

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 37

TRIMESTRE OCTUBRE-DICIEMBRE 1987

NUMERO 4

CODEN: TURRAB 37(4)303-403

Influencia de las poblaciones de las malezas <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. y <i>Bidens pilosa</i> L. sobre el rendimiento del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) 'Pirata 2'. L. Cerna; V. Valdéz	303
Survival of <i>Kabatiella zae</i> Narita and Hiratsuka in maize residues. C.M. Chinchilla	311
Compuestos fenólicos en la pulpa de café. Cromatografía de papel de pulpa fresca de doce cultivares de <i>Coffea arabica</i> L. J. Ramírez	317
Testes growth, semen characteristics and hormone levels in Hemiorchidectomized West African dwarf rams. O. Chiboka; S.A. Agbe; K.D. Thomas	325
El nitrógeno en un sistema maíz-ayote en un Typic Dystropept de Turrialba, Costa Rica. I. Comportamiento en el suelo. G. Martínez; E. Bornemisza; D. Kass	331
A trap survey of flying insects in "Finca Experimental La Lola" in Costa Rica. A. Young; E. Erickson, Jr.; B. Erickson	337
Nematodos asociados al arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en Costa Rica. VI. Especies de <i>Hirschmanniella</i> . R. López; L. Salazar	357
Consumo e longevidade de adultos de <i>Labidura riparia</i> (Pallas) (Dermaptera, Labiduridae) em ovos de <i>Diatraea saccharalis</i> (F.) (Lepidoptera, Pyralidae). V.H. Bueno; E. Berti Filho	365
Classification of cashew (<i>Anacardium occidentale</i> L.) accessions in germplasm using index score method. K.V.J. Mohan; S. Bhagavan; P.M. Kumaran	369
Efeito da Trifluralina na cinética de absorção de fósforo pela soja. C.A. Rosolem; E. Malavolta	375
Claves para la identificación de maderas costarricenses. M.C. Wiemann	381
Reseña de libros	310, 324, 336
Notas y Comentarios	356, 368, 373, 380, 403



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

Influencia de las Poblaciones de Las Malezas *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Bidens pilosa* L. sobre el Rendimiento de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) 'Pirata 2'

L. Cerna*, V. Valdéz*

ABSTRACT

A study was carried out at the Vista Florida Experimental Station, Lambayeque, Perú, to determine the influence of *Bidens pilosa* L. and *Sorghum halepense* (L.) Pers. populations on the yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) var. 'Pirata 2'. A completely randomized block design was used. The experiment had ten treatments: 0, 2, 4, 8 and 16 plants of both *Bidens pilosa* and *Sorghum halepense* and was established in six bean sites. It was found that *Bidens pilosa* with two plants/hill (or its equivalent of 18 509 plants/ha) produced a reduction of 18.75% of the total bean production. Under the same conditions, *Sorghum halepense* reduced production by 16.08%. Reductions were higher as number of weeds per unit area increased to 48.92% and 43.0%, respectively, while the non-weeded control plots reached a production level of 1 291.30 kg/ha.

INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), constituye, a nivel mundial, una muestra de gran valor alimenticio como fuente energética y proteínica; sin embargo, su producción a nivel de campo está limitada por problemas de competencia de malezas, cuyos efectos llegan a reducir la producción hasta en un 57% (3)

En la actualidad, se han logrado variedades de frijol de corto periodo vegetativo, poca capacidad de sombreamiento pero altos rendimientos como sucede con el cultivar 'Pirata 2' el cual, por su arquitectura no agresiva, está sujeto a los efectos de la competencia de las malezas durante el periodo comprendido

COMPENDIO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental del CIPA – Vista Florida, ubicada en la parte media del Valle Chancay, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, a una altitud de 37 m sobre el nivel del mar: con el fin de determinar la influencia de las poblaciones de las malezas *Bidens pilosa* L. y *Sorghum halepense* (L.) Pers. sobre el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), var 'Pirata 2'. Los objetivos del estudio fueron: determinar los efectos de las diferentes poblaciones de las malezas *Bidens pilosa* L. y *Sorghum halepense* (L.) Pers. sobre el cultivo del frijol, var. 'Pirata 2', así como conocer las acciones diferenciales de estas dos especies de malezas y sus poblaciones sobre la productividad del frijol. Se usó el diseño experimental de bloques completamente al azar con 4 bloques, en los cuales se evaluaron 10 tratamientos con: 0, 2, 4, 8 y 16 plantas de *Bidens pilosa* L./6 golpes de frijol, y 0, 2, 4, 8 y 16 plantas de *Sorghum halepense* L. Pers./6 golpes de frijol. Con base en los análisis estadísticos y discusión de datos se encontró que la especie *Bidens pilosa* L. con un número de 2 plantas/surco (equivalente a 18 509 plantas/ha) mostró una reducción en el rendimiento del frijol var. 'Pirata 2', del orden del 18.75%. Asimismo, dos individuos de *Sorghum halepense* L. Pers. produjeron una reducción del 16.08%. Tal reducción fue incrementando conforme aumentó el número de malezas por unidad de superficie hasta llegar al 48.92% y 43.0% de reducción con 16 plantas/surco de *Bidens pilosa* L. y *Sorghum halepense* L. Pers., respectivamente. Con el tratamiento de 16 plantas de malezas (igual a 148 152 plantas/ha) se obtuvo el más bajo rendimiento en grano del frijol, con 659.72 kg/ha en presencia de *Bidens pilosa* L. y de 736.10 kg/ha en presencia de *Sorghum halepense* Pers., comparados con el testigo desmalezado el cual alcanzó una producción de 1 291.30 kg/ha.

entre el 14 y el 70avo día después de la siembra (3); en otras circunstancias ocasionan hasta un 50% de reducción de la producción cuando infestan los 30 primeros días del ciclo (1) o bien en los 25 (33%) del total de días que dura el ciclo (7).

A fin de regular la intensidad de los métodos de control en forma racional, económica y eficiente, es necesario tener en cuenta las poblaciones de las dife-

1 Recibido para publicación el 27 de octubre de 1986.

* Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Casilla 50, Lambayeque, Perú.

rentes especies infestantes dentro del cultivo, por cuanto cada cultivo es afectado en distinta forma por la densidad, distribución, duración y especies de malezas competidoras (2, 8). También, hay una influencia significativa del tipo de crecimiento por cuanto, dentro de las hileras de plantas, se presentan diferentes respuestas de la competencia de las malezas para frijol determinado en comparación con frijol indeterminado (6). Además de la influencia del tipo de cultivo, también influyen: el grado de ocurrencia en el ciclo vital, la fertilidad y humedad y los efectos de la competencia en cada campo, área, zona y país (4). Las diferentes especies, así como sus diferentes poblaciones de infestación, deben ser investigadas (9) en cada situación.

En un estudio realizado en Inglaterra con malezas anuales, en número de 104 y 580 plantas/m², las cosechas fueron reducidas en 13 y 27% (5), respectivamente, mientras que en Brasil, ante poblaciones elevadas de *Cyperus rotundus* y en frijol irrigado, sólo una vez se constató un 81% de pérdidas (10).

En el presente trabajo se incluyeron las malezas *Bidens pilosa* L. de carácter anual y *Sorghum halepense* (L.) Pers., de naturaleza perenne-herbácea, con el propósito de determinar los efectos poblacionales sobre el cultivo de frijol "Pirata 2".

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en la Estación Experimental del CIPA Vista Florida, provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque, ubicada a 60° 44' de latitud sur y 79° 48' de longitud oeste, a 37 m sobre el nivel del mar, bajo condiciones de clima tropical desértico y durante los meses de agosto, setiembre y octubre.

Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones, considerando 5 poblaciones crecientes de 0, 2, 4, 8 y 16 plantas de cada maleza por el espacio de un surco de 6 sitios de frijol (1.08 m²), con parcelas experimentales de 3.24 m².

Las especies cuyos efectos se estudiaron fueron: *Bidens pilosa* L. "cadillo", de naturaleza anual y *Sorghum halepense* (L.) Pers., de carácter perenne. El cultivar de frijol empleado fue el "Pirata 2".

El suelo experimental es de textura media, de tipo franco-arcillo-arenoso, con un pH de 7.6 y conductividad eléctrica de 1.1 - 1.3 - mmhos/cm, dotación de fósforo alta (12.8 ppm), la de potasio óptima (458 kg/ha) y bajo contenido de materia orgánica (1.5%).

La siembra de frijol se realizó con lampa, dejando 6 semillas por sitio, a 5 cm de profundidad y con distanciamientos de 30 cm entre golpes y 60 cm entre surcos. Las malezas se sembraron con base en los requerimientos de las poblaciones en estudio.

El riego de germinación, así como los dos posteriores, fueron ligeros (lámina de 6 cm). La fertilización se realizó con urea a la dosis de 40 kg de nitrógeno por hectárea, con aplicación a los 40 días después de la siembra, en concordancia con lo practicado por los agricultores.

Con respecto a enfermedades, no se presentaron problemas de patógenos mientras que en cuanto a insectos se controlaron gusanos de tierra y grillos, con dos aplicaciones de aldrin al 2.5%. el barrenador de brotes (*Epinotia aporema*) y el barrenador de vainas (*Lasperesia leguminis*) fueron controlados con ripcord (cypermetrina).

En las evaluaciones de malezas se tomaron: altura de plantas a los 40 días de la siembra y a los cinco días antes de la cosecha y biomasa seca en g/m², con muestras tomadas cinco días antes de la cosecha. En el cultivo se evaluaron: altura de planta, producción de biomasa seca en g/m², número de vainas/planta y rendimiento de frijol en gramos por surco de 1.08 m² y producción expresada en kg/ha.

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de las malezas. Al observar los datos del Cuadro 1, se ve que las alturas de *Bidens pilosa* y de *Sorghum halepense* a los 40 días después de la siembra del frijol fueron menores cuanto mayor fue la densidad de malezas por parcela. En *Bidens pilosa* este comportamiento fue altamente significativo en el análisis de varianza con arreglo factorial en el componente lineal, con un efecto de disminución de la altura en 1.6, mientras que en *Sorghum halepense* además de lineal fue altamente significativa con la distribución de una ecuación polinomial cúbica descendente con valores de: $\hat{Y} = 30.00 - 1.4735X - 0.1575X^2 - 2.1845X^3$. En el caso de 16 individuos que sólo permitió 23 cm de altura fue debido a la fuerte competencia entre ellos, mientras que con dos plantas por parcela, la altura de las dos especies llegó a 36 cm debido al mayor espaciamiento entre individuos y poca cobertura inicial del frijol.

A los cinco días antes de la cosecha, la maleza *Sorghum halepense* creció hasta diferenciarse significativamente de *Bidens pilosa*, mostrando mayores alturas, llegando hasta 101 cm, por tratarse de una especie gramínea que se caracteriza por su mayor crecimiento vertical antes que lateral; mientras tanto,

Cuadro 1. Altura (cm) de las malezas *Bidens pilosa* y *Sorghum halepense* en sus 4 densidades y en dos momentos de evaluación. Estación Experimental del CIPA, Vista Florida, Chiclayo, Perú. 1984.

Tratamientos	Altura (cm) 40 días de la siembra	Tratamientos	Altura (cm) 5 días antes de cosecha
2 <i>Bidens</i>	36.8 a*	2 <i>Sorghum</i>	101.6 a*
2 <i>Sorghum</i>	36.4 ab	4 <i>Sorghum</i>	99.9 a
8 <i>Sorghum</i>	35.2 ab	8 <i>Sorghum</i>	90.1 ab
4 <i>Bidens</i>	31.7 abc	16 <i>Sorghum</i>	89.5 ab
8 <i>Bidens</i>	28.5 bcd	2 <i>Bidens</i>	61.3 bc
4 <i>Sorghum</i>	25.1 cd	4 <i>Bidens</i>	59.5 bc
16 <i>Bidens</i>	23.5 d	8 <i>Bidens</i>	59.5 bc
16 <i>Sorghum</i>	23.2 d	16 <i>Bidens</i>	54.9 c
	C.V. = 16.5%		C.V. = 25.4%

* En las pruebas de Duncan, los tratamientos que muestran la misma letra son significativamente iguales entre sí.

Análisis de varianza con arreglo factorial para altura de malezas a los 40 días de la siembra del frijol.

F de V	SC	GL	CM	F	Sig.
Bloques	124.95	3	41.65	1.68	n.s.
Tratamientos	930.07	7	132.86	5.36	**
Especies (E)	0.25	1	0.25	0.01	n.s.
Densidades (D)	508.74	3	169.58	6.84	**
Int. E x D	421.06	3	140.35	5.66	**
E ₁ x D	373.79	3	124.59	5.02	**
E ₂ x D	556.02	3	185.54	7.47	**
<i>Bidens</i> lineal	217.27	1	217.27	8.76	**
cuadra	101.8	1	101.8	4.10	n.s.
cúbica	54.25	1	54.25	2.19	n.s.
<i>Sorghum</i> lineal	173.69	1	173.69	7.00	*
cuadra	0.39	1	0.39	< 1	n.s.
cúbica	381.76	1	381.76	15.40	**
Error	520.52	21	24.78	—	—
Total	1 575.54	31	—	—	—

Análisis de varianza con arreglo factorial para altura de las malezas 5 días antes de la cosecha del frijol.

F de V	SC	GL	CM	F	Sig.
Bloques	38.32	3	12.47	0.033	n.s.
Tratamientos	11 233.41	7	1 604.77	4.116	**
Especies (E)	10 651.79	1	10 651.79	27.65	**
Densidades (D)	443.55	3	147.85	0.383	n.s.
Int. E x D	138.07	3	42.02	0.110	n.s.
Error	8 087.78	21	385.13	—	—
Total	19 359.51	31	—	—	—

Cuadro 2. Pesos (g/m²) de biomasa seca de las malezas y del frijol 'Pirata 2'. Estación Experimental del CIPA, Vista Florida, Chiclayo, Perú, 1984.

Biomasa de Malezas			Biomasa de Frijol		
Tratamientos		Promedio*	Tratamientos		Promedio *
2	<i>Sorghum</i>	23.9 a	0	<i>Sorghum</i>	420.5 a
2	<i>Bidens</i>	29.6 ab	0	<i>Bidens</i>	409.2 a
4	<i>Sorghum</i>	34.1 b	2	<i>Sorghum</i>	269.4 b
4	<i>Bidens</i>	45.5 c	4	<i>Sorghum</i>	252.7 b
8	<i>Sorghum</i>	52.8 d	2	<i>Bidens</i>	205.1 c
8	<i>Bidens</i>	76.5 c	4	<i>Bidens</i>	197.6 c
16	<i>Sorghum</i>	90.5 f	8	<i>Sorghum</i>	173.3 d
16	<i>Bidens</i>	172.3 g	8	<i>Bidens</i>	168.9 dc
			16	<i>Bidens</i>	153.1 dc
			16	<i>Sorghum</i>	147.1 c
C.V. = 7.2%			C.V. = 6.2%		

* En las pruebas de Duncan los tratamientos que muestran la misma letra son significativamente iguales entre sí

Análisis de varianza con arreglo factorial para biomasa seca total de las malezas.

F de V	SC	GL	CM	F	Sig.
Bloques	11.95	3	395.98	0.174	n.s.
Tratamientos	66.841.51	7	9.418.78	417.57	**
Especies (E)	11.332.27	1	11.332.27	495.57	**
Densidad (D)	45.318.05	3	15.106.01	660.60	**
Int. E x D	10.191.19	3	3.397.06	148.55	**
<i>Bidens</i> x D	49.106.12	3	16.368.71	715.82	**
<i>Sorghum</i> x D	6.403.12	3	2.134.37	93.33	**
<i>Bidens</i> lineal	44.751.47	1	44.751.47	1.957.63	**
cuadra	4.346.76	1	4.346.76	190.14	**
cúbica	11.58	1	11.58	0.50	n.s.
<i>Sorghum</i> lineal	6.221.98	1	6.221.98	272.17	**
cuadra	179.56	1	179.56	7.85	**
cúbica	2.36	1	2.33	0.10	n.s.
Error	480.21	21	22.86	—	—
Total	67.333.67	31	—	—	—

Cuadro 2 (Continuación)

Análisis de varianza de biomasa seca total del cultivo con arreglo factorial para especies y densidades de malezas

F de V	SC	GL	CM	F	Sig.
Bloques	257.7	3	91.9	0.4	n.s.
Tratamientos	327 778.9	9	36 499.85	166.44	**
Especies (E)	10 271.6	1	10 271.6	46.94	**
Densidad (D)	309 711.2	4	77 427.8	353.84	**
Int E x D	7 795.9	4	1 948.97	8.90	**
<i>Sorghum</i> x D	184 965.9	4	46 241.47	211.32	**
<i>Bidens</i> x D	132 541.36	4	33 135.34	155.69	**
<i>Sorghum</i> lineal	166 410.0	1	66 410.0	781.92	**
cuadrat.	9 993.2	1	9 993.2	46.95	**
cúbica	2 563.2	1	2 563.2	12.04	**
cuártico	5 867.89	1	5 867.8	27.57	**
<i>Bidens</i> lineal	95 351.32	1	95 351.3	448.03	**
cuadrat	24 914.88	1	24 914.8	117.07	**
cúbica	9 458.0	1	9 458.0	44.44	**
cuártico	2 819.5	1	2 819.5	13.25	**
Error	5 908.2	27	212.82	—	—
Total	333 962.2	39	—	—	—

Bidens pilosa logró como máximo 61 cm de altura por ser una especie simpódica y genéticamente baja; sin embargo, en el análisis estadístico en esta oportunidad no hubo significación para la interacción especies *versus* densidad en el arreglo factorial

Biomasa seca de malezas y cultivo. En concordancia con los datos del Cuadro 2, hubo una relación altamente significativa entre número de individuos y peso de biomasa seca con las especies *Sorghum halepense* y *Bidens pilosa*. Este comportamiento se mostró en cada densidad, partiendo del peso con cuatro individuos que fue mayor que el peso de dos plantas por parcela en ambas especies de malezas y así progresivamente con las otras poblaciones debido a que con mayor número de plantas hubo mayor formación de materia orgánica en *Bidens pilosa* con regresión positiva lineal y cuadrática altamente significativa, de modo que, ante cada incremento de densidad se produjo un aumento de 10.79 g/m² mientras que en *Sorghum halepense* fue de 4.958 g/m². También, se encontró que en todas las densidades *Bidens pilosa* llegó a tener mayor peso que *Sorghum halepense* por su mayor ramificación y formación de hojas

En lo que se refiere al cultivo, los pesos de biomasa de frijol disminuyeron significativamente al incremen-

tarse las poblaciones de *Bidens pilosa* y *Sorghum halepense* según los análisis de varianza y las pruebas de Duncan precisamente por la fuerte influencia de la competencia de estas malezas, de modo que los pesos de las plantas de frijol de los seis sitios fueron de 420.5 y 409.2 g, respectivamente, cuando no había ninguna maleza, mientras que los pesos de biomasa disminuyeron progresiva y significativamente hasta 153 y 147 g en presencia de 16 individuos por parcela, respectivamente. Para las dos especies, con la biomasa del cultivo se presentaron regresiones lineal cuadrática y cúbica altamente significativa en forma negativa

Número de vainas por planta y rendimiento de frijol por parcela. Las producciones de vainas por planta (Cuadro 3) resultaron ser máximas cuando las parcelas estuvieron libres de *Sorghum halepense* y *Bidens pilosa*; entretanto empezaron a disminuir en forma significativa conforme se incrementaron las poblaciones de competencia hasta llegar a menos de la mitad de vainas cuando hubo 16 malezas por parcela en comparación con el testigo sin ninguna maleza. La producción de frijol en grano también bajó progresivamente al incrementarse las poblaciones de las malezas en estudio, de modo que dos individuos disminuyeron el rendimiento en forma significativa con res-

Cuadro 3. Número de vainas/planta y rendimiento en grano (g/1.08 m²) de frijol 'Pirata 2'. Estación Experimental del CIPA, Vista Florida, Chiclayo, Perú, 1984.

Tratamientos	Número de vaina/planta*	Rendimiento g/surco*
0 <i>Sorghum</i>	9.66 a	139.4 a
0 <i>Bidens</i>	9.58 a	137.8 a
2 <i>Sorghum</i>	7.99 b	117.0 b
2 <i>Bidens</i>	7.74 b	113.3 bc
4 <i>Bidens</i>	6.41 c	99.7 cd
4 <i>Sorghum</i>	6.24 c	96.6 d
8 <i>Bidens</i>	5.49 d	88.0 d
8 <i>Sorghum</i>	5.41 d	85.9 de
16 <i>Sorghum</i>	5.08 de	79.5 e
16 <i>Bidens</i>	4.41 e	71.3 e

C V = 7.24% C V = 9.39%

* En las pruebas de Duncan los tratamientos que muestran la misma letra son significativamente iguales entre sí

pecto al tratamiento totalmente limpio; de igual modo, cuatro individuos mermaron más que dos, así como ocho malezas por parcela afectaron más que cuatro; se llegó al extremo de obtener sólo 71.3 y 79.5 g por surco con 16 individuos de *Bidens pilosa* y *Sorghum halepense*. Estas informaciones muestran el significativo daño de la competencia de estas malezas sobre el cultivo de frijol.

Rendimiento de frijol y porcentajes de producción y reducción. De acuerdo al Cuadro 4, en el cual se registran los valores en peso y porcentaje de rendimiento así como los porcentajes de reducción se puede apreciar que los valores de producción van disminuyendo conforme aumenta el número de plantas de las malezas a partir de los testigos sin malezas los cuales presentaron las más altas producciones equivalentes a 1 291 y 1 276 kg/ha; mientras que, ante la ocurrencia de solamente dos plantas de malezas, ya se nota una baja significativa de la producción, la misma que se va acentuando a medida que aumenta el número de plantas de las malezas en estudio. Es así como con cuatro plantas de ambas malezas se logró 923 y 894 kg/ha de grano equivalente a 71.5 y 69.3% de producción, respectivamente. En el análisis de varianza con arreglo factorial se presentó alta significación para tratamientos y densidades con respuesta lineal y cuadrática negativa, de modo que del 100% de las variaciones del rendimiento el 69.98% es atribuido a las densidades de malezas de acuerdo con el coeficiente de determinación.

La disminución de la producción de frijol se acentuó ante infestaciones de 16 individuos de *Sorghum* y *Bidens* a 736 y 659 kg/ha, equivalentes tan solo a 57 y 51% con respecto a los testigos desmalezados.

En el mismo Cuadro 4 aparecen los porcentajes de reducción según lo cual las mermas empiezan con la competencia de dos malezas por cada 1.08 m² de área cultivada, ocasionando 16.1% de reducción de cosecha con *Sorghum* y 18.7% con *Bidens*. Estas acciones competitivas son más pronunciadas ante la presencia de cuatro y ocho plantas de *Sorghum* y *Bidens* debido a que los porcentajes de reducción fueron desde 28.5 hasta 38.4% de la cosecha de frijol que se consideran significativos, llegándose al extremo de obtener reducciones de 43 y 48.9% ante competencias de 16 plantas de *Sorghum halepense* y 16 de *Bidens pilosa*.

CONCLUSIONES

Para las condiciones de la parte media del Valle Chancay, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, en donde se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, se concluye que:

1 La maleza *Bidens pilosa* L. con un número de dos plantas curso (equivalentes a 18 519 plantas/ha), mostró una reducción en el rendimiento en el frijol var 'Pirata 2' del orden del 18.75%. Esta misma población competitiva con *Sorghum halepense* (L.) Pers., ocasionó una reducción del 16.0%. Esta reducción se vio incrementada conforme aumentó el número de malezas por unidad de superficie, hasta llegar al 48.92% y 43.0% de reducción con 148 152 malezas/ha, tanto de *Bidens pilosa* (L.) Pers. como de *Sorghum halepense* (L.), respectivamente.

2 Con el tratamiento de 16 plantas/surco equivalente a 148 152 plantas/ha de *Bidens pilosa*, se obtuvo el más bajo rendimiento en grano del frijol con el 659.72 kg/ha y de 736.10 kg/ha en presencia de *Sorghum halepense* (L.) Pers., mientras que con el testigo desmalezado se logró una producción de 1 291.38 kg/ha.

3 Con base en los datos de rendimiento, las especies *Bidens pilosa* y *Sorghum halepense* (L.) Pers., se comportaron estadísticamente en forma similar en su influencia poblacional de competencia sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var 'Pirata 2'.

4 Los incrementos en las poblaciones de malezas también influyeron negativamente sobre la formación de biomasa y vainas/planta del cultivo de frijol en forma significativa.

Cuadro 4. Rendimiento (kg/ha) de frijol y porcentajes de producción y reducción. Estación Experimental del CIPA, Vista Florida, Chiclayo, Perú. 1983.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha*	Porcentaje de Producción	Porcentaje de Reducción
0 <i>Sorghum</i>	1 291.4 a	100.0	0
0 <i>Bidens</i>	1 276.0 a	98.8	1.2
2 <i>Sorghum</i>	1 083.8 b	83.9	16.1
2 <i>Bidens</i>	1 049.3 bc	81.3	18.7
4 <i>Bidens</i>	923.2 cd	71.5	28.5
4 <i>Sorghum</i>	894.4 d	69.3	30.7
8 <i>Sorghum</i>	815.3 d	63.1	36.8
8 <i>Bidens</i>	795.4 de	61.6	38.4
16 <i>Sorghum</i>	736.1 e	57.0	43.0
16 <i>Bidens</i>	659.7 e	51.1	48.9

* En las pruebas de Duncan los tratamientos que muestran la misma letra son significativamente iguales entre sí.

Análisis de varianza con arreglo factorial de especies y densidades de malezas sobre el rendimiento de frijol.

F de V	SC	GL	CM	F	Sig.
Bloques	36.18	3	12.06	0.29	n.s.
Tratamientos	8 841.68	9	981.41	23.65	**
Especies	28.49	1	28.49	0.68	n.s.
Densidad	8 753.87	4	2 188.46	52.69	**
Interacción E x D	59.32	4	14.83	0.35	n.s.
Respuesta lineal	8 512.76	1	8 512.76	204.98	**
cuadrática	221.87	1	221.87	5.34	**
cúbica	34.48	1	34.48	< 1	n.s.
cuártica	1.66	1	1.66	< 1	n.s.

Ecuación lineal $\hat{Y} = 82.60 - 2.3381x$ CD = 69.98% **

LITERATURA CITADA

- AGUNDIS, O. 1968. Período de competencia entre el frijol *Phaseolus vulgaris* y las malezas. Agricultura Técnica en México 2(2):87-90.
- BLEASDALE, J.K.A. 1960. Studies on plant competition. In Biology of weeds. Ed. by J.L. Harper. Blackwell Science Publication, Oxford, Eng. p. 133-142.
- CERNA, B.L. 1983. Determinación del período crítico de competencia de las malezas con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el invierno. Turrialba 33(3):328-331.
- FRIESEN, G. 1967. Weed-crop ecology - a science in itself. Sixth Int. Cong. of Pl. Prot. Vienna.
- HEWSON, R.T.; ROBERTS, H.A.; BOND, W. 1973. Weed competition in spring-sown broad beans. Hort. Res. 13:25-32.
- HODGSON, G.L.; BLACKMAN, G.F. 1956. An analysis of the influence of plant density on growth. Journal of Experimental Botany 7:147-165.
- KASASIAN, L.; SFEYAVE, I. 1959. Critical periods for weed competition. PANS 15(2):208-212.
- PALMBIAD, L.G. 1968. Competition in experimental populations of weeds with emphasis on the regulation of population size. Ecology 49:26-34.
- SAGAR, G.R. 1968. Factors affecting the outcome of competition between crops and weeds. Proceeding. 9th Brit. Weed Cont. Conf. p. 157-162.
- WILLIAM, R.D. 1973. Competição entre tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista CERES 20:424-432.

Reseña de Libros

CLIFFORD, M.N.; WILSON, K.C. 1987. *Coffee, Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. London, Croom Helm. 457 p.

Este importante libro consta de quince capítulos, escritos por distinguidos especialistas en sus respectivas ramas, cubriendo todos los aspectos que el título indica: El listado de los capítulos es: Historia del café, Clasificación Botánica, Selección y Mejoramiento del Café, Clima y Suelos, Fisiología del Cafeto, Nutrición Mineral y Fertilización, Métodos de Cultivo, Control de Plagas, Control de Enfermedades, Procesamiento del Café, Comercialización Mundial, Estructura Microscópica del Grano del Café, Aspectos Químicos y Físicos del Café Oro y sus Productos, Tecnología para Convertir Café Oro en Bebida y los Efectos Fisiológicos del Consumo de Café

Como resulta evidente, difícilmente se encuentra una obra más completa sobre café que ésta. La calidad del trabajo la garantiza la categoría de los autores. Todos ellos son nombres muy conocidos y al inicio de la obra se ofrece un pequeño resumen de los méritos profesionales de cada uno.

La revisión de literatura en cada capítulo es extensa y muy actualizada. La obra consta de 457 páginas e incluye un extenso glosario de términos y un índice de materias muy completo, los cuales aumentan notablemente la utilidad de la obra.

El balance logrado es satisfactorio. Casi la mitad del libro tiene que ver con los aspectos relativos a la planta y la otra mitad cubre lo concerniente al grano, su beneficiado, preparación y comercialización. Resumiendo, se trata de un libro muy completo y muy bien escrito. Pero, debe hacerse la advertencia que no es un manual de caficultura. Es una obra de consulta de gran valor para aquellas personas que se ocupan de este producto, ya sea su producción, procesamiento o comercialización. Pero, por la forma en que ha sido escrita, se presume que el lector conoce los detalles y tiene los elementos básicos de la producción y del procesamiento. En el libro aparece la justificación técnica para las recomendaciones prácticas que pueden encontrar en un manual. Un buen ejemplo es el capítulo sobre plagas del cafeto, el cual no entra en detalle sobre cada una sino que, más bien, de los conceptos básicos de su control.

Otra característica interesante es la de aunar en un solo volumen los temas de historia, cultivo, genética, con otros como la estructura microscópica del grano de café o los aspectos químicos y físicos del mismo. De igual manera, resulta interesante encontrar en el libro los fundamentos de la preparación de la bebida (no como recetario) y una revisión de los efectos fisiológicos causados por el consumo de café.

Termina el libro con un interesante y útil glosario de términos usados en relación con el café. Es pues una pequeña enciclopedia, lastimosamente escrita en inglés. Su utilidad aumentaría enormemente en América Latina si alguna vez se publica en español.

CARLOS ENRIQUE FERNANDEZ
PROMECAFE, IICA
SEDE CENTRAL

Survival of *Kabatiella zae* Narita and Hiratsuka in Maize Residues¹

C.M. Chinchilla*

ABSTRACT

The eyespot disease appeared later and at a lower level in plots where infected residues from the previous season were removed before planting or early in the season, than in plots where residues were present on the soil during the full season. Infected residues collected from non-till plots and spread in a disease-free field were effective sources of inoculum only when collected early in the season (May-June). In another experiment, the disease appeared later and the initial level was lower in plots that had the lowest amount of disease the previous season.

Infected leaf residues and laboratory-cultivated stromatic hyphae of *K. zae* rapidly lost their potential for conidial production after being exposed to consecutive periods of wetting and drying in the laboratory.

INTRODUCTION

The eyespot disease of maize caused by *Kabatiella zae* has the potential to decrease yields greatly and reduce the quality of seed (2, 6, 7, 9, 10, 12). The rapidly increasing popularity of reduced tillage systems in many countries has made the eyespot disease a real threat because the causal pathogen can overwinter as stromatic hyphae in maize residue on the soil surface (1, 3, 4, 5, 8). Observations by Martinson (6) seem to indicate that the severity of the disease is directly related to the amount of infected residue present on the ground. Therefore, the continuous planting of susceptible varieties with minimum tillage practices could lead to a steady increase in the amount of inoculum. According to Cassini (3), the survival of the eyespot organism is assured in plant parts with a low decomposition rate, such as stalks and husks. Longevity of the fungus in the infected tis-

COMPENDIO

Bajo el sistema de labranza mínima, la enfermedad causada por *K. zae* apareció más tardíamente y con menor severidad, en parcelas en donde los residuos de maíz de la cosecha anterior fueron removidos antes de la siembra o bien poco después. En parcelas en donde los residuos no fueron removidos, la enfermedad apareció más temprano y fue más severa. Residuos colocados en parcelas libres de estos sirvieron como fuentes de inóculo solamente cuando fueron colocados durante las primeras etapas del desarrollo. En otro experimento, la enfermedad apareció en forma tardía y menos severa en parcelas en donde el grado de ataque había sido menor durante la siembra del año anterior. Tanto los residuos infectados, como el estroma del hongo cultivado en el laboratorio perdieron rápidamente su capacidad para producir conidios cuando fueron expuestos a períodos consecutivos de secado y humedecimiento.

sue is unknown. A determination of the period within which the survival structures of the fungus are still able to produce effective inoculum is important for an understanding of the roles of the primary and secondary inocula in the development of an epidemic.

In this study, the capacity of *Kabatiella zae* to produce effective inoculum through the cropping season from overwintering crop residues was evaluated.

MATERIALS AND METHODS

Experiments were conducted during the growing seasons of 1983 and 1984 at three sites near Ames, Iowa.

Three approaches were used. All surface residues were removed at different intervals from plots in a field cropped in a susceptible maize variety; samples of the residues were spread in isolated plots of a susceptible variety that was grown in a field not cropped with maize for at least the two previous seasons. Finally, in 1984 an experiment was set up to study the effect of the amount of inoculum of *K. zae* generated in the previous season on the severity of the attack on the new crop.

Residue removal experiments

A field that had been used for eyespot experiments since 1979 was used for these experiments, in 1983

¹ Received for publication 26 June 1986

Portion of a thesis submitted to the Graduate College of Iowa State University as a partial fulfillment of the requirements for the Ph.D. degree. The author is grateful to Dr. C.A. Martinson for his help and advice in the realization of this work.

* Laboratorio de Patología Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

and 1984. In 1982, the field was planted to W64A x W117 with no tillage of the previous maize crop; the eyespot disease developed heavily and uniformly over the entire area, and no tillage was done after harvest.

The field had been arranged in three contiguous blocks (24.4 m x 122 m), where the long axis of each block was parallel to the adjacent block. Blocks were separated by 9.1 m alleyways of fallow soil.

In 1983, the blocks were divided into plots that were eight rows wide by 24.4 m long, and the plots were separated by eight rows of a resistant border variety (Pioneer 3713). Plant debris was removed with a stalk chopper from the border rows and the land was deeply disked before planting on May 9. The experimental plots were planted on the same date as the LH39 x A632 hybrid. Rows were 76 cm apart and the distance between plants in a row was about 20 cm.

Five treatments were used: 1) removal of residues before planting; 2) removal 45 days after planting; 3) removal 67 days after planting; 4) removal 93 days after planting and; 5) no removal of residues. During removal, the residues were gathered with a garden rake and carried from the plots so that only a few small fragments remained on the plots. Treatments were randomly assigned to the plots and there were six replications, two in each one of the blocks.

In 1984, another experiment was carried out in those plots where the maize residue remained on the soil surface throughout the previous season (treatment five in 1983). These plots were divided equally to accommodate three replications of four treatments. Each plot was eight rows wide by 6.1 m and the distance between plants in a row was about 20 cm. The treatments were 1) removal of residues before planting; 2) removal 33 days after planting; 3) removal 57 days after planting and 4) no removal of residues. The test variety was W64A x W117. Borders were sown with H99 x A632.

Disease severity as related to the amount of disease in the previous crop

Four treatments with three replications were planted in the plots where maize residues were removed at different times during the previous season. Residues were not removed in 1984.

Treatment one was corn planted in plots where the residues were not removed in 1983. Treatments two, three and four were corn planted in plots where residues were removed 45, 67 and 93 days after planting in 1983.

Both experiments in 1984 were planted on May 9. Borders were planted with H99 x A632 and the experimental plots with W64A x W117.

Data on the severity of the disease were taken on ten plants in each plot by visual estimation of the percentage of diseased tissue per leaf. During 1983, only the ear leaf was evaluated. In both 1984 experiments, data were taken on three leaves: a lower (6th), a middle (10th), and an upper (3rd below the tassel) leaf. The experiment was analyzed as a completely randomized block for each reading date.

Residue application experiments

Experiments were conducted at two farms in 1983 and 1984 in fields that had been cropped to soybeans and oats during the two previous seasons, and so could be considered as free of eyespot inoculum (1, 3, 6).

In 1983, isolation plots of W64A x W117 that were 3 m long by 4 rows wide were established within a border planting of Pioneer 3713. Planting was done on May 26. The rows were 0.76 m apart and plants within a row were about 20 cm apart. The isolation plots were separated by at least 9.1 m of the resistant hybrid.

Five treatments were used: 1) placement of infected residues over the plots at the time of plant emergence; 2) placement 37 days after emergence; 3) placement 50 days after emergence; 4) placement 76 days after emergence; and 5) no residue placement. Each plot received a sample of maize residues (about 6 kg) collected from a 10 m² subplot located within each one of the treatment plots at the residue removal site.

In 1984, another experiment consisted of isolation plots of W64A x W117 established within a field planted to Ames Best AB113A. This was the border variety planted on May 15, and it separated the plots by about 10 m. The isolation plots were planted on May 21 and were two rows wide and 3 m long. Rows were 0.76 m apart and the distance between plants in a row was about 10 cm.

There were three treatments: 1) residues placed before emergence; 2) residues placed 20 days after planting; and 3) residues placed 44 days after planting. Residues brought from the residue removal site were spread between the two rows of the isolation plots.

Disease severity was evaluated by counting the number of lesions per leaf on the 8th leaf of 10 plants per plot. When lesions were not found on the leaves,

evidence for the presence of the disease was sought in the lower leaves of all plants in the plots. No statistical analysis was performed on these data.

RESULTS

Residue removal experiments

The removal of harvest residues from the previous season in a field planted to a susceptible hybrid had a marked effect in the initial and final amount of eyespot disease that developed on these plots. Plots where residues were removed before planting usually had significantly less disease than the rest of the treatments (Tables 1, 2). Removal of residue after the fifth to seventh leaf stage of growth resulted in less disease than with no debris removal, but more disease than with full-season removal; however, these differ-

ences were not significant. In general, the disease severity was very low in 1983 and 1984 in the middle and upper canopy of the plants, and it reached only 1.8% and 0.60% of diseased tissue in the middle leaf during 1983 and 1984 respectively in the plots with full-season residue exposure. In the lower leaves evaluated in 1984, the disease severity reached 45% and 34% of diseased tissue in plots where residues remained longer on the ground (treatments 3 and 4). The plots with full-season removal had only about 7% of diseased tissue on the lower leaves in 1984 (Table 2).

Residue application experiments

A sample of infected residues taken from the plots at the residue removal site was taken to another field to study its potential as a source of inoculum. Eyespot

Table 1. Proportion of eyespot disease tissue on the ear leaf on four assessment dates for a hybrid grown in 1983 in a field where maize residues from the previous year were removed on four dates during the growing season.

Removal of residues		Disease assessment date			
Plant growth stage	Date	July 10	July 20	July 30	August 20
Before planting	May 8	0.002 a ¹	0.002 a	0.003 a	0.09 a
6-7 th leaf stage	Jun 23	0.15 a	0.45 ab	0.59 b	1.18 b
Early tasseling	Jul 15	0.23 b	0.45 ab	0.57 b	1.33 b
Milk stage	Aug 10	0.23 b	0.46 ab	0.87 b	1.80 b
No removal	-	0.25 b	0.60 b	0.89 b	1.80 b

a) Means of the average of 10 plants in each of 6 replications; means in a column with the same letter are not statistically different according to Duncan's Multiple Range Test ($P = 0.05$)

Table 2. Proportion of eyespot disease tissue on three leaves of a hybrid grown in 1984 in a field where maize residues from the previous year were removed three times during the growing season.

Removal of residues		Disease assessment date							
Plant growth stage	Date	Lower Leaf			Middle leaf		Upper leaf		
		June 22 ¹	July 6	July 18	July 6	July 18	August 5	August 5	August 17
Before planting	May 9	2 a ²	14 a	7 a	0.0 a	0.01 a	0.02 a	0.0 a	0.002 a
5-6 th leaf stage	June 11	46 ab	4 a	20 ab	0.01 b	0.06 a	0.06 a	0.001 ab	0.02 b
9-10 th leaf stage	July 5	65 b	15 b	45 b	0.04 c	0.20 a	0.35 ab	0.01 a	0.56 b
No removal	-	61 b	18 b	34 b	0.03 c	0.10 a	0.60 b	0.005 ab	0.38 b

1. Mean of the number of lesions per leaf. Data in all other columns in the table are proportion of diseased tissue

2. Mean of the average of 10 plants in each one of three replications; means in a column with the same letter are not statistically different according to Duncan's Multiple Range Test ($P = 0.05$).

disease developed only in the plots where debris was placed immediately after planting in the 1983 experiments (Table 3).

Traces of the disease (1-5 lesions per plant) eventually appeared in the other treatments, including those where no residues were placed. Inoculum for these infections may have come from another eyespot experiment planted nearby. During 1984, only the residues placed in May and June were effective as sources of inoculum (Table 3).

Disease severity as related to the level of disease the previous season

During 1984, an experiment was conducted in a field managed under no-till practices and where the plots had a known level of eyespot in 1983. The appearance of the disease was delayed and the initial severity was significantly lower in those plots that had the lowest amount of disease the previous season, as a consequence of the removal of infected residues before planting in 1983. The proportion of diseased tissue on the lower leaves in these plants reached only 1.3% compared to an average of 15% in the other treatments (Table 4).

Sporulation of *Kabatiella zae* stromatic hyphae under laboratory conditions

Stromatic hyphae that were exposed to consecutive periods of wetting and drying rapidly lost their potential to produce conidia. This rapid loss of sporulation capacity was observed in both laboratory-produced inoculum and in naturally infected leaves (Table 5). About one fourth of the initial potential for conidial production was lost after one cycle of wetting and drying in the cultured stromatic hyphae. A similar loss in sporulation capacity was observed in naturally infected leaves. Three cycles of wetting and drying seemed to exhaust the inoculum potential of the leaves to a level below detection. The stromatic hyphae were functional for sporulation after five cycles, but at a level about 0.01% less than the original inoculum.

DISCUSSION

The present research confirmed that *K. zae* can overwinter in infected corn residues; it apparently does this by forming resistant stromatic hyphae in the infected tissue.

Table 3. Number of eyespot lesions on the 10th leaf of a hybrid grown in isolation plots with eyespot infected maize residues added at different times during the growing season.

Site 1 (1983)				
Placement of residues		Disease assessment date		
Plant growth stage	Date	July 11	July 31	August 25
Emergence	June 4	54	100	150
6-7 th leaf stage	July 2	0	0	Trace
Early tasseling	July 15	0	0	Trace
Dough stage	Aug 10	0	0	Trace
None		0	0	Trace

Site 2 (1984)					
		July 2	July 17	Aug. 14	Aug. 17
Emergence	May 31	43	19	50	100
4-5 th leaf stage	June 11	23	15	67	87
8-9 th leaf stage	July 5	0	0	0	0
None		0	0	0	0

Table 4. Proportion of eyespot disease in 1984 in a maize hybrid grown in plots that had a known amount of eyespot disease in 1983 and managed with no-till practices.

Removal of harvest residues during 1983	Disease on August 20, 1983 ¹	Disease in 1984							
		Lower leaf			Middle leaf			Upper leaf	
		June 22 ³	July 6	July 18	July 6	July 18	August 5	August 5	August 17
Before planting	0.09 a ²	7 a	0.40 a	1.3 a	0.0 a	0.03 a	0.10 a	0.0 a	0.001 a
6–7 th leaf stage	1.18 b	15 b	8 b	13 b	0.001 a	0.07 ab	0.65 b	0.005 a	0.01 b
Early tasseling	1.33 b	24 c	8 b	17 b	0.005 a	0.16 b	1.2 c	0.05 a	0.23 b
Milk stage	1.60 b	27 c	7 b	14 b	0.005 a	0.09 ab	0.90 bc	0.06 a	0.31 b

1. Data from Table 3

2. Means in a column followed by the same letter are not statistically different according to Duncan's Multiple Range Test ($P = 0.05$).

3. Mean of the number of lesions/leaf in 10 plants in each one of three replications. The rest of the data in the table correspond to the mean of proportion of diseased tissue

The initial severity of the disease was related to the level of disease in the field during the previous season. Several factors may help to explain the importance of initial inoculum in this disease. The plant debris provided a prolonged source of inoculum that appeared to be effective for several weeks; this was a source for repeated spore production. The relatively dry years decreased the number of secondary cycles, the production of secondary inoculum, and or the number of successful infections. Finally, the pathogen spread upward on the plant and the number of initial lesions on the lower leaves greatly affected the inoculum potential for the upper leaves. If this phenomenon is of real importance in the epidemiology of eyespot, knowledge of the amount of disease the previous year, survival of *K. zeae* in the residues, amount of residue burial by tillage, and host genotype resistance will all be important for crop management decisions in an integrated disease control program.

The removal of residues from the previous crop had a significant effect on the initial and sometimes the final amount of disease. The initial level of disease was lower in plots with residue removal before planting than in plots with residue during the juvenile stages of plant growth. The initial amount of inoculum again had a significant effect on the epidemic. In plots where residues were removed after plant emergence, the early differences in amount of disease tended to disappear as the season progressed. This indicated that the inoculum in the debris rapidly lost effectiveness as a source of inoculum.

Because conditions in 1983 and 1984 were highly unfavorable for an eyespot epidemic, it is impossible to determine from these data the epidemiological im-

Table 5. Conidial production by *Kabatiella zeae* in infected leaf residue and from laboratory-cultured stromatic hyphae after exposure of these structures to consecutive cycles of wetting and drying in the laboratory.

Cycles of wetting ¹	Leaf residues ²	Stromatic hyphae ³
1	14 000	9 650 000
2	3 000	2 279 000
3	600	1 005 000
4	0	682 000
5		25 000
6		7 500
7		0
Control ⁴	13 000	8 300 000

1. Infected residues were exposed to consecutive cycles of two days of wetting and four days of drying. For the stromatic hyphae mixed with sand, these periods were two days of wetting and ten days of drying.

2. Mean of the number of conidial/100 lesions.

3. Mean of the number of conidia produced by 1 g of the stromatic hyphae-sand inoculum mixture.

4. Inoculum kept dry until the end of the experiment and then wetted and assayed.

portance of primary inoculum potential (duration and amount) under a more conducive environment for disease development. The results, however, indicate that under unfavorable environmental conditions for an epidemic any reduction in the initial amount of inoculum will delay and reduce the epidemic significantly. C.A. Martinson (Personal communication) found that early season eyespot severity differences were soon masked by an epidemic of the disease, but they still resulted in a significant yield reduction. Yield data were taken in this experiment, but the severity of the disease was too mild to result in any significant yield reduction.

The loss in the ability of weathered maize residues to initiate new lesions on a susceptible hybrid correlated very well with the response of the fungus in the laboratory where diseased leaves and stromatic hyphae rapidly lost their ability to produce conidia after being wetted and dried several times. There are probably other factors that have an effect on the reduction of the inoculum potential of *K. zeae* in infected maize residues, and different kinds of microbial antagonism are without a doubt of primary importance (6). The fact that the disease is more prevalent in fields managed with reduced tillage practices also indicates that microbial antagonism in its various forms may play an important role in the eradication of *K. zeae* in a field. An excellent control of the disease is achieved by plowing under the harvest residues, which are then exposed to microbial degradation (1, 2, 3, 6).

An epidemic of eyespot in the field, therefore, begins almost entirely from the inoculum generated from the maize residues; however, the survival structures of the fungus in these residues have a limited capacity for repetitive inoculum (conidia) production.

Further development of the epidemic depends mostly on secondary disease cycles. The lower plant canopy was originally infected by primary inoculum. Secondary inoculum was dispersed by splashing rain (11), and this resulted in an upward sequential pattern of disease development.

Little is known about the epidemiology and etiology of the eyespot disease on maize. Resistant genotypes have been identified. This is probably enough to make fairly intelligent disease control recommendations, but we are still ignorant of many of the important epidemiological parameters surrounding this disease. Eyespot of maize would be an excellent sys-

tem for disease modeling and for the development of an integrated pest management program.

LITERATURE CITED

- 1 ARNY, D.C.; SMALLEY, E.B.; ULLSTRUP, A.J.; WOLF, G.L.; AHRENS, R.W. 1971. Eyespot of maize, a disease new to North America. *Phytopathology* 61(1):54-57.
- 2 CASSINI, R. 1971. *Helminthosporium maydis*, Race I et *Kabatiella zeae*, deux agents pathogènes du maïs nouveaux en France. Ministère de l'Agriculture. Paris. Bulletin Technique d'Information 244-265: 1067-1072.
- 3 CASSINI, R.; GAY, J.R.; CASSINI, R. 1972. Observations sur le cycle de développement et sur les organes de conservation de *Kabatiella zeae*. *Annales de Phytopathologie* 4:367-371.
- 4 CHEZ, D.; HUDSON, M. 1975. Le *Kabatiella zeae*, un nouvel agent pathogène du maïs au Québec. *Phytoprotection* 56:90-95.
- 5 CHINCHILLA, C. 1983. Epidemiological studies of eyespot disease (*Kabatiella zeae*) on maize. M.S. Thesis Ames, Iowa, Iowa State University 104 p.
- 6 MARTINSON, C.A. 1981. Corn diseases and cultural practices. Iowa Cooperative Extension Service CE-16021 5 p.
- 7 NARITA, I.; HIRATSUKA, Y. 1956. Studies on *Kabatiella zeae* n.sp., the causal fungus of a new leaf spot disease of corn. *Annual Phytopathological Society of Japan* 24:147-153.
- 8 PENCIC, V.; SMILJAKOVIC, H. 1971. Investigations of the resistance of self-pollinating lines and hybrids of corn to *Kabatiella zeae* Narita and Hiratsuka. *Zastita Bilja* 30:241-248.
- 9 PENCIC, V.; ROZENFELD, J. 1979. Investigations of the effect of *Kabatiella zeae* Narita and Hiratsuka on *Zea mays*. *Zastita Bilja* 30:241-248.
- 10 PENCIC, V.; ROZENFELD, J. 1979. Contributions to the study of the resistance of maize to *Kabatiella zeae* Narita and Hiratsuka and symptoms of the disease. *Archiv za Poljoprivredne Nauke* 32:113-120.
- 11 RAPILLY, F.; BONNET, A.; FOUCAULT, B. 1975. Realization d'un appareil permettant l'étude au champ de la dispersion de spores de champignons par des gouttes d'eau; application à *Kabatiella zeae*, *Septoria nodorum* et *Fusarium roseum*. *Annales de Phytopathologie* 7:45-50.
- 12 SMILJAKOVIC, H.; PENCIC, V. 1971. *Kabatiella zeae* Narita and Hiratsuka, agent of a corn disease in Yugoslavia. *Zastita Bilja* 22:317-321.

Compuestos Fenólicos en la Pulpa de Café. Cromatografía de Papel de Pulpa Fresca de 12 Cultivares de *Coffea arabica* L.¹

J. Ramírez*

ABSTRACT

The compounds soluble in 80% methanol were extracted from fresh coffee pulp and this extract was used to isolate first the compounds soluble in ethyl acetate and the those soluble in a mixture of ethyl acetate and methanol (5:1). These last two fractions were subjected to two dimensional descending filter paper chromatography, with n-butanol, water and acetic acid (BWA, 4:1:5) as solvents in one direction and 2% acetic acid in the other direction. On the basis of R_f values, chromogenic reactions, fluorescence and UV absorption spectra, some compounds were tentatively identified as belonging to the following groups: chlorogenic acids, catechins, leucoanthocyanidins, anthocyanins and flavonol glycosides. Although there are differences in total phenolic compounds of the coffee pulp among the 12 cultivars studied, qualitative variations were minimal.

COMPENDIO

Sobre la base de los valores de R_f , reacciones cromogénicas, fluorescencia y espectros de absorción de luz UV, se identificaron tentativamente algunos compuestos fenólicos extraídos de la pulpa de café fresca como pertenecientes a los siguientes grupos: ácidos clorogénicos, catequinas, leucoantocianidinas, antocianinas y derivados glucósidos de flavonoles. Aunque existen diferencias significativas en cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales en las pulpas de los doce cultivares estudiados, las variaciones cualitativas son mínimas.

INTRODUCCION

Los compuestos fenólicos, llamados también polifenoles, están presentes en todo vegetal y comprenden un grupo heterogéneo de sustancias, unas con estructuras químicas relativamente simples y otras complejas como los taninos y la lignina

El grano del fruto de la especie *Coffea arabica* L. se caracteriza por tener un alto contenido de estos compuestos y en particular, de los llamados ácidos clorogénicos (hasta un 8% sobre la base de materia seca, los cuales han sido objeto de algunos estudios específicos (2, 3, 4, 5, 30) En cambio en varios estudios realizados sobre la pulpa de café, se ha investigado directa o indirectamente sobre los compuestos fenólicos que ésta contiene (1, 6, 9, 10, 13, 14, 15,

31, 32), sólo ha llegado a establecerse la identidad y cantidad relativa de unos pocos de estos compuestos. La información disponible al respecto, además de escasa, es inconsistente.

La pulpa de café se ha estudiado extensivamente desde el punto de vista nutricional; los resultados obtenidos demuestran que en ella están presentes algunos componentes que, por su toxicidad, interfieren en su utilización para la alimentación de los animales de la finca (15). Los compuestos fenólicos han sido señalados como posibles responsables del efecto tóxico de la pulpa pero no existe evidencia concluyente en apoyo de estas afirmaciones.

Por tal razón es necesario realizar estudios más detallados para conocer la naturaleza y el contenido de dichos compuestos en pulpa fresca obtenida de diferentes cultivares, como punto de partida para su determinación en la pulpa deshidratada, que es la forma en la cual generalmente se ha utilizado para preparar alimentos destinados a los animales de la finca.

En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos en un estudio hecho con técnicas de cromatografía de papel sobre los compuestos fenólicos

¹ Recibido para publicación el 26 de julio 1986. Proyecto subvencionado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Venezuela.

* Departamento de Bioquímica, Universidad Nacional Experimental del Táchira Apartado 436, San Cristóbal, estado Táchira Venezuela.

de la pulpa fresca del fruto maduro de doce cultivares de *Coffea arabica* L., los cuales son cultivados en forma comercial o experimentalmente en la región de Los Andes de Venezuela, debido a sus altos rendimientos y resistencia a algunas razas de la roya

MATERIALES Y METODOS

La pulpa se obtuvo de muestras representativas de cerezas maduras de café de ocho cultivares susceptibles a la roya del café (Bourbón Amarillo, Bourbón Rojo, Catuai Amarillo, Caturra Amarillo, Caturra Rojo, Mundo Novo 385, Semperflorens y Typica Rojo) y cuatro cultivares resistentes a algunas razas de la roya (BA-2-204741-172A, Geisha B-209842-182A, KP-263-295940-196B y KP-423). Estas muestras se recolectaron de las parcelas establecidas en el campo de la Estación Experimental de Bramón, CIARLA, Estado Táchira, Venezuela, durante el último trimestre del año 1982. El café en cereza se mantuvo refrigerado hasta el momento de ser despulpado; esta operación se hizo generalmente al día siguiente de su recolección. El despulpado se efectuó a mano, con una hojilla de acero inoxidable; la pulpa así obtenida fue inmediatamente utilizada para determinar el contenido de materia seca y de compuestos fenólicos totales, y para extraer compuestos solubles en metanol acuoso al 80% (v/v).

La extracción de compuestos fenólicos utilizando metanol absoluto seguido de metanol acuoso al 50%, se hizo de acuerdo al procedimiento usado por Goldstein y Swain (8); la determinación de compuestos fenólicos totales se hizo por el método descrito por Ramírez Martínez *et al* (17). La extracción de compuestos fenólicos solubles en acetato de etilo se llevó a cabo siguiendo el método utilizado por Ramírez Martínez y Luh (16), con ligeras modificaciones. La suspensión acuosa remanente, después de obtener el extracto de acetato de etilo, se sometió a extracción con una mezcla de acetato de etilo y metanol (5:1, v/v), tal como lo describe Schulz (21) para extraer glicósidos de flavonoides.

La separación de los compuestos fenólicos presentes en los extractos obtenidos con acetato de etilo y con la mezcla de acetato de etilo y metanol, se realizó mediante cromatografía de papel descendente y bidimensional sobre papel de filtro Whatman N° 1 (46 x 57 cm), a temperatura ambiental de laboratorio. Como solventes para desarrollar los cromatogramas se utilizó, primero, una mezcla de n-butanol, agua destilada y ácido acético glacial (BAW, 4:1:5) en la dirección de la fibra de papel y después, ácido acético (HOAc) al 2% (v/v) perpendicularmente a esta dirección (24).

Después de secar al aire los cromatogramas se examinaron con luz ultravioleta de onda larga ($\lambda = 366$ nm) en ausencia y en presencia de vapores de amoníaco y se marcó el contorno de las manchas fluorescentes (27). Se asperjaron dos cromatogramas con una mezcla (1:1, v/v) recién preparada a partir de soluciones acuosas de FeCl_3 al 1% y $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ al 1%; se remojaron en un baño de HCl 0.2N y se enjuagaron profusamente en un baño de agua destilada (24). Otros cromatogramas se revelaron con reactivos recién preparados de p-nitroanilina diazotizada (DPNA) o vanilina-HCl (16). También se usó el reactivo del ácido p-tolueno sulfónico para detectar compuestos flavonoides con estructuras específicas (19).

Algunas de las manchas positivas con el reactivo de $\text{Fe-Cl}_3\text{-K}_3\text{Fe}_3(\text{CN})_6$ fueron identificadas tentativamente tomando en cuenta los valores de R_f , la fluorescencia en luz ultravioleta, los espectros de absorción de luz ultravioleta de las manchas recortadas de 40 cromatogramas y extraídas con metanol y los colores desarrollados después de tratar los cromatogramas con reactivos cromogénicos. La identificación de las leucoantocianidinas se verificó mediante el calentamiento por 30 minutos de los extractos metanólicos de las correspondientes manchas con un volumen igual de HCl al 5% en n-butanol (28).

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los datos del contenido de compuestos fenólicos de la pulpa fresca de café de cultivares susceptibles (cuatro primeros) y resistentes.

Cuadro 1. Contenido de compuestos fenólicos en pulpa fresca de café expresado como por ciento de materia seca.

No.	Cultivar	MeOH 100%	MeOH 50%	Total
1	Caturra Rojo	1.55	1.03	2.58
2	Typica Rojo	1.58	1.06	2.64
3	Bourbon Amarillo	2.19	0.80	2.99
4	Mundo Novo 385	2.29	0.89	3.18
5	KP-263-205940-196-B	1.68	0.77	2.45
6	KP-423	1.57	0.93	2.50
7	BA-2-204741-172-A	1.78	1.30	3.08
8	Geisha B-209842-182-A	2.00	1.11	3.11

tes (cuatro últimos) a algunas razas de roya. El mayor contenido de compuestos fenólicos extraídos con metanol puro (MeOH 100%) lo exhibe el cultivar Mundo Novo 385 y el menor el cultivar Caturra Rojo, mientras que el mayor contenido de compuestos fenólicos extraídos subsecuentemente con metanol acuoso (MeOH 50%) se observa en el cultivar BA-2 y el menor en el cultivar KP-263. El contenido de compuestos fenólicos totales fluctuó entre 2.45% y 3.18%, con base en materia seca; no se encontró una diferencia claramente perceptible entre cultivares susceptibles y resistentes a la roya.

Una proporción de dos partes (en volumen) de solución metanólica al 80% en agua a una parte (en peso) de pulpa fresca resultó ser adecuada para la extracción de compuestos fenólicos para cromatografía. La eliminación por rotaevaporación al vacío del metanol, del extracto así obtenido y su subsiguiente concentración a un volumen de 50 ml, dejó los compuestos fenólicos en una solución acuosa. De esta solución se obtuvo, primero, una fracción de compuestos solubles en acetato de etilo la cual se denominó Fracción A y después, una fracción extraída con una mezcla de acetato de etilo y metanol, la cual se denominó Fracción B.

En las Fracciones A y B de la mayoría de los cultivares estudiados se detectaron 20 y 21 manchas de color azul, respectivamente, después de asperjar los cromatogramas con el reactivo de $\text{FeCl}_3\text{-K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$. Los datos de dichas manchas, correspondientes a su movilidad (valores de R_f) en los sistemas de solventes usados y colores observados bajo luz ultravioleta de onda larga —en ausencia y presencia de vapores de amoníaco— aparecen en los Cuadros 2 y 3 para las Fracciones A y B, respectivamente. Todas las manchas son incoloras bajo la luz visible, con la excepción de la mancha 1 (color amarillo) de la Fracción A y las manchas 27 y 28 (color rojo) de la Fracción B. Los mapas representativos de los cromatogramas bidimensionales de las Fracciones A y B, revelados con el reactivo de $\text{FeCl}_3\text{-K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, se presentan en las Figs 1 y 2, respectivamente.

Las manchas dos y cuatro de la Fracción A al ser examinadas con luz ultravioleta exhibieron fluorescencia azul, la cual se tornó verde-amarillenta en presencia de vapores de amoníaco. Pareciera que en la mancha dos están presentes dos compuestos superpuestos, aunque ligeramente desplazado el uno del otro en la dirección de migración con el ácido acético al 2%. Los valores de R_f en los solventes BAW y

Cuadro 2. Valores de R_f y colores observados bajo luz ultravioleta de las manchas de la Fracción A.

Mancha No.	R_f^*		Color	
	BAW (4:1:5)	Acido acético al 2%	Luz ultravioleta	NH_3^+ luz ultravioleta
1	0.92 ± 0.018	0	Azul	Amarillo
2	0.73 ± 0.021	0.11 ± 0.013	Azul Blanco	Verde
3	0.61 ± 0.023	0.14 ± 0.012	Azul Morado	Amarillo
4	0.71 ± 0.019	0.24 ± 0.011	Azul Gris	Verde
5	0.88 ± 0.019	0.39 ± 0.046	—	—
6	0.78 ± 0.009	0.38 ± 0.023	—	—
7	0.80 ± 0.018	0.46 ± 0.038	—	—
8	0.72 ± 0.026	0.42 ± 0.010	—	—
9	0.68 ± 0.018	0.60 ± 0.016	Azul Gris	Verde
10	0.74 ± 0.019	0.67 ± 0.021	—	—
11	0.71 ± 0.028	0.76 ± 0.010	Azul Gris	Verde
12	0.60 ± 0.023	0.57 ± 0.020	Azul Blanco	Verde
13	0.61 ± 0.029	0.74 ± 0.010	Azul Gris	Verde
17	0.45 ± 0.035	0.57 ± 0.018	—	—
19	0.34 ± 0.040	0.46 ± 0.019	—	—
21	0.65 ± 0.018	0.37 ± 0.022	—	—
22	0.56 ± 0.020	0.31 ± 0.022	—	—
23	0.49 ± 0.024	0.31 ± 0.022	—	—
24	0.48 ± 0.030	0.19 ± 0.016	Rojo Ladrillo	Amarillo
26	0.36 ± 0.039	0.26 ± 0.018	—	—

* Valor de $R_f \pm$ desviación estándar.

Cuadro 3. Valores de R_f y colores observados bajo luz ultravioleta de las manchas de la Fracción B.

Mancha No.	R_f^*		Color	
	BAW (4:1:5)	Acido acético al 2%	Luz ultravioleta	NH_3^+ luz ultravioleta
9	0.70 ± 0.029	0.61 ± 0.015	Azul Gris	Verde
10	0.75 ± 0.028	0.67 ± 0.016	—	Azul
12	0.61 ± 0.028	0.57 ± 0.019	Azul Blanco	Verde
13	0.62 ± 0.037	0.74 ± 0.008	Azul	Verde
14	0.63 ± 0.034	0.82 ± 0.010	—	—
15	0.53 ± 0.027	0.63 ± 0.014	Azul Gris	Verde
16	0.29 ± 0.026	0.69 ± 0.013	—	—
17	0.45 ± 0.029	0.56 ± 0.016	—	—
18	0.37 ± 0.034	0.52 ± 0.007	—	—
19	0.34 ± 0.030	0.45 ± 0.032	—	—
20	0.44 ± 0.033	0.37 ± 0.018	—	—
23	0.48 ± 0.037	0.29 ± 0.018	Azul Violeta	Amarillo Marrón
24	0.48 ± 0.030	0.19 ± 0.014	Rojo Ladrillo	Amarillo
25	0.41 ± 0.021	0.15 ± 0.007	—	—
26	0.37 ± 0.039	0.26 ± 0.013	—	—
27	0.33 ± 0.043	0.25 ± 0.023	—	—
28	0.37 ± 0.035	0.11 ± 0.027	—	—
29	0.33 ± 0.029	0.05 ± 0.017	—	—
30	0.56 ± 0.034	0.28 ± 0.026	—	—
31	0.63 ± 0.030	0.34 ± 0.022	—	—
32	0.76 ± 0.027	0.79 ± 0.016	Azul Gris	Verde

* Valor de $R_f \pm$ desviación estándar.

HOAc al 2%, así como las longitudes de onda de sus máximos y mínimos de absorción de luz ultravioleta, sugieren que estas dos manchas corresponden a los isómeros del ácido isoclorogénico (21, 29).

Las manchas 9, 12 y 13 de la Fracción A y las manchas 9, 12, 13 y 15 de la Fracción B, al ser ex-

puestas a luz ultravioleta, mostraron fluorescencia azul la cual cambió a verde-amarillenta en presencia de vapores de amoníaco. Tienen espectros de absorción de luz ultravioleta muy similares al del ácido clorogénico (Fig. 3), con absorción máxima alrededor de 330 nm y absorción mínima alrededor de 265 nm. De las anteriores observaciones y de los valores de R_f

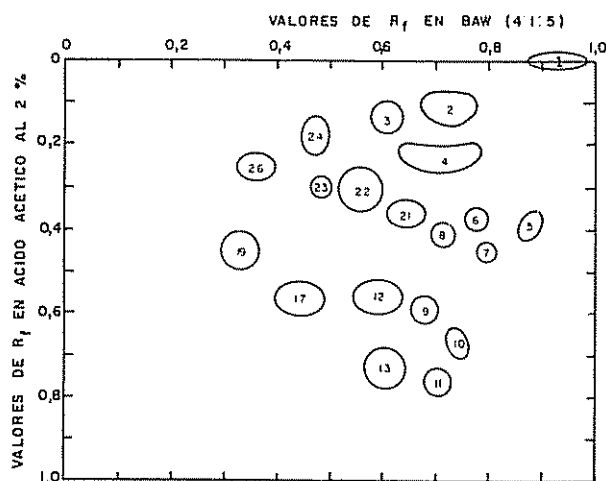


Fig. 1. Mapa de manchas de la Fracción A obtenido cuando se grafican los valores de R_f presentados en el Cuadro 2.

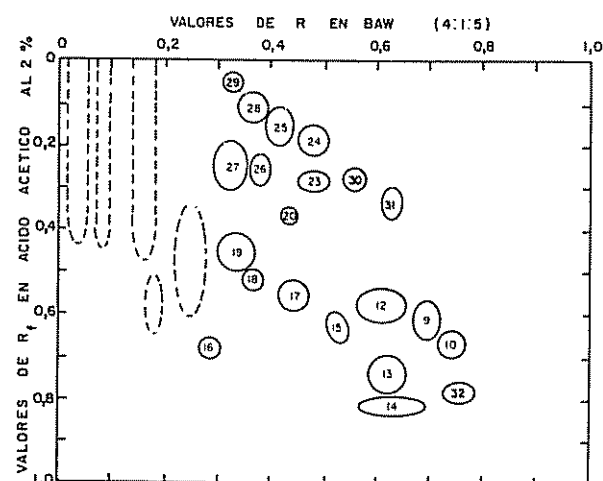


Fig. 2. Mapa de manchas de la Fracción B obtenido cuando se grafican los valores de R_f presentados en el Cuadro 3.

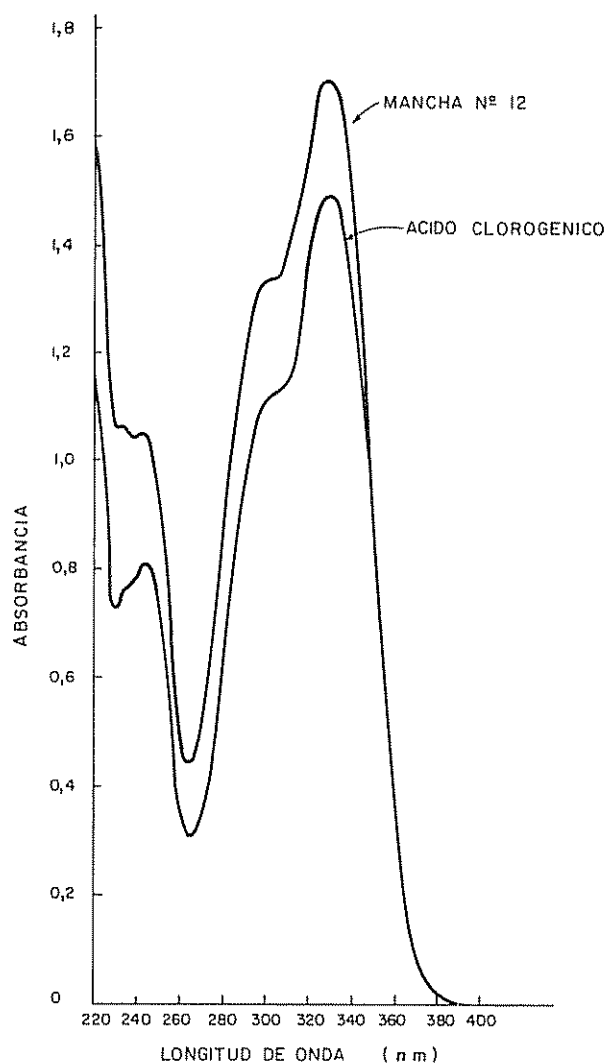


Fig. 3 Espectros de absorción de luz ultravioleta del ácido clorogénico y de la mancha No 12

observados en BAW y HOAc al 2% se puede concluir que la mancha 12 es la forma *cis* del ácido 3-café-oil-químico y las manchas, 9, 13 y 15 son isómeros de éste.

Sobre la base de los valores de R_f en los dos solventes usados, la ausencia de fluorescencia con luz ultravioleta en presencia y ausencia de vapores de amoníaco, las reacciones positivas al ácido *p*-tolueno sulfónico y a la vanilina-HCl, y los espectros de absorción de luz ultravioleta, las manchas 21 y 22 de la Fracción A se han identificado tentativamente como catequina y epicatequina, respectivamente. Se observó que la mancha 22 tiene parcialmente sobrepuesta una mancha que fluoresce azul-blanco con luz ultravioleta en presencia de vapores de amoníaco, pero

que no reacciona con $FeCl_3-K_3Fe(CN)_6$ y DPNA. Las manchas 30 y 31 de la Fracción B tienen algunas características parecidas a las manchas 22 y 21, respectivamente; sin embargo, los valores promedios de R_f en HOAc al 2% son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba estadística de *t* (12).

Las manchas 3, 23 y 24 de la Fracción A y 23 y 24 de la Fracción B tienen valores de R_f , reacciones cromogénicas y espectros de absorción de luz ultravioleta que sugieren la posibilidad de que sean derivados de un flavonol, tales como glucósidos de quercetina (rutina, isoquercitrina, etc). De igual manera, las manchas 17, 19 y 26, tanto de la Fracción A como de la B, presentan valores de R_f , reacciones cromogénicas y espectros de absorción de luz ultravioleta similares a los que se han descrito para las leucoantocianidinas (11). Para estas tres últimas manchas se obtuvieron resultados positivos con la prueba de las leucoantocianidinas (28).

Las manchas 27 y 28 de la Fracción B corresponden a antocianinas y están presentes solamente en extractos de pulpa de café de color rojo. Sobre la naturaleza de las restantes manchas por ahora nada se puede adelantar, debido a la poca abundancia de estos compuestos en los extractos o bien, a que la información obtenida es insuficiente para establecer las correspondientes identificaciones tentativas.

En los cromatogramas de la Fracción B se observó la presencia de manchas en forma de bandas paralelas a la dirección del movimiento del HOAc al 2% y ubicadas a valores de R_f en el solvente BAW por debajo de 0.3 (área demarcadas por líneas discontinuas en la Fig. 2). Estas bandas corresponden a compuestos que migran poco en los solventes usados y están constituidas por una mezcla heterogénea de compuestos fenólicos poliméricos (18).

Finalmente, si se toma en cuenta tanto la intensidad del color de las manchas como su tamaño se puede concluir que en la Fracción A los compuestos fenólicos más abundantes son los correspondientes a las manchas 1, 2, 3, 4, 12, 13, 17, 19, 21, 22, 24 y 26, mientras que en la Fracción B lo son los correspondientes a las manchas 12, 13, 14, 17, 19, 24, 27 y 28.

DISCUSION

Aunque la cantidad de compuestos fenólicos totales extraíbles de la pulpa de café mostró una gran variabilidad de cultivar a cultivar, ésta no se puede atribuir únicamente a diferencias específicas entre cultivares. En las uvas se ha encontrado que, dentro de un mismo cultivar y en una misma cosecha, hay fluctuaciones en el contenido de compuestos fenólicos de-

pendiendo de la fecha y condiciones prevalecientes al momento mismo de la cosecha (22).

Para la extracción cuantitativa de compuestos fenólicos de un material vegetal no existe un método que sea totalmente satisfactorio. Los solventes más usados para su separación de los componentes estructurales de las células vegetales son etanol, metanol y el agua misma. El metanol es uno de los solventes preferidos para este propósito por lo fácil que es eliminado bajo vacío y a temperaturas por debajo de 40°C. Al eliminar todo el metanol y parte del agua mediante rotaevaporación, se tienen los compuestos fenólicos en un medio acuoso del cual se pueden extraer con un solvente inmiscible con agua.

El acetato de etilo es el solvente más comúnmente usado para separar los compuestos fenólicos de los azúcares, aminoácidos y otros compuestos que son más solubles en agua que en acetato de etilo. Generalmente los lípidos se separan antes de efectuar la extracción con acetato de etilo, mediante extracción con éter de petróleo y cloroformo. En el presente trabajo se prescindió de este paso a fin de prevenir cambios en la composición de los compuestos fenólicos presentes. En efecto, al intentar la utilización de cloroformo para eliminar la cafeína presente en el extracto inicial de la pulpa, se produjeron alteraciones de las proporciones en que se encuentran los ácidos fenólicos y las catequinas.

Por otra parte, es de esperar que el acetato de etilo no extraiga todos los compuestos fenólicos presentes en el medio acuoso. Esto se hizo evidente cuando, después de efectuar la extracción con acetato de etilo, se extrajo el medio acuoso remanente con una mezcla de acetato de etilo y metanol en proporciones tales que aseguren la formación de dos fases (21). Se observó que en la Fracción A (compuestos extraídos por acetato de etilo) están presentes algunos compuestos fenólicos que no aparecen en la Fracción B (compuestos subsecuentemente extraídos por la mezcla de acetato de etilo y metanol), especialmente aquellos con valores de R_f en BAW por encima de 0.5 y de R_f en HOAc al 2% por debajo de 0.5. De igual modo, en la Fracción B están presentes algunos compuestos fenólicos que no aparecen en la Fracción A y que tiene valores de R_f en BAW por debajo de 0.6 y entre ellos compuestos que aparecen en forma de bandas paralelas a la dirección del movimiento del HOAc al 2%. Asimismo, hay algunos compuestos fenólicos que están presentes en las dos fracciones. En líneas generales, el método de extracción utilizado demostró ser confiable y reproducible cuando se aplicó a las doce muestras de pulpa que se analizaron.

En cuanto a la cromatografía de papel, en el presente trabajo se tomó en cuenta no solamente la fluo-

rescencia de las manchas en los cromatogramas sino también su oxidación por el reactivo de $FeCl_3 \cdot K_3Fe(CN)_6$ y los colores que se desarrollan con otros reactivos cromogénicos que se conoce son relativamente específicos para ciertos grupos de compuestos fenólicos. Aún así, no se puede afirmar que todos los compuestos fenólicos extraíbles con metanol acuoso al 80% fueron detectados por medio de la cromatografía de papel. Es muy probable que la presencia de otros compuestos fenólicos, o de determinadas manchas en los cromatogramas de algunos cultivares de café, haya pasado inadvertida debido a su exclusión o a sus relativas bajas concentraciones en los extractos obtenidos. Por consiguiente, tampoco se puede concluir que existen diferencias de naturaleza cualitativa respecto al contenido de compuestos fenólicos de los cultivares estudiados, a excepción de las antocianinas que definitivamente no están presentes en las pulpas de color amarillo. Aún más, es posible que una o más manchas de los cromatogramas bidimensionales obtenidos pueden estar constituidas por dos o más compuestos que migran conjuntamente.

Sobre la base de los resultados de la cromatografía de papel se identificaron tentativamente los compuestos o grupos de compuestos más conspicuos. Entre los compuestos más abundantes están algunos del grupo de los llamados ácidos clorogénicos, que ha sido estudiado en los granos de café procesados y sin procesar (2, 3, 4, 5, 30). A igual que en el grano de café, el compuesto más abundante en la pulpa parece ser el ácido clorogénico propiamente dicho (ácido 3-cafeoilquinico), seguido de los ácidos isoclorogénicos (ácidos 3,4-3,5- y 4,5-dicafeoilquinicos). Aquí, es preciso señalar que, aparte del grupo de los ácidos clorogénicos, ningunos otros derivados simples del ácido cinámico (tales como ácidos cafeico, ferúlico o p-cumárico), fueron detectados en los extractos obtenidos de la pulpa de café; de estar presentes, lo están en una concentración relativamente baja.

Otros compuestos fenólicos prominentes en la pulpa de café parecen ser algunos compuestos del grupo de las catequinas (flavan-3-oles), especialmente la epicatequina, cuya presencia ha sido encontrada en la pulpa y en semillas de muchas frutas (7, 16, 24, 25, 26). De igual manera sobresalen —por su relativa abundancia en los extractos de la pulpa de café— compuestos que parecen ser leucoantocianidinas y o bien, proantocianidinas (oligómeros de flavan-3,4-dioles), los cuales también han sido detectados en la pulpa y semillas de muchas frutas (11, 16, 25). Las catequinas y leucoantocianidinas forman parte de los taninos condensados, los cuales son ampliamente conocidos como agentes precipitantes de las proteínas (20, 23).

LITERATURA CITADA

- 1 AGUIRRE, B.F. 1966. La utilización industrial del grano de café y de sus productos. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. 43 p (Investigaciones Tecnológicas del ICAITI N° 1).
- 2 CARELLI, M.L.C.; LOPEZ, C.R.; MONACO, L.C. 1974. Chlorogenic acid in species of *Coffea* and selections of *C. arabica* L. Turrialba 24(4):398-400
- 3 CLIFFORD, M.N. 1979. Chlorogenic acids-their complex nature and routine determination in coffee beans. Food Chemistry 4:63-71
- 4 CLIFFORD, M.N.; WIGHT, J. 1976. The measurement of feruloylquinic acids and caffeoylquinic acids in coffee beans. Journal of the Science of Food and Agriculture 27:73-84
- 5 CORSE, J.; LAYTON, L.L.; PATTERSON, D.C. 1970. Isolation of chlorogenic acids from roasted coffee. Journal of the Science of Food and Agriculture 21:164-168.
- 6 EL-HAMIDI, A.; WANNER, H. 1964. The distribution pattern of chlorogenic acid and caffeine in *Coffea arabica*. Planta 61:90-96
- 7 EL-SAYED, A.S.; LUH, B.S. 1966. Polyphenolic compounds in canned apricots. Journal of Food Science 30:1016-1020.
- 8 GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, I. 1963. Changes in tannins in ripening fruits. Phytochemistry 2:371-383
- 9 JAFFE, W.; ORTIZ, D.S. 1952. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. Agro 23:31-37.
- 10 LOPEZ-LONGO, C.R. 1972. Estudo dos pigmentos flavonoides e sua contribuição a filogenia do género *Coffea*. Tese de doutoramento São Paulo, Bra Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz". 110 p.
- 11 LUH, B.S.; HSU, E.T.; STACHOWICZ, K. 1967. Polyphenolic compounds in canned cling peaches. Journal of Food Science 32(3):251-258.
- 12 MODE, E.B. 1951. Elements of statistics. New York, Prentice-Hall 373 p
- 13 MOLINA, M.R.; FUENTE, G., DE LA; GUDIOL, H.; BRESSANI, R. 1974. Pulpa y pergamino de café. VIII. Estudios básicos sobre la deshidratación de la pulpa de café. Turrialba 24:280-284
- 14 MGLINA, M.R.; FUENTE, G., DE LA; BATTEN, M.A.; BRESSANI, R. 1974. Decaffeination. A process to detoxify coffee pulp. Journal of Agricultural and Food Chemistry 22(6):1055-1059
- 15 PULPA DE café, composición, tecnología y utilización. 1978. Ed. por J.E. Braham; R. Bressani. Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. 152 p
- 16 RAMIREZ-MARTINEZ, J.R.; LUH, B.S. 1973. Phenolic compounds in frozen avocados. Journal of the Science of Food and Agriculture 24:219-225
- 17 RAMIREZ MARTINEZ, J.R.; LEVI, A.; PADUA, H.; BAKAL, A. 1977. Astringency in an intermediate moisture banana product. Journal of Food Science 45(2):1201-1203, 1217.
- 18 ROUX, D.G.; EVELYN, S.R. 1958. Condensed tannins. I. A study of complex leuco-anthocyanins present in condensed tannins. Biochemical Journal 69:530-538.
- 19 ROUX, D.G.; MAIHS, A.E. 1960. Selective spray reagents for the identification and estimation of flavonoid compounds associated with condensed tannins. Journal of Chromatography 5:65-74.
- 20 SALUNKE, D.K.; JADHAV, S.J.; KADAM, S.S.; CHAVAN, K.K. 1982. Chemical, biochemical, and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. C.R.C. Critical Review in Food Science and Nutrition 17(3):277-305.
- 21 SCHULZ, E. 1975. Polifenoles en cultivos y su importancia agronómica. I. Reacciones de hipersensibilidad y la acumulación de los polifenoles en los tubérculos de *Ipomea batata*. Tesis Doctoral. Maracay, Ven. U.C.V., Facultad de Agronomía. 205 p.
- 22 SINGLETON, V.L. 1966. The total phenolic content of grape berries during the maturation of several varieties. American Journal of Enology and Viticulture 17(2):126-134
- 23 SINGLETON, V.L. 1981. Naturally occurring food toxicants: phenolic substances of plant origin common in foods. Advances in Food Research 27:149-242
- 24 SINGLETON, V.L.; DRAPER, D.E.; ROSSI JUNIOR, J.E. 1966. Paper chromatography of phenolic compounds from grapes, particularly seeds, and some variety-ripeness relationships. American Journal of Enology and Viticulture 17:206-217.
- 25 SIOUD, F.B.; LUH, B.S. 1966. Polyphenolic compounds in pear purée. Food Technology 20:182-186.
- 26 SU, C.T.; SINGLETON, V.L. 1969. Identification of three flavan-3-ols from grapes. Phytochemistry 8:1533-1588
- 27 SWAIN, I. 1953. The identification of coumarins and related compounds by filter paper chromatography. Biochemical Journal 53:200-208.
- 28 SWAIN, I.; HILLIS, W.E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture 10:63-68
- 29 THOMPSON, D.P. 1981. Chlorogenic acid and other phenolic compounds in fourteen sweet potato cultivars. Journal of Food Science 46(3):783-740
- 30 VAN DER STEEGEN, G.D.H.; VAN JUIJIN, J. 1979. Analysis of chlorogenic acids in coffee. Colloque International sur la Chimie du Café 9^o:107-112.
- 31 ZULUAGA-VASCO, J.; TABACCHI, R. 1979. Chemical composition of coffee pulp. Colloque International sur la Chimie du Café 9^o:335-344
- 32 ZULUAGA-VASCO, J.; BONILLA, V.M.; QUIJANO, R. 1975. Contribución al estudio y utilización de la pulpa de café. Colloque International sur la Chimie du Café 7^o:233-242

Reseña de Libros

TOSSO, J.I. 1985. Suelos Volcánicos de Chile. Ed INIA, Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. 723 p.

La presentación de los resultados de investigaciones y de su interpretación, en forma de libro, es señal de un alto grado de progreso de un grupo de investigadores. Confirmando esta regla, el grupo de investigadores de suelos volcánicos de Chile presenta un resumen muy acertado de unos 30 años de investigaciones sobre todos los aspectos de los suelos volcánicos. Los capítulos fueron redactados por catorce investigadores conocidos internacionalmente. El énfasis en la obra se pone en los aspectos básicos de los trabajos, lo cual ha sido una característica de las investigaciones de Chile, tal vez por la formación fuertemente química y geológica de muchos de los científicos más activos en este campo.

Sin embargo, este aspecto fuerte de las ciencias básicas permite que una fracción muy amplia de los resultados sean también útiles en otros países.

Conociendo la contribución muy importante del Dr. Besoain a la ciencia de suelos volcánicos en América Latina y fuera de ella, no es sorprendente el encontrar que es el autor del primer capítulo y coautor del segundo, con varios colaboradores. Estos dos capítulos, con más de 300 páginas, son casi un libro; presentan una introducción general a los suelos volcánicos y a su mineralogía, incluyendo tanto minerales primarios como secundarios. Las bibliografías son muy amplias: 187 citas en el primer capítulo y 253 en el segundo. Ambas constituyen una fuente importante de información para quienes desean profundizarse más en la materia.

El tercer capítulo estudia las interacciones superficie de suelo y solución del suelo en Andosoles. Dadas las grandes superficies que ocupan tales suelos y sus propiedades especiales y su variabilidad, más la amplia experiencia que se ha obtenido en Chile en este campo, se justifica la inclusión de este capítulo poco corriente en los libros sobre suelos. La amplia bibliografía incluye a muchos trabajos hechos en Chile que son

poco conocidos en el exterior, sino también a otros tantos trabajos básicos de la bibliografía internacional.

El cuarto capítulo describe la química de suelos volcánicos, dedicando al tema casi 100 páginas, debido a que las investigaciones chilenas en este campo han sido muy amplias.

El quinto capítulo resume los trabajos sobre materia orgánica y procesos biológicos en suelos alofánicos. Aquí también se presenta mucho material novedoso ya que, en este campo, hay bastante menos investigaciones en otros países en comparación con Chile.

El sexto capítulo, uno de los más cortos, se refiere a la geología, al volcanismo y otros fenómenos relacionados, en las regiones Central y Sur de Chile.

Otro capítulo breve, el séptimo, discute el problema muy importante de la erosión hídrica de los suelos trumaos. Se resume la experiencia de Chile. Desafortunadamente, al contrario de los primeros capítulos, aquí no se comparan los resultados de Chile con la experiencia mundial. En el caso especial de Japón, quienes tienen trabajos comparables no se utilizan como fuente de comparación.

El octavo capítulo, el más extenso de todos, presenta la sistemática y la descripción de muchos de los suelos derivados de materiales piroclásticos en el Centro y Sur de Chile. Este capítulo tiene una gran riqueza de información que permite que los lectores comparen los suelos de Chile con otros de diferentes regiones.

En general, tanto el editor como los autores merecen una felicitación por haber preparado un volumen de nivel internacional, uno de los libros de suelos más completos y mejor documentados que este revisor ha conocido entre las publicaciones de América Latina. Este libro debe estar disponible para todos quienes trabajamos con suelos volcánicos y no debe faltar en las bibliotecas científicas agrícolas. También se debe mencionar la buena calidad de la edición, el papel de alta calidad y las buenas ilustraciones que contribuyen a una lectura fácil de esta publicación.

ELEMER BORNEMISZA
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
UCR

Testes Growth, Semen Characteristics and Hormone Levels in Hemiorchidectomized West African Dwarf Rams¹

O. Chiboka*, S.A. Agbe**, K.D. Thomas**

ABSTRACT

Fifteen West African dwarf lambs castrated at six weeks *post partum* were assigned randomly to three treatments with five successive replications: a) Left testis orchidectomy (castration of the left testis, LC); b) Intact testis (zero castration, IN); and right testis orchidectomy (castration of the right testis, RC). Between 20 and 24 months *post partum*, collection of data from the treatments on all the variables began. The variables evaluated were: 1) semen characteristics; 2) seminiferous tubule diameter; 3) testis circumference; 4) plasma LH, FSH and prolactin levels. Semen was collected by electroejaculation from five rams per treatment. Semen characteristics measured were volume of semen, percentage progressive motility, total abnormal sperm percentage, live sperm and sperm concentration. There was no significant difference in the semen characteristics evaluated except for sperm concentration, in which both LC and RC had twice the sperm concentration of IN testis. The seminiferous tubular diameter of LC did not differ from RC, while both were greater than the left and right intact testes. There was no significant difference in testis circumference between LC and RC, although LC and RC differed from mean testis circumference of IN. There was no significant difference from the effect of castration on normal plasma levels of LH, FSH and prolactin. Libido in hemiorchidectomized rams, though not measured, appeared higher than in the intact rams.

INTRODUCTION

Hemiorchidectomy has been shown (6) to result in hypertrophy of the remaining testis and elevation in the plasma luteinizing hormone (LH) in Blackface, Finn and Merino rams; these effects were breed-dependent. Boockfor (4), working with bulls, found that testis weight, seminiferous tubular diameter, epithelial cell height and the ratio of testis to body weight were greater in the unilaterally castrated bulls than those of intact bulls or bulls surgically

COMPENDIO

Quince carneros enanos del Africa Occidental, castrados seis semanas *post partum*, fueron sometidos al azar, en cinco etapas sucesivas, a tres tratamientos: (a) Orquidectomía del testículo izquierdo (castración del testículo izquierdo LC), (b) Testículo intacto (castración zero, IN), y (c) Orquidectomía del testículo derecho (castración del testículo derecho RC). Entre los 20 y 24 meses *post partum*, se inició el registro de datos resultantes de los tratamientos sobre todas las variables. Se estudiaron las siguientes variables: 1) Características del semen, 2) Diámetro del tubo seminífero, 3) Circunferencia del testículo, 4) Plasma LH, FSH y los niveles de prolactina. El semen fue colectado mediante electroeyaculación de cinco carneros por tratamiento. Las características observadas en el semen fueron: volumen del semen, porcentaje de movilidad progresiva, porcentaje total de espermatozoides anormales, espermatozoides vivos y concentración de espermatozoides. No hubo diferencia significativa entre las características evaluadas, salvo concentración de espermatozoides, en que LC no fue diferente de la de RC, la cual era dos veces la concentración de espermatozoides del testículo IN. El diámetro del tubo seminífero de LC no era diferente del testículo intacto derecho. No hubo diferencia significativa en circunferencia del testículo entre LC y RC, aunque la de LC o la RC fue diferente de la circunferencia media del testículo IN. No hubo diferencia significativa del efecto de la castración sobre los niveles normales de plasma de LH, FSH y prolactina. El líbido en carneros semi-orquidectomizados, aunque no fue medido, resulta ser más alto que en carneros intactos.

rendered unilaterally cryptorchid. Boockfor (4) also found that unilateral castration at 3 months caused greater compensatory hypertrophy and associated changes relative to comparable measures in intact and unilaterally cryptorchid bulls of the same age group *vis-à-vis* bulls of six and nine months of age subjected to similar surgical treatments. The hypothesis to be tested here was whether hemiorchidectomy in West African dwarf rams at six weeks *post partum* could lead to compensatory testis growth, increased semen production and maintenance of normal plasma FSH, LH and prolactin levels by the remaining testis.

MATERIALS AND METHODS

Fifteen West African dwarf ram lambs were assigned randomly to three treatments in five successive replications, as follows: a) left orchidectomy (castration of the left testis, LC); b) intact (zero castration,

¹ Received for publication 9 October 1986.

* Department of Animal Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.

** Faculty of Health Sciences, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.

IN); and c) right orchidectomy (castration of the right testis, RC) The ram lambs were orchidectomized at six weeks *post partum* by crushing the spermatic cord with burdizzo and the area of the skin overlying the cord was sterilized with penicillin antibiotic spray to prevent infection through bruises. At between 20 and 24 months of age, semen was collected from five rams in each treatment by electroejaculation and the following semen characteristics measured: total volume (ml), percentage progressive motility, percentage abnormality, percentage live sperm and sperm concentration ($\times 10^9$ /ml) The methods of semen harvest and estimation of semen characteristics were as described by Chiboka (2, 3) Horizontal axis testis circumference was taken to be the horizontal section of the testis with the greatest girth. The mean testis circumference of the intact testis was used to compare the circumference of the single left or right testis castrates.

Histology: Two rams from each treatment were sacrificed and testes removed for paraffin embedding Five micrometer-thick serial sample sections were obtained in a rotary microtome and stained routinely for haematoxylin and eosin.

Measurement of seminiferous tubules: The diameter of at least one hundred seminiferous tubules in each section of at least five different paraffin blocks of each ram was measured using the micrometer eye piece and stage according to Carleton, Drusy and Wellington (1). The design of the trials was considered as a one way analysis of variance and was analysed as such, as described by Steel and Torrie (10).

Biochemical Estimations: Blood was taken by jugular vein puncture from each of five rams in each treatment The blood was put in predried heparinized tubes and gently shaken to rededolve the heparin. The heparinized blood samples were centrifuged for 10 minutes at 3000 rev/minute and the plasma separated for LH, FSH and prolactin assay. The method of analysis used was as described in kits for estimation of plasma LH, FSH and prolactin levels from Radio Amersham, England. The rams used in this research were kept in the University of Ife Teaching and Research Farm.

RESULTS

Table 1 shows semen characteristics of intact and unilaterally orchidectomised West African dwarf rams. There is no significant ($P > 0.05$) effect of hemiorchidectomy in semen volume, motility, total abnormality and live sperm in LC, IN and RC LC and RC did not differ ($P > 0.01$) in sperm concentration,

but each showed significantly ($P < 0.05$) higher sperm concentration than the intact rams (IN). Table 2 shows the analysis of variance in the semen characteristics Excepting sperm concentration ($P < 0.01$), no other variable showed treatment effect ($P > 0.05$). Table 3 shows significant ($P < 0.01$) treatment effect and Duncan's New Multiple Range Test indicates that LC did not differ from RC ($P > 0.05$), but both LC and RC were significantly ($P < 0.01$) greater in seminiferous tubular diameter than left intact testis (LI) or right intact testis (RI). Table 4 shows significant ($P > 0.01$) treatment effect on testis circumference, and Duncan's test indicates no significant ($P > 0.05$) difference between LC and RC. Left castrate or RC differed ($P < 0.01$) from mean testis circumference on IN. Table 5 shows no significant ($P > 0.05$) difference of the effect of type of castration on the levels of FSH, LH or prolactin Also, Duncan's test shows no significant ($P > 0.05$) differences in the mean values of each of the three hormones measured within each treatment

DISCUSSION

The results presented in Table 1 indicate that the effects of orchidectomy of either the left or right testis did not lead to statistical differences when compared with intact testis in semen volume, percentage motile sperm, percentage total sperm abnormality, and percentage live sperm. However, the rams with only one testis, left or right, significantly produced higher sperm concentration than the intact rams. This clearly shows that when one testis is removed in these rams by six weeks *post partum*, the remaining testis compensates for the lost one.

Table 1. Mean semen characteristics of unilaterally orchidectomized WAD rams.

Variables	State of Testis		
	LC	IN	RC
Volume (ml)	0.96 ^a	0.89 ^a	1.01 ^a
Motility (%)	76.32 ^a	75.9 ^a	75.66 ^a
Total Abnormality (%)	9.84 ^a	10.08 ^a	9.68 ^a
Live Sperm (%)	86.30 ^a	85.38 ^a	84.74 ^a
Sperm Concentration ($\times 10^9$ /ml)	1.73 ^a	0.78 ^b	1.61 ^a

LC = Left testis castrated; IN = Intact; RC = Right testis castrated

Within a variable, a row of means with the same superscript are not significantly ($P > 0.05$) different.

Table 2. Analysis of variance: Semen characteristics of unilaterally orchidectomized West African dwarf rams.

Source	df	Mean Squares														
		Volume (ml)			Motility %			Total Abnormality			Live Sperm					
		LC	IN	RC	LC	IN	RC	LC	IN	RC	LC	IN	RC			
Type of castration (treatment effect)	2	-	0.02 ^{ns}	-	-	0.56 ^{ns}	-	-	-	11.29	-	-	1.36 ^{**}	-	-	
Error	12	-	0.057	-	-	10.27	-	-	0.19	-	-	-	0.02	-	-	
Mean	-	0.96 ^a	0.89 ^a	1.01 ^a	76.32 ^a	75.9 ^a	75.68 ^a	9.84 ^a	10.08	9.68 ^a	86.30 ^a	85.38 ^a	84.74 ^a	1.73 ^a	0.78 ^b	1.61 ^a
SEM	-	-	0.11	-	-	1.43	-	-	0.19	-	-	1.30	-	0.06	-	-

ns = Not significant ($P > 0.05$); ** = significant ($P < 0.01$).

a Within a variable, a row of means with the same superscript are not significantly ($P > 0.05$) different. SEM = Standard error of the mean.

Table 3. Analysis of variance: Seminiferous tubular diameter in micrometer and comparison of means by Duncan's Test.

Source	df	Mean	Squares	Duncan's Test Means			
				LC	LI	RI	RC
Type of castration (treatment effect)	3	—	66.59**	—	—	—	—
Error	—	36	0.84	—	—	—	—
Mean (um)	—	—	—	6.82 ^a	2.53 ^b	3.01 ^b	7.57 ^a
SEM	—	0.41	—	—	—	—	—

** = significant ($P < 0.01$).

Means with the same superscript are not significantly ($P > 0.05$) different.

Table 4. Analysis of variance and Duncan's Test on effect of hemiorchidectomy on testis circumference (cm) in West African dwarf rams.

Source	df	ms	LC	IN	Duncan's Test Means
					RC
Type of castration (treatment effect)	2	59.84**	—	—	—
Error	12	2.44	—	—	—
Mean	—	—	17.94 ^a	12.4 ^b	18.76 ^a
SEM	0.69	—	—	—	—

** = significant ($P < 0.01$).

Means with the same superscript are not significantly ($P > 0.05$) different.

dectomized rams than the intact or control rams. Above all, it seems that the removal of one testis reduces the operation of negative feedback mechanisms, producing sustained effects of the gonadotrophins and endogenous androgens on testis growth.

This is also in keeping with the work of Moger (8) on endocrine responses of the pubertal male rat to hemiorchidectomy. The rats were hemiorchidectomized at 25 days *post partum* and blood samples for LH, FSH and testosterone taken at 30-55 days *post*

partum. He found that serum LH concentrations were significantly increased by hemiorchidectomy. The increase in LH, he found, was less pronounced than that of FSH. He also found that testicular testosterone and estradiol concentrations were unaffected by the operation. He concluded that the experiment indicated that hemiorchidectomy caused a disturbance of the hypothalamic-pituitary-testicular axis, resulting primarily in elevated serum FSH concentrations, but that this disturbance has little effect on the endocrine changes associated with puberty in the male rat.

The high output of sperm cells (see Figs 1 and 2) by the rams with one testis appears to be very crucial in artificial insemination programmes in which potential studs could be hemiorchidectomized to increase sperm yield for insemination of more females, in this case ewes. The results are in keeping with the findings of Hochereau de Reviers and Pelletier (5) who found that, following hemiorchidectomy in rams, there was testicular hypertrophy and an increase in the yield of spermatogonial divisions while spermatogenic activity was low in normal animals.

Though not measured, libido was observed on the average to be higher in the hemiorchidectomized rams than the normal or intact rams. The sperm concentration aspect of this work is also in agreement with the report of Boockfor (4), who found an increase in sperm concentration in unilaterally castrated bulls compared to intact or normal bulls; he also noted that the earlier the hemiorchidectomy, the greater the effect of compensatory hypertrophy.

Table 3 shows that there is no statistically significant difference between the mean seminiferous tubular diameter of specimens taken from left or right testis orchidectomy. But rams with single testis, left or right, showed a significantly higher seminiferous tubular diameter when compared with seminiferous tubules from left or right side of the normal or intact testis (see Figs 1 and 2). This is in accordance with the findings of Boockfor (4) in bulls in which unilateral castration was at three, six and nine months *post partum* and samples taken in all groups at 11 months *post surgery*. Greater compensatory growth occurred the earlier the hemiorchidectomy. Land and Carr (6) found that the diameter of these testes increased following hemiorchidectomy in sheep compared to nor-

mal testis when they unilaterally castrated rams at 12 and 16 weeks *post partum* and took samples at 25 weeks of age.

Table 4 shows that testes circumference in the hemiorchidectomized rams was significantly higher than in the normal testes. Lunstra *et al.* (7) and Osinowo *et al.* (9) reported that scrotal circumference was a good indicator of testicular development as it related to gonadal sperm reserve, while Land and Carr (6) observed that, in sheep, testis diameter was highly correlated with testis weight, and that a single curve was adequate to describe the relationships between the two variables for each of the breeds and combinations used. Their trial confirms the use of testis diameter as an estimate of testis size. Their observation is in accord with the findings in this experiment since, mathematically, the larger the circumference, the larger the diameter; hence the significant larger diameter in the hemiorchidectomized testis as reported by Land and Carr (6) implied a larger testis circumference.

Table 5 shows no significant treatment effect in mean hormonal levels. Blood samples for this experiment were taken when the rams were between 20-24 months of age. The experiment did not set out to monitor changes in these hormones with growth. Land and Carr (6) and Lunstra *et al.* (7) found that the gonadotropins increased in concentration with age. However, at adult age some of the values in this trial agreed with some of the values in rams used by Lunstra *et al.* (7), though the rams used by these workers were much younger (7 - 13 months) than the rams used in this trial at the start of the experiment. Though libido was not measured, we observed a significantly higher sexual aggressiveness in the hemiorchi-

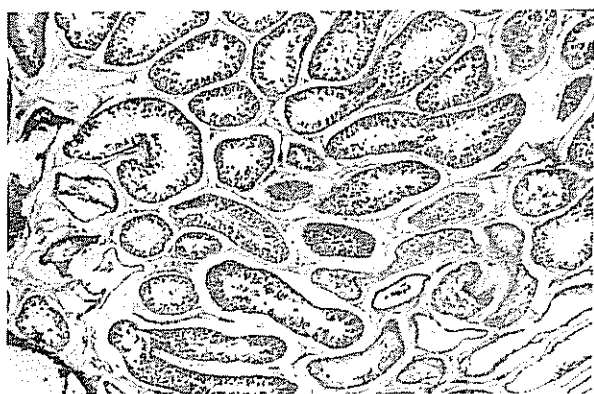


Fig 1. Control sample, same magnification (12 500). Picture shows smaller seminiferous tubular diameter whose lumen is not filled completely with young sperm cells.

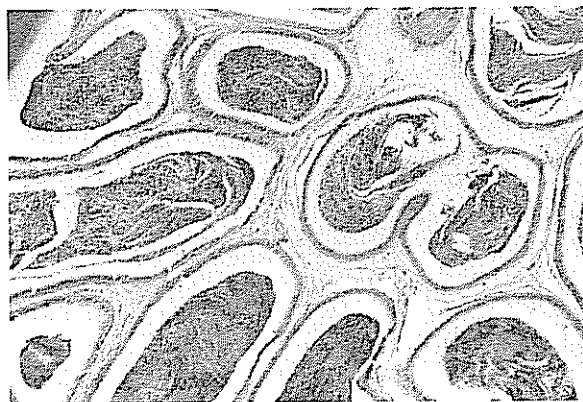


Fig 2. Test sample. Same magnification (12 500). Picture shows larger seminiferous tubular diameter whose lumen is filled with young sperm cells.

Table 5. Analysis of variance and Duncan's Test on the effect of hemiorchidectomy in West African dwarf rams on the plasma levels of LH (ng/ml), FSH (ng/ml) and prolactin.

Source	df	Mean Square								
Type of castration (treatment effect)	2	LH (ng/ml)			FSH (ng/ml)			PROLACTIN (miu/l)		
		LC	IN	RC	LC	IN	RC	LC	IN	RC
		—	0.01 ^{ns}	—	—	0.003 ^{ns}	—	—	13.4 ^{ns}	—
Error	12	—	19.89	—	—	0.014	—	—	17.23	—
Mean	—	1.72 ^a	1.82 ^a	1.80 ^a	0.24 ^a	0.24 ^a	0.28 ^a	58 ^a	61.2 ^a	59.1 ^a
SEM	—	—	2.00	—	—	0.05	—	—	0.45	—

ns = Not significant ($P > 0.05$).

a In a given row within a given variable, means with the same superscript are not significantly ($P > 0.05$) different (miu/l = milli-international units/litre)

LITERATURE CITED

- CARLETON'S. 1967. Histological technique 4th Edition revised and rewritten by Drury R.A.B., Wallington E. A. and Cameron, Sir Roy. Pub. Oxford Press p. 16-17.
- CHIBOKA, O. 1973. Breed differences in seasonal reproductive pattern of rams. M.S. Thesis. Madison, Wisconsin. 1-93.
- CHIBOKA, O. 1980. Semen characteristics of West African dwarf sheep. *Animal Reproduction Science* 3:247-252.
- BOOCKFOR, R.R. 1982. The effect of unilateral castration and unilateral cryptorchidism on puberal development of the Holstein bull. *Dissertation Abstracts International* 43(5)1311-B131 2-B.
- DE REVIER, M.; PELLETIER, J. 1971. Unilateral castration in the ram. *Journal of Reproduction and Fertility* 27:498.
- LAND, R.B.; CARR, W.R. 1975. Testis growth and plasma LH concentration following hemicastration and its relations with female prolificacy in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility* 45:495-501.
- LUNSIRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNKAMP, S.E. 1978. Puberty in beef bulls. Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *Journal of Animal Science* 46(4): 1054-1062.
- MOGER, W.H. 1977. Endocrine responses of the pubertal male rat to hemiorchidectomy. *Biology of Reproduction* 17(5):661-667.
- OSINOWO, O.A.; MOLOKWU, E.C.I.; OSORI, D.I.K. 1981. Growth and testicular development in Bunaji bulls. *Journal of Animal Production Research* 1(1):55-67.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw Hill. p. 107-111.

El Nitrógeno en un Sistema Maíz-Ayote en un *Typic Dystropept* de Turrialba, Costa Rica. I. Comportamiento en el Suelo¹

G. Martínez*, E. Bornemisza*, D. Kass**

ABSTRACT

A study was made at CATIE, Turrialba of a maize, pumpkin and maize-pumpkin system, on a *Typic Dystropept*: the soil levels of $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ were measured during a growth cycle in the surface soil, following an application of fertilizer. $\text{NO}_3\text{-N}$ content in the soil solution at 90 cm was also determined, using extraction with a porous cup and suction. Ammonium levels were high two weeks after fertilizer application (up to 184 mg kg^{-1}) and proportional to the applied levels of fertilizer. The concentration decreased after two months, showing values of about half the original ones. Curves showing ammonium concentrations at different periods had the same form for all fertilizer levels. Also, high values for $\text{NO}_3\text{-N}$ were observed at two weeks after application (up to 82 mg kg^{-1}). These values decreased somewhat more rapidly than the ones for ammonium, reaching half the original concentrations approximately 6 weeks after application. The final $\text{NO}_3\text{-N}$ concentrations at the end of the growth cycle were lower for $\text{NO}_3\text{-N}$ than for NH_4^+ . NO_3^- concentration at 90 cm below the soil surface indicating that about 30-50 percent of the N applied is lost through leaching, which was apparently intense. The nitrate levels in the soil solution at the sample depth were above 10 mg L^{-1} of NO_3^- for the fertilized plots, even at the end of the growth cycle.

INTRODUCCION

En muchos suelos del trópico húmedo, el nitrógeno es el principal factor limitante de la producción (11). Esto ocurre aún en numerosos casos en los cuales el N total del suelo es alto; como lo menciona Benavides (1) en una revisión de literatura sobre el tema, es frecuente no encontrar una buena correlación entre el total de este elemento en el suelo y su disponibilidad para las plantas.

¹ Recibido para publicación el 7 de abril 1987.

Parte de la tesis de maestría presentada por el primer autor en el Programa de Posgrado UCR-CATIE. Se reconoce el apoyo recibido del CONICIT durante el desarrollo del experimento.

* Estudiante y Profesor del Programa de Posgrado UCR-CATIE, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, respectivamente.

** Profesor-Investigador del CATIE, Departamento de Producción Vegetal Turrialba, Costa Rica.

COMPENDIO

Se estudiaron los niveles N-amoniacal y de nitrato, en la capa superficial de un suelo *Typic Dystropept* de Turrialba, cultivado con maíz, ayote o un cultivo mixto de ambos. También se determinó la concentración de nitrato en la solución del suelo a 90 cm, extrayéndola con vasos de cerámica porosos bajo succión. Los niveles de amonio alcanzaron valores altos (184 mg kg^{-1}) y proporcionales al nivel aplicado, dos semanas después de la aplicación. Esta concentración disminuye posteriormente hasta llegar, en aproximadamente dos meses, a su mitad. Las curvas de disminución de amonio son paralelas para los diferentes tratamientos. Para el nitrato se obtuvieron altos valores a las dos semanas (82 mg kg^{-1}), que disminuyeron algo más rápidamente que el amonio, hasta alcanzar la mitad de ese contenido aproximadamente seis semanas después de la aplicación y al final valores ligeramente inferiores al amonio. Los niveles de nitrato a 90 cm indicaron que esta forma, las pérdidas de N son del orden de 30 al 50% del N aplicado y que el nivel del anión en la solución del suelo reflejó las condiciones de lavado y es, en general, superior a 10 mg L^{-1} .

En Costa Rica, son escasas las investigaciones como las hechas por González *et al.* (5), las cuales han contribuido al mejor conocimiento del comportamiento del N en suelos del país.

Para conocer algunos de esos aspectos —por lo menos en forma aparente ya que no se disponía de ^{15}N — se estudió la distribución de diferentes formas de N en la capa superficial y a 90 cm por debajo del suelo, en condiciones de Turrialba y en función de diferentes dosis de aplicación del elemento y sistemas de cultivo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en terrenos de la sede del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, con una temperatura media anual de 23.4°C , una humedad relativa promedio de 86.7% y un brillo solar de 4.5 horas por día.

El suelo estudiado es plano; clasifica como **Typic Dystropept** y pertenece a la serie Instituto arcilloso. Sus propiedades se resumen en el Cuadro 1.

Los componentes texturales se determinaron con el método de Bouyoucos (2); la materia orgánica con el método de Walkley y Black, descrito por Saiz del Río y Bornemisza (10). Para determinar P, K, Cu, Zn y Mn se usó la solución extractora Olsen Modificada, siguiendo las recomendaciones de Díaz-Romeu y Hunter (4).

Para la determinación del N-amoniaco se usó la metodología de Jackson (8) y para el N-nitrato, el procedimiento colorimétrico con brucina (9).

El Ca, Mg y la acidez extraíble se determinaron en una solución de KCl 1N, según Díaz-Romeu y Hunter (4). La extracción y determinación de B y S se realizó según los mismos autores. Los tratamientos de N, aplicados a la siembra y en forma de nitrato de amonio, fueron:

- Tratamiento 1: maíz y ayote = (AM-0)
0 kg ha⁻¹ N
- Tratamiento 2: maíz y ayote = (AM-60)
60 kg ha⁻¹ N.
- Tratamiento 3: maíz y ayote = (AM-120)
120 kg ha⁻¹ N.
- Tratamiento 4: maíz en monocultivo = (M-60)
60 kg ha⁻¹ N.
- Tratamiento 5: ayote en monocultivo = (A-60)
60 kg ha⁻¹ N.

Cuadro 1. Características químicas y texturales del suelo estudiado (0-20 cm), Typic Dystropept, Turrialba.

Característica	Unidad	Valor
pH en H ₂ O	(1:2.5)	5.3
Acidez extraíble	cmol (+) kg ⁻¹	1.0
Materia orgánica	%	5.4
N total	%	0.21
P	mg kg ⁻¹	14.0
K	cmol (+) kg ⁻¹	0.30
Ca	cmol (+) kg ⁻¹	3.70
Mg	cmol (+) kg ⁻¹	0.90
S	mg kg ⁻¹	12.0
B	mg kg ⁻¹	0.21
Cu	mg kg ⁻¹	13.0
Zn	mg kg ⁻¹	3.7
Mn	mg kg ⁻¹	16.0
Arena	%	31.0
Limo	%	41.0
Arcilla	%	27.0

Se tomaron muestras de suelo superficiales (0-20 cm), compuestas, cada 15 días hasta la floración y de aquí en adelante, cada tres semanas.

Factor de ponderación: considerando que el lavado depende de la cantidad y la intensidad de las lluvias se calculó este factor con base en las precipitaciones máximas en mm cada quincena. Para el valor del factor se usó el siguiente criterio:

Precipitación máxima (mm)/quincena	Factor de Ponderación
0-15	0
16-30	1
31-45	2
46-60	3
61-75	4
76-90	5

Las muestras a 90 cm se extrajeron usando vasos porosos, enterrados a 90 cm, estableciendo una succión de 60 centibares 24 horas antes de extraer la solución, para equilibrarla.

RESULTADOS Y DISCUSION

Comportamiento del amonio

En la Fig. 1 se presentan los niveles de amonio en la capa superficial del suelo, con curvas que representan diferentes niveles de abonamiento de N.

Se observa que las dosis de nitrato de amonio aplicadas guardaron una proporcionalidad en las cantidades de amonio encontradas. Inmediatamente después de la aplicación se presentaron niveles altos, que disminuyeron en un principio rápidamente y luego, con un ritmo moderado. Se observa que los periodos en que se alcanzaron niveles que corresponden aproximadamente a la mitad del N amoniaco aplicado, correspondieron a unas 6 a 9 semanas, independientemente de la cantidad aplicada, ya que las curvas tienen formas similares.

Esta disminución explica los resultados positivos obtenidos comúnmente con aplicaciones fraccionadas del fertilizante nitrogenado que aseguran de nuevo un alto nivel del elemento, en el momento que disminuye la concentración en el suelo, luego de la aplicación inicial.

Se cree que la disminución es en parte resultado de la extracción de las plantas, en parte consecuencia de la nitrificación y finalmente, resultado de pérdidas por lavado (lixiviación).

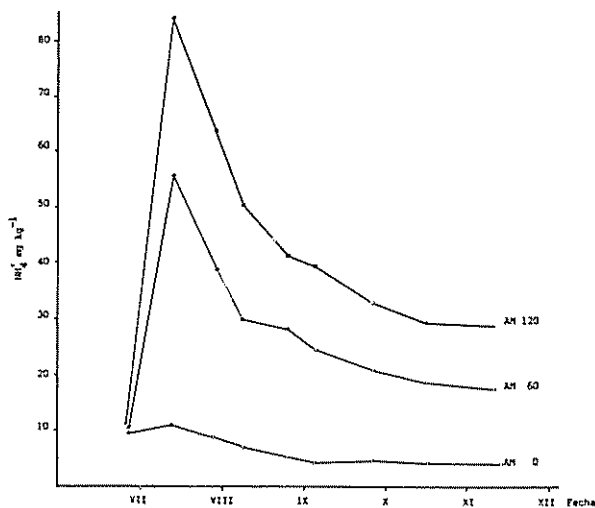


Fig. 1. Niveles de amonio en la capa superior del suelo.

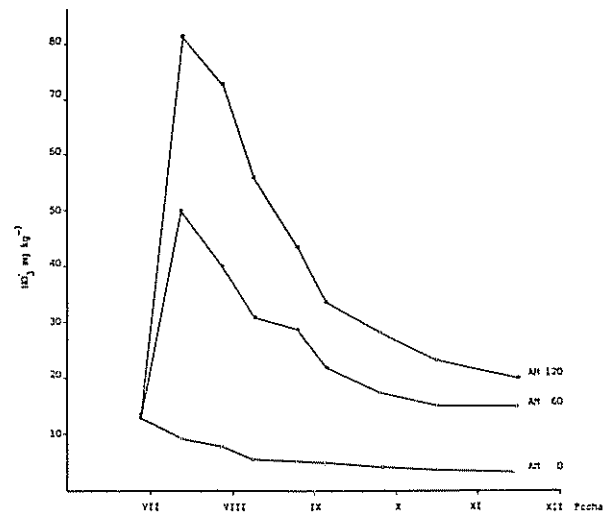


Fig. 2. Niveles de nitrato en la capa superior del suelo.

Es interesante observar, que aún al final del experimento, se conservaron niveles de N amoniacal considerables —aunque en menor grado en el suelo superficial— que son proporcionales a las cantidades aplicadas de esta forma nitrogenada. Tales niveles indican un pequeño efecto residual de este elemento aún bajo condiciones de un fuerte lavado de suelo, como ocurre en Turrialba.

Comportamiento del nitrato

En la Fig. 2 se presenta la concentración de nitrato en la capa superficial (0–20 cm) en las diferentes fechas de muestreo. Debido a que se utilizó nitrato de amonio como fuente del elemento, inmediatamente después de la aplicación se observan altos valores de nitrato en todas las curvas, excepto en la de cero aplicación. A pesar de la alta movilidad del nitrato, éste se redujo a la mitad de su concentración hasta aproximadamente las seis semanas, confirmando las observaciones de González (5) sobre este mismo anión.

La velocidad de pérdida fue similar a la del amonio, presentada en la Fig. 1. También se nota que los niveles perdidos aumentaron proporcionalmente con las cantidades aplicadas.

Al final del periodo todavía se detectó una concentración de nitrato en el suelo equivalente a casi un tercio en la dosis menor aplicada y menos de una quinta parte, en el caso de la dosis más alta. Esta observación confirma la mejor retención de concentraciones menores del anión y su lavado proporcional a su concentración en la solución del suelo.

Las curvas de pérdida de las dos formas de nitrógeno son similares pese a esperarse menor pérdida de amonio, lo cual se explica probablemente debido a la baja capacidad de intercambio efectivo del suelo, de $5.9 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$.

Las rápidas disminuciones de ambas formas de nitrógeno explican las experiencias de campo a favor de la práctica de aplicar el fertilizante nitrogenado en forma fraccionada utilizando dosis bajas del elemento en cada época para reponer los niveles de concentración en el suelo que se reducen durante el ciclo del cultivo.

Otra observación fue la detección de un efecto residual apreciable de N de nitratos (N-NO_3).

Movilización y pérdida de N

Para estimar la movilización y las pérdidas del N aplicado se midió la concentración de nitratos en un extracto de la solución del suelo a 90 cm de profundidad, ya que se estimó que muy pocas raíces de plantas anuales llegan a explorar esta región. Los valores obtenidos (Fig. 3) reflejan las cantidades aplicadas, las condiciones climáticas las cuales se presentan en el Cuadro 3, e incluso, las prácticas agrícolas utilizadas. Considerando este último factor se observa que la curva A-60 que representa el sistema de ayote en monocultivo, indica niveles mayores de nitrato en la solución del suelo que la curva AM-60, que representa el cultivo asociado, el cual se caracteriza por un aprovechamiento más intensivo del N y así por una pérdida menor.

Cuadro 2. Comportamiento quincenal de las características hídricas en el sitio experimental.

Fecha	Precipitación	EIP mm	Saldo neto Aprox.	Factor Ponderación	Factor Lixiviación
Jun 2	49.4	38.6	10.8	1	10.8
Jul 1	174.0	45.4	128.6	3	385.9
Jul 2	144.0	52.1	92.5	3	277.5
Ag 1	172.0	34.0	138.4	5	691.9
Ag 2	133.8	53.2	80.6	3	241.3
Set 1	99.7	45.4	54.3	1	254.3
Set 2	140.2	53.9	86.3	3	253.9
Oct 1	132.8	37.6	95.2	4	380.7
Oct 2	122.5	47.2	75.3	3	226.0
Nov 1	80.9	42.3	38.0	1	38.0

Hay que indicar que en varios tratamientos, a esta profundidad, corresponden niveles de nitrato altos en la solución del suelo, superiores a lo que se considera admisible para agua potable. Si se considera que el agua a esta profundidad se incorpora prontamente al agua freática, los niveles encontrados al final del experimento posiblemente podrían representar una contaminación del ambiente, particularmente en el caso de los monocultivos.

Para estudiar la influencia de las características meteorológicas sobre la movilización de nitratos en condiciones de Turrialba se examinaron diferentes formas de calcular la eficiencia de agua que se moviliza en el suelo.

Los datos presentados en el Cuadro 2, combinados con los niveles de nitrato, indicaron que una representación lineal de estos valores, en función de un factor

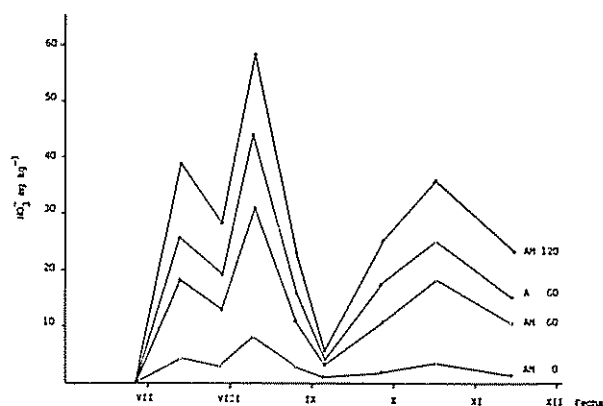


Fig. 3. Concentración de NO_3^- en la solución del suelo a 90 cm de profundidad.

de lixiviación obtenido de la multiplicación del agua disponible por un factor de estimación proporcional a las intensidades de las lluvias (cuyo cálculo se presenta en el capítulo de Materiales y Métodos), resultan en correlaciones significativas entre estos valores.

En la Fig. 4 se presentan las curvas para los cinco tratamientos y los coeficientes de correlación entre los datos.

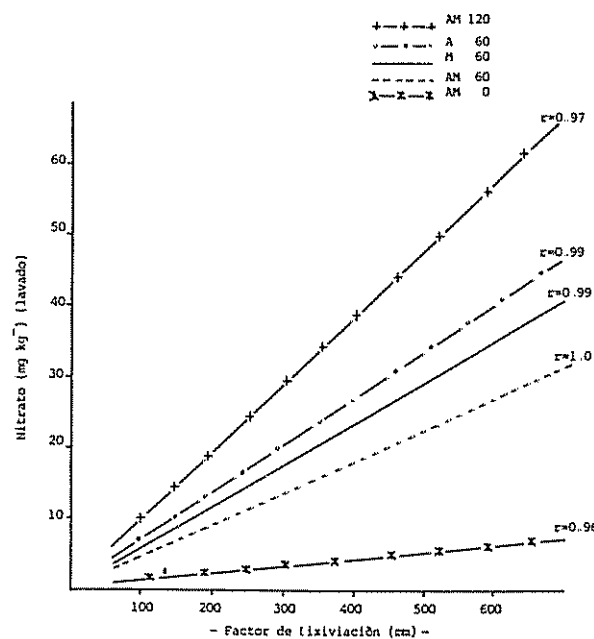


Fig. 4. Modelos lineales mostrando el efecto del factor de lixiviación (mm) sobre la movilización de nitratos (mg kg^{-1}).

Cuadro 3. Efecto aparente de diferentes agrosistemas y dosis de nitrógeno sobre pérdidas de N-fertilizante (kg ha⁻¹).

Sistema	AM-0	AM-0	AM-120	M-60	A-60
Total pérdida	5.7	24.6	56.6	31.5	35.9
%del aplicado	—	41.1	47.2	52.5	59.8
Pérdida aparente de abono (Trat AM-0)	—	18.6	50.9	25.8	30.2
% de pérdida en base aparente	—	31.5	42.4	43.0	50.3

Los valores muy altos obtenidos dejan clara la estrecha correlación que existe entre el factor de lixiviación y la concentración de nitrato, lo cual se interpreta como prueba de que el método propuesto explica el arrastre de los nitratos de las capas superiores del suelo a la capa freática.

En la Fig. 4 también se observa la gran influencia de los diferentes agroecosistemas sobre el lavado de nitrato. Las pérdidas aumentan con el nivel de aplicación y disminuyen con la aplicación de policultivos que resultan en el aprovechamiento más eficiente del N aplicado. Esta observación coincide con otras realizadas previamente por Hart (6), y Holle y Hart (7).

La información meteorológica para el período experimental indicó que hubo exceso de agua en todas las quincenas del mismo, manteniendo así un lavado bastante continuo del suelo, aunque con intensidades variables (Fig. 3). Con base en este lavado se calculó la pérdida de nitrato como producto del volumen quincenal de agua y su contenido en nitrato. El Cuadro 3 presenta los datos calculados. Se observa en este cuadro, confirmando resultados presentados anteriormente, los efectos de los niveles de N aplicados y del sistema de cultivo usado sobre el movimiento del N. Se detectó que las pérdidas aumentan con el nivel de aplicación, no solamente en cantidad sino también en porcentaje de lo aplicado. También, las pérdidas son menores con cultivos mixtos que con monocultivos, confirmando la eficiencia de este sistema maíz-ayote en cuanto a utilización del N.

LITERATURA CITADA

- BENAVIDES, G. 1972. La mineralización del nitrógeno en suelos de Colombia. *Suelos Ecuatoriales* 4(1): 37-68.
- BOUYOUCOS, G.L. 1928. The hydrometer method for studying soils. *Soil Science* 28:365-369.
- BREMNER, J.J. 1985. Total nitrogen. In *Methods of soil analysis II Chemical and microbiological properties*. Ed by C.A. Black. Madison, ASA Agronomy No. 9 p. 1149-1176.
- DIAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal, e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- GONZALEZ, M.A.; PACHECO, R.; BRICEÑO, J.A. 1985. Efectos de la urea y del nitrato de amonio sobre la movilidad de nitrato, potasio, calcio y magnesio en un Dystropep de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 9(2):241-252.
- HART, R.D. 1979. Agroecosistemas: conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 211 p.
- HOLLE, M.; HART, R.D. 1981. Efecto de seis factores agronómicos de manejo del agrosistema maíz-*Cucurbita* spp. In *Reunión Anual de PCCMCA Santo Domingo, República Dominicana*. v 1, p. 1-11.
- JACKSON, M.L. 1982. *Análisis químico de suelos*. 4 ed. Barcelona, España, Omega. p. 254-281.
- KEENEY, D.; NELSON, D.W. 1982. Nitrogen; inorganic forms. In *Methods of soil analysis II. Chemical and microbiological properties*. Ed. by A.L. Page. 2 ed. Madison, ASA Agronomy No. 9 p. 643-693.
- SAIZ DEL RIO, J.F.; BORNEMISZA, E. 1967. *Análisis químico de suelos: métodos de laboratorio para diagnóstico de fertilidad*. 2 ed. Turrialba, Costa Rica. IICA. 107 p.
- SANCHEZ, P.A. 1981. *Suelos del trópico: características y manejo*. Trad. por E. Camacho. San José, Costa Rica, HCA. 634 p.
- VOSE, P.B. 1982. The need to integrate associative N₂ fixation and soil organic matter studies. In *Proceedings of Regional Colloquium on Soil Organic Matter Studies*. Ed. by C.C. Cerri, D. Athie, y D. Soderishi. São Paulo, Brasil, CENA-USP-Promocet Eds p. 81-86.

Reseña de Libros

SISTEMAS AGROFORESTALES; PRINCIPIOS Y APLICACIONES EN LOS TROPICOS. 1986. Organización de Estudios Tropicales (OTS) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José, Costa Rica. 818 p.

En la última década se ha despertado en los investigadores de agroecosistemas un marcado interés en el estudio, tipificación y caracterización de los sistemas agroforestales, los cuales se han empleado en los trópicos desde hace ya decenas de años. Esto ha motivado la celebración de numerosos eventos internacionales e intranacionales sobre el tema y al establecimiento del "International Council for Research in Agroforestry" (ICRAF), organismo internacional especializado en sistemas agroforestales con sede en Nairobi, Kenia.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) ha mostrado, desde hace ya varios años, un liderazgo en el estudio de estos sistemas en la América tropical. La presente obra es una valiosa contribución de ese centro en colaboración con la Organización de Estudios Tropicales (OTS), consorcio de universidades latinoamericanas y norteamericanas, sobre este importante campo de los sistemas agroforestales.

El libro pretende ser un primer esfuerzo tendiente a recopilar la información de campo y la investigación que se ha producido sobre el tema en el trópico americano, aunque también incluye observaciones del paleotrópico. Este trabajo está dividido en siete capítulos cuyo contenido es el siguiente:

I. Introducción: define el concepto de sistema agroforestal y muestra un vistazo sobre el contenido y pretensiones de la obra.

II. Sistemas Agroforestales: Con base en la definición de lo que es un sistema agroforestal, caracteriza sus principales tipos.

III. Planteamiento de Sistemas Agroforestales: La Caracterización del Area: Muestra la metodología que se debe emplear para definir el uso de la tierra

de un determinado sitio y con base en esto, determinar si es posible el establecimiento en ese lugar de un sistema agroforestal.

IV. Selección de Sistemas Agroforestales: Con fundamento en las características del sitio se discuten varias alternativas de utilización de la tierra bajo sistemas agroforestales.

V. Manejo y Evaluación de Sistemas Agroforestales: Se mencionan los elementos que se deben tomar en cuenta en el manejo de los sistemas agroforestales tropicales y los métodos que se pueden emplear a este respecto.

VI. Difusión de Sistemas Agroforestales: Con base en el conocimiento actual sobre estos sistemas se discute, con cierto detalle las limitaciones y el potencial que éstos tienen en el uso racional de la tierra en los trópicos. A manera de ilustración se mencionan varios casos de Costa Rica y uno de Tanzania, en los que se ilustran diferentes tipos de combinaciones: ganadería y árboles, agricultura y árboles, etc. Este capítulo tiene una fuerte inclinación didáctica ya que, mediante ejercicios, una guía para el instructor y lecturas complementarias, se sientan las bases para la puesta en marcha de un curso introductorio sobre agroforestería.

Es importante mencionar también que, en cada uno de los capítulos, se incluye una bibliografía muy actualizada sobre el tema que se trata. Además, al final de la obra se presenta, a manera de apéndice, información muy valiosa sobre; centros que suministran semillas de utilidad agroforestal, centros de información sobre el tema institucionales interesadas en el estudio de estos sistemas y un inventario de sistemas agroforestales en América Latina, con detalle sobre el ambiente y los organismos que en cada caso se combinan.

Considero que las instituciones y personas que intervinieron en la preparación de esta obra han realizado una magnífica labor de recopilación y de síntesis, por lo que merecen un reconocimiento de parte de todos los que nos interesamos en el uso racional del suelo. Sin duda, esta obra será de consulta obligada para planificadores y técnicos agropecuarios y forestales que laboran en los trópicos; pero, además, por la forma clara y sencilla en que está escrita, su lectura es también asequible a agricultores y ganaderos interesados en hacer un mejor uso de sus tierras.

LUIS A. FOURNIER O.
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

A Trap Survey of Flying Insects in "Finca Experimental La Lola" in Costa Rica¹

A. Young*, E. Erickson, Jr.***, B. Erickson****

ABSTRACT

Within an approximately one-year period, we assessed the effectiveness of three kinds of commercially-produced entomological sticky traps and water-filled McPhail traps in the sampling of flying insects in "Finca Experimental La Lola" in the Limón Province of Costa Rica. In some of the treatments using sticky traps, we scented traps with steam-distilled floral oils of *Theobroma cacao* Linnaeus ("UF-613"), *T. mammosum* Cuatr. & Leon. and *Herrania cuatrecasana* García-Barriga. We also deployed these floral oils in McPhail traps, and also floral oil of *T. simiarum* Donn. Smith. Our intention was to determine if non-colored but scented sticky traps (Pherocon I.C. and "Pherocon Tent" traps) were more effective in attracting flying insects than brightly colored (yellow) rectangular sticky traps ("Pherocon A.M." traps) having no scent in one experiment conducted late in the wet season (1985). Furthermore, we compared the effectiveness of floral oil-scented non-sticky (McPhail) traps in both dry and wet seasons in two other experiments (1986) with the results from the sticky traps. "Pherocon I.C." and "Pherocon Tent" traps were least effective in trapping insects in both open and shaded cacao habitats, compared to the high numbers and species of insects trapped in the colored "Pherocon A.M." traps at the same time. We attributed the effective attraction of flying insects to the colored sticky traps to be due to the bright yellow color and possibly the rectangular shape of these traps. Even when non-colored (white) sticky traps are scented with floral oils and major volatile constituents (pentadecene and pentadecane) or mixtures, there is no increased attraction of insects. Water-filled McPhail traps scented with serially-diluted floral oils of *Theobroma* species attracted low but regular numbers of insects during both dry and wet seasons, but with more species and greater numbers attracted during the dry season in both cacao habitats studied ("cacao proper" and "Barker cacao forest"). McPhail trap samples may be more accurate indicators of true population densities and spatial distribution of insect species in cacao plantations as compared to colored sticky traps (without scent), which

COMPENDIO

En el lapso de aproximadamente un año, se probó en la Finca Experimental La Lola, en la provincia de Limón, Costa Rica, la eficacia de tres clases de trampas entomológicas comerciales, unas con sustancias pegajosas y otras del tipo McPhail con agua, para contar insectos voladores. En algunas trampas con sustancias pegajosas se colocaron esencias destiladas de las flores de *Theobroma cacao* Linnaeus ("UF-613"), *T. mammosum* Cuatr. & Leon. y *Herrania cuatrecasana* (García-Barriga). También, se colocaron estas esencias en las trampas McPhail y además, la esencia de la flor de *T. simiarum* Donn. Smith. Se trató de determinar si las trampas "incoloras" o sea blancas con sustancias pegajosas, las trampas "Pherocon I.C." y "Pherocon Tent", son más eficientes para atraer a los insectos voladores que las trampas rectangulares de color amarillo brillante, "Pherocon A.M.", con sustancias pegajosas pero sin esencias florales. Este experimento se hizo a fines de la época lluviosa en 1985. Además, durante el tiempo seco y la temporada de lluvias de 1986, se comparó la eficiencia de las esencias florales en las trampas McPhail sin sustancias pegajosas con los resultados de las pruebas hechas con las trampas y con las sustancias pegajosas. Las trampas "Pherocon I.C." y "Pherocon Tent" resultaron ser menos eficientes para atraer insectos —tanto en el área soleada como en el área sombreada de la plantación de cacao— que las trampas amarillas "Pherocon A.M." con las cuales se hicieron pruebas simultáneas. Se llegó a la conclusión que la gran atracción de los insectos voladores se debía al color amarillo brillante y a la configuración rectangular de estas trampas. Aún cuando se emplean las trampas blancas con sustancias pegajosas y esencias florales o sus ingredientes volátiles principales (pentadeceno y pentadecano o combinaciones de éstos), no hay incremento de los insectos que caen en las trampas. Las trampas McPhail a base de agua con concentraciones progresivas de las esencias de las flores de las especies de *Theobroma*, atrajeron pocos insectos pero en números constantes, durante el tiempo seco y en la temporada de lluvias, pero con más especies y más individuos durante el tiempo seco en los cacaotales bajo cultivo abandonados. Las muestras de las trampas McPhail podrían ser más fieles para indicar las densidades numéricas correctas y las distribuciones de las especies de insectos en cacaotales que las trampas amarillas, con sustancias pegajosas y sin esencias florales las cuales, probablemente, atrajeron insectos provenientes de grandes distancias. Los grupos de insectos que predominaron en las muestras en las trampas fueron: Díptera, Hymenoptera, Coleoptera y Homoptera. Estos y otros grupos que se encontraron en las trampas indican que se podría organizar un programa para censar las poblaciones insectiles con las trampas "Pherocon A.M." con sustancias pegajosas y con las trampas McPhail con esencias florales. Este programa podría ser una forma útil para observar los ciclos de poblaciones de varias especies de insectos de los diversos grupos tróficos (basureros, herbívoros, parásitos, etc.) Puesto que las muestras estudiadas fueron muy limitadas, no se pudo determinar si había diferencias o no entre la intensidad de atracción para los

1 Received for publication 14 August 1987

* Invertebrate Zoology Section, Milwaukee Public Museum, Milwaukee, Wisconsin 53233 USA

** North Central States Bee Research Unit, Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706 Present address: USDA, ARS, Carl Hayden Bee Research Center, Tucson, Arizona 58719 USA.

*** Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 5370 Present address: 5105 W Albatross Road, Tucson, Arizona 85741 USA.

probably draw insects from a considerable distance. Insect groups that dominated the trap samples, in terms of both numbers and individuals and species, were: Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, and Homoptera. These and other groups trapped indicate that a regular censusing program deploying "Pherocon A.M." colored sticky traps and floral oil-scented McPhail traps can provide a useful means of monitoring the population cycles of various species of insects belonging to different trophic groups (scavengers, herbivores, parasites, etc.). Because our insect samples were very small, we were unable to determine if there exist habitat-related differences in the assemblages of flying insects associated with this cacao plantation. The chemical composition of *Theobroma* floral oils differs greatly among different species, but whether or not these differences in volatile constituents have a biological role in determining possible differences in the species of insects attracted to them remains to be studied. We could not, however, find any particularly effective role of the two major volatile constituents of *T. cacao* floral oil, namely, the "oily" hydrocarbons pentadecene and pentadecane, in attracting insects.

INTRODUCTION

A thorough understanding of the multi-facted roles of insects on the overall long-term agronomic success of commercial and experimental cacao plantations throughout the humid tropics necessitates the analysis of the numbers of insects, both in terms of taxonomic affiliations and abundance, found in these habitats. Based largely upon studies done in Africa (2), frequently different sampling techniques at various times of the year are required to obtain an accurate description of insect activity in cacao plantations. As a first attempt to define both adequate sampling methods and a preliminary assessment of insect activity in one Costa Rican experimental cacao plantation, we compared several different trap methods for flying insects at different times of the year. Our data, while preliminary, define the broad range of insect species active in the plantation, and illustrate, in a comparative context, the effectiveness of water-filled McPhail traps scented with floral oils of *Theobroma* and *Herrania*, including cacao, and scentless, commercially produced sticky traps. These data sets complement previous studies on the ground- and leaf-litter inhabiting insects of this particular cacao plantation (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)

MATERIALS AND METHODS

Our studies were conducted at "Finca Experimental La Lola," an experimental cacao plantation near Siquirres (10 06'N, 83 30'W), Limon Province, Costa Rica. Given the considerable monthly variation in rainfall typical of this locality (Fig 1), our three experiments encompassed both wet and dry seasons.

insectos, según las especies de esencias de *Theobroma*. También, por los números tan limitados de muestras, no se pudo determinar si hay diferencias entre los grupos de insectos voladores que existen en cacaotales bajo cultivo y abandonados. La composición química de las esencias de *Theobroma* varía mucho, según las especies, pero queda por estudiar si las diferencias de los ingredientes volátiles tienen un papel biológico en la determinación de las posibles diferencias entre las especies que atraen. No se pudo determinar, si los dos principales ingredientes de la esencia de *T. cacao* —es decir— los hidrocarburos "aceitosos" pentadecene y pentadecane desempeñan un rol determinante en la atracción de los insectos.

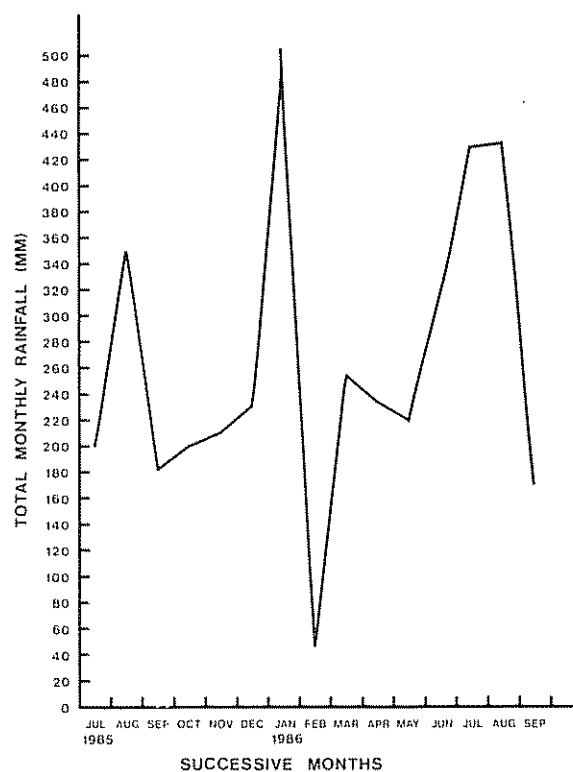


Fig 1 Total monthly rainfall, encompassing the 1985 and 1986 trap experiments, at "Finca Experimental La Lola" in Costa Rica. Data courtesy of CATIE

The first, between 21-26 September and 2 October, 1985, consisted of a comparison of insects trapped in entomological sticky traps (non-scented and others scented by us with floral oils and other volatiles:

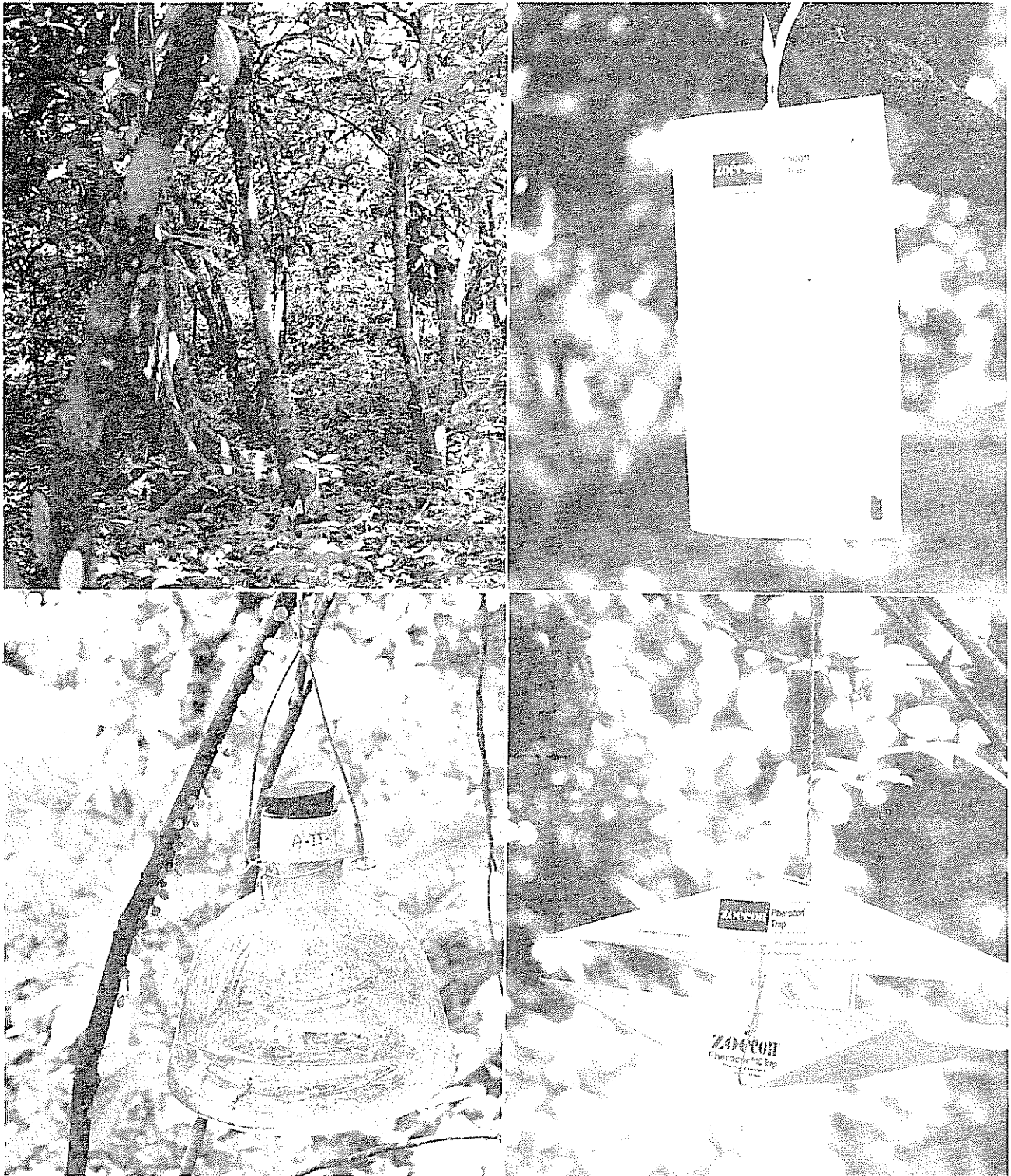


Fig 2. Experimental trapping of flying insects in cacao. Clockwise, beginning in upper left: "Barker cacao forest;" "Pherocon A M" Trap; "Pherocon I C" Trap; McPhail Trap

“Pherocon A.M. Trap^(R),” Pherocon Tent Trap^(R),” “Pherocon I.C. Trap^(R),” courtesy of Zoecon Corp., Palo Alto, California) with McPhail (non-sticky but scented by us with floral oils and related volatiles) water-filled traps (courtesy of the California Dept. of Agriculture) distributed in equal numbers between an open (largely non-shaded), well-maintained section of the La Lola cacao (“cacao proper”) and a nearby (approximately 500 m distance) border area of well-shaded abandoned cacao (“Barker cacao forest”) (Fig. 2).

The 1985 experiment consisted of the following field treatments: (1) four McPhail traps in each of the two habitats, with one trap each inoculated with 10 microliters of 99% pure pentadecane, pentadecene, 9:1 mixture of pentadecene to pentadecane, and control (blank) of 10% solution of chloroform solvent in distilled water; (2) three Pherocon I.C. traps in each of the two habitats, with one trap each inoculated with pentadecene, pentadecane, and blank (as above); (3) four Pherocon A.M. traps in each habitat, non-scented; (4) five Pherocon Tent traps in each habitat, two inoculated with 100% *Theobroma cacao* L. floral oil (10 microliters, “UF-613”), one trap each with *T. mammosum* Cuatr. & Leon, *Herrania cuatrecasana* Garcia-Barriga floral oils (100%), and control (blank) as described above; (6) eight McPhail traps in the “Barker cacao forest” habitat only, scented with aqueous solutions of floral oils, at varying serial dilutions, as follows: *T. cacao* floral oil, one trap each, of one-part, ten-parts, 100-parts per million (in ppm) and pure (100%) oil; one trap each inoculated with pure (100%) floral oil of *T. simiarum* Donn Smith, *T. mammosum*, and *H. cuatrecasana*; one control (blank) as in the other treatments outlined above. Most of these treatments lasted two or three days, with the exception of (6) above, which lasted for one week. All traps were suspended within one or two meters of the ground from the branches of cacao trees, in both habitats.

There were two identical experiments conducted in 1986, one in the dry season (February) and the other in the following wet season (July). Only McPhail traps were used in these experiments. In each experiment, which lasted six successive days, there were eighteen “experimental” traps, consisting of three treatments (serial dilutions) for each of two floral oils (*T. cacao*, “UF-613” and *T. simiarum*), with three replicate traps for each treatment. The serial dilutions were the same as in the 1985 experiment. Traps were recharged with fresh floral oil every three days, or halfway through each of the two experiments. Additionally, there were six control or blank traps, prepared as before, for each of the two 1986 experiments, giving a total of twenty-four traps

used each time. Both experiments were conducted in the “Barker cacao forest.” No sticky traps were used. As in the previous trap studies, we censused the McPhail traps at 24-hour intervals, allowing for day-night cycle changes in the chemical composition of floral oils (Fig. 3), which may influence the diurnal activity cycle of flying insects attracted to cacao flowers.

The floral oils used in all three experiments were obtained by steam-distilling specific quantities of freshly-collected flowers. The method of steam distillation, analyses of floral oils, and the techniques used to inoculate the McPhail traps are described in detail elsewhere (1, 5, 19). The use of pentadecane and pentadecene (Sigma Corp., St. Louis, Missouri) in some of the 1985 experimental treatments was prompted by our prior discovery of these hydrocarbons being major constituents of the floral oil of *T. cacao* (1). Insects collected from the traps in the three experiments were sorted in the laboratory and stored in vials filled with 70% ethanol for further determinations by specialists.

RESULTS

For both habitats combined, pentadecene and pentadecane-scented sticky traps attracted many more insects than the scentless controls (Table 1). When the two treatments of cacao floral oil major hydrocarbons are combined, close to four times the number of insects were found in these traps, as compared to the control. Diptera were far more numerous, albeit in small sample sizes, than other insects (Table 1). The total numbers of insects found in the sticky traps in the 1985 experiment, for both treatments, were very similar between the two habitats (Table 1). The larger, bright yellow, but non-scented “Pherocon A.M.” sticky traps yielded a ten-fold increase in insects over the “Pherocon I.C.” sticky traps scented with floral hydrocarbons (Tables 2 and 3 combined, and compared with Table 1, respectively). Yet strikingly similar numbers of insects (total of 105 individuals in the “cacao proper” and 99 individuals in the “cacao forest,” Tables 2 and 3, respectively) were found between the two cacao habitats. Although the total number of Diptera trapped between these habitats was very similar (39 and 37), almost twice as many Coleoptera were trapped in the “cacao forest” habitat than in the “cacao proper” habitat (Tables 2 and 3). With the exception of ants, which were similar in abundance between the two habitats in the scentless sticky traps, almost twice as many flying Hymenoptera (parasitoids) were trapped in the “cacao proper” than in the abandoned cacao (Tables 2 and 3). In

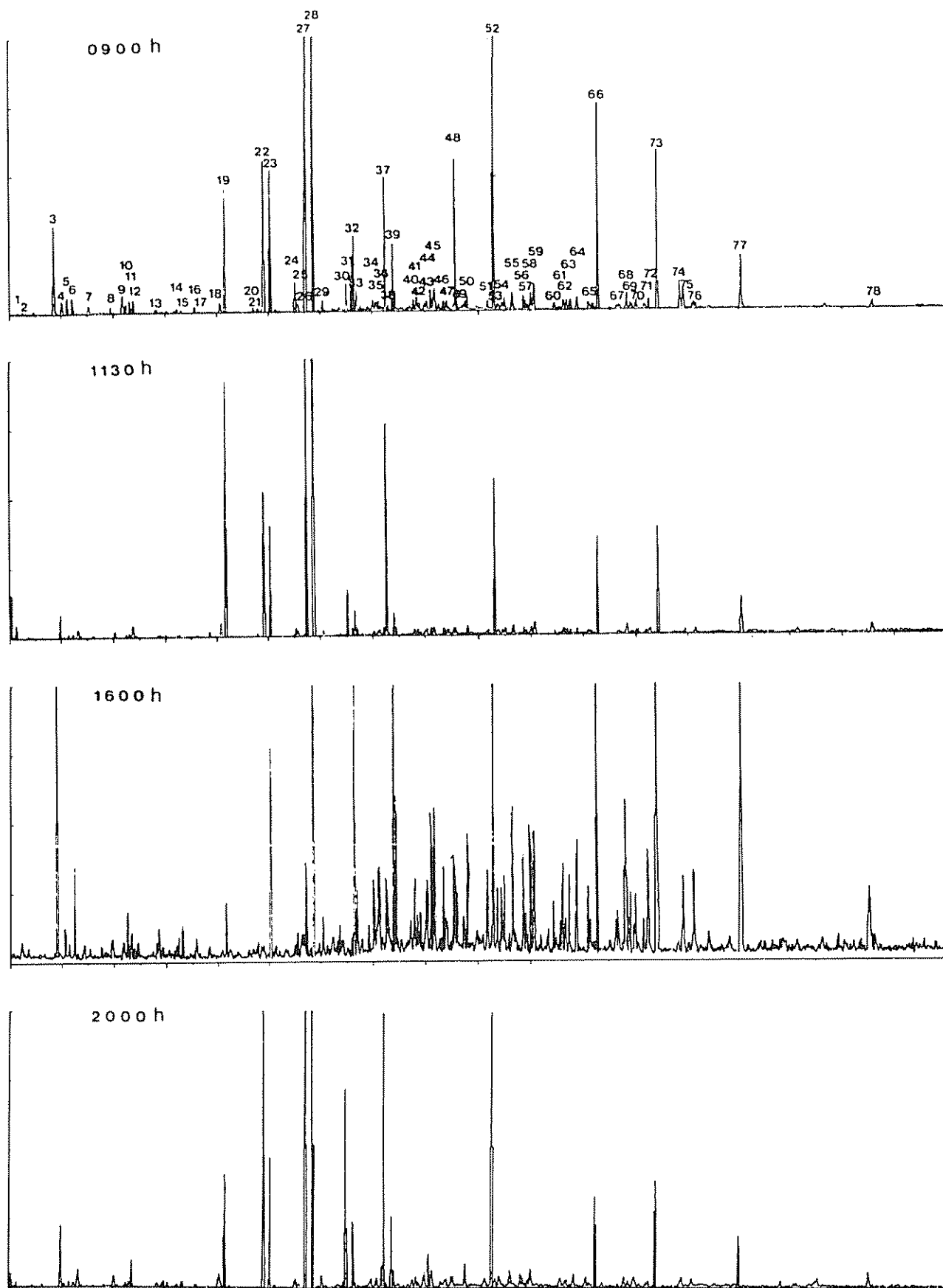


Fig 3 Ion chromatograms for the steam-distilled floral oil of *Theobroma cacao* Linnaeus taken at four different times of the day and evening (based on collections of flowers taken at these times)

Table 1. The distribution of insects in "Pherocon IC Traps"* (sticky traps) inoculated with pentadecene and pentadecane, and in blanks (controls), in two cacao forests at La Lola during the late wet season (September 1985).

Taxa	Numbers of insects in traps:**								
	Pentadecene			Pentadecane			Controls		
	cacao proper	cacao forest	total	cacao proper	cacao forest	total	cacao proper	cacao forest	total
Diptera									
Phoridae									
<i>Megaselia</i> sp. 1	0	1	1	1	2	3	0	0	0
<i>Dohrniphora</i> sp. 1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Sciaridae									
<i>Bradysia</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	1(f.)	1	2
<i>Bradysia</i> sp. 2	3(f)	0	3	0	4(m.)	4	0	0	0
<i>Bradysia</i> sp. 3	0	0	0	0	1(m.)	1	0	0	0
Dolichopodidae	1	0	1	0	1	1	0	1	1
Total Diptera:	4	1	5	1	9	10	1	2	3
Hymenoptera									
Formicidae									
Ponerinae, <i>Odontomachus</i>	0	1	1	1	2	3	1	1	2
Myrmicinae	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Evanioidea	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Braconidae, <i>Phaneratoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total Hymenoptera:	1	1	2	2	2	4	1	2	3
Excluding Formicidae:	1	0	1	0	0	0	0	1	1
Coleoptera									
Chrysomelidae, Alticinae									
<i>Monomacra</i> sp. 1	3	0	3	0	0	0	0	0	0
Curculionidae, <i>Zygops</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Total Coleoptera:	3	0	3	0	1	1	0	0	0
Lepidoptera									
Oecophoridae	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Homoptera									
Derbidae, <i>Anota</i> sp.	0	0	0	1	0	1	0	0	0

* Zeecon Corporation (Palo Alto, California). 10 ul each of 98% pure pentadecene and 99% pure pentadecane (Sigma Chemical Co., St. Louis, Missouri) were used.

** Only one replicate for each of the three kinds of trap treatments used. Total of 6 traps used.

both habitats, the numbers of insects trapped among different replicate traps greatly for the most abundant groups (Diptera, Hymenoptera, and Coleoptera), and much less so for the other groups of insects trapped (Tables 2 and 3). Within each of the three most abundant orders of insects trapped, there was a similar number of species between the two habitats, although, overall, fourteen more species were found in the "cacao proper" traps than in the "cacao forest" traps (total of 37 species in the "cacao proper" and 23 species in the "cacao forest").

Other sticky traps ("Pherocon Tent Traps") inoculated with steam-distilled floral oils of *Theobroma* and *Herrania* attracted relatively few flying insects, as seen even when the data for both habitats are combined (Table 4). As in the other treatments tested in the 1985 experiment, Diptera were the most abundant insects in these traps, even though the sample was very small (Table 4). McPhail traps inoculated with cacao floral oil major hydrocarbons (pentadecene and pentadecane) and a mix of both, yielded very few insects, although slightly more

Table 2. The distribution of insects in replicated "Pherocon A.M. Traps"* (sticky traps) in the La Lola cacao plantation during the late wet season (September 1985)**.

Taxa	total	\bar{X}	S.E.	Numbers of insects in trap replicates:			
				Taxa	total	\bar{X}	S.E.
Diptera				Coleoptera			
Cecidomyiidae				Chrysomelidae (Alticinae)			
<i>Ledomyia</i> sp.	1	0.25	0.25	<i>Monomacra</i> sp. 1	5	1.25	0.48
Ceratopogonidae				<i>Monomacra</i> sp. 2	4	1.00	0.71
<i>Atrichopogon</i> sp.	1	0.25	0.25	<i>Colapsis</i> sp.	2	0.25	0.25
Phoridae	3	0.75	0.75	<i>Synbrotica</i> sp.	1	0.25	0.25
Sciaridae				<i>Monolepta</i> nr. <i>bipartita</i>	2	0.50	0.50
<i>Bradysia</i> sp. 1	3	0.75	0.75	<i>Jacoby</i>			
<i>Bradysia</i> sp. 2	2	0.50	0.50	<i>Acalymma</i> nr. <i>blomorum</i>	1	0.25	0.25
Dolichopodidae	8	2.00	1.22	Monroe & Smith			
Richardidae				Coccinellidae	10	2.50	1.50
<i>Richardia</i> sp.	12	3.00	2.35	Curculionidae			
<i>Odontomera</i> sp.	3	0.75	0.75	<i>Apten</i> sp.	1	0.25	0.25
Chloropidae				Total Coleoptera:	26	6.50	1.66
Oscinellinae, <i>Coryphistron</i>	5	1.25	0.75				
Xylomyiidae	1	0.25	0.25	Homoptera			
Total Diptera:	39	9.75	4.09	Cicadellidae			
Hymenoptera				<i>Gypona trita</i> DeLong & Freytag	1	0.25	0.25
Formicidae				<i>Scaphytopius</i> sp.	4	1.00	0.71
Ponerinae, <i>Odontomaclus</i>	10	2.50	2.18	<i>Ladoffa elauta</i> Young	1	0.25	0.25
Formicinae	1	0.25	0.25	Membracidae			
Chalcidae				<i>Spongophorus biclavatus</i>	1	0.25	0.25
<i>Spilochalcis</i>	2	0.50	0.50	(Westwood)			
Haltricellinae	1	0.25	0.25	<i>Amastus obtegens</i> (Fabr.)	4	1.00	0.71
<i>Ceratismicra</i> sp.	3	0.75	0.75	Cercopidae			
Scelionidae				<i>Clastopera globosa</i>	3	0.75	0.75
<i>Ceratobaeus</i> sp.	1	0.25	0.25	Fowler			
Encyrtidae				Tropiduchidae			
<i>Metaphycus</i> sp.	2	0.50	0.50	<i>Neorudia</i> nr. <i>minor</i>	1	0.25	0.25
Braconidae				(Fowler)			
<i>Heterospilus</i> sp.	1	0.25	0.25	Issidae			
Bethyliidae				<i>Colpoptera sinuata</i>	1	0.25	0.25
<i>Dissomphalus</i> sp.	1	0.25	0.25	Burmeister			
Eurytomidae				Total Homoptera:	16	4.00	2.35
<i>Eurytoma</i> sp.	1	0.25	0.25				
Sphecidae (Cabronini)	1	0.25	0.25				
Total Hymenoptera:	24	6.00	3.44				
(excluding Formicidae)	13	3.25	1.31				

* Zoecon Corporation (Palo Alto, California) Total of 4 traps used.

** Data summed for 4 successive days (22-25 September 1986) of checking traps.

than in the control (Table 5). By contrast, floral oils of *Theobroma* at varying concentrations in McPhail traps yielded a considerably greater number of flying insects, especially Diptera, than McPhail traps scented with pure hydrocarbons or a mixture (Table 6 compared with Table 5). Serially-diluted cacao floral oil attracted more insects than the pure (100%) cacao floral oil of *T. mammosum* treatment (Table 6). Because our sample sizes of insects trapped were so

small, it was not possible to discern a definite preference of insects for one or more of the floral oil concentrations tested. Clearly, however, the absence of insects in the control treatment indicate an attraction of flying insects, especially Diptera, to *Theobroma* floral oils (Table 6). Bees, while far less numerous in our samples, were represented by one stingless bee species and the European honey bee, *Apis mellifera* Linnaeus (Table 6). The bees did not appear in the

Table 3. The distribution of insects in replicated "Pherocon A.M. Traps"* (sticky traps) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola during the late wet season (September 1985)**.

Taxa	Total numbers of insects in traps:		
	total	\bar{X}	S.E.
Diptera			
Phoridae			
<i>Megaselia</i> sp. 2	4	1.00	0.41
<i>Dohrniphora</i> sp. 1	2	0.50	0.50
Sciaridae			
<i>Bradysia</i> sp. 1 nr. <i>coprophila</i>	7	1.75	0.75
<i>Bradysia</i> sp. 2	18	4.50	2.90
<i>Bradysia</i> sp. 3	1	0.25	0.25
<i>Bradysia</i> sp. 4	1	0.25	0.25
Dolichopodae	1	0.25	0.25
Chironomidae	2	0.50	0.50
Lauxaniidae	1	0.25	0.25
Total Diptera:	37	8.75	2.56
Hymenoptera			
Formicidae			
<i>Solenopsis picea</i> Emery	2	0.75	0.48
Ponerinae, <i>Odontomachus</i>	1	0.25	0.25
Myrmicinae	1	0.25	0.25
Encyrtidae, <i>Sympiesis</i> sp.	1	0.25	0.25
Braconidae	1	0.25	0.25
Scelionidae, <i>Ceratobaeus</i> sp.	2	0.50	0.50
Evaniidae, <i>Hypitia</i> sp.	3	0.75	0.75
Ichneumonidae, <i>Cryptanura</i> sp.	1	0.25	0.25
Total Hymenoptera:	13	3.25	0.85
(excluding Formicidae)	9	2.25	0.95
Coleoptera			
Chrysomelidae, Alticinae			
<i>Monomacra</i> sp. 1	2	0.50	0.50
<i>Hermaeophaga</i> sp.	6	1.50	0.65
Eumolpinae	1	0.25	0.25
Coccinellidae	36	9.00	4.42
Brentidae, <i>Hyperephanus</i> sp.	1	0.25	0.25
Total Coleoptera:	46	11.50	3.97
Homoptera			
Cicadellidae			
<i>Ladoffa elauta</i> Young	1	0.25	0.25
Membracidae			
<i>Boethoos reticulata</i> (Fabr.)	1	0.25	0.25
Total Homoptera:	3	0.75	0.75

* Zoecon Corporation (Palo Alto, California). Total of 4 traps used.

** Data summed for 4 successive days (22-25 September 1985) of checking traps.

traps until the final day (the seventh day) of census. The Dipteran family Phoridae was represented in the 1985 trap experiment by *Megaselia* and *Dohrniphora*, two genera known to be pollinators of *Herrania* in Costa Rica (13).

In spite of a four-fold increase in the number of McPhail traps used in the 1986 dry and wet season experiment, we found very little increase in the numbers of flying insects lured to traps scented with the serially-diluted floral oils of *T. cacao* and

Table 4. The distribution of insects in "Pherocon Traps"* inoculated with concentrated *Theobroma* and *Herrania* floral oil ("old"**) in cacao habitats*** at La Lola during the late wet season (September 1985)****.

Taxa	Total number of insects in traps:*****				\bar{X}	S.E.
	<i>T. cacao</i>	<i>T. mammosum</i>	<i>Herrania</i>	Total		
Diptera						
Cecidomyiidae						
<i>Karshomyia</i> sp.	1	0	0	1	0.33	0.33
Phoridae	1	1	0	2	0.66	0.33
Sciaridae						
<i>Bradysia</i> sp. 1	2(m.)	1(m.)	0	3	1.00	0.58
Dolichopodidae	0	1	0	1	0.33	0.33
Total Diptera:	4	3	0	7	2.33	1.20
Hymenoptera						
Formicidae						
Ponerinae, <i>Odontomachus</i>	1	0	0	1	0.33	0.33
<i>Solenopsis picea</i> Emery	0	0	1	1	0.33	0.33
Myrmicinae	0	1	0	1	0.33	0.33
Total Hymenoptera:	1	1	1	3	1.00	0.58
Excluding Formicidae:	0	0	0	0	—	—
Coleoptera						
Chrysomelidae						
<i>Megascelis</i> sp.	0	1	0	1	0.33	0.33
Total Coleoptera:	0	1	0	1	0.33	0.33
Homoptera						
Cicadellidae						
<i>Agallia</i> sp.	0	1	0	1	0.33	0.33
Membracidae						
<i>Vanduzae segmentata</i> (Fowler)	2	0	0	1	0.33	0.33
<i>Amastrus obtogens</i> (Fabricius)	0	0	1	1	0.33	0.33
Total Homoptera:	2	1	1	4	1.33	0.33

* Zoecon Corporation (Palo Alto, California). Total of 10 traps used

** Floral oils, collected by steam distillation, and kept frozen for about six months prior to use, rather than freshly-collected at the time of this bioassay

*** Data combined for two habitats, cacao plantation proper, and cacao forest (abandoned cacao) nearby, since numbers of insects trapped in each habitat for any given group ranged 1-2 individuals only. Only two insects (ants) were found in the controls

**** Data summed for four successive days of checking the traps.

***** Data presented for total of replicates for each kind of trap used: *T. cacao*, total of 4 replicates (2 per habitat); *T. mammosum*, total of 2 replicates (one per habitat); *Herrania* (*H. nitida*), total of 2 replicates (one per habitat), and total of 2 replicate blanks (controls)

T. simiarum. For groups such as Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera (excluding ants), Homoptera, and Orthoptera, the numbers of any one species represented in the traps in either the dry or wet season census seldom ranged above two or three individuals (Tables 7, 8, 9, 10 and 11). The data for

the Diptera from this experiment are summarized elsewhere (19)

Our exceedingly small samples from the expanded use of McPhail traps in the 1986 experiments precluded the detection of a possible differential

Table 5. The distribution of insects in McPhail Traps* inoculated with pentadecene, pentadecane, and a mixture of both volatiles, and blanks (controls) in the Barker "cacao forest" adjacent to the La Lola cacao plantation during the late wet season (September 1985).

Taxa	Numbers of insects in traps**				\bar{X}	S.E.	blanks
	pentadecene	pentadecane	mixture	total			
Diptera							
Cecidomyiidae							
<i>Aphidodiplosis triangularis</i> (Felt)	0	0	1(m)	1	0.33	0.33	0
Culicidae							
<i>Culex</i> sp.	0	0	0	0	-	-	1
Total Diptera:	0	0	1	1	0.33	0.33	1
Hymenoptera							
Formicidae							
<i>Solenopsis picea</i> Emery	0	0	1	1	0.33	0.33	0
<i>Paratrechina caeciliae</i> (Forel)	0	2	0	2	0.66	0.33	0
Scelionidae							
<i>Baryconus</i> sp.	1	0	0	1	0.33	0.33	0
Platygastridae							
<i>Leptaris</i> sp.	0	1	0	1	0.33	0.33	0
Total Hymenoptera:	1	3	1	5	2.50	0.96	0
Excluding Formicidae:	1	1	0	2	0.66	0.33	0
Coleoptera							
Chrysomelidae, Alticinae							
<i>Hermaeophaga</i> sp.	0	0	0	0	-	-	1

* Water-filled, inverted bell-shaped pendant traps (Fig. 2); "experimentals" inoculated with 99 pure pentadecene and 98% pure pentadecane (10 ul each) or mixture of both (9:1 pentadecene to pentadecane). "Blanks" consisting of traps alone without volatiles added. Commercial volatiles from Sigma Chemical Co (St. Louis, Missouri). Total of 8 traps used.

** Experiment consisted of placing one replicate of each trap-treatment, or total of four, in each of two distinct cacao habitats: "cacao plantation" (proper) of La Lola, and "cacao forest" of A. Barker. But only insect was captured in "cacao proper" traps (Hymenoptera: Scelionidae), so data are combined for both areas and presented as "cacao forest."

attraction of flying insects to the floral oils of *T. cacao* and *T. simiarum*. Yet, in a comparative context, experimental traps, those inoculated with floral oil, contained more insects than the blanks in all instances (Tables 7-11). Three major groups of insects, Lepidoptera, Orthoptera, and Homoptera, were greatly reduced in numbers in the wet season (Tables 8, 10, and 11). For all insects combined, seven times the number of insects were trapped in the dry season experiment than in the wet season experiment several months later (total of 36 insects in all traps in the dry season experiment and nine insects in the wet season). A total of nineteen insects were collected from *T. cacao*-scented traps, and sixteen insects from *T. simiarum*-scented traps, for both experiments combined. Ants were the most abundant insects in floral oil-scented traps, and they were especially abundant in the dry season experiment (Table 12).

Almost four times the total number of species of insects were found in the traps during the dry season experiment than in the wet season experiment (total of 26 species and seven species, respectively) (Tables 7-12).

DISCUSSION

Costa Rican commercial and experimental cacao plantations support high-diversity assemblages of insects and other arthropods, as shown by surveys of ground, leaf-litter, and limited arboreal microhabitats (9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17). Additionally, New World cacao plantations also support many species of cacao-pollinating Diptera and allied Diptera (7). What our data indicate is that cacao plantations such as La Lola support diverse assemblages of principally scavenging and herbivorous species. To what extent

Table 6. The distribution of insects in McPhail Traps in a preliminary bioassay of *Theobroma* and *Herrania* floral oil concentrated and serially-diluted (using "fresh" and "old" oils) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola during the late wet season (September 1985).

Taxa	<i>T. cacao</i>	Numbers of insects in traps:**						S.E.	<i>T. mammosum</i>	blank
		100 ppm (fresh)	10 ppm (fresh)	1 ppm (fresh)	pure (old)	total	\bar{X}			
Diptera										
Cecidomyiidae										
<i>Mycodiplosis ligulata</i> Gagné	0		1 (f.)	0	0	1	—	—	0	0
<i>Feltiella</i> sp.	0		0	0	0	0	—	—	1	0
<i>Aphidodiplosis triangularis</i>	0		4(3 f.)	0	0	4	1.00	1.00	0	0
Phoridae	0			3	0	3	0.75	0.75	0	0
Sciaridae										
<i>Bradysia</i> sp. 1 nr. <i>coprophila</i>	0		0	0	2	2	0.50	0.50	0	0
Total Diptera:	0		5	3	2	10	2.50	1.04	1	0
Hymenoptera										
Apidae										
<i>Trigona perilampoides</i>	0		0	2	0	2	0.50	0.50	0	0
<i>Apis mellifera</i> Gresson	0		0	1	0	1	0.25	0.25	0	0
Formicidae										
<i>Solenopsis picea</i> Emery	0		0	0	1	1	0.25	0.25	0	0
Total Hymenoptera:	0		0	3	1	4	1.00	1.00	0	0
Excluding Formicidae	0		0	2	0	3	0.75	0.75	0	0
Lepidoptera										
Noctuidae										
<i>Anticarsia antisopila</i> (Walker)	0		0	1	0	1	—	—	1	0
Pyalidae	1		10	0	0	2	0.50	0.50	0	0
Total Lepidoptera:	1		1	1	0	3	0.75	0.75	1	0
Homoptera										
Cicadellidae										
<i>Planicephalus</i> sp	0		0	0	0	0	—	—	1	0
<i>Agallia</i> sp	0		0	0	0	0	—	—	1	0
Total Homoptera	0		0	0	0	0	—	—	2	0

* Water filled, inverted bell-shaped glass traps, inoculated with 10 ul quantities of floral oils, pure (100% concentration) or serially-diluted (pts/million in chloroform), either "fresh" (oil distilled within a day of use), or "old", (distilled several months earlier and kept frozen until use).

** One replicate trap for each treatment indicated; additionally, one trap of *T. simiarum* "old" floral oil, used at 100% concentrated, but yielding no insects. All traps checked for each of four successive days of study. Blank (control) trap inoculated with chloroform alone. Total of 8 traps used.

these species are associated with cacao trees or simply transient species exploiting other resources cannot be ascertained from our study. But our study does provide, however, an approximate measure of the taxonomic range of insects active in the air space among cacao trees in open, non-shaded areas and within densely shaded abandoned cacao

The observed high diversity and abundance of flying insects collected from the bright yellow "Pherocon A.M." traps in the September (late wet season) experiment, relative to the very low numbers of insects collected from the other traps, including those scented with *Theobroma* floral oils and major floral oil (cacao) hydrocarbons, is very likely due to

Table 7. The distribution of beetles (Coleoptera) in McPhail Traps* containing serial dilutions of *Theobroma* floral oils and blanks (controls) during the dry season (February 1986) and wet season (July 1986) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola.

Taxa	Total numbers of insects in traps:				\bar{X}	S.E.
	100 ppm	10 ppm	1 ppm	total		
Dry Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
Coccinellidae (<i>Diomus</i> sp.)	0	2	0	2	0.66	0.33
Total:	0	2	0	2	0.66	0.33
nos. replicates with beetles: 2/9 (11.11%)						
<i>Theobroma simiarum</i>						
Coccinellidae (<i>Diomus</i> sp.)	2	1	0	3	1.00	0.58
Nitidulidae	1	0	0	1	0.33	0.33
Total:	3	1	0	4	1.33	0.33
nos. replicates with beetles: 3/9 (33.33%)						
blanks (controls)						
no insects	0	0	0	0	-	-
Wet Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
Chrysomelidae						
<i>Apthona</i> sp.	1	0	0	1	0.33	0.33
<i>Colaspis</i> sp.	1	0	0	1	0.33	0.33
Total:	2	0	0	2	0.66	0.33
<i>Theobroma simiarum</i>						
Curculionidae	1	0	0	1	0.33	0.33
blanks (controls)						
no insects	-	-	-	-	-	-

* Data combined (summed) for six successive days of checking traps in each season; floral oil-inoculated traps replenished with fresh oil on the third day. Chloroform blanks also re-inoculated. Total of N-24 traps (18 "experimentals" and 6 "controls") in each season.

an attraction of many insects, especially Diptera, to yellow colors in nature. Yellow-colored rectangles and spheres suspended in trees are very attractive to some Diptera, including the walnut husk fly, *Rhagoletis* spp. (Tephritidae) in North America (4). In our late wet season experiment, the yellow color of the non-scented "Pherocon A.M." traps was a far more effective attractant to flying insects than steam-distilled floral oils and other attractants.

To what extent some insects were accidentally caught by the sticky traps cannot be ascertained from our study. But the range of the insect taxa represented in our "Pherocon A.M." trap samples, including Diptera, Hymenoptera, Coleoptera,

Homoptera, etc., suggests that these traps provide an effective means for entomologists to assess the general activity of flying insects in cacao plantations. The studies of Gibbs and Leston (2) in African cacao plantations indicate that the diversity and population structure of insect assemblages associated with cacao change dramatically throughout the year at a particular locality. A regular implementation of non-scented sticky traps consisting of yellow rectangles (Fig. 2) may provide one means to monitor changes in insect populations in cacao plantations over time. To our knowledge, our experiment is the first attempt at deploying such a technique in Central America. Brightly colored sticky traps have been successfully used to monitor populations of parasitic Hymenopte-

Table 8. The distribution of Lepidoptera (various groups) in McPhail Traps* containing serial dilutions of *Theobroma* floral oil and blanks (controls) during the dry season (February 1986) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola.**

Taxa	Total number of insects in traps:				\bar{X}	S.E.
	100 ppm	10 ppm	1 ppm	total		
<i>Theobroma cacao</i>						
no insects	0	0	0	0	—	—
<i>Theobroma simiarum</i>						
Pyralidae (Pyrastinae)	0	0	1	1	0.33	0.33
Pyralidae (Chryauginae)	0	0	1	1	0.33	0.33
Tortricidae (<i>Platynota</i> sp.)	0	0	1	1	0.33	0.33
Total:	0	0	3	3	1.00	0.58
nos. replicated with moths: 2/9 (22.22%)						
blanks (controls)						
	0	0	0	0	—	—

* Data combined (summed) for six successive days of checking traps; floral oil-inoculated traps replenished with fresh oil on the third day. Chloroform blanks also re-inoculated. Total of 24 traps (18 "experimentals" and 6 "controls").

** No Lepidoptera were found in the traps during the wet season experiment.

ra and their habitat associations in North America (6).

It is not unusual to find that many species of insects are attracted to scented traps designed to attract specific species (3). Young *et al.* (19) used McPhail traps scented with steam-distilled floral oils of *Theobroma* to determine whether or not cacao-pollinating midges (Diptera: Ceratopogonidae and Cecidomyiidae) were attracted to these volatile substances in the La Lola cacao plantation. Similar to what we have found for floral oil-scented McPhail traps in the present study for various groups of insects, Young *et al.* (19) discovered very low numbers and densities of midges in their trap samples. As with Young *et al.* (19), we interpret such very low abundances of virtually all groups for flying insects in both well-maintained and abandoned cacao groves to be the result of insect population structure: floral oil-scented McPhail traps clearly attract many more insects than control traps indicating that insects are attracted to the floral oils, and that insects most likely to be trapped under such conditions are those in the immediate vicinity of traps. Since the control traps contained a mixture of 90% distilled water and

only 10% chloroform, it is very possible that insects observed in these traps were attracted to moisture, especially during the dry season. In a very real sense, the low abundance of insects in our 1986 dry and wet season experiments, and in the findings of Young *et al.* (19) and Young (10) for La Lola midge populations, provide a more accurate picture of insect densities in cacao plantations. We make this conclusion since McPhail traps inoculated with serially-diluted *Theobroma* floral oils very likely do not attract insects from a distance. On the other hand, we strongly suspect that colored, non-scented, sticky traps (such as the "Pherocon A.M." traps) attract insects from greater distances than the McPhail traps, and distort the actual spatial abundance of insect species. Non-colored sticky traps, with or without floral oil scents, do not provide a reliable means of monitoring insect activity, as indicated by the very low abundance of insects in them in our study. Taken together, "Pherocon A.M." traps and floral oil-scented McPhail traps provide one means of assessing the abundance of cacao-pollinating midge abundance in relation to the general activity of flying insects in cacao plantations. To accomplish this, one would have to devise a regular census program throughout

Table 9. The distribution of parasitic Hymenoptera (various genera) in McPhail Traps* containing serial dilutions of *Theobroma* floral oils and blanks (controls) during the dry season (February 1986) and wet season (July 1986) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola

	Total number of insects in traps:				\bar{X}	S.E.
	100 ppm	10 ppm	1 ppm	total		
Dry Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
Diapriidae	0	1	0	1	0.33	0.33
Total:	0	1	0	1	0.33	0.33
nos. replicates with wasps: 1/9 (11.11%)						
<i>Theobroma simiarum</i>						
Encyrtidae	1	0	0	1	0.33	0.33
Scelionidae	0	2	0	2	0.66	0.33
Aphidiidae	0	1	0	1	0.33	0.33
Total:	0	3	0	3	1.00	0.58
nos. replicates with wasps: 3/9 (33.33%)						
blanks (controls)						
Diapriidae: 1						
nos. replicates with wasps: 1/6 (16.67%)						
Wet Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
Eulophidae, nr <i>Horismenus</i>	0	0	1	1	0.33	0.33
<i>Theobroma simiarum</i>						
Cynipidae, <i>Trissodontapsis</i> sp.	0	1	0	1	0.33	0.33
blank (controls)						
no insects	—	—	—	—	—	—

* Data combined (summed) for six successive days of checking traps in each season; floral oil-inoculated traps replenished with fresh oil on the third day. Chloroform blanks also re-inoculated. Total of N = 24 traps (18 "experimentals" and 6 "controls") in each season.

the year. Our study provides only a preliminary description of insect activity using these methods. Our study is, therefore, an important first step toward insect monitoring programs in cacao plantations.

The observed differences in the taxonomic diversity and abundance of some insect groups such as the Homoptera and Coleoptera between the two cacao habitats studied may be related to differences in the structural and taxonomic diversity of the vegetation in the two areas at La Lola. For example, the greater abundance and taxonomic diversity of

Homoptera in the "cacao proper" may be due to the likely greater abundance of soft meristem tissues there. Homopterans are more frequently associated with non-woody food plants. Yet the greater range of Coleoptera in the "cacao forest" may be due to the greater diversity of foliage types present in this habitat, since the majority of beetles collected in the 1986 McPhail trap experiments were herbivorous species. The observed high diversity of parasitic Hymenoptera in both the 1985 and 1986 experiments suggests a high availability of soft-bodied herbivorous host insect species in the La Lola cacao plantation.

Table 10. The distribution of Orthoptera (various groups) in McPhail Traps* containing serial dilutions of *Theobroma* floral oils and blanks (controls) the dry season (February 1986) and wet season (July 1986) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola.**

Taxa	Total number of insects in traps:				\bar{X}	S.E.
	100 ppm	10 ppm	1 ppm	total		
Dry Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
Tettigoniidae (<i>Phlugis</i> sp.)	1	0	0	1	0.33	0.33
Tettigoniidae (<i>Caulopsis</i> sp.)	0	1	0	1	0.33	0.33
Tettigoniidae (<i>Neoconcephalus</i> sp.)	0	0	1	1	0.33	0.33
Blattellidae (<i>Cheruisneura</i> sp.)	1	0	0	1	0.33	0.33
Blattellidae (undetermined nymph)	1	0	0	1	0.33	0.33
Total:	3	1	1	5	2.50	0.96
nos. replicates with orthopterans: 4/9 (44.44%)						
<i>Theobroma simiarum</i>						
no insects	0	0	0	0	—	—
blank (controls)						
Blattellidae (<i>Neoblattella</i> sp.) 1						
nos. replicates with orthopterans: 1/6 (16.67%)						
Wet Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
Tettigoniidae (<i>Ancistrocerus circumdatus</i> Walker)	1	0	0	1	0.33	0.33
Tettigoniidae (<i>Cocconotus</i> sp.)	1	1	0	2	0.66	0.33
Blattellidae (<i>Euphyllodroma angustata</i> Latreille)	1	0	0	1	0.33	0.33
Total:	3	1	0	4	1.33	0.33
nos. replicates with orthopterans: 4/9 (44.44%)						
<i>Theobroma simiarum</i>						
no insects	0	0	0	0	—	—

* Data combined (summed) for six successive days of checking the traps; floral oil-inoculated traps replenished with fresh oil on the third day. Chloroform blanks also re-inoculated. Total of N = 24 traps (18 "experimentals" and 6 "controls").

** No Orthoptera were found in the traps during the wet season experiment.

Young (10) found that breeding populations of cacao-pollinating and other Ceratopogonidae aggregate in moist microhabitats during the dry season at La Lola, and become far less densely aggregated in the wet season. We believe that the overall greater number of insect species, and the greater number of insects in the 1986 dry season experiment with floral oil-scented McPhail traps, is also a response on the part of insects to dryness: McPhail traps filled with

water provide sources of moisture to attract insects, especially in the shaded conditions of the "Barker cacao forest" where many small-bodied insects are already present, having moved in from the surrounding, open cacao nearby. When moisture stress is alleviated during the wet season (see also a discussion of dry season-wet season shifts in population structure in Young (8)), insect populations become more dispersed and individuals are less likely to be attracted to McPhail traps in one particular area of the

Table 11. The distribution of true bugs (Homoptera) in McPhail Traps* containing serial dilutions of *Theobroma* floral oils and blanks (controls) during the dry season (February 1986) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola.**

Taxa	Total number of insects in traps:				\bar{X}	S.E.
	100 ppm	10 ppm	1 ppm	total		
<i>Theobroma cacao</i>						
Cicadellidae (<i>Ladoffa</i> sp.)	0	1	0	1	0.33	0.33
Derbidae (undetermined)	0	0	1	1	0.33	0.33
Total:	0	1	1	2	0.66	0.33
nos. replicates with bugs: 2/9 (22.22%)						
<i>Theobroma simiarum</i>						
Cicadellidae (<i>Osbornellus anonae</i>) Linnavuori	1	0	0	1	0.33	0.33
Derbidae (undetermined)	1	0	0	1	0.33	0.33
Delphacidae (undetermined)	0	0	1	1	0.33	0.33
Total:	2	0	1	3	1.00	0.58
nos. replicates with bugs: 2/9 (22.22%)						
blanks (controls)						
no insects	0	0	0	0	—	—

* Data combined (summed) for six successive day of checking traps; floral oil-inoculated traps replenished with fresh oil on the third day Chloroform blanks also re-inoculated. Total of N = 24 traps (18 "experimentals" and 6 "controls")

** No Homoptera were found in the traps during the wet season experiment.

habitat. Our 1986 experimental data support this contention.

Although Erickson *et al* (1) discovered considerable differences in the chemical composition of *Theobroma* and *Herrania* floral oils within the molecular weight range for volatile constituents (Fig. 4), as did Strand (5) in a similar study (Fig. 5), our bioassays of floral oils for attractiveness to flying insects using McPhail failed to discern a similar difference among the floral oils for the species of insects attracted to them. Young *et al* (19) reported a similar absence of floral oil-specific differences in Ceratopogonidae and Cecidomyiidae attracted to scented McPhail traps at La Lola. Yet there is no *a priori* reason to suspect that floral fragrances alone

provide a species-specific environmental cue for pollinating insects and other insects. Young *et al.* (18) describe differences in the floral biology of *Theobroma* species which may influence the expression of specialized pollinator relationships.

Our attempt to report in this paper the range of flying insects with various trapping methods provides an initial data base for further entomological research studies in the La Lola cacao plantation. Given the fact that scavenging, herbivorous, and parasitic insects were collected in our trapping program, we believe that such information can be useful in identifying various kinds of future entomological research with cacao.

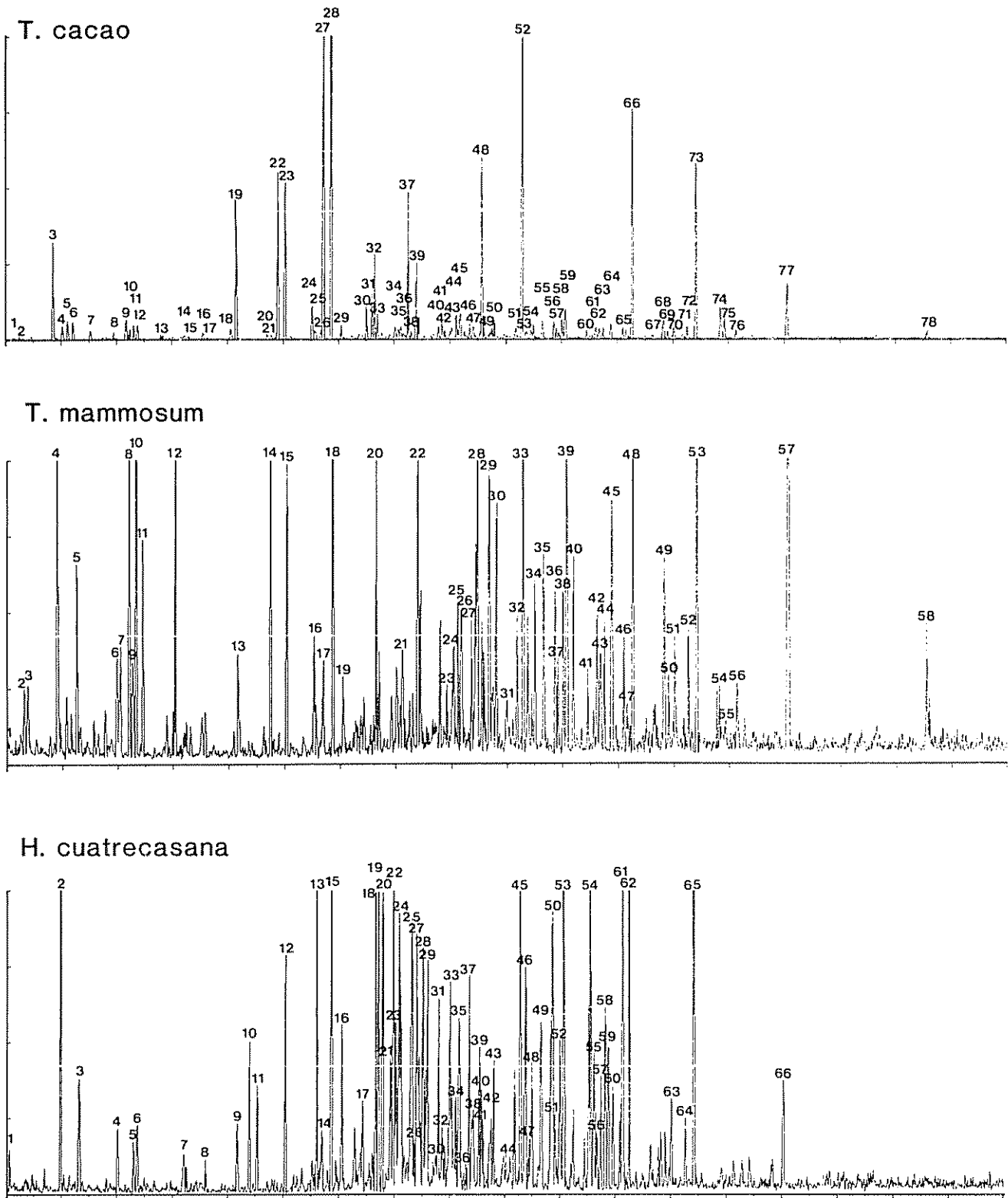


Fig 4. Ion chromatograms for steam-distilled floral oils for *Theobroma cacao* Linnaeus, *T. mammosum* Cuatr. & Leon, and *Herrania cuatrecasana* Garcia-Barriga

Table 12. The distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae) in McPhail Traps* containing serial dilutions of *Theobroma* floral oils and blanks (controls) during the dry season (February 1986) and wet season (July 1986) in the Barker cacao forest adjacent to La Lola.

Taxa	Total numbers of insects in traps:				\bar{X}	S.E.
	100 ppm	10 ppm	1 ppm	total		
Dry Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
<i>Camponotus auricomus</i> Roger	0	1	0	1	0.33	0.33
<i>Solenopsis picea</i> Emery	0	3	1	4	1.33	0.33
Total:	0	4	1	5	2.50	0.96
nos. replicates with ants: 3/9 (33.33%)						
<i>Theobroma simiarum</i>						
<i>Solenopsis picea</i> Emery	0	2	0	2	0.66	0.33
Total:	0	2	0	2	0.66	0.33
nos. replicates with ants: 1/9 (11.11%)						
blanks (controls)						
<i>Solenopsis picea</i> Emery: 3						
nos. replicates with ants: 1/6 (16.67%)						
Wet Season						
<i>Theobroma cacao</i>						
<i>Solenopsis picea</i> Emery	1	0	0	1	0.33	0.33
<i>Theobroma simiarum</i>						
no insects	—	—	—	—	—	—
blank (controls)						
<i>Solenopsis picea</i> Emery: 1 <i>Camponotus auricomus</i> Roger: 1						

* Data combined for six successive days of checking traps in each season; floral oil-inoculated traps replenished with fresh oil on the third day. Chloroform blanks also re-inoculated. Total of N = 24 traps (18 "experimentals" and 6 "controls") in each season

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by a grant from the American Cocoa Research Institute (Chocolate Manufacturers Association) of the United States of America, awarded to Allen M. Young. We thank R. Palacios, A. Paredes, and G.A. Enriquez of the Cacao Program, CATIE, for cooperative assistance in doing these experiments at La Lola. We also thank A. Barker for allowing us to do some of this research in the abandoned cacao grove bordering La Lola. The following staff or cooperating entomologists at the U.S. Department of Agriculture, Systematic Entomology Laboratory (Washington, D.C.) provided taxonomic determinations of insect samples: Diptera: G.W. Byers, T. Gaffigan, R.J. Gagné, B.A. Harrison,

R.V. Peterson, E.L. Peyton, A.L. Norrbom, F.C. Thompson, W.W. Wirth, N.E. Woodley; Hymenoptera: R.W. Carlson, E.E. Grissell, P.M. Marsh, L. Masner, M.W. Schauff, D.R. Smith; Coleoptera: R.D. Gordon, R.E. White, D.R. Whitehead; Lepidoptera: R.W. Hodges, R.W. Poole; Homoptera: J.P. Kramer; Orthoptera: D.A. Nickle, L.M. Roth. We also thank R.R. Snelling (Los Angeles County Museum of Natural History) for determinations of ants and bees and thank Max Bowser, the agricultural attaché of the U.S. Embassy in San Jose, for his assistance with shipping the traps and related supplies to Costa Rica for this research. Our special thanks to Vivian Corres of the Milwaukee Public Museum education section for the preparation of the Spanish abstract to this paper.

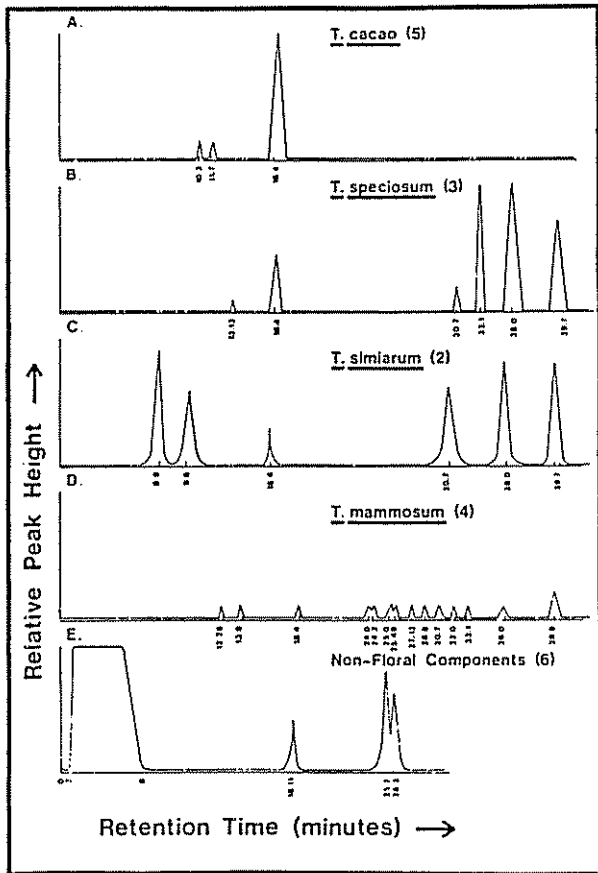


Fig. 5. Gas chromatograms of several *Theobroma* species (Sterculiaceae) highlighting some major differences in the distribution of peak constituents. Taken directly from Strand (1984).

LITERATURE CITED

- ERICKSON, B.J.; YOUNG, A.M.; STRAND, M.E.; ERICKSON, JUNIOR, E.H. 1987. Pollination biology of *Theobroma* and *Herrania* (Sterculiaceae). II. Analyses of floral oils. *Insect Science and its Application* 8: in press
- GIBBS, D.G.; LESTON, D. 1970. Insect phenology in a forest cocoa-farm locality in West Africa. *Journal of Applied Ecology* 7:519-548.
- HAMILTON, D.W.; SCHWARTZ, P.H.; TOWNSEND, B.G. 1970. Capture of male bumble bees and honey bees in traps baited with lures to attract Japanese beetles. *Journal of Economic Entomology* 63:1 442-1 445.
- REIDL, H.; HISLOP, R. 1985. Visual attraction of the walnut husk fly (Diptera: Tephritidae) to color rectangles and spheres. *Environmental Entomology* 14:810-814.
- STRAND, M.E. 1984. Comparative floral morphology of four *Theobroma* (Sterculiaceae) species in relation to pollination biology. Master's Dissertation Univ. of Wisconsin, Milwaukee. 78 p.
- WESELOH, R.M. 1986. Host and microhabitat preferences of forest parasitic Hymenoptera: inferences from captures on colored sticky panels. *Environmental Entomology* 15:64-70.
- WINDER, J.A. 1978. Cocoa flower Diptera: their identity, pollinating activity and breeding sites. *PANS* 24:5-18.
- YOUNG, A.M. 1982. The population biology of tropical insects. New York, Plenum. 511 p.
- YOUNG, A.M. 1983. Patterns of distribution and abundance of ants (Hymenoptera: Formicidae) in three Costa Rican cocoa farm localities. *Sociobiology* 8:51-76
- YOUNG, A.M. 1983. Seasonal differences in abundance and distribution of cocoa-pollinating midges in relation to flowering and fruit-set between shaded and sunny habitats of the La Lola cocoa farm in Costa Rica. *Journal of Applied Ecology* 20:801-831.
- YOUNG, A.M. 1983. Patterns of distribution and abundance in small samples of litter-inhabiting Orthoptera in some Costa Rican cacao plantations. *Journal of the New York Entomological Society* 91:312-327.
- YOUNG, A.M. 1984. Change in the distribution and abundance of some Dermaptera between tropical seasons in cocoa plantations at three localities in Costa Rica. *Journal of the New York Entomological Society* 92:184-187.
- YOUNG, A.M. 1984. Mechanism of pollination by Phoridae (Diptera) in some *Herrania* species (Sterculiaceae) in Costa Rica. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 86:503-518.
- YOUNG, A.M. 1985. Notes on the distribution and abundance of midges (Diptera: Ceratopogonidae and Cecidomyiidae) in some Central American cacao plantations. *Brenesia* 24:273-285.
- YOUNG, A.M. 1985. Studies of cecidomyiid midges (Diptera: Cecidomyiidae) as cocoa pollinators (*Theobroma cacao* L.) in Central America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 87:49-79.
- YOUNG, A.M. 1986. Notes on the distribution and abundance of Dermaptera and Staphylinidae (Coleoptera) in some Costa Rican cacao plantations. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 88:328-343.
- YOUNG, A.M. 1986. Notes on the distribution and abundance of ground and arboreal-nesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in some Costa Rican cacao habitats. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 88:550-571.

18. YOUNG, A.M.; ERICKSON, JUNIOR, E.H.; STRAND, M.E.; ERICKSON, B.J. 1987. Pollination biology of *Theobroma* and *Herrania* (Sterculiaceae). I. Floral biology. *Insect Science and its Applications* 8: in press.
19. YOUNG, A.M.; ERICKSON, B.J.; ERICKSON JUNIOR, E.H. 1987. Steam-distilled floral oils of *Theobroma* species (Sterculiaceae) as attractants to flying insects during dry and wet seasons in a Costa Rican cocoa plantation. Tenth International Cocoa Research Conference. Proceedings (Santo Domingo, R.D.). 1987

Notas y Comentarios

Novedades sobre las moscas de las heridas de soldados

No fueron las balas las que mataban más soldados antes de la Segunda Guerra Mundial. Fueron las bacterias que entraban en sus heridas, causando gangrena y envenenando su sangre. Algunos heridos tenían que sufrir el horror adicional de ver moscas que se posaban en sus heridas, poniendo huevos de los que emergían larvas. Estas se alimentaban de la carne muerta y en descomposición de las heridas, antes de desprenderse para empupar en el suelo. Pero estos soldados eran los afortunados. Sorprendentemente, como lo notaron los cirujanos de los ejércitos de Napoleón, los hombres heridos que eran infestados por la mosca de carroña (*Calliphora* y otras especies), eran los que más sobrevivían. No desarrollaban envenenamiento de su sangre y sus heridas sanaban más rápido.

Esta observación fue puesta en uso. En la guerra civil de Estados Unidos, los cirujanos militares ponían deliberadamente gusanos en las heridas para eliminar los tejidos en descomposición. Ahora, con el surgimiento del interés por antibióticos novedosos, los investigadores han estado examinando en detalle la manera cómo exactamente los gusanos mantienen en raya a la gangrena. Gary Erdmann, de la Universidad de Minnesota, describe lo que han descubierto en ese centro de estudios, en la última edición de *Parasitology Today*, (vol 3, p. 215).

Estudios preliminares revelaron que una bacteria, *Proteus mirabilis*, que se halla en las glándulas salivales

de los gusanos, secretaba sustancias que mataban a otras bacterias. Estos estudios preliminares no identificaron los compuestos antibióticos, sino simplemente los llamaron "mirabilicidas". Erdmann prosiguió con sus estudios y aisló dos compuestos, ácido fenilacético (PAA) y fenilacetaldehído (PAL), que mataban bacterias.

El PAL es inestable y se transforma en PAA, pero ambos compuestos probablemente funcionan infiltrándose en la gruesa membrana celular para interferir en la capacidad de las bacterias de movilizar los aminoácidos. También pueden bloquear la elaboración de compuestos ricos en energía necesaria para llevar a cabo diversas reacciones químicas dentro de la bacteria. El PAA y el PAL se mueven en la membrana de la célula con mejor eficacia en ambientes ácidos. En un pH de 2,5, Erdmann descubrió que "el PAA matará la mayoría de los organismos patógenos en unos pocos segundos".

El problema es que la mayoría de las heridas parecen ser neutrales o ligeramente alcalinas. *Proteus mirabilis* secreta amoníaco y otras aminas básicas que tienden a hacer las heridas ligeramente alcalinas. Erdmann señala algunos trabajos de B. Greenberg, quien descubrió que algunas bacterias dañinas no sobreviven un viaje a través del intestino de una larva de mosca de carroña deliberadamente infectada con *P. mirabilis*. Greenberg estudió más la mosca de carroña y descubrió que el pH dentro del intestino era de 2,9, ideal para que el PAA actuara como antibiótico.

Erdmann dice que los gusanos pueden ayudar con las heridas al actuar como filtro esterilizante. Conforme los gusanos comen la carne purulenta, las bacterias presentes en ella son eliminadas por los antibióticos que secretan las bacterias en sus glándulas salivales A.G.

Nematodos Asociados al Arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. VI. Especies de *Hirschmanniella*¹

R. López*, L. Salazar*

ABSTRACT

Hirschmanniella spinicaudata and *H. oryzae* were found parasitizing rice roots in the Guanacaste province, Costa Rica. Based on light and scanning electron microscope studies, the following characters were found to be useful in differentiating both species; total body length, stylet, stomacardia and stoma-excretory pore, distance maximum body diameter, esophagus and tail lengths, the M percentage of females and males, the stoma-vulva, distance the anal body diameter of females, the body diameter at the level of the cloaca, the spicules and the gubernaculum of males, all of them larger in *H. spinicaudata*; the smaller a ratio and O percentage are also useful in differentiating the species. Other characters present in *H. oryzae* but absent in *H. spinicaudata* were a mucronate tail and eight short lineal depressions located near the edges of the labial disc, on the subdorsal and subventral sectors.

INTRODUCCION

En un reconocimiento efectuado recientemente en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, se encontraron dos especies de nematodos fitoparásitos del género *Hirschmanniella* Luc y Goodey, 1964, en asocio con arroz (*Oryza sativa* L.) (9). Según Hollis y Keoboonrueng (4), cinco especies de este género, v.g., *H. spinicaudata* (Schuurmans Stekhoven, 1944) Luc y Goodey, 1964, *H. oryzae* (van Breda de Haan, 1902) Luc y Goodey, 1964, *H. mucronata* (Das, 1960) Khan, Siddiqi, Khan, Husain y Saxena, 1964, *H. caudacrena* Sher, 1968 y *H. belli* Sher, 1968, causan daños de importancia económica en este cultivo, en diferentes partes del mundo. Estos autores estiman que las pérdidas causadas por tales especies son del 25% y que en la actualidad, infestan unos 200 millones de acres en escala mundial. Ichinoe (5) ha informado que, además de las especies citadas, *H. imamuri*

¹ Recibido para publicación el 15 de julio de 1987.

Parte del proyecto 312-85-028 de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Los autores agradecen la financiación otorgada por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, la ayuda técnica del Sr. Justo Azofeifa y la Srita. Carmen Gutiérrez, y la identificación de las especies hecha por el Dr. A. Morgan Golden, del USDA.

* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. El primer autor es beneficiario del programa de apoyo a investigadores que patrocina el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

COMPENDIO

Las especies *Hirschmanniella spinicaudata* y *H. oryzae* fueron encontradas parasitando plantas de arroz en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Con base en estudios hechos con los microscopios de luz y electrónico de rastreo se determinó que la longitud total, el estilete, las distancias estoma-cardia y estoma-poro excretor, el diámetro máximo del cuerpo, la longitud del esófago y la de la cola y el porcentaje M de machos y hembras, la distancia estoma-vulva y el diámetro anal de las hembras, el diámetro del cuerpo a nivel de la cloaca, las espículas y el gubernaculum de los machos, todas ellas ostensiblemente mayores en *H. spinicaudata* sirven para diferenciar ambas especies, lo mismo que la menor proporción a y el menor porcentaje O. También se encontró que *H. oryzae* tiene un mucro, ausente en *H. spinicaudata*, y ocho depresiones lineales cortas en los sectores subdorsal y subventral del disco labial, también ausentes en *H. spinicaudata*.

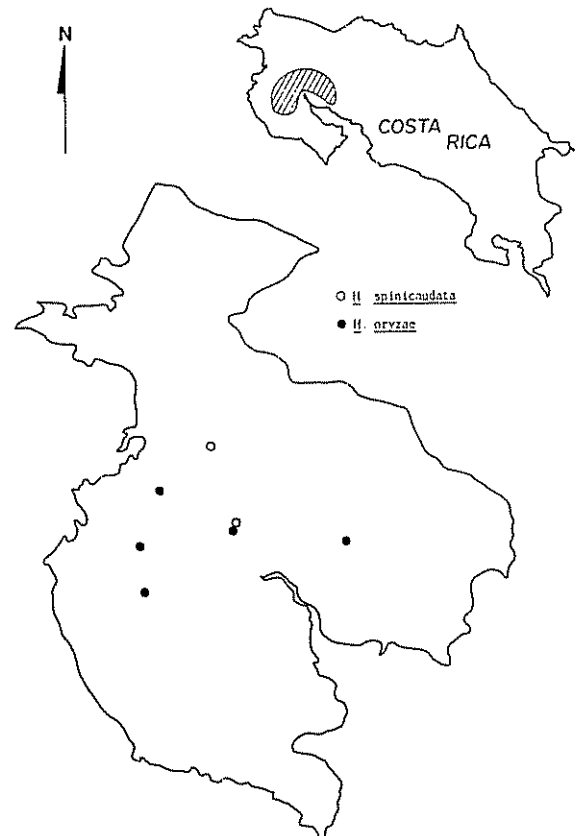


Fig. 1. Mapa de la provincia de Guanacaste, Costa Rica, que muestra la distribución geográfica de *Hirschmanniella spinicaudata* y *H. oryzae* en arroz

Sher, 1968, y *H. thornei* Sher, 1968 atacan al arroz; sin embargo, este autor no mencionó si estas especies también causan daños de importancia económica

Con tales antecedentes, se consideró importante realizar un estudio morfológico de las especies encontradas en Costa Rica con el microscopio de luz (ML) y el microscopio electrónico de rastreo (MER) para determinar aquellas características que permitieran su diferenciación. También se incluyeron en este estudio observaciones sobre su distribución geográfica y condiciones ecológicas de los sitios en donde fueron encontradas.

MATERIALES Y METODOS

Durante 1985 y 1986 se colectaron especímenes de *Hirschmanniella* spp. en muestras de suelo y de raíces de arroz, en plantíos localizados en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Los métodos usados

para la extracción de los nematodos, tanto de las raíces como del suelo y para el montaje, medición y preparación de dibujos de los nematodos, fueron descritos previamente (7, 9). En cada población, se estudió un número variable de especímenes en los cuales se midió una serie de características convencionales; además en todos los casos, se calcularon las proporciones a, b, b', c, c' y los porcentajes M (cono del estilete/estilete x 100) y O (distancia entre el orificio de la glándula dorsal esofágica y los nódulos del estilete/estilete x 100) (17). Algunos especímenes fueron procesados para su observación con el MER, según el método descrito por López y Salazar (8); también se hicieron observaciones sobre algunas características de los agroecosistemas en que estos nematodos fueron recuperados.

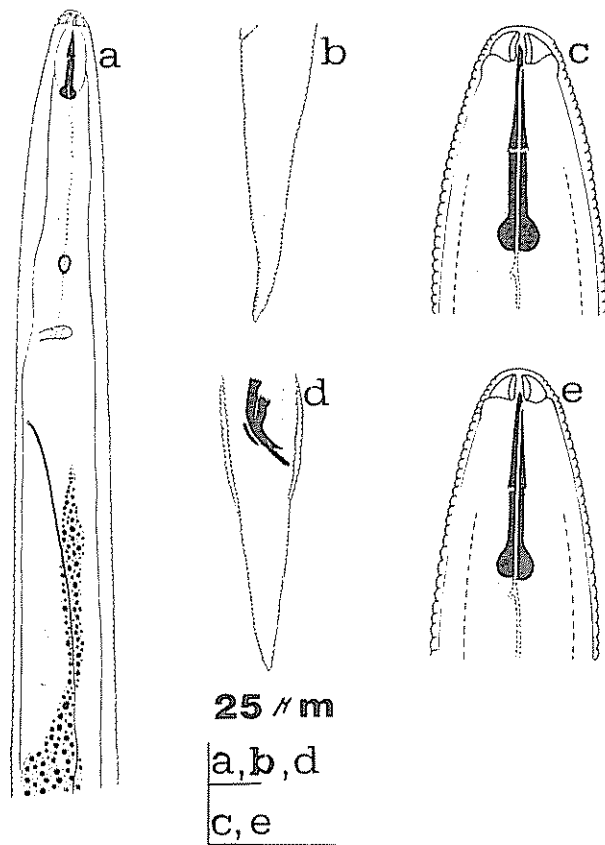


Fig 2. *Hirschmanniella spinicaudata* a-c: hembra; d-e: macho; a: parte anterior; b: cola; c: región cefálica; d: cola; e: región cefálica.

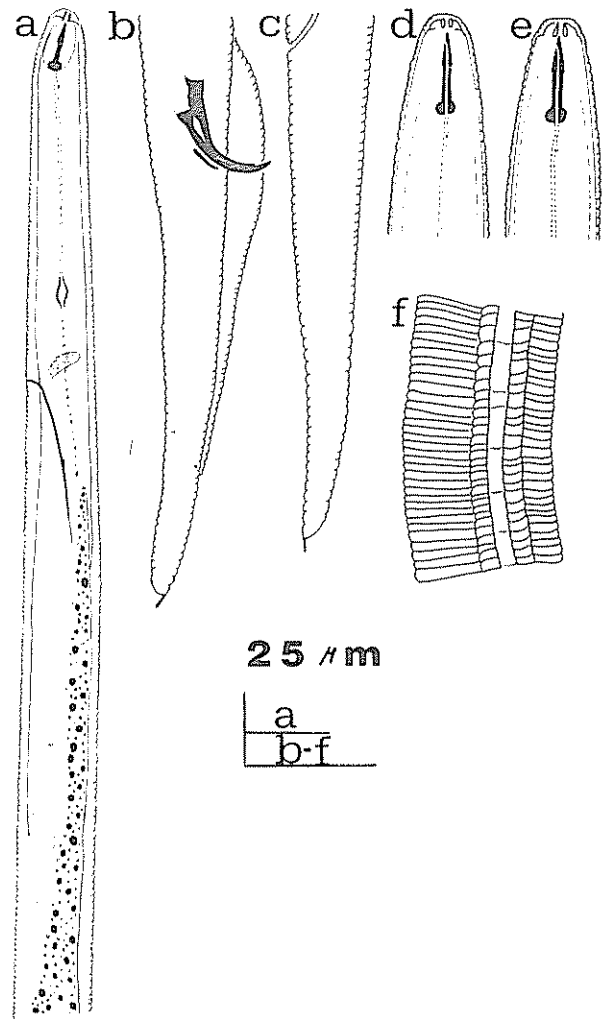


Fig 3. *Hirschmanniella oryzae* a, b, d: macho; c, e, f: hembra; a: parte anterior; b, c: cola; d, e: región cefálica; f: vista lateral cerca de la mitad del cuerpo.

RESULTADOS

Se identificaron dos especies de *Hirschmanniella* parasitando al arroz: *H. spinicaudata* y *H. oryzae*. En la Fig. 1 se ilustra la distribución geográfica de ambas especies en la provincia de Guanacaste. *H. spinicaudata* fue recuperada en dos localidades cercanas a Liberia, la capital provincial (El Pelón de la Bajura y en el km 5 de la carretera entre Liberia y Filadelfia), mientras que *H. oryzae* tiene una distribución más amplia ya que fue recuperada en cinco sitios, algunos separados por aproximadamente 70 km. En El Pelón de la Bajura se encontraron ambas especies en un mismo arrozal, en proporciones similares.

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los valores promedio y otros parámetros de las características estudiadas en hembras y machos de *H. spinicaudata*, mientras que en los Cuadros 3 y 4 se presentan los valores correspondientes a hembras y machos de *H. oryzae*, respectivamente. En las Figs. 2 a 5 se ilustran algunas características morfológicas de ambas espe-

cies. En general, la forma del cuerpo fue similar en ambas especies pero de mucho mayor tamaño en *H. spinicaudata* que en *H. oryzae*.

Observaciones con el MER

Vista de perfil, la región cefálica de *H. spinicaudata* exhibía de cuatro a cinco anillos, además del disco labial; con frecuencia, los anillos eran incompletos (Fig. 4a), por lo que en un mismo espécimen se podían contar cuatro o cinco anillos, según el lado de la región cefálica que fuera observado. En vista frontal, la parte anterior exhibía un disco labial ovalado o casi redondo, liso (Fig. 4b, c), con un prestoma ovalado en el centro, rodeado por seis sensilas labiales internas, colocadas muy cercanas a la abertura prestomática. El estoma estaba colocado internamente en el centro del prestoma; tenía forma de rendija y estaba orientado en el eje dorsoventral; lateralmente al prestoma se localizaban las aberturas anfidiales, en forma de rendijas alargadas, orientadas dorsoventralmente; frecuentemente estaban obstruidas parcial o

Cuadro 1. Algunas características morfométricas, proporciones y porcentajes de hembras de *Hirschmanniella spinicaudata*

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Medidas*						
Longitud total	1 971	2 538	2 296	150 20	33 60	6 5
Estilete	36	43	39 5	1 83	0 42	4 6
Cono del estilete	20	25	22 4	1 04	0 23	4 6
Diámetro nódulos del estilete	6	9	7 6	0 65	0 14	8 5
OGDE	3	5	3 8	0 64	0 14	16 8
Estoma-cardia	130	184	150	13 30	2 97	8 8
Estoma-vulva	1 120	1 418	1 282	82 11	18 36	6 4
Estoma-poro exc	147	203	172	12 69	2 83	7 3
Diámetro máximo	40	64	49	5 98	1 33	12 2
Esófago	311	471	404	41 96	9 64	10 3
Diámetro anal	19	37	31	4 02	0 89	12 8
Cola	78	158	125	17 04	3 91	13 6
Proporciones						
a	34 9	54 8	47 2	4 80	1 07	10 1
b	12 5	17 4	15 3	1 21	0 27	7 9
b'	4 9	7 2	5 6	0 64	0 14	11 4
c	14 4	29 8	18 8	3 25	0 74	17 2
c'	3 2	5 1	4 0	0 42	0 09	10 5
Porcentajes						
V	52 3	59 7	55 8	1 96	0 43	3 5
M	52 5	60 0	56 9	2 44	0 56	4 2
O	8 0	12 7	9 9	1 65	0 37	16 6

* Todas las medidas en μm , excepto la longitud total (mm). Los valores obtenidos provienen de 20 observaciones.

Cuadro 2. Características morfométricas, proporciones y porcentajes de machos de *Hirschmanniella spinicaudata*

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Medidas*						
Longitud total	1 926	2 538	2 256	211 88	67.05	9.3
Estilete	35	41	38	1.91	0.63	5.0
Cono del estilete	19	22	21	1.73	0.54	8.2
Diámetro nódulos del estilete	6	8	7	0.50	0.15	7.2
OGDE	2	5	3.6	0.72	0.24	20.0
Estoma-cardia	127	166	148	12.68	4.01	8.5
Estoma-pro exc.	157	199	177	13.51	4.50	7.6
Diámetro máximo	37	60	46	6.88	2.17	14.9
Esófago	349	483	422	49.67	16.55	11.7
Diámetro a nivel de la cloaca	25	31	28	2.08	0.65	7.4
Cola	118	167	135	14.40	4.55	10.6
Espículas	37	51	47	4.17	1.31	8.8
Gubernaculum	11	17	14	2.23	0.74	15.7
Proporciones						
a	42.5	54.6	49.3	4.08	1.29	8.2
b	13.0	18.1	15.3	1.46	0.46	9.5
b'	4.6	6.6	5.4	0.62	0.20	11.4
c	15.1	18.2	16.7	1.18	0.37	7.0
c'	4.3	5.9	4.8	0.52	0.16	10.8
Porcentajes						
M	43.4	59.2	55.0	4.63	1.54	8.4
O	6.4	14.0	9.6	2.47	0.82	25.7

* Todas las medidas en μm , excepto la longitud total (mm). Valores obtenidos en 10 observaciones

totalmente por una secreción. Los campos laterales estaban formados por tres bandas, delimitadas por cuatro incisuras longitudinales; las incisuras externas tenían los bordes levemente arqueados, mientras que las internas eran relativamente rectas. Con alguna frecuencia, las anulaciones transversales atravesaban las dos bandas externas pero menos frecuentemente la banda central, lo que causaba la areolación incompleta de los campos laterales en prácticamente toda su extensión (Fig. 4d); en las hembras y machos los campos laterales todavía eran discernibles cerca de la parte terminal de la cola (Fig. 4e). La bursa de los machos (Fig. 4f) era anulada, con 1/3 anterior y 2/3 partes posterior a la cloaca.

En *H. oryzae* la región cefálica, vista de perfil con el MER (Fig. 5a), constaba de cinco a seis anillos, además del disco labial; al igual que en *H. spinicaudata*, a menudo los anillos eran incompletos, por lo que en un mismo espécimen se podían contar cinco o seis. En vista frontal, la parte anterior exhibía un disco la-

bial liso, ovalado o casi redondo (Fig. 5b, c), con un prestoma ovalado en el centro, rodeado por seis sensilas labiales internas; el estoma no fue visible. Las aberturas anfidaes, colocadas en los sectores laterales del disco labial, tenían forma de rendija alargada, con orientación dorsoventral; a menudo estaban obstruidas por una secreción. En los sectores subdorsal y subventral del disco labial, en una zona cercana a sus márgenes, se encontraron en cada uno cuatro depresiones lineales, cortas, agrupadas en parejas, que probablemente corresponden a sensilas cefálicas. Los campos laterales (Fig. 5d) constaban de tres bandas, delimitadas por cuatro incisuras, con bordes arqueados en las externas y relativamente lisos en las internas; con alguna frecuencia las anulaciones transversales atravesaban las bandas externas y con mucho menos frecuencia, la banda central, lo que ocasionaba que los campos laterales tuvieran una areolación incompleta; tanto en machos como en hembras (Fig. 5f) los campos laterales llegaban hasta una región cercana a la parte terminal de la cola. La bursa

Cuadro 3. Características morfométricas, proporciones y porcentajes de hembras de *Hirschmanniella oryzae*

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Medidas*						
Longitud total	1 201	1 963	1 495	190 90	39 03	12 7
Estilete	17	21	19	1 15	0 23	6 1
Cono del estilete	7	10	9	0 69	0 14	8 1
Diámetro nódulos del estilete	4	7	5	0 54	0 11	12 0
OGDE	3	5	4	0 54	0 11	12 5
Estoma-cardia	85	133	113	16 95	3 79	15 0
Estoma-vulva	635	1 476	824	168 18	34 39	20 4
Estoma-poro exc	72	146	120	16 55	3 38	13 7
Diámetro máximo	20	30	26	3 63	0 74	13 8
Esófago	251	422	312	55 79	12 18	17 8
Diámetro anal	13	21	16	1 89	0 41	11 5
Cola	68	102	86	9 64	2 15	11 2
Proporciones						
a	40	69	57	7 42	1 51	12 9
b	10	18	14	2 21	0 49	16 1
b'	4	7	5	0 85	0 18	17 7
c	15	24	18	2 45	0 54	13 9
c'	5	7	5	0 76	0 17	14 6
Porcentajes						
V	49	65	55	9 75	1 99	17 6
M	40	49	45	2 27	0 46	5 0
O	18	32	23	3 08	0 64	13 2

* Todas las medidas en μm , excepto la longitud total (mm) Valores obtenidos de 24 observaciones

 Cuadro 4. Características morfométricas, proporciones y porcentajes de machos de *Hirschmanniella oryzae*

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Medidas*						
Longitud total	1 000	1 754	1 386	215 62	57 65	15 5
Estilete	17	23	19	1 91	0 51	10 1
Cono del estilete	7	12	9	1 43	0 38	16 6
Diámetro nódulos del estilete	3	5	4	0 51	0 13	11 8
OGDE	3	6	4	0 69	0 18	15 6
Estoma-cardia	103	122	111	8 84	3 60	7 9
Estoma-poro exc	92	160	125	19 96	5 33	16 0
Diámetro máximo	19	33	25	4 59	1 22	18 5
Esófago	152	353	256	60 60	17 51	23 6
Diámetro a nivel de la cloaca	14	22	18	2 81	0 81	15 7
Cola	73	106	86	10 14	2 80	11 8
Espículas	19	28	24	2 67	0 71	11 0
Gubernaculum	7	10	8	1 03	0 38	12 8
Proporciones						
a	42 6	72 6	56 5	8 22	2 19	14 5
b	11 7	14 9	13 4	1 12	0 45	8 3
b'	3 9	9 3	5 6	1 71	0 49	30 5
c	12 0	19 6	16 2	2 05	0 56	12 6
c'	3 8	5 8	4 8	0 60	0 18	12 5
Porcentajes						
M	38 8	64 7	45 9	6 39	1 70	13 9
O	16 7	31 3	23 5	4 45	1 18	10 9

* Todas las medidas en μm , excepto la longitud total (mm) Valores obtenidos de 14 observaciones

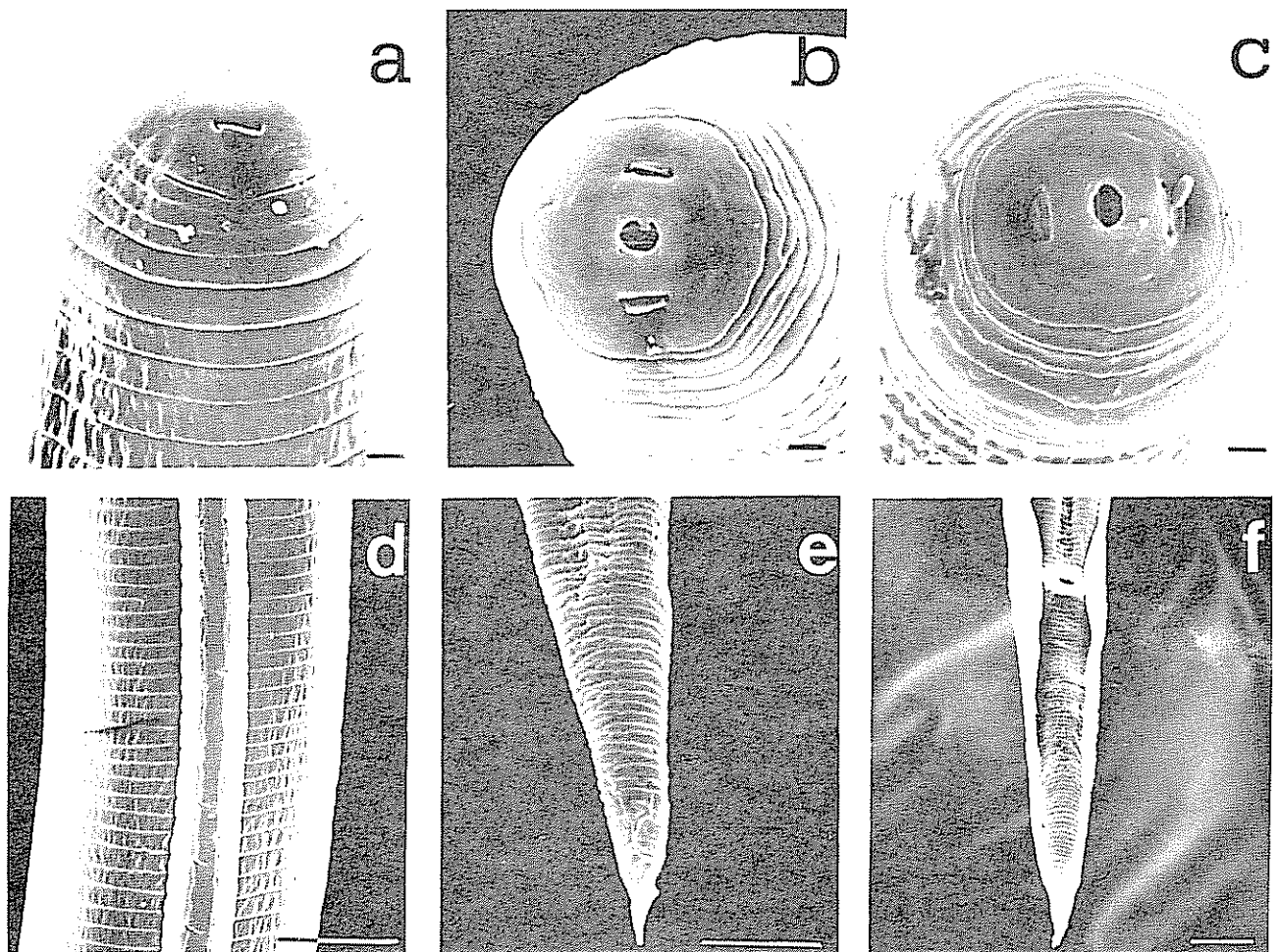


Fig 4 Fotomicrografías de *Hirschmanniella spinicaudata* con el microscopio electrónico de rastreo: a: región cefálica (hembra, lateral); b, c: vista frontal (hembras); d: campo lateral a mitad del cuerpo (hembra); e: cola (hembra); f: cola (macho). La barra en a, b y c = 5 μ m; en d, e y f = 10 μ m

de los machos (Fig 5e) era anulada, con aproximadamente 1/3 anterior y 2/3 posterior a la cloaca

Ambas especies fueron recuperadas únicamente de arrozales inundados o de arrozales de secano que tenían una tabla de agua muy cercana a la superficie; los suelos en estos sitios son *Typic Pellustert*, del orden de los *Vertisoles*; tienen una textura correspondiente a arcilla en todos los horizontes, un drenaje imperfecto o lento y un pH en agua entre 6 y 7

DISCUSION

Tanto *H. spinicaudata* como *H. oryzae* son especies patógenas del arroz (2, 6, 11, 13, 18), por lo que este primer informe de su presencia en Costa Rica

debe ser motivo de alerta para los productores de este cereal y para las autoridades fitosanitarias correspondientes. Van der Vecht y Bergman (18) y Muthukrishnan *et al.* (13) han señalado que el daño causado por *H. oryzae* depende en gran parte de las condiciones en que crece el arroz y que el crecimiento inicial de las plantas puede ser retardado por los nematodos, aunque posteriormente las mismas aparentemente se recuperan; sin embargo, su rendimiento es disminuido significativamente. Las observaciones hechas en los arrozales costarricenses en donde fue encontrada esta especie se hicieron al momento en que las plantas estaban formando la espiga o en una época previa a su cosecha; bajo esas condiciones, no fue posible detectar ningún síntoma que sugiriera un daño severo causado por este nematodo; una situación similar se presentó en los sitios donde se encon-

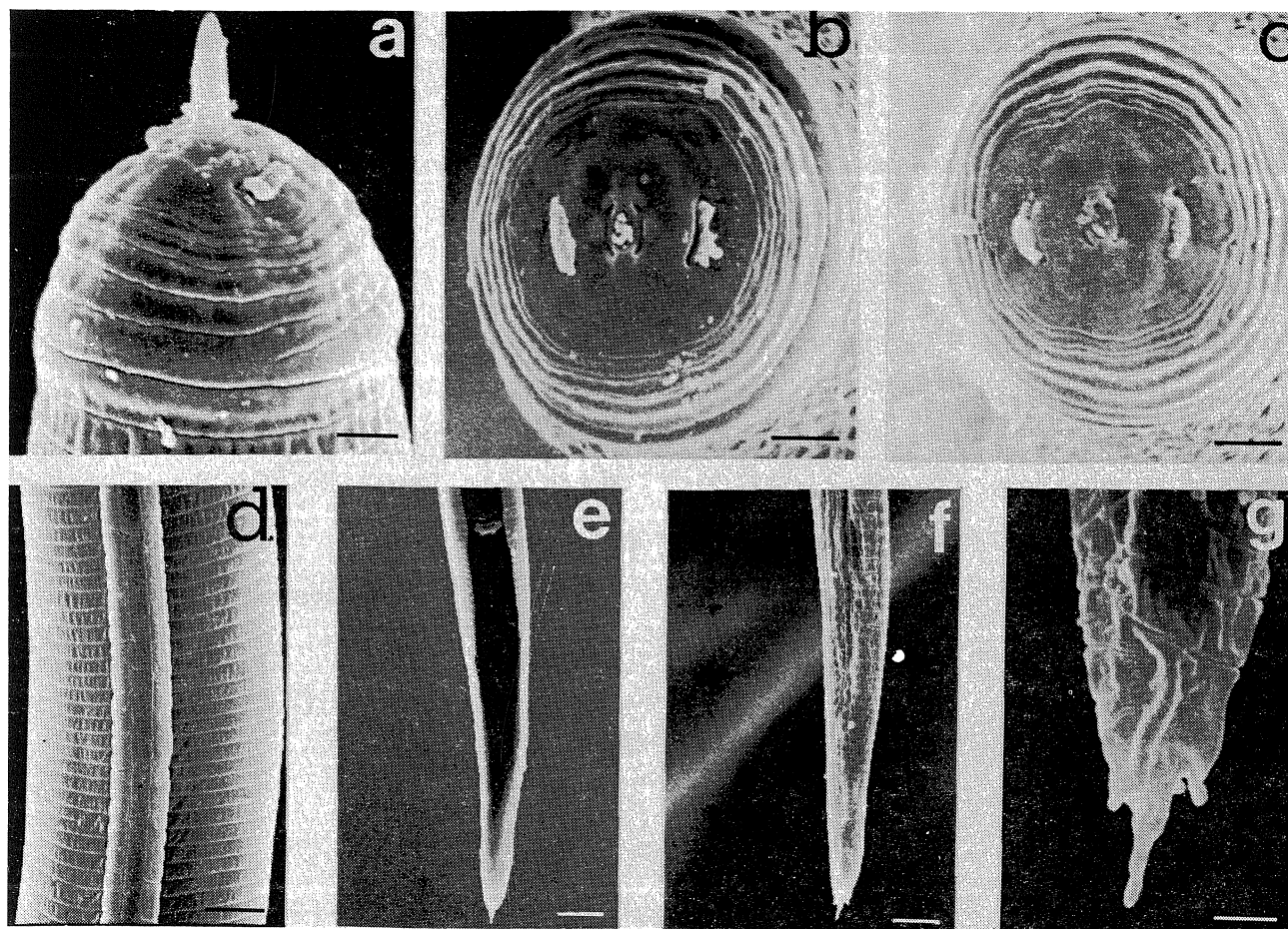


Fig. 5. Fotomicrografías de *Hirschmanniella oryzae* con el microscopio electrónico de rastreo. a: región cefálica (hembra, lateral); b, c: vista frontal (hembras); d: campo lateral a mitad del cuerpo (hembra); e: cola (macho); f: cola (hembra); g: mucro (hembra). La barra en a, b, c y g = 1 μ m; en d, e y f = 5 μ m.

tró la especie *H. spinicaudata*. Sin embargo, lo anterior no debe ser interpretado como evidencia de que estos nematodos no tienen importancia económica bajo condiciones locales; esta situación merece ser dilucidada mediante investigaciones futuras diseñadas específicamente para este propósito. Por otra parte, las características ecológicas de los sitios infestados por estos nematodos, v.g., arrozales inundados o de secano pero con una tabla de agua cercana a la superficie, coinciden con lo anotado por varios autores (2, 4, 12, 15) en el sentido de que estas especies se reproducen bien en arroz que crece en estos agroecosistemas.

Uno de los objetivos de este trabajo era el de definir aquellas características que sirvieran para diferenciar las dos especies de *Hirschmanniella* encontradas en Guanacaste. Si se utiliza el ML para este

propósito se puede usar L, el estilete, el cono del estilete, el diámetro de los nódulos del estilete, las distancias estoma-cardia y estoma-poro excretor, el diámetro máximo del cuerpo, la longitud del esófago y la de la cola y el porcentaje M, tanto de hembras como de machos, así como la distancia estomavulva y el diámetro anal de las hembras y el diámetro a nivel de la cloaca, las espículas y el gubernaculum de los machos; todas estas características son ostensiblemente mayores en *H. spinicaudata* que en *H. oryzae*; además, se puede usar la proporción a y el porcentaje O, los que son mayores en esta última especie. También se puede utilizar el mucro, presente en *H. oryzae* y ausente en *H. spinicaudata*. Si se utiliza el MER, el mayor tamaño de *H. spinicaudata* es una evidente diferencia con respecto a *H. oryzae*, así como las ocho depresiones lineales cortas, presentes en los sectores subdorsal y subventral del disco labial de *H. oryzae* pero ausentes en los de *H. spinicaudata*.

Al comparar los valores promedio de las medidas tomadas en machos y hembras de ambas especies con lo informado previamente por varios autores (3, 10, 11, 14, 15), se encontró que algunos de ellos fueron muy similares o idénticos y otros levemente mayores o menores a los informados para estas dos especies

Finalmente, es interesante mencionar que Aubert y Luc (1) encontraron una población de *H. spinicaudata*, proveniente de Senegal, que sólo tenía cuatro sensilas labiales internas alrededor de la abertura pre-tomática; esta observación contrasta con la presencia de seis sensilas en la población costarricense y refuerza el comentario de estos autores en el sentido de que la población estudiada por ellos era aberrante en esta característica. Asimismo, Siddiqi (16) informó que los campos laterales de *H. oryzae* no estaban areolados, excepto en la región del cuello y ocasionalmente, en forma incompleta, en la región caudal; en la población costarricense también se observó una areolación incompleta a mitad del cuerpo, tanto con el MER (Fig. 5d) como con el ML (Fig. 3f); es posible que esta característica varíe dentro de o con la población estudiada, lo que explicaría estas observaciones contradictorias.

LITERATURA CITADA

1. AUBERT, V ; LUC, M. 1985. Observation au microscope électronique a balayage de *Hirschmanniella spinicaudata* (Sch. Stekh., 1944) (Nemata: Pratylenchidae). *Revue de Nematologie* (Francia) 8(2):179-181
2. BABATOLA, J.O.; BRIDGE, J. 1979. Pathogenicity of *Hirschmanniella oryzae*, *H. spinicaudata*, and *H. imamuri* on rice. *Journal of Nematology* (EE UU) 11(2):128-132
3. GOODEY, I. 1936. On *Anguillulina oryzae* (v. Breda de Hann, 1902) Goodey, 1932, a nematode parasite of the roots of rice, *Oryza sativa* L. *Journal of Helminthology* (Inglaterra) 14(2):107-112
4. HOLLIS, J.P.; KEOBOONRUENG, S. 1984. Nematode parasites of rice. In *Plant and Insect Nematodes*. Ed. by W.R. Nickle. New York, Marcel Dekker, p. 95-146
5. ICHINOE, M. 1972. Nematode diseases of rice. In *Economic Nematology*. Ed. by J.M. Webster. New York, Academic Press p. 127-143
6. ISRAEL, P.; RAO, Y.S.; RAO, Y.R.V.J. 1963. Investigations on nematodes in rice and rice soils. I. *Oryza* (India) 1(2):125-128.
7. LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1986. Nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. II. Variaciones intraespecíficas en *Tylenchorhynchus annulatus* (Cassidy, 1930) Golden, 1971. *Turrialba* (C.R.) 36(3):355-362
8. LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1987. Nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. III. Microscopía electrónica de rastreo de *Meloidogyne salasi* y *Tylenchorhynchus annulatus*. *Turrialba* (C.R.) 37(1):77-84
9. LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1987. Nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. V. Frecuencia y densidades poblacionales en las principales zonas productoras. *Agronomía Costarricense* (C.R.) 11(2): (en prensa).
10. LUC, M.; FORTUNER, R. 1975. *Hirschmanniella spinicaudata*. Commonwealth Institute of Helminthology. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes. No. 68. 3 p.
11. MATHUR, V.K.; PRASAD, S.K. 1972. Role of the rice root nematode *Hirschmanniella oryzae* in rice culture. *Indian Journal of Nematology* (India) 2(2):158-168.
12. MERNY, G. 1970. Les nematodes phytoparasites des rizières inondées en Côte d'Ivoire. I. Les espèces observées. *Cahiers Orstom: Seric Biologie* (Francia) 11:3-43
13. MUIHUKRISHNAM, T.S.; RAJENDRAN, G.; RAMAMURTHY, V.V.; CHANDRASEKARAN, J. 1977. Pathogenicity and control of *Hirschmanniella oryzae*. *Indian Journal of Nematology* (India) 7(1):8-16.
14. SAMSOEN, L.; GERAERI, E. 1975. La faune nématologique des rizières du Cameroun. I. Ordre des Tylenchides. *Rev. Zool. Afr.* 89(3):536-553.
15. SHER, S.A. 1968. Revision of the genus *Hirschmanniella* Luc & Goodey, 1963 (Nematoda: Tylenchoidea). *Nematologica* (Holanda) 14:243-275.
16. SIDDIQI, M.R. 1973. *Hirschmanniella oryzae*. Commonwealth Institute of Helminthology. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes. No. 26. 3 p.
17. SIDDIQI, M.R. 1986. Tylenchida. Parasites of Plants and Insects. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, United Kingdom. 645 p.
18. VECHI, J. VAN DER; BERGMAN, B.H.H. 1952. Studies on the nematode *Radopholus oryzae* (Van Breda de Hann) Thorne and its influence on the growth of the rice plant. General Agricultural Research Station, Bogor. *Pemberitaan Balai Besar Penelitian Pertanian* (Indonesia) No. 131. 82 p.

Consumo e Longevidade de Adultos de *Labidura riparia* (Pallas) (Dermaptera, Labiduridae) em Ovos de *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera, Pyralidae)¹

V.H. Bueno*, E. Berti Filho*

ABSTRACT

This paper deals with the adult longevity and feeding of *Labidura riparia* (Pallas) (Dermaptera, Labiduridae) on eggs of the sugar cane borer, *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera, Pyralidae). Results indicated that mean longevity was 208.20 ± 44.90 days for the females and 268.53 ± 53.06 days for the males. The daily consumption of *D. saccharalis* eggs averaged 16.84 ± 3.92 eggs for the females and 13.23 ± 2.52 for the males, while the number of eggs consumed during the whole adult life was 3 410.73 ± 958.08 for the females and 3 464.40 ± 861.73 for the males.

COMPENDIO

Este trabalho trata del estudio de la longevidad de *Labidura riparia* (Pallas) (Dermaptera, Labiduridae) y su consumo de huevos del barrenador de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera, Pyralidae). Los resultados señalaron que la longevidad promedio fue 208.20 ± 44.90 días para las hembras y 268.53 ± 53.06 días para los machos. El consumo promedio diario de huevos de *D. saccharalis* fue 16.84 ± 3.92 huevos para las hembras y 13.23 ± 2.52 huevos para los machos, mientras que el número promedio de huevos consumidos durante toda la vida adulta fue 3 410.73 ± 958.08 para las hembras y 3 464.40 ± 861.73 para los machos.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das mais importantes culturas do Brasil e dentre os fatores que contribuem negativamente para sua produtividade destacam-se os insetos pragas, especialmente a broca, *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera, Pyralidae).

O manejo de populações desta praga, no país, é feito através da multiplicação e distribuição de alguns parasitos da broca. Entretanto, pouca atenção tem sido dada aos predadores, embora se tenha observado uma grande mortalidade, em particular dos estágios imaturos da broca, ocasionada por estes agentes de controle que existem em abundância nos canaviais

Guagliumi (5, 6) mostrou que os dermápteros estão entre os predadores polífagos que reduzem, apreciavelmente, as populações da broca da cana no Nordeste brasileiro.

Os dermápteros *Doru aculeatum*, predando ovos e lagartas, *Anisolabis annulipes* e *Labidura riparia*, predando lagartas de *D. saccharalis*, foram registrados por Hensley (7), na Louisiana, EUA.

Estudos conduzidos por Reinert (9) na Flórida, demonstraram que *L. riparia* foi o predador mais ativo de *Blissus insularis* em pastagem, e que um adulto consumiu durante um período de 24 horas, 50 perceijos adultos.

Na Índia, *Labia* sp., *Euborellia annulipes* e *Proeus ramamurthii* foram observadas atacando a broca da cana no campo. Ninfas e adultos destes predadores penetravam nas galerias feitas pela lagarta, alimentando-se das brocas (8).

Silva (11) distribuiu ovos radioativos de *D. saccharalis* em canaviais e verificou que os únicos predadores que estavam radioativos eram os dermápteros. Estes insetos foram vistos alimentando-se das massas de ovos pré-fixadas nas folhas das plantas e cujas bainhas lhes forneciam abrigo, não raro encontrando-se ali suas posturas.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a ação predatória e a longevidade de adultos de *L. riparia* em ovos de *D. saccharalis*, em condições de laboratório.

¹ Recebido para publicação em 15 julho 1986.

* Escola Superior de Agricultura de Lavras, Depto. de Fitosanidade, Lavras, MG, 37 200 – Brasil.

** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Depto de Entomologia, Piracicaba, SP, 13 400 – Brasil

MATERIAL E METODOS

Foram observados 30 indivíduos adultos (15 machos e 15 fêmeas), oriundos da 1ª geração de criação de laboratório, emantidos individualmente em tubos de vidro (2 cm de diâmetro, 8 cm de altura) tampados com chumaço de algodão hidrófilo. A metodologia de manutenção dos predadores nos tubos e as observações sobre o consumo de ovos foram as mesmas descritas por Bueno *et al.* (3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio diário de ovos de *D. saccharalis* por adultos de *L. riparia* é de 16.84 ± 3.92 ovos para as fêmeas e 13.23 ± 2.52 para os machos (Tabela 1). Foi observado, ainda, que *L. riparia* frequentemente danificou os ovos de *D. saccharalis* ao caminhar sobre eles, sem entretanto consumi-los. O consumo total médio, durante a vida adulta deste predador, foi de 3410.73 ± 958.08 ovos para as fêmeas e 3464.40 ± 861.73 para os machos (Tabela 2). Afify e Farghaly (1), usando como alimento ovos de *Spodoptera littoralis* (Boisduval), verificaram que, em 24 horas, os machos de *L. riparia* consumiram 8 a 9 massas de ovos (cerca de 300 ovos cada massa) e as fêmeas 6 a 7 massas; o consumo dos machos foi, aproximadamente, 25% superior ao das fêmeas. Se-

Tabela 1. Número médio de ovos de *Diatraea saccharalis* (F.) consumido por dia, por adultos fêmeas e machos de *Labidura riparia* (Pallas).

No. dos espécimes	♀	♂
1	13.82	13.65
2	17.17	11.87
3	19.19	13.50
4	21.88	12.67
5	15.65	10.77
6	18.32	17.00
7	14.59	12.40
8	11.83	14.72
9	19.31	13.16
10	23.18	14.82
11	9.78	17.19
12	16.93	11.47
13	14.40	10.36
14	14.06	16.53
15	22.49	8.46
Média	16.84 ± 3.92	13.23 ± 2.52

gundo Ammar e Farrag (2) *L. riparia* preda um grande número de ovos e lagartas de *S. littoralis* e, quando submetidos a um período de jejum, o número de fêmeas que sobrevive é maior que o de machos. Buschman *et al.* (4), estudando os predadores de ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, em cultura de soja na Flórida, EUA, concluíram que dermápteros, formigas, crisopídeos, nabídeos e aranhas foram os grupos de artrópodes responsáveis pela maior porcentagem de predação de ovos da praga. Destes, *L. riparia* foi a espécie responsável pela mais alta porcentagem de predação no ano de 1973.

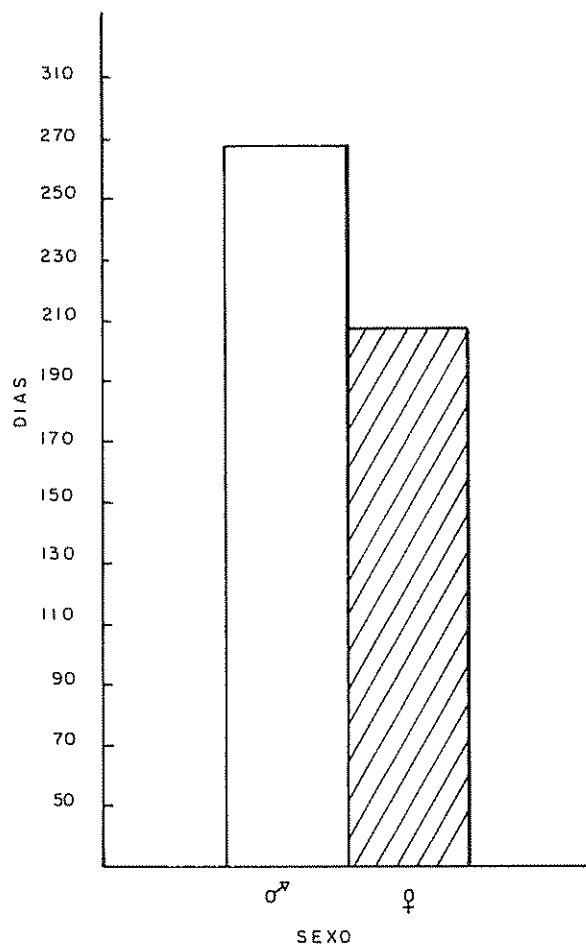


Fig. 1. Longevidade de adultos, machos e fêmeas de *Labidura riparia* (Pallas) alimentados com ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.).

Tabela 2. Consumo total de ovos de *Diatraea saccharalis* (F.) e longevidade de adultos, machos e fêmeas, de *Labidura riparia* (Pallas).

No. dos espécimes	♀		♂	
	No. de Ovos Consumidos	Longevidade (dias)	No. de Ovos Consumidos	Longevidade (dias)
1	3 823	281	3 068	223
2	2 909	268	2 747	162
3	4 090	304	5 448	285
4	3 775	299	5 601	257
5	3 707	347	3 068	197
6	4 795	284	3 115	171
7	2 271	185	3 806	263
8	3 798	260	2 877	245
9	4 475	342	3 264	172
10	2 002	137	3 176	139
11	4 127	241	2 318	240
12	3 110	273	2 641	158
13	2 850	276	2 723	191
14	4 250	259	3 305	240
15	2 284	272	4 004	180
Média	3 484.40 ±861.73	268.53 ±53.06	3 410.73 ±958.08	208.20 ±44.90

A longevidade dos dermápteros adultos é variável, em função do sexo, tipo de alimento e condições de umidade do ambiente.

Os adultos de *L. riparia*, alimentados com ovos de *D. saccharalis*, apresentaram longevidade média de 268.53 ± 53.06 dias (mínimo de 137 e máximo de 347 dias) para os machos e 208.20 ± 44.90 dias (mínimo de 139 e máximo de 285 dias) para as fêmeas (Fig 1; Tabela 2). Shepard *et al* (10), alimentando *L. riparia* com larvas de *Melanotus communis* (Gyllenhal), observaram uma longevidade média de 114.8 ± 58.3 dias e 116.6 ± 37.9 dias para machos e fêmeas, respectivamente.

CONCLUSÃO

L. riparia é um eficiente predador de ovos de *D. saccharalis* em laboratório, com uma longevidade ao redor do período de duração de três estações, e pode ser um dos agentes responsáveis pela significativa mortalidade dos estágios imaturos da broca, nas extensas áreas canavieiras. Pesquisas futuras deveriam ser direcionadas para esclarecer o importante papel das dermápteros, em especial *L. riparia*, no controle natural da broca e, com toda certeza, de outras pragas da cana-de-açúcar.

LITERATURA CITADA

- AFIFY, A.M.; FARGHALY, H.T. 1970 Comparative laboratory studies on the effectiveness of *Labidura riparia* Pall. and *Coccinella undecimpunctata* Reiche, as predators of eggs and newly hatched larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). Bulletin Society of Entomology (Egypt) (54):277-282.
- AMMAR, E.D.; FARRAG, S.M. 1974 Studies on the behaviour and biology of the carwig *Labidura riparia* Pallas (Derm., Labiduridae) Zeitschrift für Angewandte Entomologie 75:189-196.
- BUENO, V.H.P.; BERTI FILHO, E.; KOZIMA, M.T.; SGRILLO, R.B. 1983. Ação predatória de *Labidura riparia* (Pallas) (Dermaptera: Labiduridae) sobre a broca da cana de açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera, Pyralidae) Revista de Agricultura, (Bra.) 58(4):291-300.
- BUSCHMAN, L.I.; WHITCOMB, W.H.; HEMENWAY, R.C.; MAYS, D.L.; NGUYEN RU; LEPPLA, N.C.; SMITTLE, B.J. 1977. Predators of velvetbean caterpillar eggs in Florida soybeans. Environmental Entomology 6(3):403-407.
- GUAGLIUMI, P. 1960 Actual situation of entomology of sugar cane in Venezuela. Proceedings of the 10th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Hawaii. Amsterdam, Elsevier.

- 6 GUAGLIUMI, P. 1972. Pragas da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA, Rio de Janeiro, 615 p.
- 7 HENSLEY, S.D. 1971. Management of sugar cane borer populations in Louisiana, a decade of change. *Entomophaga* 16(1):133-146.
- 8 RAMAMURTHI, B.N.; SOLAYAPPAN, A.R. 1980. Dermapteran predators in the biological regulation of sugarcane borers in India. *Current Science* 49(2):72-73.
- 9 REINERT, J.A. 1978. Natural enemy complex of the southern ching bug in Florida. *Annals of the Entomological Society of America* 71:728-731.
- 10 SHEPARD, M.; VAN WADDILL; KLOFT, W. 1973. Biology of the predaceous earwig *Labidura riparia* (Dermaptera: Labiduridae). *Annals of the Entomological Society of America* 66(4):837-841.
- 11 SILVA, C.A.S. 1980. Uso de radiotraçador e serologia no estudo das relações alimentares entre a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1974) e artrópodes predadores. Piracicaba, ESALQ/USP, 68 p. (Dissertação de Mestrado)

Notas y Comentarios

Los mosquitos pequeños tienen más éxito con las hembras

En el reino animal, los machos grandes son a menudo los de mayor éxito cuando se trata de competir por los favores de las hembras. La fuerza y la resistencia son ambas necesarias para competir con los rivales. Pero, el tamaño, al parecer, no puede ser siempre todo.

Muchas especies de insectos forman enjambres de apareamiento, compuestos enteramente de machos. Las hembras vuelan a través de los enjambres, donde son interceptadas por un macho, y el apareamiento se efectúa al vuelo. Es innecesario decir que el sexo aéreo requiere un alto nivel de agilidad acrobática, una cualidad generalmente asociada con el tamaño pequeño.

Athol J. McLachlan, de la Universidad de Newcastle, Inglaterra, pensó que la pequeñez podría ser ventajosa para insectos machos en competencia contra cada uno de los miembros del enjambre. Puso en

prueba su hipótesis en un grupo de mosquitos no picadores conocidos como quiromónidos.

No todos los quiromónidos son indiferentes a la presencia de un zoológico que sostiene una red cuando ellos están ocupados en actividades amorosas, pero McLachlan encontró dos especies que permanecían apareadas el tiempo suficiente para permitirle comparar la longitud de las alas de los machos apareados con la de los machos solitarios.

Aunque no había, en general una significativa diferencia en tamaño, en ambas especies él encontró un grupo de machos muy pequeños exclusivamente en pares en cópula y nunca como simples espectadores en el enjambre. En una especie, la distribución de los machos mostró una ventaja distintiva a favor del tamaño pequeño (*Ecological Entomology*, vol 11, p. 237).

La pequeñez en los insectos masculinos se ha considerado por mucho tiempo como un efecto secundario de una emergencia temprana al estado adulto; la ventaja real es que los machos tempranos ganan primero el acceso a las hembras. Pero, los quiromónidos machos que emergen tarde no son más grandes que aquellos que emergen temprano, aunque el tamaño de las hembras no aumenta a través de todo el periodo de emergencia. Esto sugiere que el tamaño pequeño es más importante que la emergencia temprana. A.G.

Classification of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Accessions in Germplasm Using Index Score Method¹

K.V.J. Mohan*, S. Bhagavan*, P.M. Kumaran*

ABSTRACT

An attempt is made to classify 161 accessions of cashew available at Vittal, using the index-score method. Index scores were assigned to morphological characters and yield, and the classification is based on the total scores obtained by accessions. The accessions have been grouped into twelve, the scores ranging from 10 to 23. Individual trees with very high scores have been identified and treated as elites. A scatter diagram plotted for 16 accessions put under comparative yield trial reveals the superior performance of some accessions, especially M 44/3 and Tree No. 1.

COMPENDIO

Se pretende clasificar 161 adquisiciones de árboles de maní (*Anacardium occidentale* L.) en la Estación Experimental de Vittal, la India, utilizando índices basados en ciertos rasgos morfológicos y en las tasas de rendimiento. Se formaron 12 grupos, con índices totales muy altos que van de 10 a 23. Árboles individuales con índices fueron separados como "élites". Al elaborarse un diagrama de dispersión para 16 adquisiciones sometidas a investigaciones sobre las tasas de rendimiento, se destacaron algunas, especialmente la M 44/3 y Arbol No. 1.

INTRODUCTION

An understanding of the genetic diversity of the materials in germplasm is basic to its utilization. Classifying accessions into clusters helps to identify the affinities and remoteness of one type from another. The diversity of genotypes is of special interest in the exploitation of heterosis (1, 2, 3). The present investigation classifies 161 cashew accessions assembled at the Vittal campus of the Central Plantation Crops Research Institute, ICAR, India.

MATERIALS AND METHODS

At Vittal, 161 cashew accessions were planted in 1972, of which 109 were from Bapatla, 25 from Vridhachalam, nine from Vengurla, five from Anakkayam, five were exotics and eight, were from Vittal. Each accession is represented by eight trees over two replications. The yield data of the 1982-83 season, as well as data on certain morphological characters, were utilised for this study. The measurements on the trees were made on a unit area of 1 m² on the south-

west corner of the canopy. Since the genotypes handled were large in number, it was found unwieldy to work out the Mahalanobis D² statistic (6) to study the genetic divergence. In similar situations in maize (4), in tobacco (7), and in green gram (mung) (*Phaseolus aureus* Roxb) (5), the index score method was employed as an alternative.

The yield and the possible yield attributes as studied here are quantitative characters. Scores are ranked 1, 2 and 3 for all the characters; this corresponds to arbitrary class intervals for the entire range of variability and in the ascending order of the positiveness of the attributes in relation to yield. An exception is duration of flowering, where a low score is given to protracted flowering, although this has a positive bearing on yield in the long run. It is not, however, an advantageous trait in view of the high cost of the manual labour involved in harvests. Hence, a high rating is given to a short flowering period.

The list of nine characters studied and the assigned ratings are given in Table 1. The mean index scores for each accession were obtained by averaging (and rounding off to the nearest integer) the index scores of trees belonging to a particular accession. Metroglyph analysis has been attempted based on three reproducible characters for the 16 types in comparative yield trials. The scatter diagram is affected through the two most important characters, namely, yield and nut weight.

¹ Received for publication 20 July 1987
Contribution No. 271 of CPCRI Regional Station, Vittal

* Central Plantation Crops Research Institute Regional Station, Vittal 574 243, Karnataka, India. Present address: Vasanth Vihar, Kavadiar, Trivandram 695 003, Kerala, India.

Table 1. Assignment of index scores to various characters.

Sl. No.	Characters	Class	Grouping criteria	Assigned scores
1.	Earlines of flowering	Late	after 1st Dec.	1
		Middle	1-30 Nov.	2
		Early	Before 31 Oct.	3
2.	Duration of flowering	Long	> 80 days	1
		Medium	60-80 days	2
		Short	< 60 days	3
3.	Leaf size (area in cm ²)	Small	< 50	1
		Medium	50-80	2
		Large	> 80	3
4.	Panicle size (1 x b cm ²)	Small	< (12 x 9)	1
		Medium	(12 x 9 - 16 x 10)	2
		Large	> (16 x 10)	3
5.	Flowers	Low	< 300	1
		Medium	(300 - 600)	2
		High	> 600	3
6.	♀ flower %	Low	< 5	1
		Medium	5 - 10	2
		High	> 10	3
7.	Fruits per panicle	Low	< 2	1
		Medium	2 - 5	2
		High	> 5	3
8.	Yield (kg)	Low	< 5	1
		Medium	5 - 10	2
		High	> 10	3
9.	Nut weight (g)	Low	< 5	1
		Medium	5 - 6	2
		High	> 6	3

Table 2. Mean index score, mean and range for nut weight of cashew in various clusters.

Cluster	Mean Yield	Yield Range	Mean Index score
1	2.0	2.0	10
2	2.53	2.1-2.9	13
3	3.12	1.0-5.7	14
4	3.76	1.8-6.2	15
5	3.89	1.5-7.1	16
6	4.90	2.1-7.5	17
7	5.63	2.5-8.9	18
8	5.80	2.9-8.4	19
9	7.00	3.2-9.5	20
10	7.26	5.3-9.2	21
11	7.28	5.3-9.3	22
12	7.51	5.4-10.0	23

Table 3. Dispersion of 161 types in 12 groups based on index scores.

Origin	No. of accessions	Groups											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bapatla	109	1	-	5	5	11	18	21	15	19	7	6	1
Vidhachal	25	-	-	-	1	3	4	6	3	5	1	1	1
Venguria	9	-	-	-	2	-	5	-	2	-	-	-	-
Anakkayam	5	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-	-	1
Vittal Local	8	-	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Exotics	5	-	-	1	1	-	1	-	1	-	1	-	-

RESULTS AND DISCUSSION

The mean index scores of the 161 accessions ranged from 10 to 23. The accessions having the same mean index score were grouped together to form clusters. In all, 12 clusters were formed (Fig. 1). Table 2 gives the mean index score, mean and range of nut weight (kg) of cashew in various clusters. The mean yield differs markedly between clusters, except for clusters 10 and 11. It may, however, be noted that there is a wide variation in yield between clusters.

The dispersion of 161 accessions in 12 clusters obtained from the pioneering cashew centres, plus the local and exotics, are given in Table 3. The best 10 accessions, belonging to clusters 11 and 12, highlight the performances of the Bapatla, Vridhachalam and Anakkayam sources.

In considering individual tree performance, the following trees (Table 4) have shown the highest scores. These trees, apart from their high overall scores, are also found to be high yielders. Hence, they may be treated as "elites" in the collection and qualify to be included in the hybridisation programmes. The scatter diagram of the 16 accessions reveals that the majority falls in the medium nut size group. However, only accession Vetore 56, which has large nut size, is found to be associated with low yield. It becomes increasingly clear that when selection is made for high yield, it is accomplished through large numbers of fruits per panicle. It is also found that oversized nuts are found in small numbers per panicle, whereas the majority of panicles contains a large number of medium and small nuts. The metroglyph scatter diagram reveals the superiority of accessions like M 44/3 Vridhachalam and Tree No. 1. from Bapatla.

The mode of collection and assemblage of the 161 accessions cast a certain doubt on the assumption

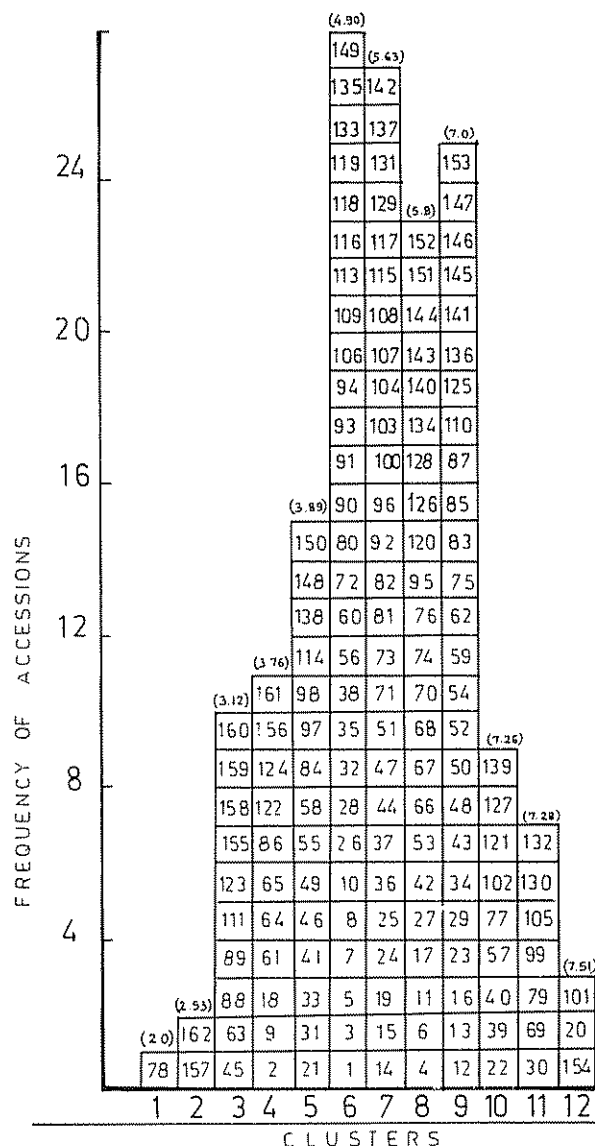


Fig. 1. Cashew germplasm evaluation figures in parenthesis are mean yield (kg)/cluster

Table 4. Individual trees with highest index scores.

S.No.	Origin	Tree No.	Index	Yield (kg)	Nut wt. (g)
1	M 44/3	II 12/2	25	14.9	5.6
2	1/3 Ceylon	II 120/4	25	17.5	6.6
3	M 37/3	I 20/4	26	12.1	5.6
4	M 54/4	II 22/3	24	10.9	5.1
5	A 18/4	I 30/4	27	12.4	7.8
6	Kodur 13/5	I 59/2	25	12.1	5.9
7	Baruva 1/10	II 98/4	25	12.5	5.4

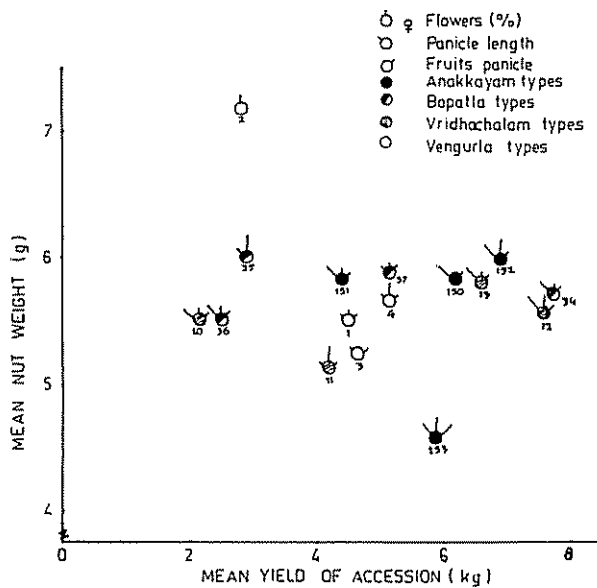


Fig. 2. Metroglyph of sixteen high yielding cashew types.

that diverse gene complexes can be attributed to different agroclimatic zones. This is because the types have been collected and maintained at different research centres and transferred to us later. In this process, one generation of outcrossing as well as one generation of unconscious selection would have operated on these materials. Therefore, the clusters

formed may not denote diverse genotypes in the true sense. Moreover, the distances from cluster to cluster are not standardised, something that is true of Mahalanobis D^2 distances. The present technique, therefore, aims at presenting information on the phenotypic classes that will identify the better performers.

LITERATURE CITED

1. ANAND, I.J.; MURIHY, B.R. 1968. Genetic divergence and hybrid performance in linseed. *Indian Journal of Genetic Research* 28:178-185.
2. HARRINGTON, J.B. 1940. Yielding capacity of wheat crosses as indicated by bulk hybrid tests. *Canadian Journal of Genetic Research* 18:578-584.
3. JOSHI, A.B.; DHAWAN, N.L. 1966. Genetic improvement of yield with special reference to self-fertilising crops. *Indian Journal of Genetic Research* 101-103.
4. MUKHERJEE, B.K.; GUPTA, N.B.; SINGH, S.B.; SINGH, N.B. 1971. Metroglyph analysis of Indian and exotic varieties of maize. *Euphytica* 113-118.
5. SINGH, V.P.; CHAUDHARY, R.K. 1974. Metroglyph and index score analysis of morphological variation in green gram. *HAU J. Res* 296-299.
6. RAO, C.R. 1952. *Advanced statistical methods in biometrical research*. New York: John Wiley.
7. VENKATARAMO, C.; KRISHNAMURTHY, K.V.; LAKSHMINARAYANA, R. 1973. Metroglyph analysis of morphological variation in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 170-172.

Notas y Comentarios

Nuevos métodos para datar la agricultura primitiva

Algunas de las sesiones de mayor interés en la reunión de la AAAS, en febrero de 1987, en Chicago, han tratado de los resultados con un nuevo método de datar los hallazgos arqueológicos de restos de alimentos del hombre primitivo.

Sin fechas, los arqueólogos pueden tener dificultades. Virtualmente, todo lo que hacen depende de saber lo que ocurrió antes y lo que ocurrió después.

Hasta ahora, el mejor método de determinar las fechas era el del radiocarbón, que ha estado cambiando el estudio del hombre primitivo, especialmente cuando se convirtió en agricultor.

El carbono-14 es una rara clase radioactiva de carbono, hecho en la atmósfera a base de nitrógeno por los rayos cósmicos. Es ligeramente más pesado que el carbono-12 normal y se torna lenta y constantemente en nitrógeno. Tan pronto como uno se muere, la proporción de carbono-14 en el cuerpo disminuye en una tasa predecible. Así, un arqueólogo puede contar los átomos de carbono-14 (o su radioactividad) en un cuerpo rico en carbono, o en pedazos de madera o carbón de palo, y saber cuándo estuvo vivo por última vez. La dificultad estriba en que se requiere una

muestra grande, la que es destruida en el proceso. Uno puede tener su espécimen o una fecha; no se pueden tener ambos.

Los arqueólogos han evitado esto datando objetos sin valor que se encuentran junto a los que se quiere fechar. Los restos de un carbón de un fogón, por ejemplo. Pero esto es algo peligroso. Por ejemplo, las ratas u otras personas pueden haber mezclado el carbón con cosas de distintas edades. O el carbón puede venir de un árbol que tenía mucho tiempo de muerto. Alguna de la madera muerta, en los desiertos del oeste de los Estados Unidos tiene 9000 años de edad. Quemada en un fuego al acampar, puede confundir a un arqueólogo.

Hace unos cinco años, los arqueólogos comenzaron a usar una nueva manera de contar los átomos de carbono-14, que emplea muestras mucho más pequeñas. En lugar de medir la radioactividad del carbono, esta técnica acelera los átomos de carbono a través de un campo magnético. Los pesados átomos de carbono-14 se desvían con menor intensidad y arriban para ser contados a un punto diferente. Es suficiente menos de un miligramo de la muestra.

En una de las reuniones en Chicago, Earl Nelson, de la Universidad Simon Fraser, British Columbia, dijo que las ventajas de la espectrometría de acelerador de masa, como se conoce a esta técnica (AMS por sus iniciales en inglés), superan en mucho su mayor costo y dificultad. La técnica ha sido usada para datar sangre y pelos adheridos a instrumentos de combate del hombre de la edad de piedra. Ha revelado también errores y fraudes. Una herramienta serrada de hueso de caribú del Yukón, previamente estimada en tener 27 mil años de edad, haciéndolo el artefacto más antiguo en América del Norte, resultó tener sólo alrededor de 1300 años.

Probablemente el momento más excitante en la historia del hombre fue cuando se convirtió de cazador a agricultor y tomó una ruta que condujo a las ciudades y al comercio de productos agrícolas. Fue un paso tomado independientemente en el Viejo Mundo. Del Viejo Mundo vino el trigo; del Nuevo Mundo vino el maíz. Para estudiar esta era, los arqueólogos necesitan datar las semillas que encuentran

en los asentamientos desenterrados. Hasta ahora, esto ha sido difícil porque las semillas son muy pequeñas para obtener una fecha mediante el análisis del carbono-14. Ahora, semillas solas, que pesan unos 300 miligramos, pueden ser ahora datadas en aceleradores.

Los resultados han sido esclarecedores. Han puesto punto final a la teoría de que el cultivo de las plantas comenzó en América del Norte hace unos 6000 años en las cercanías de un lugar conocido como Bat Cave, en Nuevo México y que después tomó algunos miles de años en esparcirse al resto del continente. El Dr. Wirt Wills, de la Universidad de Nuevo México, en Albuquerque, ha mostrado que las mismas mazorcas de maíz no pasan de los 3000 años, aunque los fogones grandes pueden ser más antiguos. Esto hace a la Bat Cave sólo otro lugar de la región, sin tener nada especial. Socava también las muchas especulaciones sobre el porqué ese lugar debería ser más apropiado que cualquier otro sitio para el cultivo del maíz.

La arqueología de Michigan ha visto un descenso similar. Por mucho tiempo se ha creído que indios en la zona de Detroit adoptaron la agricultura 200 años antes que los del valle de Saginaw, lo que requería también una explicación similar a la de Bat Cave, de New Mexico. El Dr. William Lovis, de la Michigan State University, en East Lansing, ha minado esta teoría. Ha usado el AMS para datar los restos de alimentos incrustados en cerámica prehistórica abandonada por una cultura en transición de la caza a la agricultura en el valle de Saginaw. Ha encontrado que estos restos tienen la misma edad, de entre 500 y 1000 años DC, que los restos de Detroit.

La difusión del maíz a través de la América del Norte puede ser ahora documentada con alguna exactitud, como lo ha hecho el Dr. Richard Ford, de la Universidad de Michigan en Ann Arbor. El maíz arribó a Illinois en cierta fecha hace alrededor de 1500 años. Hasta muy recientemente, sin embargo, un único hallazgo parecía indicar que los indios en Ohio eran más precoces que aquellos del resto del Medio Oeste. Una mazorca de maíz encontrada en una excavación de un cementerio asociado con una cultura llamada Adena se creía que databa del año 280 AC. El Dr. Ford ha probado que data solamente de 1570. D.C.

Efeito da Trifluralina na Cinética de Absorção de Fósforo Pela Soja¹

C.A. Rosolem*, E. Malavolta**

ABSTRACT

The effects of Trifluralin (ααα-trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine) upon soybean (*Glycine max* (L.) Merrill, c.v. Paraná) phosphorus uptake and translocation were studied in nutrient solution, utilizing 32 p. Concentrations of 0 to 4 ppm of trifluralin (a.i.) were applied in solutions containing from 5×10^{-12} M to 2×10^{-3} M of phosphorus.

With very high or very low phosphorus concentrations, doses of 0.5 to 1.0 ppm of Trifluralin seemed to increase the nutrient uptake by soybean. There was not any effect upon phosphorus translocation from soybean roots to shoots.

INTRODUÇÃO

Considerando o modo de aplicação da Trifluralina, é possível que ocorra um efeito do herbicida na bioquímica dos nutrientes na planta, ou seja, o produto pode causar uma mudança na absorção, translocação ou assimilação dos mesmos (1).

Cathey e Šabbe (2) estudaram o efeito da Trifluralina na absorção de P por plantas jovens de algodão e soja, e concluíram que o herbicida provocou uma diminuição na quantidade total absorvida, nos teores de fósforo, e na porcentagem de fósforo na planta oriundo do fertilizante. O decréscimo da quantidade do nutriente na planta foi linear em função dos aumentos nas doses do herbicida. Os autores relatam ainda que, quando o herbicida e o adubo foram incorporados na mesma porção de solo, os efeitos

RESUMO

Foram conduzidos dos experimentos em casa de vegetação com o objetivo de estudar o efeito do herbicida Trifluralina na absorção e translocação do fósforo pela soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cv. Paraná). Os ensaios obedeceram a esquemas fatoriais variando as doses de herbicida de 0 a 4 ppm e as concentrações de fósforo de 5×10^{-12} M a 2×10^{-9} M. Antes da instalação dos tratamentos as plantas de soja foram cultivadas em solução nutritiva diluída por 10 e 14 dias, no primeiro e segundo experimentos, respectivamente. Na instalação dos tratamentos, antes da aplicação do fósforo marcado, houve um pré-tratamento com as doses de herbicidas por 1 e 2 horas, no primeiro e segundo experimentos, respectivamente. As plantas ficaram em contato com a solução radioativa por 1 hora em ambos os experimentos. Em concentrações altas ou baixas de fósforo na solução, houve uma tendência de estímulo na absorção do nutriente quando a Trifluralina foi aplicada em doses da ordem de 0.5 a 1.0 ppm, entretanto nas concentrações de 10^{-5} M e 10^{-7} M não ocorreu este efeito. Não foi notado efeito do herbicida na translocação do fósforo para a parte aérea das plantas de soja.

descritos mostraram-se mais pronunciados, principalmente quando o herbicida e o adubo foram aplicados na faixa de 5 a 10 cm de profundidade. De maneira geral, quando o herbicida e o adubo foram aplicados em porções diferentes do solo, os efeitos descritos não eram aparentes. Ainda segundo os mesmos autores a aplicação do fósforo com incorporação em área total, em condições de campo, com aplicação do herbicida da mesma maneira, fazendo com que coincida a localização dos mesmos no solo pode causar uma diminuição da absorção do fósforo, ou ainda uma menor utilização pela planta do fertilizante aplicado.

Bucholtz e Lavy (1) estudaram os efeitos de alachlor e Trifluralina no crescimento das plantas e na acumulação de fósforo e enxofre radioativos pela soja e pela aveia. Os autores utilizaram, na soja, doses de 0; 0.5; 1; 2 a 4 ppm de Trifluralina, e notaram que tanto a matéria seca das raízes e da copa, assim como

¹ Recebido para publicação em 20 de março 1986.

* FCA/UNESP, Pesquisador 18 do CNPq - 18 600 - Botucatu-SP-BR

** ESALQ/USP - Piracicaba.

as quantidades de nutrientes absorvidas, diminuíram quando era aumentada a dose do herbicida. Relatam também que a trifluralina teve menor efeito na absorção de fósforo e enxofre do que o alachlor, e que a soja tratada com o herbicida absorve relativamente mais fósforo do que enxofre. Atribuíram este fato à possibilidade do herbicida afetar diferentemente os sítios de absorção do sulfato e do fosfato. Concluem os autores, que a quantidade de material radioativo na copa das plantas estudadas depende não só da biomassa da raiz, como também do herbicida que é utilizado e do nutriente em questão.

Em tomateiro, a interação Trifluralina-fósforo, foi estudada (12) e foi verificado que com o aumento nas doses do herbicida ocorreu uma redução na quantidade de fósforo das plantas.

No presente trabalho foi estudado o efeito da Trifluralina na cinética de absorção e na translocação de fósforo em plantas de soja

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de soja foram germinadas em vermiculita umedecida com água destilada. A emergência das plantas deu-se entre 4 e 8 dias, e quando estavam com as folhas opostas abertas foram transplantadas para bandejas com 30 litros de solução nº 1 de Hoagland e Arnon (4), com adição de micronutrientes (7) e Fe-EDTA (5), diluída a 1/3 da concentração usual.

No primeiro ensaio, quando as plantas estavam com 10 dias, foram instalados os tratamentos com radiofósforo. Neste ensaio foram utilizadas as doses 0.0; 0.5; 1.0; 2.0 e 4.0 ppm de Trifluralina (i.a) em 5 concentrações de fósforo na solução: 10^{-1} M, 10^{-2} M, 10^{-3} M, 10^{-4} M e 10^{-5} M. O ensaio foi instalado com 4 repetições

Foram preparados frascos de vidro de 150 ml adicionando-se 1 ml de $Mg SO_4$ 2×10^{-2} M e 98 ml das soluções tratamentos em cada frasco. A seguir foi colocada uma planta de soja em cada frasco e instalado um sistema de aeração. As plantas foram deixadas por 1 hora nesta condição. A seguir foram adicionados 2 uCi de p^{32} em cada frasco e marcou-se o tempo de absorção em 2 horas.

As plantas foram então separadas em parte aérea e raiz, sendo as raízes lavadas 3 vezes com aproximadamente 100 ml de água destilada.

O material foi secado em estufa com circulação forçada de ar a $70^\circ C$ por 72 horas, e em seguida foram feitas as pesagens. A matéria seca foi dige-

rida em ácido nítrico mais ácido perclórico e o extrato foi diluído a 10 ml.

Foram tomadas aliquotas de 5 ml em cubetas de vidro, que foram secadas em chapa elétrica, fazendo-se a leitura em um contador Geiger-Müller.

Em função dos resultados obtidos no primeiro ensaio foi conduzido o segundo ensaio, utilizando-se as doses 0.00; 0.25; 0.50 e 1.00 ppm de Trifluralina (i.a) em presença de 6 concentrações de fósforo na solução 2×10^{-3} M; 10^{-3} M; 5×10^{-4} M; 2×10^{-4} M; 10^{-4} M e 5×10^{-5} M.

O ensaio foi instalado e conduzido da mesma forma que o primeiro, mas na instalação dos tratamentos, neste caso, as plantas estavam com 14 dias, e antes da adição do p^{32} o prétratamento foi de 2 horas.

A partir das contagens efetuadas no contador Geiger-Müller, foram calculadas as velocidades de absorção de fósforo e a concentração de fósforo radioativo na parte aérea das plantas

No estudo de cinética de absorção, para o cálculo das velocidades máximas de absorção e das constantes de Michaelis foi utilizada a transformação de Hofstee (8), definida pela equação:

$$v = v_{\infty} - km \frac{v}{(M)}$$

onde: v ... velocidade de absorção
 v_{∞} ... velocidade máxima de absorção
 km ... constante de Michaelis (medida da afinidade de íon pelo carregador)
 (M) ... concentração externa do elemento

A análise de variância para os dados de velocidade de absorção e concentração na parte aérea foi efetuada considerando-se um delineamento completamente casualizado em fatorial 5×5 no primeiro caso. O segundo ensaio foi separado em duas partes para análise, ambas considerando um fatorial 4×3 .

No primeiro ensaio foi utilizada, na análise de variância, a transformação $\log \sqrt{x + 2}$ (11).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser notado na Fig 1, quando a concentração de fósforo era alta, a dose de 0.5 ppm de Trifluralina causou um aumento significativo na velocidade de absorção do nutriente, ao passo que quando o fósforo foi fornecido à planta na concentração de 10^{-1} M, houve uma tendência de diminuição na velocidade de absorção.

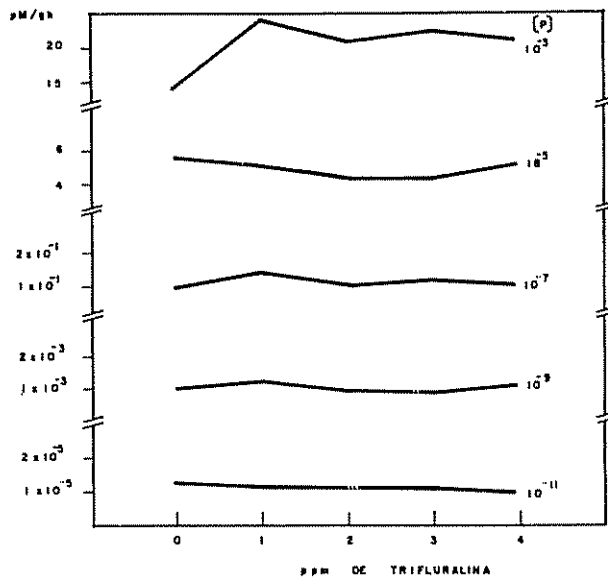


Fig. 1. Velocidade de absorção de fósforo por plantas de soja em função das concentrações de fósforo e trifluralina na solução. Primeiro Ensaio.

Pela Tabela 1 pode-se observar que o herbicida não teve efeito na translocação do fósforo para a parte aérea da planta, apesar de ter ocorrido uma tendência de resposta quadrática na menor concentração do nutriente.

No cálculo da velocidade máxima de absorção foi utilizada a transformação de Hofstee, uma vez que quando se tentou ajustar a transformação de Lineweaver e Burk sempre se chegou a velocidades máximas negativas. Segundo Nissen (9), é um fato que normalmente ocorre quando se pretende representar mais de uma fase de absorção por uma única equação.

Ocorreu uma tendência de aumento da velocidade máxima de absorção como do km em função da aplicação do herbicida. Isto quer dizer que o produto parece dificultar o processo de absorção (km mais alto) mas, em presença de altas concentrações de fósforo uma planta que foi tratada com herbicida pode absorver fósforo mais rapidamente do que a testemunha.

Considerando as tendências aparentemente inversas obtidas no presente ensaio, e procurando confirmar os resultados foi conduzido o segundo ensaio, cujos resultados encontram-se na Fig. 2 e Tabela 2.

Embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa, para altas concentrações de fósforo a tendência de aumento na velocidade de absorção na dose de 0.5 ppm do herbicida foi confirmada (Fig. 2), sendo que neste caso o herbicida parece ter facilitado inclusive a translocação do nutriente, embora sem significância em termos estatísticos (Tabela 2).

Foram ainda confirmadas as tendências observadas nos resultados obtidos para km e velocidade máxima de absorção, no caso das concentrações mais altas do nutriente.

Quando se analisa a figura referente às velocidades de absorção quando as concentrações de fósforo na solução nutritiva eram menores, nota-se que embora as mesmas não tenham sido afetadas significativamente, as velocidades máximas de absorção foram aumentadas nas plantas que receberam herbicida, ao mesmo tempo que o km apresentou uma tendência de diminuição com as doses de 0.5 e 1 ppm de herbicida. Isto quer dizer que a utilização de Trifluralina nas doses de 0.50 e 1.00 ppm facilitou a absorção do fósforo pela planta.

Tabela 1. Concentração de fósforo radioativo na parte aérea das plantas, no primeiro ensaio.

Herbicida ppm	Concentração de fósforo na solução (moles)					\bar{X}
	10^{-3}	10^{-5}	10^{-7}	10^{-9}	10^{-11}	
0.0	9.06	1.09	2.58×10^{-2}	2.53×10^{-4}	2.32×10^{-6}	1.079
0.5	9.82	1.08	2.65×10^{-2}	2.99×10^{-4}	3.47×10^{-6}	1.119
1.0	9.28	1.18	2.49×10^{-2}	2.53×10^{-4}	3.47×10^{-6}	1.109
2.0	9.84	1.57	3.25×10^{-2}	2.30×10^{-4}	4.63×10^{-6}	1.215
4.0	10.77	1.33	2.92×10^{-2}	2.53×10^{-4}	1.17×10^{-6}	1.219
\bar{X}	9.74	1.25	2.78×10^{-2}	2.58×10^{-4}	3.01×10^{-6}	

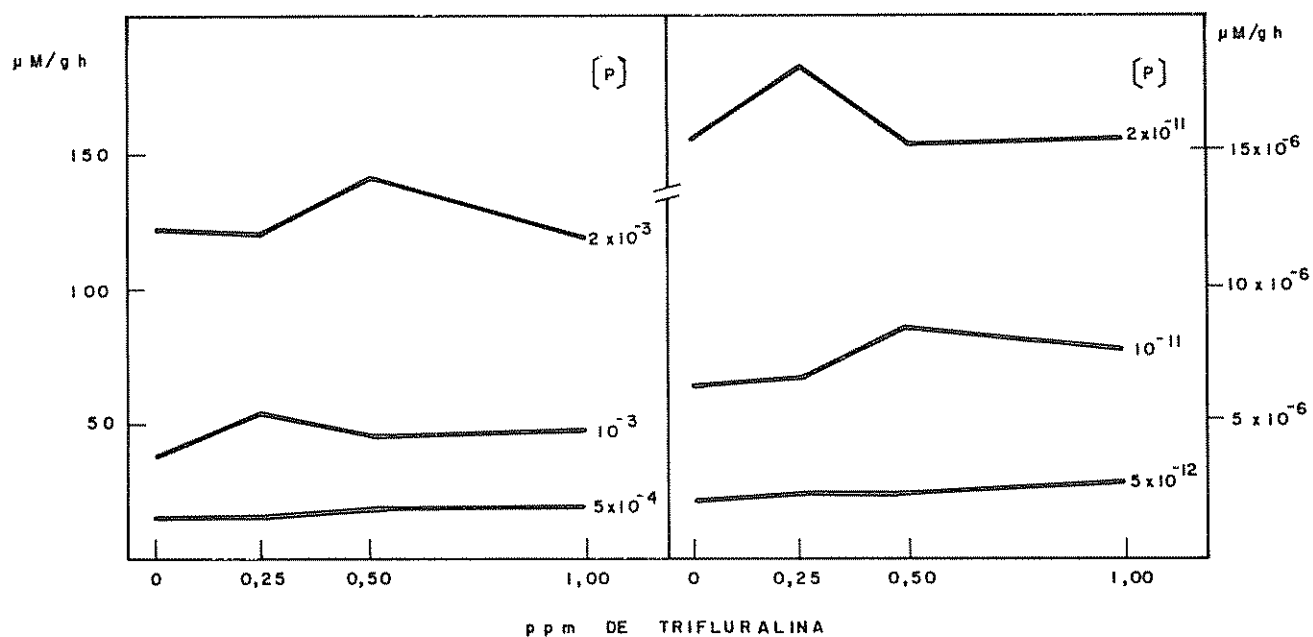


Fig. 2. Velocidade de absorção de fósforo por plantas de soja em função das concentrações de fósforo e trifluralina na solução Segundo Ensaio.

Tabela 2. Concentrações de fósforo radioativo na parte aérea das plantas em função da concentração de fósforo na solução e doses de herbicida.

Herbicida ppm	Concentração de fósforo na solução (M)			
	2×10^{-3}	10^{-3}	5×10^{-4}	\bar{X}
0.00	28.81	16.84	3.75	16.46
0.25	42.09	11.59	3.15	18.94
0.50	41.74	11.81	4.16	19.24
1.00	35.99	9.04	3.81	16.28
\bar{X}	37.1 A	12.32 B	3.72 C	

Herbicida ppm	Concentração de fósforo na solução (M)			
	2×10^{-11}	10^{-11}	5×10^{-12}	\bar{X}
0.00	2.66×10^{-6}	1.84×10^{-6}	0.33×10^{-6}	1.61×10^{-6}
0.25	3.38×10^{-6}	2.07×10^{-6}	0.64×10^{-6}	2.03×10^{-6}
0.50	3.84×10^{-6}	1.69×10^{-6}	0.63×10^{-6}	2.05×10^{-6}
1.00	3.46×10^{-6}	1.64×10^{-6}	0.99×10^{-6}	2.03×10^{-6}
\bar{X}	3.33×10^{-6} A	2.41×10^{-6} B	0.86×10^{-6} C	

Já havia sido demonstrado que a absorção de fósforo pela soja é um processo multifásico (6, 10). Desta forma a trifluralina parece afetar de maneira diferente cada uma das fases de absorção

Foi sugerida (13) a existência de mais de um mecanismo de absorção, com carregadores diferentes, mas Nissen (9) não concorda com esta colocação

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, é mais lógico admitir a existência de mais de um carregador, uma vez que a Trifluralina parece afetar de maneira diferente a absorção de fósforo quando o nutriente encontra-se em alta ou em baixa concentração.

Deve ser considerado ainda que a fase de absorção compreendida pelas concentrações de fósforo de 2×10^{-3} M a 5×10^{-4} M do presente ensaio corresponde a uma faixa de concentrações do nutriente na solução em que a produção de matéria seca de soja pode ser até prejudicada (10), ao passo que segundo os mesmos autores às concentrações mais baixas que 10^{-6} M haveria grande aumento na produção de matéria seca a cada aumento da concentração de fósforo.

Quando se analisa os resultados obtidos no primeiro ensaio com as concentrações de 10^{-5} e 10^{-7} M, pode-se notar que não ocorreram grandes modificações nos parâmetros avaliados. Se for admitido que as concentrações de fósforo na solução do solo forem comparáveis a estas, não seriam esperados efeitos do herbicida sobre o processo da absorção de fósforo pela soja em condições de campo

LITERATURA CITADA

1. BUCHOLTE, D.I.; LAVY, I.L. 1979 Alachlor and Trifluralin effects on nutrient uptake in oats and soybeans. *Agronomy Journal* 71(1):24-27.
2. CATHEY, G.W.; SABBE, W.E. 1972 Effects of Trifluralin on phosphorus fertilizer uptake patterns by cotton and soybean seedlings. *Agronomy Journal* 64(2):254-255.
3. EPSTEIN, E. 1975. Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas. Ed Universidade de São Paulo, São Paulo e Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro 342 p.
4. HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. 1950. The water culture method of growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station Circular* 347.
5. JACOBSON, L. 1951 Maintenance of iron supply in nutrient solutions by a single addition of ferric potassium ethylenediamine tetra acetate. *Plant Physiology* 26:411-413.
6. JOSEPH, R.A.; TANG, V. HAI. 1976 Uptake of phosphate by intact soybean roots mediated by a single multiphasic mechanism. *Planzenphysiology* 78:222-227.
7. MALAVOLTA, E. 1975 Práticas de nutrição mineral de plantas. Departamento de Química e CENA/ESALQ, Piracicaba. 65 p (mimeo).
8. MALAVOLTA, E. 1986. Elementos de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 251 p.
9. NISSEN, P. 1974 Uptake mechanisms: inorganic. *Annual Review of Plant Physiology* 25:53-79.
10. NISSEN, P.; FAGERIA, N.K.; RAYAR, A.J.; HASSAN, M.M.; HAI, T.U. 1980 Multiphasic accumulation of nutrient by plants. *Physiology Plantarum* 49:222-240.
11. STELL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1960 Principles and procedures of statistics. New York Mc Graw Hill 481 p.
12. WILSON, H.P.; STEWART, F.B. 1973 Relationship between Trifluralin and phosphorus on transplanted tomatoes. *Weed Science* 21(2):150-153.

Notas y Comentarios

Nidos que alimentan árboles

Algunos nidos de hormigas ayudan a alimentar a las palmeras, afirman Fred y Melinda Rickson, de Oregon State University, en Corvallis. Estos investigadores midieron el flujo de agua teñida en plantas de ratán de Malaysia, *Daemoronops macrophylla* y *D. verticillaris*, (*Byotropica*, vol 18, p. 337), especies utilizadas para hacer muebles, cestos y construcciones. El tinte fue canalizado bajando por los tallos entre hojas muertas, ramitas, frutos y otros desechos que se habían acumulado en el tope del árbol. Entonces, el agua se filtraba a los nidos de hormigas situados sobre las vainas espinosas de las hojas de la palmera. Como esponjas, los nidos de hormigas absorbían hasta casi dos veces su propio peso en agua. Los Rickson pensaban que los nidos podrían absorber también nutrientes.

Cuando cae la lluvia a través de la copa de un bosque húmedo tropical, transporta nutrientes de las hojas de la parte más alta de los árboles y los traslada al bajar por el follaje. Para saber si las hormigas se beneficiaban con este sistema gratuito de alimentación, los investigadores hicieron seguir esa ruta a una cantidad de agua con algunos aminoácidos marcados con el radiactivo carbono-14, desde las copas de las palmeras. Ellos investigaron el destino de los aminoácidos al rastrear a dónde finalizaba la radiactividad. Los Rickson repitieron el procedimiento en árboles en los que se habían eliminado sus nidos de hormigas para ver si estos nidos afectaban la absorción de aminoácidos.

Durante cuatro meses de realizar estas pruebas, los nidos absorbían el material trazador radiactivo antes de que se esparciera dentro de las ramas de los árboles. En los árboles desprovistos de nidos, el trazador

simplemente se desvanecía. Esto sugiere que los nidos absorben los nutrientes junto con el agua y luego se los pasan al árbol. A.G.

Arboles alcohólicos atraen insectos

Algunos árboles huelen en forma agradable; otros solamente huelen a madera. Pero, para ciertos insectos como el escarabajo de los brotes de pino, *Tomicus piniperda*, los árboles huelen a taberna. En los tocónes y en las rendijas de árboles enfermos o debilitados, las bacterias pululan produciendo alcohol etílico (etanol), por fermentación anaeróbica y el etanol ayuda a atraer insectos.

El escarabajo de los brotes del pino es muy meticuloso y delicado sobre el lugar en que se aparee y pone sus huevos, escogiendo para esto sólo la corteza del pino escocés (*Pinus sylvestris*). Selecciona al árbol por su olor, hecho distintivo por terpenos en la resina llamada terpinoleno y alfa-pineno. El grupo formado por J.P. Vité, de la Universidad de Freiburg, en Alemania Occidental, y A. Bakke, del Instituto Forestal de Noruega, ha encontrado que los escarabajos prefieren siempre los árboles enfermos a los sanos. Entonces, colocaron trampas en los bosques de pinos usando como cebos varias sustancias químicas y encontraron que los insectos no podían resistir una combinación de etanol y terpenos (*Naturwissenschaften* vol. 73, p. 39).

La atraktividad de los pinos no es rara. Muchos otros árboles atraen insectos de la misma manera. Y resulta que la cantidad de etanol que el árbol emite tiene una gran importancia sobre el tipo de coleóptero que atrae. Altas concentraciones de etanol atraen a los inofensivos escarabajos ambrosia o escarabajos de la corteza, pero repelen a los escarabajos de los brotes de pino y al agresivo escarabajo del abeto Douglas (*Dendrotonus valens*). Por otra parte, niveles bajos de alcohol que interaccionan con la resina para producir el olor, atraen a especies dañinas (*Naturwissenschaften*, vol. 73, p. 270). Claramente, estas respuestas al alcohol tienen interesantes posibilidades para atraer escarabajos dañinos en los bosques. A.G.

Claves para la Identificación de Algunas Maderas en Costa Rica¹

M.C. Wiemann*

ABSTRACT

Two keys to the identification of woods from trees that grow in Costa Rica are presented. The first, a diagrammatic key, is based on features observable with a 10X hand lens or to the naked eye. The second, a dichotomous key, is based on microscopic features. The keys, developed for use in a course on wood identification, include the woods of major commercial importance and represent a wide range of anatomical features.

COMPENDIO

Se presentan dos claves para identificar maderas de árboles que crecen en Costa Rica. La primera es una clave diagramática basada en características visibles con una lupa de 10X o bien a simple vista. La segunda es una clave dicotómica basada en características visibles con el microscopio. Estas claves se desarrollaron para ser utilizadas en un curso básico de identificación de maderas; incluyen especies maderables de importancia económica y otras que son especies que presentan un amplio rango de rasgos anatómicos.

INTRODUCCION

Las claves presentadas en este trabajo se desarrollaron para ser utilizadas en un curso básico de identificación de maderas. Estas consisten en una clave esquemática y una dicotómica. Para el diseño de las claves se escogieron especies que, en conjunto, reunieran dos condiciones: especies de importancia comercial y/o especies que presentan un amplio rango de rasgos anatómicos.

Se consideró apropiado incluir, además de maderas producidas por especies de gimnospermas y dicotiledóneas, "maderas" de tallos persistentes de ciertas monocotiledóneas. Se incluyeron también en estas claves algunos bambúes y palmas debido a su importancia tanto potencial como presente; estas plantas han sido utilizadas como materia prima en construcción, generalmente en forma redonda o rajada en mitades, y también, en artesanía.

La clave esquemática está basada en rasgos visibles, con poca o ninguna magnificación (rasgos macroscópicos), es decir, rasgos observables a simple vista o con ayuda de una lupa de aumento 10X. Algunas propiedades físicas, tales como color, olor, sabor, lustre, densidad y calidad de superficie se utilizan como criterio de identificación, en cierta medida, aunque fre-

cuentemente son muy variables y difíciles de definir. Como regla general, tales rasgos son menos confiables que las características anatómicas.

La clave dicotómica se basa en rasgos que son visibles con un microscopio compuesto. El uso de un microscopio ofrece la posibilidad de considerar un amplio rango de características anatómicas confiables. Las principales desventajas que se presentan al trabajar con rasgos microscópicos son dos: la necesidad de disponer de un microscopio y la dificultad de preparar material para examen microscópico. El material para examen microscópico debe incluir secciones montadas en láminas de vidrio, orientadas en planos transversal, tangencial y radial. Además de estar bien orientadas respecto a estos tres planos, las secciones deben ser lo suficientemente delgadas como para permitir una transmisión adecuada de la luz y de un tamaño tal que incluyan todos los posibles rasgos presentes en cada una de estas superficies.

Debe señalarse que la intención de este trabajo no fue la de incluir en las claves toda la variación encontrada en cada una de las maderas en cuestión, sino la de describir las características de ciertas muestras típicas. En el uso de la clave esquemática, el observador empieza con la Clave Maestra, la cual lo refiere a aquella clave apropiada para la identificación final de la muestra. En cada paso de la clave, se dispone de dos o más opciones de las cuales se escoge la opción que óptimamente describa la muestra que se está examinando. En la clave dicotómica, cada paso incluye sólo dos alternativas. Se comienza con el número 1 de la clave y se escoge la alternativa que mejor describe la muestra. Esta alternativa conduce al próximo par de alternativas y de esta manera se sigue hasta que se llega a la identificación. Después de las claves aparece una lista de las especies incluidas en este manuscrito.

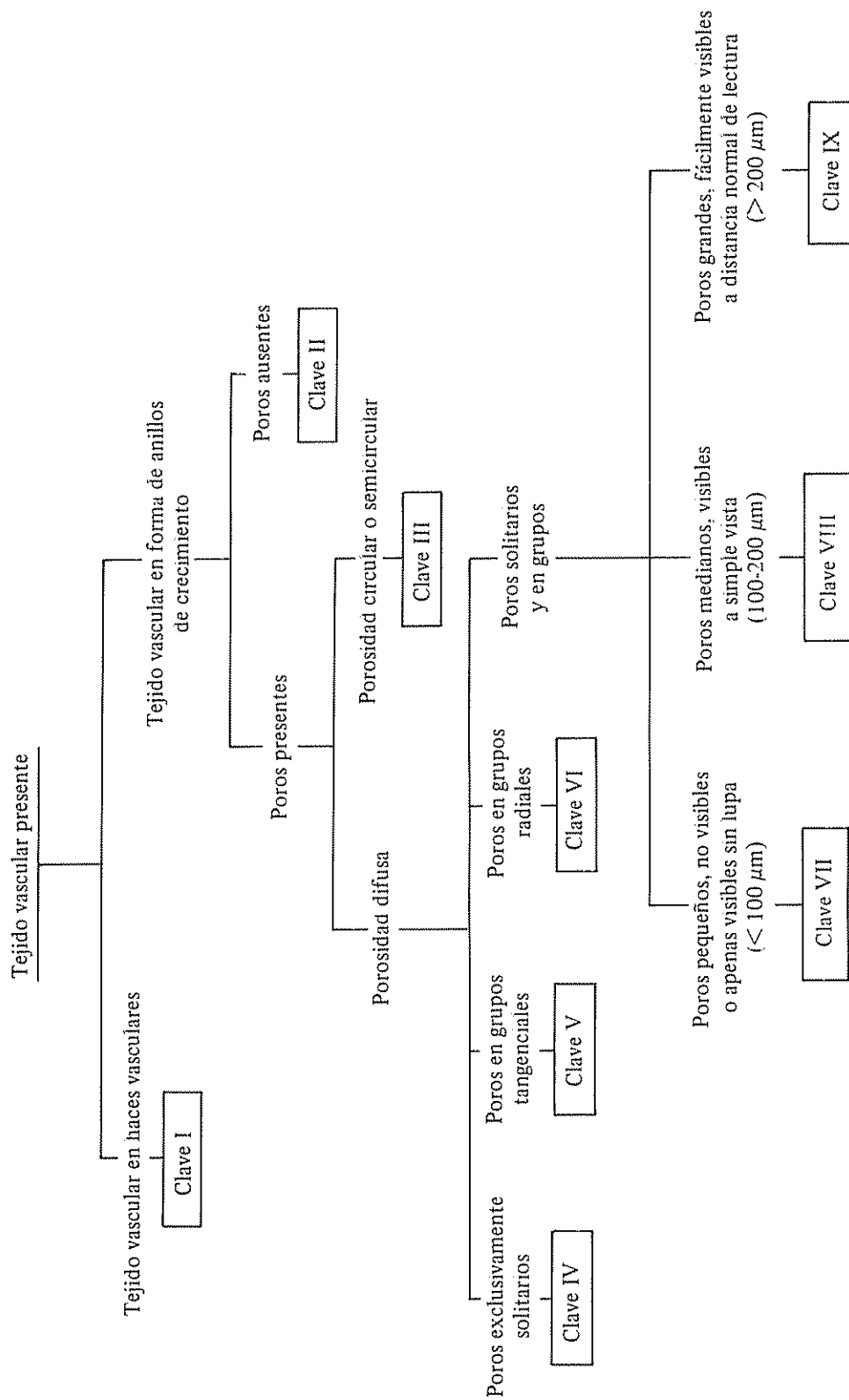
1 Recibido para publicación el 20 de mayo de 1987.

Este trabajo se realizó durante la estadía del autor en Costa Rica como Profesor Visitante en la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional.

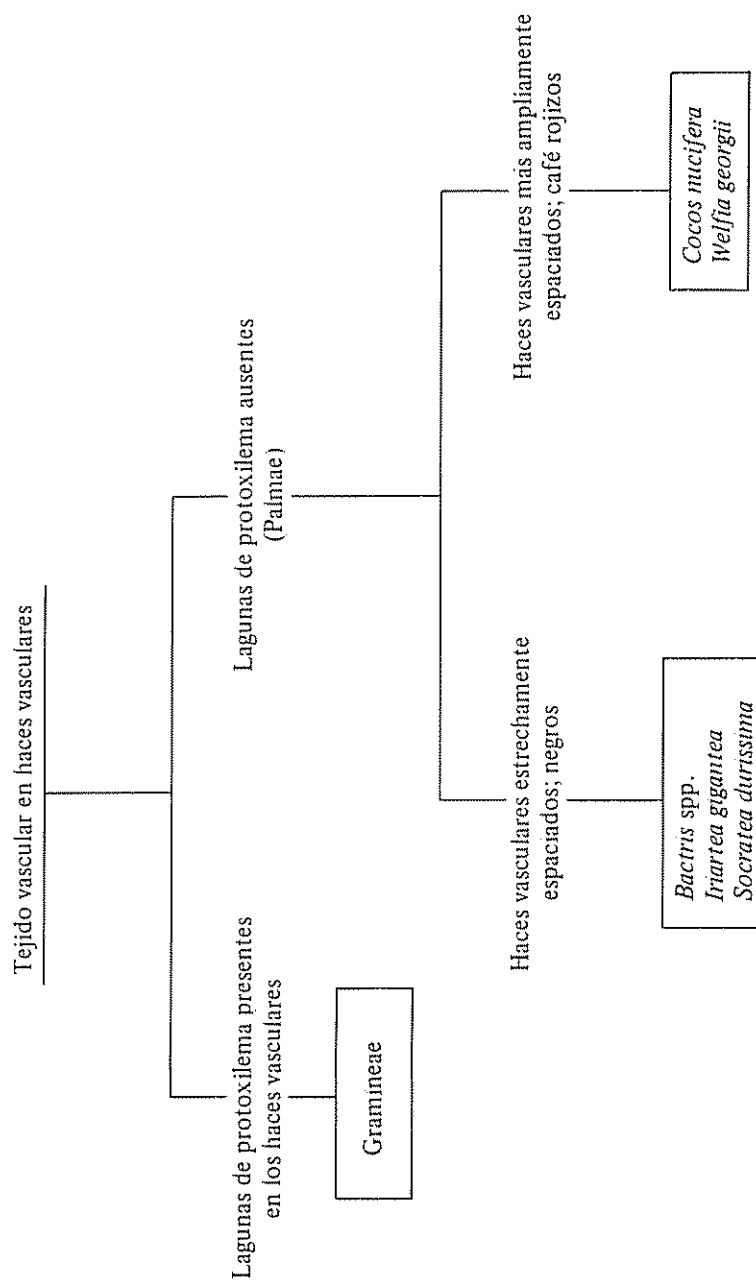
* Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. Present Address: Botany Department. Louisiana State University Baton Rouge, LA 70803-1705 U.S.A.

Clave Esquemática, Basada en Características Visibles con Lupa o a Simple Vista

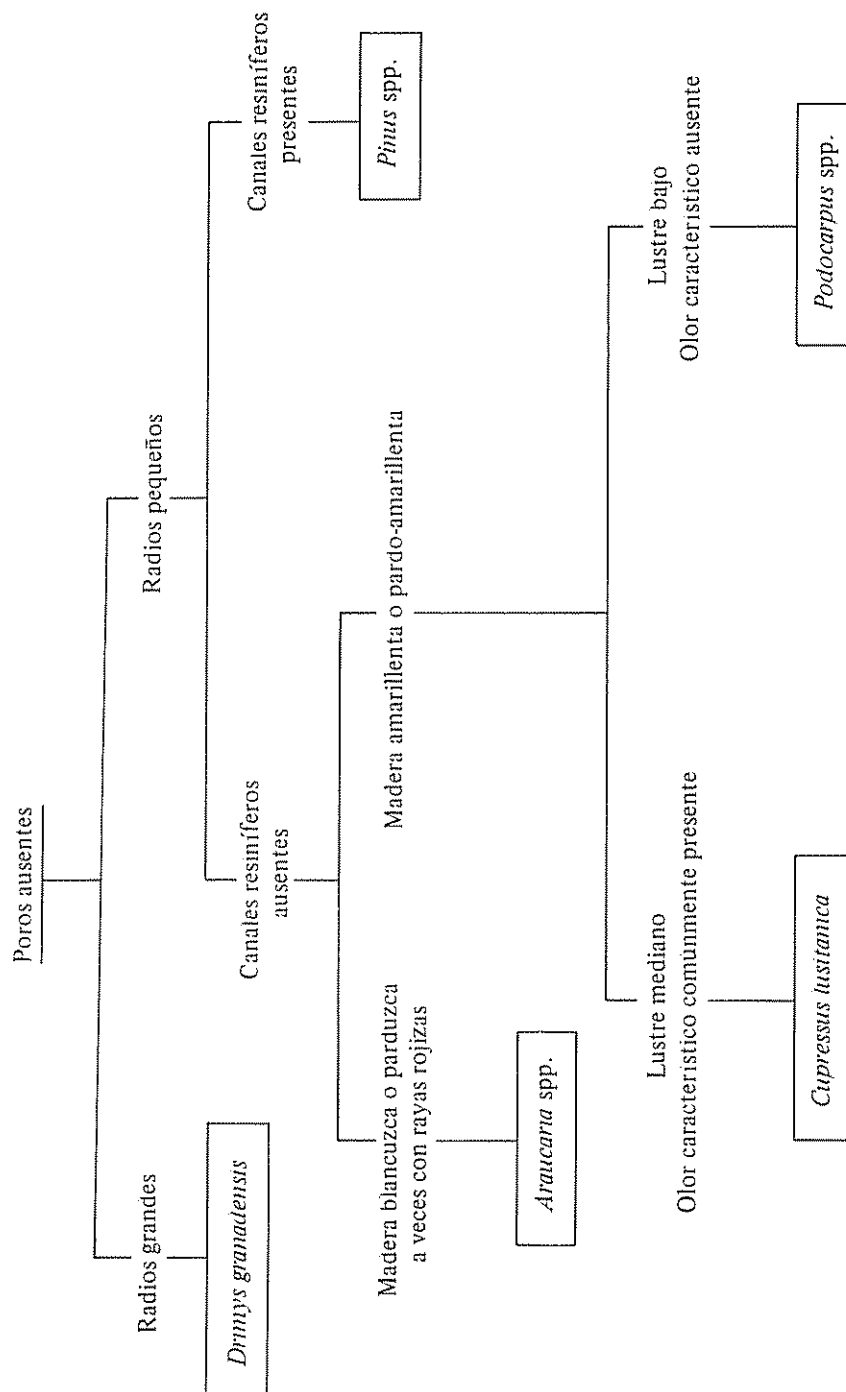
CLAVE MAESTRA



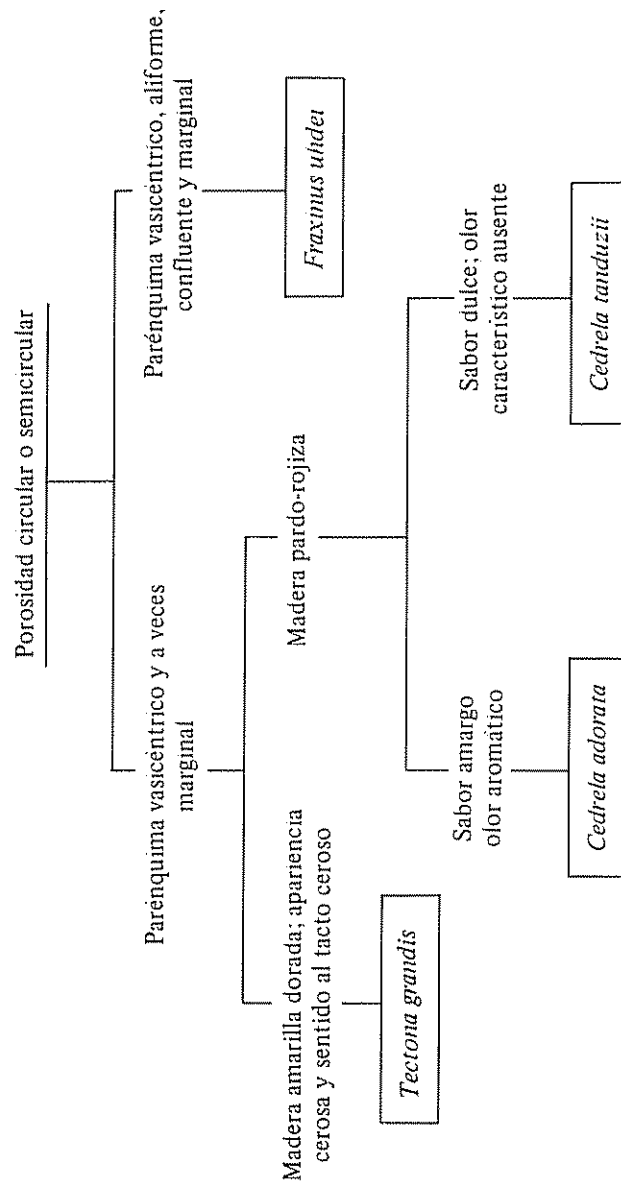
CLAVE I. TEJIDO VASCULAR EN HACES VASCULARES



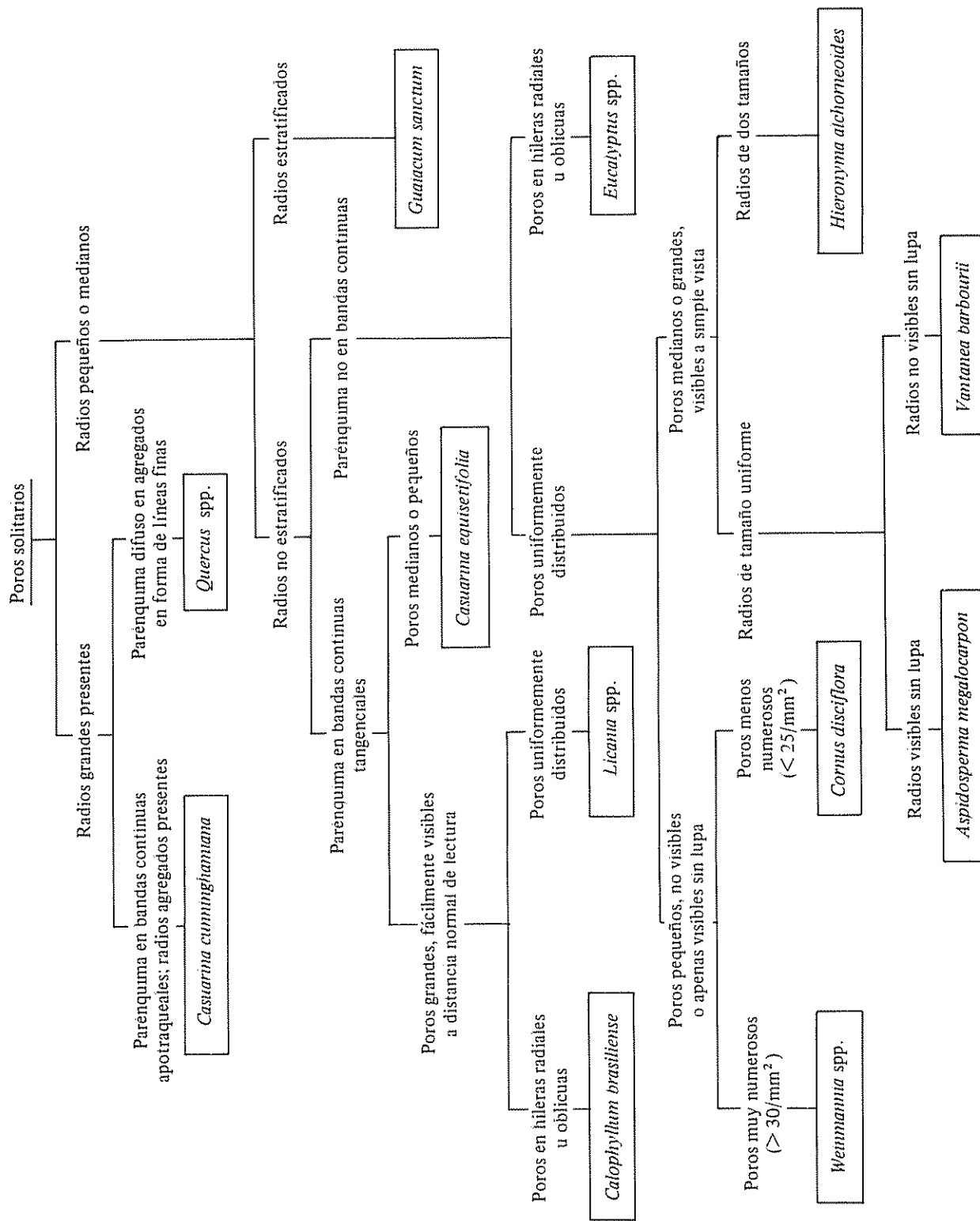
CLAVE II. POROS AUSENTES



CLAVE III. POROSIDAD CIRCULAR O SEMICIRCULAR

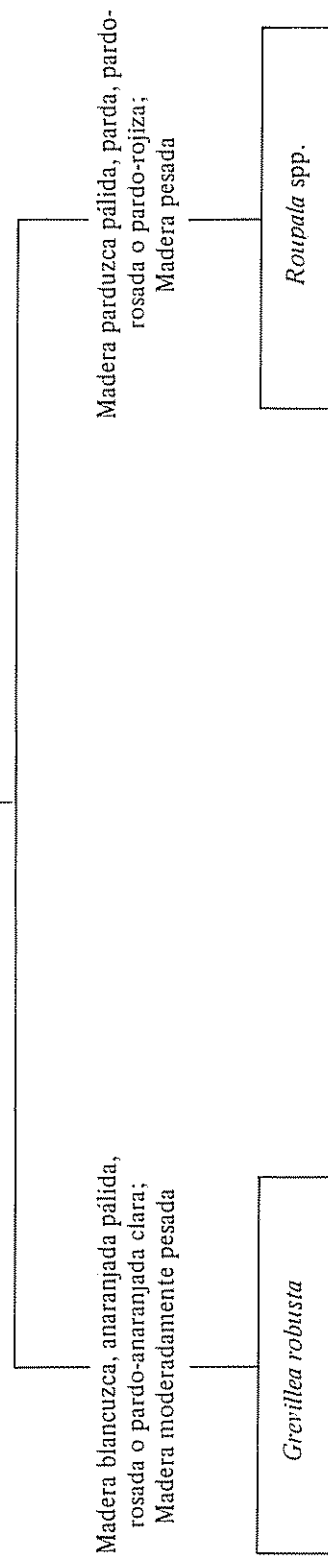


CLAVE IV. POROS EXCLUSIVAMENTE SOLITARIOS

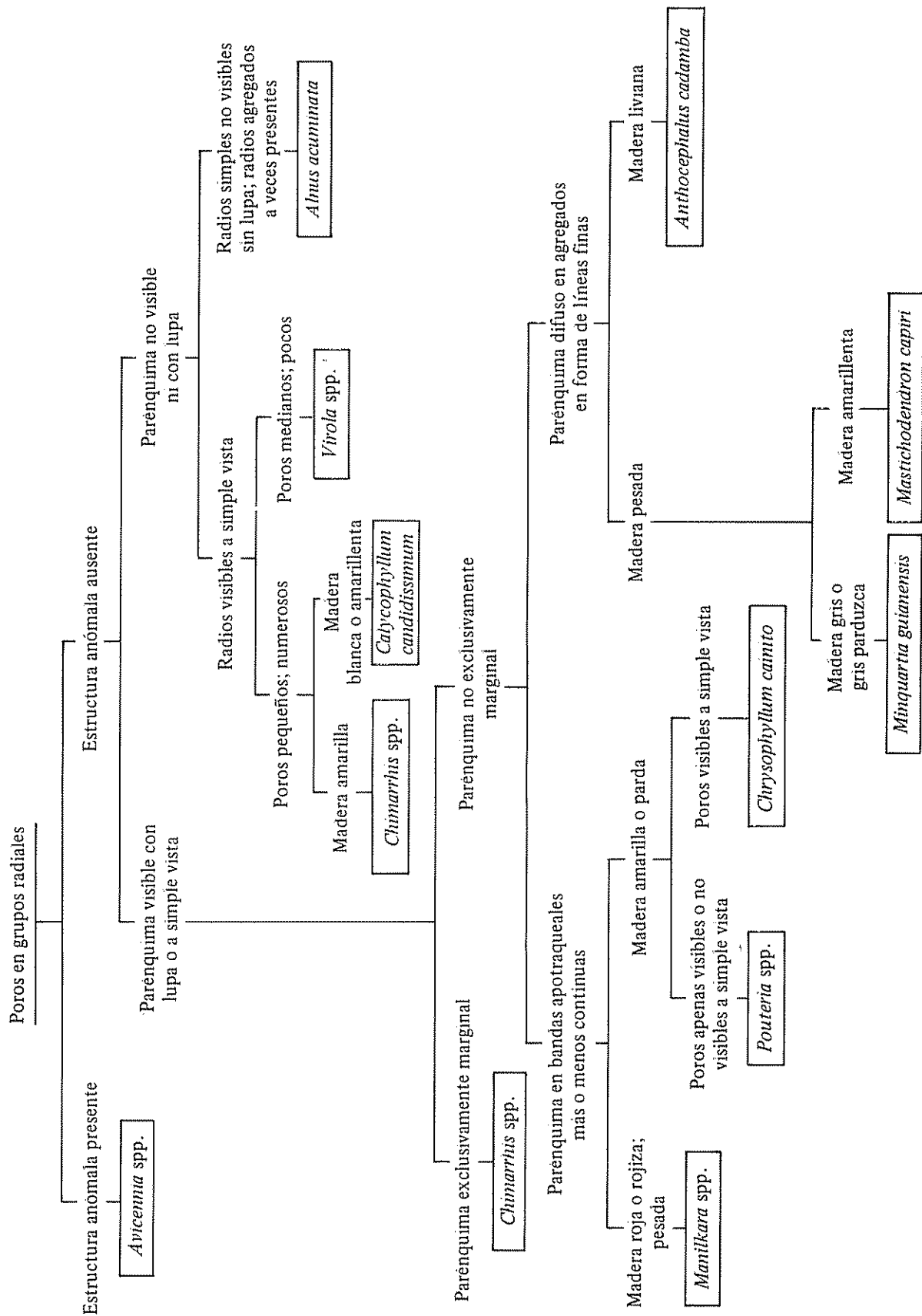


CLAVE V. POROS EN GRUPOS TANGENCIALES

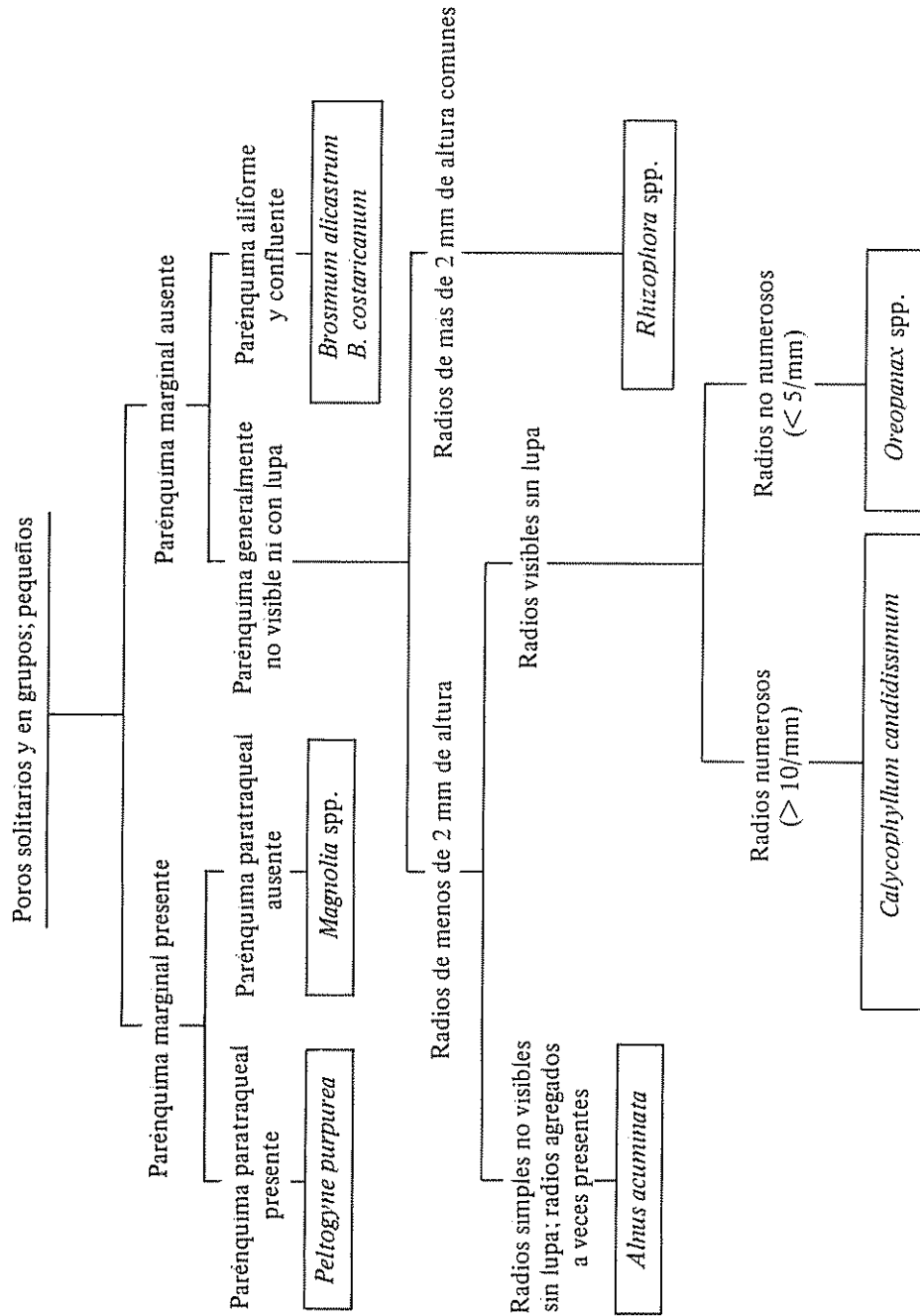
Poros en grupos tangenciales



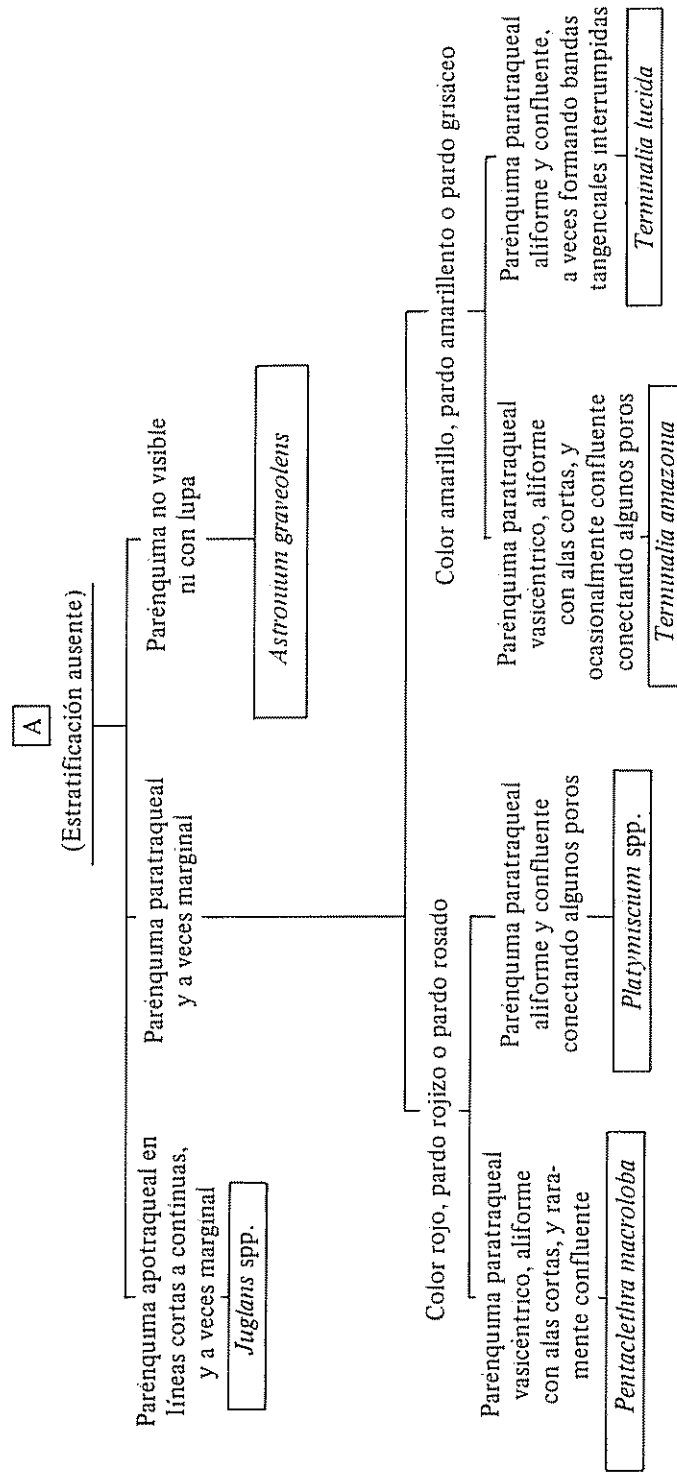
CLAVE VI. POROS EN GRUPOS RADIALES



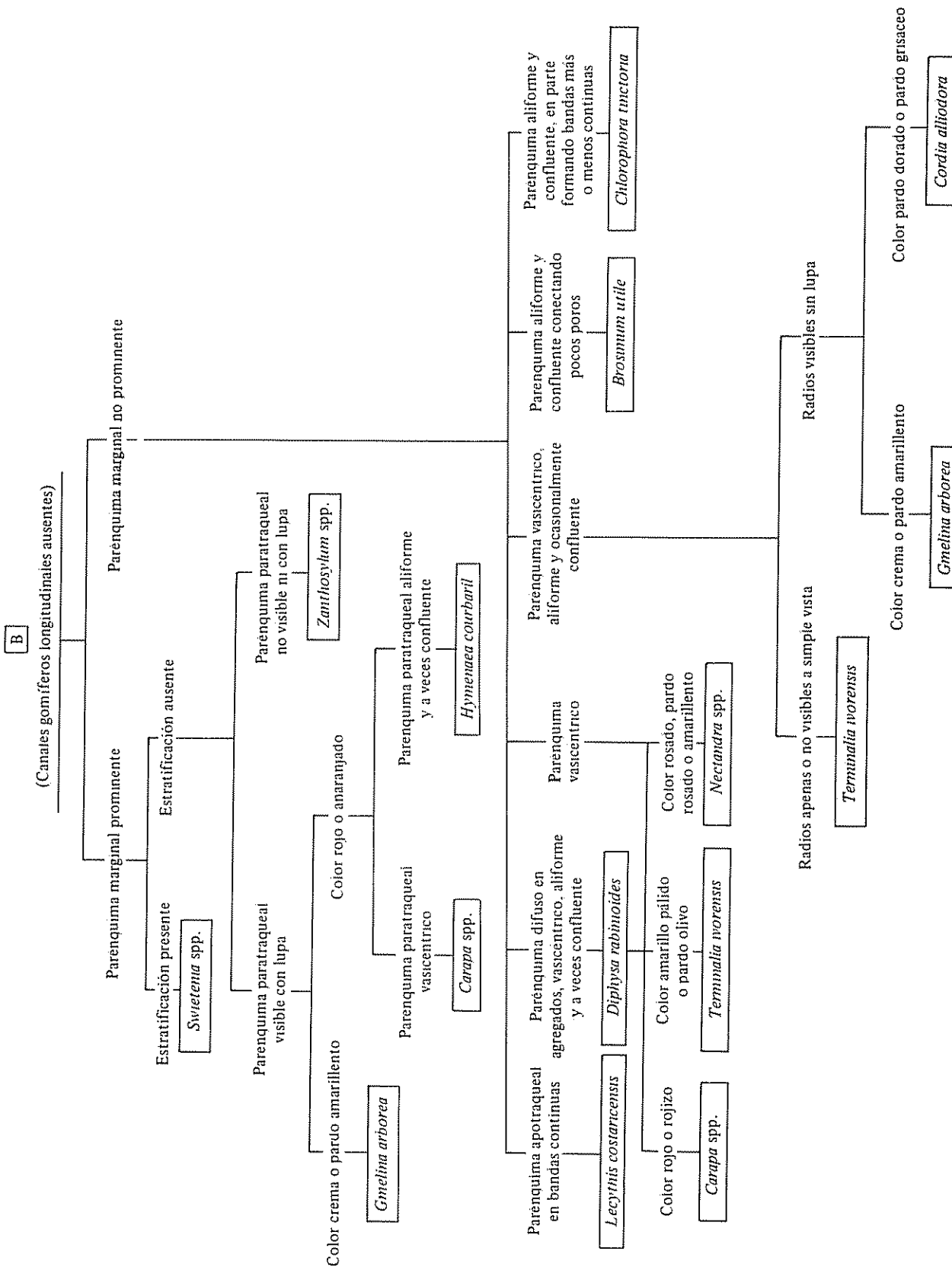
CLAVE VII. POROS SOLITARIOS Y EN GRUPOS; PEQUEÑOS



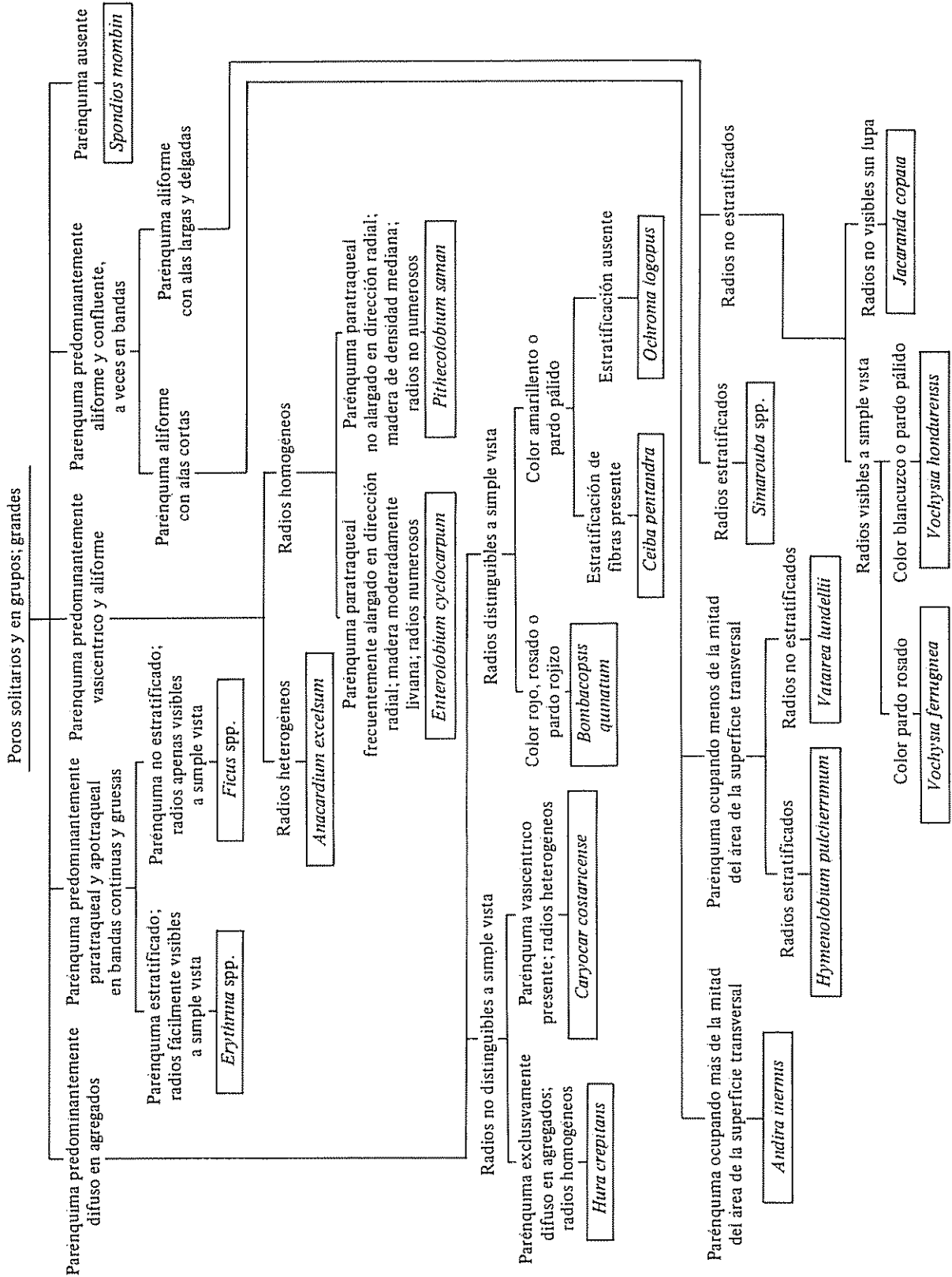
CLAVE VIII. POROS SOLITARIOS Y EN GRUPOS; MEDIANOS (Continuación)



CLAVE VIII. POROS SOLITARIOS Y EN GRUPOS; MEDIANOS (Continuación)



CLAVE IX. POROS SOLITARIOS Y EN GRUPOS; GRANDES



CLAVE DICOTOMICA

Esta clave está basada en características visibles con el microscopio.

1a. Tejido vascular en haces vasculares		2
b. Tejido vascular en forma de anillos de crecimiento		3
2a. Lagunas de protoxilema presentes en los haces vasculares		
b. Lagunas de protoxilema ausentes	Gramineae Palmae	
3a. Vasos ausentes		4
b. Vasos presentes		8
4a. Canales resiníferos longitudinales y transversales presentes		
b. Canales resiníferos ausentes	<i>Pinus spp.</i>	5
5a. Radios grandes, 1-10 seriados y con hasta 100 células en altura		
b. Radios uniseriados o uniseriados y biseriados	<i>Drimys granadensis</i>	6
6a. Parénquima longitudinal ausente	<i>Araucaria spp.</i>	
b. Parénquima longitudinal presente		7
7a. Radios exclusivamente uniseriados	<i>Podocarpus spp.</i>	
b. Radios biseriados presentes	<i>Cupressus lusitanica</i>	
8a. Platinas de perforación escalariforme presentes		9
b. Platinas de perforación escalariforme ausentes		21
9a. Poros exclusivamente solitarios		10
b. Poros no exclusivamente solitarios		15
10a. Radios más que 10 seriados presentes	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	
b. Radios siempre menos que 10 seriados		11
11a. Radios homogéneos	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
b. Radios heterogéneos		12
12a. Platinas de perforación escalariforme y simple	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	
b. Platinas de perforación exclusivamente escalariforme		13
13a. Radios uniseriados y ocasionalmente biseriados	<i>Vantanea barbourii</i>	
b. Radios 1-5 seriados		14
14a. Células envolventes presentes	<i>Cornus disciflora</i>	
b. Células envolventes ausentes	<i>Weinmannia spp</i>	
15a. Radios homogéneos	<i>Alnus acuminata</i>	
b. Radios heterogéneos		16
16a. Platinas de perforación escalariforme y simple		17
b. Platinas de perforación exclusivamente escalariforme		19

17a. Canales o tubos radiales ausentes	<i>Chimarrhis</i> spp.	
b. Canales o tubos radiales presentes		18
18a. Radios 1-3 seriados, algunos con tubos taniníferos	<i>Virola</i> spp.	
b. Radios hasta 8 seriados, algunos con canales	<i>Oreopanax</i> spp.	
19a. Parénquima marginal presente	<i>Magnolia</i> spp.	
b. Parénquima marginal ausente		20
20a. Parénquima longitudinal ausente o paratraqueal escaso	<i>Rhizophora</i> spp.	
b. Parénquima longitudinal abundante, difuso en agregados	<i>Minquartia guianensis</i>	
21a. Radios exclusivamente uniseriados		22
b. Radios uniseriados y multiseriados o exclusivamente multiseriados		32
22a. Poros exclusivamente solitarios		23
b. Poros solitarios y en grupos		26
23a. Radios estratificados	<i>Guaiacum sanctum</i>	
b. Radios no estratificados		24
24a. Parénquima longitudinal escaso, vasicéntrico angosto, y a veces difuso en agregados	<i>Eucalyptus</i> spp.	
b. Parénquima longitudinal abundante, en líneas tangenciales apotraqueales		25
25a. Poros en hileras radiales u oblicuas	<i>Calophyllum brasiliense</i>	
b. Poros uniformemente distribuidos	<i>Licania</i> spp.	
26a. Radios estratificados		27
b. Radios no estratificados		29
27a. Parénquima longitudinal en bandas tangenciales	<i>Pterocarpus</i> spp.	
b. Parénquima longitudinal predominantemente aliforme y a veces confluyente		28
28a. Parénquima rodeando completamente los poros; parénquima apotraqueal común	<i>Platymiscium</i> spp.	
b. Parénquima rodeando parcialmente los poros	<i>Dipteryx panamensis</i>	
29a. Parénquima longitudinal predominantemente apotraqueal	<i>Hura crepitans</i>	
b. Parénquima longitudinal predominantemente paratraqueal		30
30a. Fibras septadas presentes	<i>Terminalia</i> spp.	
b. Fibras septadas ausentes o escasas		31
31a. Parénquima longitudinal vasicéntrico y aliforme con alas muy cortas, raramente confluyente	<i>Pentaclethra maculosa</i>	
b. Parénquima longitudinal aliforme y confluyente con alas de cortas a largas, y confluyente conectando 2 ó 3 poros	<i>Platymiscium</i> spp.	
32a. Poros exclusivamente solitarios		33
b. Poros no exclusivamente solitarios		38
33a. Radios más que 10 seriados presentes		34
b. Radios siempre menos que 10 seriados		35

34a. Parénquima en bandas continuas apotraqueales	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	
b. Parénquima difuso en agregados en forma de líneas uniseriadas	<i>Quercus</i> spp.	
35a. Radios frecuentemente más que 3 seriados	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	36
b. Radios 1-3 seriados		
36a. Parénquima longitudinal en bandas continuas apotraqueales	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
b. Parénquima longitudinal paratraqueal, difuso, y a veces difuso en agregados		37
37a. Punteaduras radiovasculares grandes y redondas	<i>Eucalyptus</i> spp.	
b. Punteaduras radiovasculares pequeñas	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	
38a. Radios exclusivamente homogéneos		39
b. Radios heterogéneos presentes		58
39a. Parénquima difuso en agregados abundante		40
b. Parénquima difuso en agregados ausente o escaso		42
40a. Parénquima paratraqueal ausente	<i>Juglans</i> spp.	
b. Parénquima paratraqueal presente		41
41a. Radios estratificados	<i>Dalbergia retusa</i>	
b. Radios no estratificados	<i>Diphysa robinoides</i>	
42a. Porosidad circular o semicircular		43
b. Porosidad difusa		44
43a. Fibras septadas	<i>Tectona grandis</i>	
b. Fibras no septadas	<i>Fraxinus uhdei</i>	
44a. Radios estratificados		45
b. Radios no estratificados		51
45a. Radios 1-3 seriados, generalmente biseriados		46
b. Radios 1-6 seriados, generalmente 2-4 seriados		49
46a. Parénquima longitudinal aliforme o confluyente conectando algunos poros	<i>Tabebuia guayacan</i>	
b. Parénquima longitudinal en bandas tangenciales		47
47a. Células parenquimatosas fusiformes numerosas	<i>Lonchocarpus</i> spp.	
b. Células parenquimatosas fusiformes ausentes		48
48a. Fibras con paredes más gruesas que el diámetro de sus cavidades	<i>Tabebuia chrysantha</i>	
b. Fibras con paredes más delgadas que el diámetro de sus cavidades	<i>Tabebuia rosea</i>	
49a. Radios generalmente con menos de 15 células en altura	<i>Lonchocarpus</i> spp.	
b. Radios frecuentemente con más de 15 células en altura		50
50a. Parénquima longitudinal en bandas más anchas que las bandas de fibras; fibras con paredes gruesas	<i>Andira inermis</i>	
b. Bandas de parénquima longitudinal más delgadas que las bandas de fibras; fibras con paredes relativamente delgadas	<i>Simarouba</i> spp.	
51a. Parénquima paratraqueal ausente o escaso; parénquima marginal a veces presente	<i>Zanthoxylum</i> spp.	
b. Parénquima paratraqueal presente		52

52a. Parénquima paratraqueal generalmente confluyente conectando un gran número de poros	<i>Chlorophora tinctoria</i>	
b. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme, o confluyente conectando unos cuantos poros		53
53a. Radios hasta 6 seriados	<i>Hymenaea courbaril</i>	
b. Radios generalmente 1-4 seriados		54
54a. Parénquima aliforme frecuentemente con alas largas y angostas	<i>Jacaranda copaia</i>	
b. Parénquima aliforme con alas cortas		55
55a. Parénquima aliforme frecuentemente unilateral	<i>Peltogyne purpurea</i>	
b. Parénquima aliforme rodeando completamente los poros		56
56a. Radios uniseriados y biseriados, generalmente uniseriados	<i>Pentaclethra macroloba</i>	
b. Radios 1-4 seriados, generalmente 2-3 seriados		57
57a. Radios uniseriados comunes	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	
b. Radios uniseriados escasos	<i>Pithecolobium saman</i>	
58a. Floema incluso presente	<i>Avicennia</i> spp.	
b. Floema incluso ausente		59
59a. Canales gomíferos longitudinales presentes		60
b. Canales gomíferos longitudinales ausentes		61
60a. Canales gomíferos en líneas tangenciales continuas	<i>Copaifera trapezifolia</i>	
b. Canales gomíferos distribuidos al azar	<i>Prioria copaifera</i>	
61a. Canales o tubos radiales presentes		62
b. Canales o tubos radiales ausentes		68
62a. Parénquima en bandas tangenciales anchas y continuas	<i>Ficus</i> spp.	
b. Parénquima no en bandas continuas		63
63a. Parénquima aliforme y confluyente		64
b. Parénquima paratraqueal escaso o vasicéntrico		65
64a. Fibras con paredes más gruesas que el diámetro de sus cavidades	<i>Brosimum alicastrum</i>	
b. Fibras con paredes más delgadas que el diámetro de sus cavidades	<i>B. costaricanum</i> <i>Brosimum utile</i>	
65a. Poros predominantemente en parejas; tubos taniníferos presentes en algunos radios	<i>Virola</i> spp.	
b. Poros solitarios y en grupos radiales de 2-4; canales intercelulares presentes en algunos radios		66
66a. Fibras con paredes más gruesas que el diámetro de sus cavidades	<i>Astronium graveolens</i>	
b. Fibras con paredes más delgadas que el diámetro de sus cavidades		67
67a. Radios uniseriados numerosos	<i>Spondias mombin</i>	
b. Radios uniseriados escasos	<i>Oreopanax</i> spp.	
68a. Células envolventes presentes		69
b. Células envolventes ausentes		73
69a. Células tipo baldosa presentes	<i>Ochroma lagopus</i>	
b. Células tipo baldosa ausentes		70

70a. Parénquima longitudinal en bandas anchas y continuas	<i>Erythrina</i> spp.	
b. Parénquima longitudinal no en bandas continuas		71
71a. Parénquima longitudinal predominantemente paratraqueal	<i>Cordia alliodora</i>	
b. Parénquima longitudinal predominantemente apotraqueal		72
72a. Radios 1-5 seriados	<i>Bombacopsis quinatum</i>	
b. Radios más de 5 seriados frecuentemente presentes	<i>Ceiba pentandra</i>	
73a. Porosidad circular o semicircular		74
b. Porosidad difusa		75
74a. Fibras septadas abundantes	<i>Tectona grandis</i>	
b. Fibras septadas ausentes o escasas	<i>Cedrela</i> spp.	
75a. Poros predominantemente en grupos radiales		76
b. Poros no predominantemente en grupos radiales		81
76a. Fibras septadas presentes	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	
b. Fibras septadas ausentes o escasas		77
77a. Parénquima longitudinal escaso a ausente o, si presente, exclusivamente marginal	<i>Chimarrhis</i> spp.	
b. Parénquima longitudinal abundante, apotraqueal; parénquima marginal ausente		78
78a. Parénquima longitudinal en bandas, más o menos continuas, de 1-3 células de grosor	<i>Manilkara</i> spp. <i>Pouteria</i> spp.	
b. Parénquima longitudinal difuso en agregados, formando líneas cortas uniseriadas entre los radios		79
79a. Fibras con paredes generalmente más delgadas que el diámetro de sus cavidades	<i>Anthocephalus cadamba</i>	
b. Fibras con paredes frecuentemente más gruesas que el diámetro de sus cavidades		80
80a. Cristales abundantes en parénquima longitudinal	<i>Mastichodendron capiri</i>	
b. Cristales ausentes o escasos en parénquima longitudinal	<i>Chrysophyllum</i> spp.	
81a. Poros distribuidos tangencialmente		82
b. Poros no distribuidos tangencialmente		83
82a. Fibras con paredes más gruesas que el diámetro de sus cavidades	<i>Roupala</i> spp.	
b. Fibras con paredes más delgadas que el diámetro de sus cavidades	<i>Grevillea robusta</i>	
83a. Radios estratificados		84
b. Radios no estratificados		87
84a. Fibras septadas presentes	<i>Swietenia</i> spp.	
b. Fibras septadas ausentes o escasas		85
85a. Parénquima longitudinal predominantemente apotraqueal en líneas delgadas; parénquima vasicéntrico y aliforme presente	<i>Dalbergia retusa</i>	
b. Parénquima longitudinal predominantemente paratraqueal		86
86a. Parénquima longitudinal en bandas continuas más anchas que las bandas de fibras	<i>Andira inermis</i>	
b. Parénquima longitudinal aliforme y confluyente conectando de pocos a muchos poros, a veces formando bandas irregulares y discontinuas	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	

87a.	Parénquima longitudinal ausente o escaso		88
b.	Parénquima longitudinal presente		90
88a.	Fibras septadas ausentes o escasas	<i>Zanthoxylum</i> spp.	
b.	Fibras septadas presentes		89
89a.	Poros pequeños, diámetro tangencial a menudo menor que el ancho de los radios	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	
b.	Poros medianos, diámetro tangencial raramente menor que el ancho de los radios	<i>Laetia procera</i>	
90a.	Parénquima longitudinal exclusivamente apotraqueal		91
b.	Parénquima paratraqueal presente		92
91a.	Parénquima longitudinal en bandas apotraqueales continuas, con hasta 3 células de ancho	<i>Lecythis costaricensis</i>	
b.	Parénquima longitudinal difuso en agregados formando líneas uniseriadas interrumpidas	<i>Juglans</i> spp.	
92a.	Células oleíferas presentes	<i>Nectandra</i> spp. <i>Ocotea</i> spp.	
b.	Células oleíferas ausentes		93
93a.	Parénquima difuso o difuso en agregados presente		94
b.	Parénquima difuso o difuso en agregados ausente o escaso		96
94a.	Parénquima marginal presente	<i>Swietenia</i> spp.	
b.	Parénquima marginal ausente		95
95a.	Radios uniseriados y biseriados, raramente hasta 3 seriados	<i>Caryocar costaricense</i>	
b.	Radios hasta 6 seriados, generalmente 3 ó 4 seriados	<i>Diphysa robinoides</i>	
96a.	Parénquima longitudinal en bandas tan anchas como, o más anchas que, las bandas de fibras	<i>Erythrina</i> spp.	
b.	Bandas de parénquima ausentes o, si presentes, más delgadas que las bandas de fibras		97
97a.	Parénquima aliforme o confluyente presente		98
b.	Parénquima aliforme o confluyente ausente o escaso		103
98a.	Parénquima aliforme con alas largas		99
b.	Parénquima aliforme con alas cortas		100
99a.	Radios heterogéneos con células procumbentes, células cuadradas, y células erectas	<i>Vochysia</i> spp.	
b.	Radios heterogéneos con células procumbentes y células cuadradas	<i>Jacaranda copaia</i>	
100a.	Fibras con paredes gruesas		101
b.	Fibras sin paredes gruesas		102
101a.	Parénquima marginal prominente	<i>Hymenaea courbaril</i>	
b.	Parénquima marginal ausente	<i>Vatairea lundellii</i>	
102a.	Radios 1-3 seriados	<i>Anacardium excelsum</i>	
b.	Radios hasta 6 seriados	<i>Gmelina arborea</i>	
103a.	Punteaduras intervasculares pequeñas (menos de 4 μ m. en diámetro)		104
b.	Punteaduras intervasculares grandes (más de 10 μ m. en diámetro)		105

104a. Radios uniseriados frecuentemente presentes	<i>Carapa</i> spp.	
b. Radios uniseriados raramente presentes	<i>Swietenia</i> spp.	
105a. Radios generalmente 2-3 seriados y hasta 35 células en altura	<i>Nectandra</i> spp.	
b. Radios generalmente 3-5 seriados y con 15-25 células en altura	<i>Ocotea</i> spp.	106
106a. Fibras septadas comunes	<i>Gmelina arborea</i>	
b. Fibras septadas escasas	<i>Cedrela</i> spp.	

Lista de especies incluidas en las claves
 Aquellas marcadas con (*) son especies introducidas

Gymnospermae

Araucariaceae

- Araucaria* spp., incluyendo
 **A. cunninghamii* Sweet
 **A. excelsa* (Lamb.) R. Brown
 **A. hunsteinii* Schum.

Cupressaceae

- **Cupressus lusitanica* Mill.

Pinaceae

- Pinus* spp., incluyendo
 **P. caribaea* Morelet
 **P. oocarpa* Schiede
 **P. radiata* D. Don

Podocarpaceae

- Podocarpus oleifolius* D. Don
P. standleyi (Willd.) Lodd.

Angiospermae – Dicotyledoneae

Anacardiaceae

- Anacardium excelsum* (Bert. & Balb.) Skeels
Astronium graveolens Jacq.
Spondias mombin L.

Apocynaceae

- Aspidosperma megalocarpon* Muell. Arg.

Araliaceae

- Oreopanax* spp., incluyendo
O. capitatum (Jacq.) Dcne. & Planch.
O. xalapensis (H. B. K.) Dcne. & Planch.

Betulaceae

- Alnus acuminata* H. B. K.

Bignoniaceae

- Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don
Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nichol.
T. guayacan (Seem.) Hemsley
T. rosea (Bertol.) DC.

Bombacaceae

- Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.
Ochroma lagopus Swartz

Boraginaceae

- Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Cham.

Caryocaraceae

- Caryocar costaricense* Donn. Smith

Casuarinaceae

- **Casuarina cunninghamiana* Miq.
 **C. equisetifolia* L.

Combretaceae

- Terminalia amazonia* (Gmel.) Exell
 **T. ivorensis* A. Chev.
T. lucida Hoffm.

Cornaceae

- Cornus disciflora* Moc. & Sessé ex DC.

Cunoniaceae

- Weinmannia pinnata* L.
W. wercklei Standl.

Euphorbiaceae

- Hieronyma alchorneoides* Fr. Allem.
Hura crepitans L.

Fagaceae

- Quercus* spp., incluyendo
Q. copeyensis C.H. Muller
Q. corrugata Hooker
Q. costaricensis Liebmann
Q. oleoides Schlecht. & Cham.
Q. seemanii Liebmann

Flacourtiaceae

- Laetia procera* (Poepp. & Endl.) Eichl.

Guttiferae

- Calophyllum brasiliense* Camb.

Humiriaceae

- Vantanea barbourii* Standl.

Juglandaceae

- Juglans* spp., incluyendo
 **J. nigra* L.
 **J. olanchana* Standl. & L.O. Wms.

Lauraceae

- Nectandra* spp., incluyendo
N. concinna Nees
N. cufondotii (O.C. Schmidt) C.K. Allen
N. rectinervia Meissn.
N. sinuata Mez
Ocotea spp., incluyendo
O. austinii C.K. Allen
O. ira Mez & Pittier
O. seibertii C.K. Allen
O. tenera Mez & Donn. Smith

Lecythidaceae

- Lecythis costaricensis* Pittier

Leguminosae – Caesalpinioideae

- Copaifera trapezifolia* Hayn.
Hymenaea courbaril L.
Peltogyne purpurea Pittier
Prioria copaifera Griseb.

Leguminosae – Mimosoideae

- Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.
Pentaclethra maculosa (Willd.) Ktze.
Pithecolobium saman (Jacq.) Benth.

Leguminosae – Papilionoideae

- Andira inermis* (Sw.) H.B.K.
Dalbergia retursa Hemsley
Diphysa robinoides Benth.
Dipteryx panamensis (Pittier) Record & Mell
Erythrina spp., incluyendo
E. berteriana Urban
 **E. poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook
Hymenolobium pulcherrimum Ducke

Lonchocarpus spp., incluyendo

- L. atropurpureus* Benth.
L. costaricensis (Donn. Smith) Pittier
L. minimiflorus Donn. Smith
L. sericeus (Poir.) H.B.K.
Platymiscium pleiostachyum Donn. Smith
P. polystachyum Benth. ex Seem.
Pterocarpus hayesii Hemsley
P. officinalis Jacq.
Vatairea hundertii (Standl.) Killip ex Record

Magnoliaceae

- Magnolia poasana* (Pittier) Dandy
M. sororum Seibert

Meliaceae

- Carapa guianensis* Aubl.
C. nicaraguensis C. DC.
Cedrela odorata L.
C. tonduzii C. DC.
Swietenia humilis Zucc.
S. macrophylla G. King
S. mahagoni Jacq.

Moraceae

- Brosimum alicastrum* Sw.
B. costaricanum Liebmann
B. utile (H.B.K.) Pittier
Chlorophora tinctoria (L.) Gaud.
Ficus spp., incluyendo
F. insipida Willd.
F. jimenezii Standl.
F. werckleana Rossberg

Myristicaceae

- Virola koschnyi* Warb.
V. sebifera Aubl.

Myrtaceae

- Eucalyptus* spp., incluyendo
 **E. alba* Reinw.
 **E. deglupta* Blume
 **E. globulus* Labill.
 **E. grandis* (Hill.) Maiden
 **E. robusta* Smith
 **E. saligna* Smith

Olacaceae

- Minquartia guianensis* Aubl.

Oleaceae

- **Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim

Proteaceae

- **Grevillea robusta* A. Cunn.
Roupala spp., incluyendo
R. glaberrima Pittier
R. montana Aubl.

Rhizophoraceae

Rhizophora harrisonii Leechman
R. mangle L.

Rosaceae

Licania arborea Seem.
L. platypus (Hemsl.) Fritsch

Rubiaceae

**Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.
Calycophyllum candidissimum (Vahl) DC.
Chimarrhis latifolia Standl.
Ch. parviflora Standl.

Rutaceae

Zanthoxylum spp., incluyendo
Z. belizense Lundell
Z. setulosum P. Wilson

Sapotaceae

Chrysophyllum cainito L.
Manilkara achras (Miller) Fosberg
M. zapota (L.) van Royan
Mastichodendron capiri (A. DC.) Cronquist
Pouteria spp., incluyendo
P. mammosa (L.) Cronquist
P. unilocularis (Donn. Smith) Baehni

Simaroubaceae

Simarouba amara Aubl.
S. glauca DC.

Verbenaceae

Avicennia nitida Jacq.
A. tonduzii Moldenke
**Gmelina arborea* (L.) Roxb.
**Tectona grandis* L.

Vochysiaceae

Vochysia ferruginea Mart.
V. hondurensis Sprague

Winteraceae

Drimys granadensis L. f.

Zygophyllaceae

Guaiacum sanctum L.

Angiospermae — Monocotyledoneae

Gramineae, incluyendo

**Arundo donax* L.
Bambusa spp., incluyendo
**B. multiplex* Merril
**B. vulgaris* Schrad. ex Wendl.
Chusquea spp., incluyendo
Ch. longifolia Swallen
Ch. virgata Hack

**Dendrocalamus* spp.

**Gigantochloa* spp.
Guadua spp., incluyendo
G. aculeata Rupr.
**G. angustifolia* Kunth
Schizostachyum spp.

Palmae

Bactris spp., incluyendo
**B. gasipaes* H.B.K.
B. porschiana Burret
**Cocos nucifera* L.
Iriartea gigantea Wendl. ex Burret
Socratea durissima (Oerst.) Wendl.
Welfia georgii Wendl. ex Burret

AGRADECIMIENTO

Se agradece a las siguientes personas sus valiosas contribuciones: Victor Rojas Ch., del Instituto Tecnológico de Costa Rica, por sus sugerencias respecto a las separaciones de ciertas especies; a los estudiantes de Tecnología de la Madera, cuyos comentarios y críticas durante el desarrollo de estas claves contribuyeron a eliminar ambigüedades que tenía el manuscrito original, y Sayra Navas O., del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

LITERATURA CITADA

1. IDENTIFICATION OF HARDWOODS: A LENS KEY. 1970. Forest Products Research Bulletin no. 25. Forest Products Research Laboratory, London. 126 p.
2. BRAZIER, J.D.; FRANKLIN, G.L. 1961. Identification of hardwoods: A microscope key. Forest Products Research Laboratory, London Forest Products Research Bulletin no. 46:96.
3. CREEMERS, J.; LEMCKERT, D. 1981. Clave para la identificación de las principales especies forestales mediante el uso de la pulpa. San José, Dirección General Forestal. 228 p.
4. GOITWALD, H. 1958. Handelshölzer: Ihre benennung, bestimmung und beschreibung. Ferdinand Holzmann Verlag, Hamburg. 251 p.
5. HESS, R.W. 1946. Keys to American woods. Tropical Woods 85:11-19.
6. HESS, R.W. 1948. Keys to American woods. Tropical Woods 94:29-52.
7. KRIBBS, D.A. 1968. Commercial foreign woods on the American market. New York. Dover Publications Inc. 241 p.
8. RECORD, S.J. 1942. Keys to American woods. Tropical Woods 72:19-35.

9. RECORD, S.J. 1943. Keys to American woods. Tropical Woods 73:23-42; 74:17-43; 75:8-26; 76:32-47; 77:18-38; 78:35-45; 79:24-34; 80:10-15.

10. RECORD, S.J.; HESS, R.W. 1943. Timbers of the New World. Yale University Press, New Haven. 640 p.

Notas y Comentarios

Ñames que producen su propio fertilizante

Una de las grandes esperanzas de las ciencias agrícolas es producir plantas de cultivo que elaboran su propio fertilizante. Las leguminosas lo hacen naturalmente, usando bacterias fijadoras de nitrógeno que las plantas cobijan en nódulos especiales en sus raíces. Los genetistas desearían tomar los genes de leguminosas que las hacen capaces de formar esos nódulos y transferirlos a otros cultivos. Hasta ahora, han logrado muy poco progreso, porque la fisiología de los nódulos y su interacción con las bacterias es extremadamente complicada. Ahora, se ha visto que los ñames (*Dioscorea* spp) ofrecen fertilizante bacterial que es autorreproducible, nada menos que en sus hojas.

La mayoría de las plantas de la familia de los ñames, las dioscoreáceas, tienen largas puntas en el ápice de sus hojas. Estas puntas ayudan a drenar el agua de las hojas durante lluvias fuertes y chaparrones. Pero, las puntas también contienen "glándulas" sepultadas profundamente dentro de pliegos que corren a lo largo de sus márgenes. Estas glándulas cobijan bacterias.

Para encontrar cuál es la relación que las bacterias tenían con el ñame, I. M. Miller y M. Reporter, del Laboratorio Batelle-Kettering, en Yellow Springs, Ohio, examinaron con el microscopio las hojas del

ñame de Africa Occidental, *Dioscorea sansibarensis*. También las estudiaron químicamente buscando signos de fijación del nitrógeno.

Los dos botánicos encontraron una relación íntima entre la bacteria y el ñame. Las glándulas en la hoja constituyen cámaras huecas que contienen numerosos pelos microscópicos, algunos de los cuales están llenos de una gama de bacterias gram-negativas. Una exudación espesa de los otros pelos llena las cavidades de las cámaras. Los tejidos alrededor de las glándulas están altamente doblados, proporcionando una gran superficie, a través de la cual pueden absorber nutrimentos exudados por las bacterias y atrapados por las exudaciones espesas. El área vecina está bien surtida de tejido vascular para llevar nutrimentos al resto de la planta (*Plant, Cell and Environment*, vol 10, p. 413).

Miller y Reporter también encontraron que plantas a las que se les quitó sus bacterias foliares crecían más lentamente y producían sólo unas pocas hojas amarillentas en lugar del lujurioso follaje verde de plantas que están infectadas con bacterias. Las plantas y las bacterias tienen una relación simbiótica, la planta proporcionando un hogar protegido a las bacterias, y éstas sufriendo a la planta cierta clase de nutrimento. Sin embargo, la prueba clásica para la fijación del nitrógeno fracasó. Si las bacterias no estaban fijando nitrógeno ¿qué cosa exactamente le estaban suministrando a la planta? Nadie lo sabe todavía. Los especialistas en ingeniería genética, sin embargo, deberían interesarse en esta relación que ahora beneficia al ñame, una planta conocida en todo el mundo tropical y un importante cultivo en Africa. A. Gorbitz.