 40, 45, 51, 56	FM
Hot pepper	<i>Capsicum annuum</i> L.	6, 9, 46	COP
Leather fern	<i>Polystichum adiantiforme</i>	1, 2, 9, 37, 39, 46, 50, 51, 55	COR
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i>	24, 45	FM
Lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	9, 24, 33, 40, 56	COM, COR
Malanga	<i>Xanthosoma violaceum</i>	6, 30, 31	COR
Mango	<i>Mangifera indica</i>	9, 10, 11, 24, 43, 46, 51, 53	AT, CO, COR
Mangosteen	<i>Garcinia mangostana</i>	9, 31, 56	AT
Marble queen	<i>Scindapsus aureus</i>	29, 30, 41	COR, CHO
Melon	<i>Cucumis melo</i>	1, 9, 24, 28, 30, 31, 33, 40, 49, 51	GD
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	24, 53, 56	COR, CHO
Oil palm	<i>Elaeis guineensis</i>	4, 7, 9, 24, 34, 35, 40, 43, 45, 48, 54	AT, COL, COR, YO
Onion	<i>Allium cepa</i>	6, 24, 31, 45, 46, 51	CHO, FM
Orange	<i>Citrus sinensis</i>	5, 6, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 24, 31, 33, 37, 38, 40, 43, 52, 53	AT, COL, COM, COR, FM, YO
Papaya	<i>Carica papaya</i>	29, 30, 51	COM, COR, YO
Peanut	<i>Arachis hypogaea</i>	6, 31, 40	COR
Philodendron	<i>Philodendron hastatum</i>	9, 24, 31, 40, 46, 56	COR
Pineapple	<i>Ananas sativus</i>	8, 6, 9, 16, 20, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 38, 41, 45, 46	AT, COR
Plantain	<i>Musa paradisiaca</i>	9, 24, 31, 32, 33, 40, 45, 46, 56	COR, VA, YO
Potato	<i>Solanum tuberosa</i>	6, 31, 40, 45	FM, IN, LE
Pumpkin	<i>Cucurbita</i> spp.	9, 24, 40, 45, 46, 48, 51, 56	FM, LE
Rice	<i>Oryza sativa</i>	6, 12, 17, 24, 40, 55	COP, COR, GD, OC, PA
Rubber plant	<i>Ficus elastica</i>	9, 51	AT, COP, COR
Sesame	<i>Sesamum indicum</i>	6, 24	VA
Sorghum	<i>Sorghum vulgare</i>	6, 19, 24, 33, 40, 45, 51, 53	COR
Sugarcane	<i>Saccharum officinarum</i>	32, 40, 45, 51	COR, CHO
Sweet pepper	<i>Capsicum annuum</i>	9, 24, 25, 29, 30, 33, 44, 46	COM
Tobacco	<i>Nicotiana tabacum</i>	9, 24, 33, 43, 46	COM, COP, PA, SB
Tangerine	<i>Citrus reticulata</i>	14, 46, 53	FM
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	24, 25, 28, 29, 30, 46	COR
Tomato	<i>Lycopersicon esculentum</i>	6, 29, 30, 31, 51	COM, COR, CHO, FM
Watermelon	<i>Cucumis melo</i>	6, 30, 31	COR, CHO, SB
Wing bean	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	9, 33, 51, 53	COR
Wheat	<i>Triticum vulgare</i>		PA

Summary

A total of 56 species of plant parasitic nematodes representing 22 genera were found associated with agricultural crops in a nation-wide survey. Nematodes of the genus *Helicotylenchus* were the most frequent appearing in virtually every sample. *Meloidogyne* spp. were found attacking malanga, tobacco, tomato, bananas, plantain, papaya, coffee, and vegetable crops. Species of this genus were generally found in mixed populations. *Radopholus similis* was found widely distributed on bananas and less frequently on plantains and ornamentals. *Pratylenchus* spp. were associated with root injury on plantains, bananas, cassava, coffee, citrus, leather leaf fern, and vegetable crops. *Tylenchulus semipenetrans* was recovered from grapefruit in the citrus-growing area of La Ceiba. The red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus* is recorded for the first time in Honduras. Other genera occurring less frequently were: *Rotylenchulus*, *Tylenchorhynchus*, *Xiphinema*, *Discocriconemella*, *Gracilacus*, *Hemicriconemoides*, *Hemicyclophora*, *Hoplolaimus*, *Notocriconema*, *Peltamigratus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, and *Triobolus*.

Acknowledgement

We gratefully acknowledge Dr. M. R. Siddiqi of the Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, Herfordshire, England, for his assistance with nematode identifications.

Literature cited

1. CHITWOOD, B. G. and BERGER, C. A. Preliminary report on nematode parasites of coffee in Guatemala, with suggested and interim control measures. *Plant Disease Reporter* 44: 841-847. 1960.
2. EDMUNDS, J. E. Association of *Rotylenchus reniformis* with 'Robusta' banana *Gmelina* sp. roots in the Windward Island. *Tropical Agriculture* 48: 55-61. 1971.

3. EDWARDS, D. I. and WEHUNT, F. J. Host range of *Radopholus similis* from banana areas of Central America with indications of additional races. *Plant Disease Reporter* 55: 415-418. 1971.
4. JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48: 692-694.
5. LORDELIO, I. G. E. Nematodes pests of coffee. In *Economic Nematology* Edited by John Webster, Burnaby, B. C., Canada Simon Fraser Univ., 1972. pp 268-284.
6. MINZ, G., ZIV, D. and STRICH-HARARI, D. Decline of banana plantations caused by spiral nematodes in the Jordan Valley and its control by DBCP. *Ktavim* 10: 147-157. 1960.
7. PINOCHET, J. Occurrence and spatial distribution of root-knot nematodes on bananas and plantains in Honduras. *Plant Disease Reporter* 61: 518-520. 1977.
8. PINOCHET, J., SANCHEZ, L., and LAFFEITE, R. Plant parasitic nematodes associated with citrus in Honduras. *FAO Plant Protection Bulletin* 26: 58-62. 1978.
9. SCHIEBER, E., and OSCAR NERY SOSA. Nematodes on coffee in Guatemala. *Plant Disease Reporter* 44: 722-723. 1960.
10. SEINHORST, J. W. A rapid method for transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica* 4: 67-69. 1959.
11. STOVER, R. H. and FIELDING, M. J. Nematodes associated with root injury of *Musa* spp. in Honduras banana soil. *Plant Disease Reporter* 42: 933-940. 1958.
12. STOVER, R. H. *Banana, Plantain and Abaca Diseases*. Kew, England Commonwealth Mycological Inst. 1972. 316 p.
13. TARJAN, A. C. Some plant nematode genera associated with citrus and other crops in Costa Rica and Panama. *Turrialba* 17: 280-283. 1967.
14. TARTE, R. Reconocimiento de nematodos asociados con diversos cultivos en Panamá. *Turrialba* 20: 401-406. 1970.
15. WEHUNT, E. J. and EDWARDS, D. I. *Radopholus similis* and other nematode species on bananas. In *Tropical Nematology* Gainesville, University of Florida Press, 1968. pp 1-19.

Notas y Comentarios

Ultrsusceptibilidad adquirida a insecticidas

Los insectos resistentes a un plaguicida son a menudo resistentes a otros; este es un inconveniente tradicional en el control de plagas. Pero, recientemente dos entomólogos de Nueva Zelanda han informado de un caso raro de lo inverso: una población de una araña que es resistente a un plaguicida, pero más susceptible de lo corriente a otro (*Nature* vol 281, p. 298).

R. B. Chapman y D. R. Penman, del Lincoln College en Canterbury, Nueva Zelanda, encontraron que una raza de la araña de dos manchas, *Tetranychus urticae*, que no es

afectada por el insecticida azinfos-metil pero que es más susceptible al fenvalerate (una clase diferente de insecticidas) que las arañas que nunca estuvieron expuestas a plaguicidas. Confirmaron el hallazgo comparando la resistencia al fenvalerate entre arañas de huertos caseros nunca tratados con plaguicidas con la de aquellas de un huerto de manzanos asperjado regularmente con azinfos-metil.

Los mecanismos fisiológicos de la resistencia no son bien conocidos, y los entomólogos no saben mucho cómo puede ocurrir una resistencia cruzada negativa. La resistencia a un insecticida puede estar ligada genéticamente a la susceptibilidad hacia otro, o las enzimas que desarmen un producto químico pueden mejorar a otro. El efecto puede hasta ser accidental.

De cualquier manera, Chapman y Penman sugieren que, usados juntos, los dos plaguicidas podrían ser una nueva alternativa de importancia para los huertos de manzanas atacados por arañas resistentes.

Notas y Comentarios

Helecho flotante y el arroz inundado

La utilización de un pequeño helecho flotante como abono verde y como fuente de nitrógeno dentro del sistema de producción de arroz de varios países sudamericanos está despertando interés en los medios agrícolas de este hemisferio como posible sustituto de fertilizantes nitrogenados importados o fabricados con materias primas importadas. Recientemente, el Banco Interamericano de Desarrollo contrató a T.A. Lumkin y J.L. Walker, de la Universidad de Hawaii para un estudio de factibilidad en zonas productoras de arroz en Uruguay, Brasil meridional, y el Norte del Perú. El informe presentado ("Azolla for agriculture in the Americas", BID, Washington, D.C August 1979) es altamente favorable a un programa de utilización del helecho *Azolla* en el mejoramiento de la producción arrocerá.

Azolla es un pequeño helecho acuático que vive en asociación simbiótica con una alga verdizul fijadora del nitrógeno (*Anabaena azollae*). Se ha usado por siglos como abono verde acuático y alimento animal en Vietnam y China pero sólo se le ha prestado atención recientemente en otras partes del mundo. En Filipinas, el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI) ha publicado investigaciones de I. Watonahe y colaboradores (*IRRI Research Paper Series* 11 1977), que muestran que *Azolla* crece en una solución libre de nitrógeno, con el alga en su fronda, doblando su masa en 3 a 5 días y acumulando 30 a 40 kg de N/ha en dos semanas. En el campo, cinco cosechas de *Azolla* (de octubre a enero) produjeron un total de 117 kg N/ha en 106 días. En la India, P.K. Singh (*Current Science* vol. 46, pp 642-644 1977) encontró en Cuttack, Orissa, que la aplicación de *Azolla* dio mejores resultados en variedades de corta duración como 'Kalinga-2', que en las de media duración, como 'IR-8'. El efecto de *Azolla*, aplicada como abono basándose en su contenido de N fue comparable a la aplicación de fertilizante nitrogenado químico.

Lumkin y Walker encontraron una especie de *Azolla*, *A. filiculoides*, que ocurre naturalmente en cada una de las zonas arroceras que visitaron en compañía de técnicos arroceros, es decir, Departamento de Treinta y tres en Uruguay, Estado de Rio Grande do Sul en Brasil, y Departamento de Lambayeque en Perú. La acidez del suelo era ideal para *Azolla* en Uruguay y Brasil (pH 6,5 a 7,2) y aceptable en el Perú (pH 6,0 a 6,2). El fósforo disponible parece bajo en las regiones arroceras de Uruguay y Brasil, y relativamente alto en Lambayeque, Perú.

Las condiciones para el uso de *Azolla* en el Perú parecen particularmente promisoras, tanto por las condiciones ambientales como porque su sistema de cultivo del arroz es de mano de obra intensiva, similar al sistema usado en Asia, donde *Azolla* es en la actualidad cultivado con el arroz. En Uruguay y Brasil, la producción de arroz es un componente capital intensivo no continuo de un sistema de producción de ganado de bajo costo y de mano de obra intensiva. Esto requerirá el desarrollo de un manejo de *Azolla* adaptado a la mecanización intensiva. En la producción mecanizada, la semilla de arroz es arrojada directamente al arrozal; en cambio, para la producción al estilo asiático o peruano, la semilla debe ser plantada primero en un almácigo y, después de alrededor de un mes, trasplantado al campo inundado. Las plántulas emergen fuera del agua y *Azolla* puede cultivarse con el arroz, pues este crece verticalmente y el helecho, horizontalmente.

Todo sistema que utilice *Azolla* debe tener un almácigo para mantener el helecho cuando termina la campaña y para la propagación antes de que se inicie una nueva. Para estos almácigos se podrían usar los canales de riego no usados entre campañas, así como pantanos naturales cercanos o reservorios pequeños. Las plantas de *Azolla* pueden transportarse fácilmente a través de los canales a los campos de arroz, siempre que las alfombras de *Azolla* no se dejen crecer muy gruesas.

Análisis de alcaloides en muestras diminutas

Un equipo de investigadores de la Universidad de Purdue, en Indiana, han determinado la distribución de venenos narcóticos (alcaloides) en tejidos de la planta de coca con muestras de solamente 1 milímetro cúbico. Usaron un nuevo método revolucionario de análisis químico basado en la espectrografía de masa (*New Scientist* vol 78, p. 669). Normalmente, el análisis de tejidos vegetales es largo y complejo: comienza con un procedimiento de extracción seguido por la formación de derivados que pueden ser entonces cromatografiados.

R.G. Cooks y sus colegas M. Youssefi y J. I. McLaughlin han desarrollado un método alternativo que evita este procedimiento, puede aplicarse a muestras mucho más pequeñas que lo que era previamente posible, y es también mucho más rápido que los métodos de análisis convencionales; demora sólo unos pocos minutos por muestra (*Journal of the American Chemical Society* vol 101, p. 3400). La técnica comprende el uso de un método espectrométrico de masa modificada, en el cual hay dos pasos. El primero puede ser considerado como un cernido de fragmentos de iones de interés; el segundo paso involucra un análisis de masa de los fragmentos de los iones seleccionados que han sido desmenuzados en la región interanalizadora. Los investigadores de Purdue han bautizado su técnica con el nombre de MIKES (mass analysed kinetic energy spectrometry).

La primera aplicación de MIKES ha sido ubicar la distribución de los alcaloides cocaína y cinnamoilcocaína en muestras de un centímetro cúbico de tejidos de la planta de coca. Los resultados mostraron que entre las hojas, tallos y los frutos, las hojas presentan la concentración más alta de cocaína, los tallos contienen más cinnamoilcocaína, mientras que los frutos contienen las más altas concentraciones de cinnamoilcocaína.

Los análisis de muestras de plantas de coca procedentes de varias regiones geográficas del Perú mostraron amplias variaciones en las concentraciones de cocaína y de la mucho menos activa cinnamoilcocaína, un resultado de una significación farmacéutica obvia. Esto también permitió a los investigadores sugerir que MIKES podría ser usada en quimiotaxonomía para distinguir las distintas subespecies. Cooks y su equipo están en la actualidad extendiendo el uso de MIKES al tejido animal.

Horno portátil para fabricar carbón de palo

Un tecnólogo de combustible del Tropical Products Institute, de Londres, Tony Paldon, permaneció en Ecuador durante los meses de setiembre y octubre de 1979, dictando dos cursos de tres semanas cada uno, de entrenamiento en la operación de un horno portátil de metal, diseñado por el TPI para producir carbón de palo más eficientemente que por los métodos tradicionales, y así aumentar las disponibilidades de combustible provenientes de recursos renovables. El horno, que tiene una capacidad de unos siete metros cúbicos de leña y produce aproximadamente media tonelada métrica de carbón vegetal en los dos días que toma completar el proceso, es fácil de fabricar y sus costos de operación son bajos. Otra ventaja importante es que está específicamente diseñado para usarlo en el suelo inmediatamente adyacente a la zona de tala, eliminando así la tarea de transportar la leña a un local centralizado.

Los dos cursos, uno en la provincia norteña de Manabí, y el otro en la provincia sureña de Guayas, fueron impartidos a carboneros tradicionales y a agricultores, y fueron llevados a cabo en colaboración con el Ministerio de Agricultura del Ecuador como parte del Proyecto de Reforestación de la Zona Seca. Mayores informaciones sobre este horno se pueden solicitar al TPI, 52-62 Gray's Inn Road, London WC A X 8 L U, Inglaterra.