

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 29

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1979

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 29(1)1-90

<i>El potencial erosivo de la lluvia en Uruguay (en español)</i> , Michel H. Koolhaas	3
<i>Identificación de campo y situación relativa como plaga de las hormigas paraguayas cortadoras de hojas (en inglés)</i> , H. G. Fowler, S. W. Robinson	11
<i>El control de la gallina ciega (Phyllophaga sp) en maíz con insecticidas aplicados por métodos sencillos (en español)</i> , A. B. S. King, J. L. Saunders	71
<i>Control de preemergencia de malezas del maíz en Trinidad (en inglés)</i> , R.A.I. Brathwaite	21
<i>Consideraciones sobre una posible solución a la ecuación fundamental de H. Jenny (en español)</i> , Wilfredo Vera E., R. Elissegaray, C. Walter Luzio L., Mónica Menis M.	25
<i>Eficiencia de la utilización del fósforo del fertilizante por el frijol (Phaseolus vulgaris L.) cv 'Carioca' en diferentes métodos de aplicación del fertilizante fosfatado (en inglés)</i> , A.M.J. Neptune, T. Muraoka, J.W.B. Steward	29
<i>Vigor híbrido, capacidad combinatoria y acción génica en un cruzamiento dialélico de cinco genotipos de trigo de primavera (Triticum aestivum L.) para porcentaje de proteína y rendimiento proteico (en español)</i> , Patricio Barriga Juan Fuentealba	35
<i>Efectos de los nematodos de quistes sobre las relaciones de agua de dos variedades de papa (en inglés)</i> , A.E. Klar, J. Franco	41
<i>Estimado de la temperatura diaria del aire en un cafetal (en portugués)</i> , L.L. Foloni, A. Tubelís, F.J.L. do Nascimento, N.A. Villa Nova	45
<i>Correlación de caracteres de la copa y de tasas de crecimiento en bosques de Puerto Rico (en inglés)</i> , P.L. Weaver, D.J. Pool	53
<i>Control químico de la antracnosis del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Colombia (en español)</i> , P. Guzmán, M.R. Donado, Guillermo E. Gálvez	59
<i>Pérdidas económicas causadas por la antracnosis del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Colombia (en español)</i> , P. Guzman, M.R. Donado, Guillermo E. Gálvez	65
<i>Efecto de los antitranspirantes sobre el crecimiento y producción del sorgo de grano (en inglés)</i> , A. Kuganathan, Sp. Palaniappan	69
Comunicaciones:	
<i>La influencia del crecimiento sobre la infestación de áfidos en el algodón (en inglés)</i> , P.R.C. Castro, C.J. Rossetto	75
<i>La "Vapona" afecta el color de un lepidóptero (en inglés)</i> , Oswald Andrade	77
<i>Estudios sobre el crecimiento de algodones Gossypium barbadense en India. III. Absorción de nutrientes mayores, secundarios y menores (en inglés)</i> , J.G. Bhatt, A.R.S. Nathan	77
<i>Un nuevo método para rastrear el movimiento del nitrato en el suelo (en inglés)</i> , S.O. Ojeniyi	81
Notas y Comentarios	9, 10, 16, 19, 20, 28, 34, 52, 58, 63, 64, 68, 74
Reseñas de Libros	84



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

El potencial erosivo de la lluvia en el Uruguay*_____

MICHEL H KOOLHAAS**

ABSTRACT

Two types of distribution of rainfall erosion potential established for Uruguay are reported in this paper. One involves geographic differences in the ability of the average annual rainfall to cause erosion. The other type involves location differences, only in the South, regarding the distribution of erosive rains within the year.

The erosion potential of rainfall at different locations was measured by an erosion index which is based on the kinetic energy and maximum sustained intensity of each rainstorm. This index was mathematically evaluated from one recording rain-gage situated in Montevideo. For the additional rain-stations, a regression equation with a big correlation was employed, the same as used by the U.S. Agricultural Research Service. The erosion-index values recorded on the iso-erodent map are the location values of the rainfall factor, R, in the universal soil loss equation. The index values found for Uruguay ranged from 240 to 600 in metric units.

The new information provided by the iso-erodent map, related to our conditions, can greatly enhance the precision of field soil-loss estimates in guiding farm planning of soil and water conservation.

Introducción

La erosión del suelo por el agua puede considerarse como función del potencial de la lluvia para provocar erosión, "erosividad", y de la susceptibilidad del suelo a erosionarse bajo ese potencial erosivo, "erodabilidad" (7).

El indicador simple, más preciso y práctico a su vez, de la erosividad de la lluvia en una localidad, es el índice de erosión EI, definido por Wischmeier (14). Este índice fue deducido en el "National Runoff and Soil-Loss Data Laboratory", del Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. (14,17). El término EI es una caracterización de la lluvia, para cuantificar el potencial erosivo de la misma, que define el factor lluvia R, en la ecuación universal de pérdida de suelo (22).

En este trabajo se describe el procedimiento empleado para establecer la primera carta de iso-erodentas del Uruguay, con la metodología de Wischmeier (16). Iso-erodentas son líneas que unen áreas con igual erosividad de la lluvia.

El trabajo está enmarcado dentro del proyecto de investigación, conducente a la mejor adaptación posible a las condiciones del Uruguay, de la ecuación universal. Los objetivos primarios son las aplicaciones originales del modelo de predicción (22).

La importancia de la ecuación universal en la agricultura radica en que sirve como guía en el establecimiento a nivel predial, de sistemas de producción y medidas mecánicas conservacionistas.

Revisión de literatura

La erosión del suelo es un proceso mecánico, que requiere energía y gran parte de ella es aportada por la caída de las gotas de lluvia en el impacto con el suelo húmedo. En efecto, el mayor agente erosivo causante de la erosión por salpicadura y laminar, es el impacto de las gotas de lluvia (10, 11, 13).

Es aceptado en general, que el potencial erosivo de la lluvia es alguna función de la energía cinética de la lluvia (7, 20). Wischmeier y Smith (20), obtuvieron la mejor estimación conocida de la cuantificación de la energía cinética de los aguaceros. Para ello se basaron en estudios relativos a la velocidad terminal (6, 8) y a la distribución del tamaño de las gotas

* Recibido para la publicación el 21 de setiembre de 1977.
** Ingeniero agrónomo, Asistente de Conservación de suelos de la Facultad de Agronomía (avenida E-Garzón 780, Montevideo, Uruguay. Domicilio: Cardona 1007, Montevideo, Uruguay.

(9), en función de la intensidad de lluvia. Así también, utilizaron los datos experimentales de más de 8.000 parcelas-años (14).

La ecuación de regresión que permite la estima de la energía cinética (20), presenta diferencias sustanciales con las obtenidas por Mihara en Japón y Hudson de Rodesia, citados por Kinell (7). La razón de estas diferencias radica en el hecho de que el índice EI, calculado por Wischmeier y Smith (15, 20), no explica satisfactoriamente la erosividad en zonas tropicales y en donde predominan precipitaciones de origen orográfico (7, 19, 12). En dichas zonas existen o se estudian parámetros sustitutivos (19).

Wischmeier y Smith (20) propusieron la siguiente ecuación:

$$I) \quad y = 916 + 331 \lg x$$

donde, y = ton. corta - pie/pulgada - acre, x = intensidad en pulg./hora. La ecuación I) es una excelente regresión (19,20) para la cual existe una tabla (21) y cuya equivalencia métrica se presenta en el título "Procedimiento".

En los EE UU. se disponía en 1950 (13) de gran cantidad de información sobre escurrimiento y pérdida de suelo, proveniente de 37 proyectos de investigación en 21 Estados. Estos datos se obtuvieron de parcelas mantenidas en el barbecho continuo y libres de vegetación a través de todo el período de estudio. Los mismos sirvieron para determinar la óptima caracterización de erosividad, sin la influencia perturbadora de diferencias en cobertura, cantidad de materia orgánica en el suelo o cualquier otra práctica de manejo.

Del análisis estadístico de unas 40 variables simples e interacciones, la mejor variable encontrada para predecir la pérdida de suelo en barbecho continuo cultivado, fue la variable EI, producto de la energía cinética total de un aguacero por su máxima intensidad en 30 minutos. Se definen como aguaceros, en razón de la más alta correlación observada con las pérdidas de suelo, las lluvias mayores a 12,7 mm separadas en el tiempo por 6 horas (14, 20).

El coeficiente de determinación entre pérdida de suelo y los valores EI por aguacero, osciló entre el 71 y 96 por ciento de la variación total de pérdida de suelo, parcela a parcela. En cambio, la cantidad de precipitación explicó entre el 7 y 70 por ciento de la variación total parcela a parcela. Otros análisis mostraron resultados semejantes, por lo que se demostró que la pérdida de suelo no es necesariamente proporcional a la mayor cantidad de lluvia ni a una específica duración de intensidad de lluvia (14). Por tanto, el índice EI fue la mejor caracterización de la erosividad de la lluvia. El índice de erosión por lluvia anual siempre explicó por lo menos un 80 por ciento de la varianza total. El índice EI anual se obtiene por la suma de los EI de cada lluvia.

La carta de iso-erodentas en los EE.UU. (17,22), se obtuvo por análisis de 181 pluviómetros registradores y en 1700 localidades se utilizó una ecuación de regresión simple, cuya variable independiente era una función compuesta. En efecto, el producto de tres parámetros de la lluvia, estaba altamente correlacionado

con los valores del índice EI. Estos parámetros son: para un período de retorno de 2 años, la intensidad máxima en 60 minutos y la intensidad máxima en 24 horas, y la lluvia anual. El producto de estos tres parámetros, explicó entre el 90 y el 98,5 por ciento de la varianza entre los índices EI, para toda el área comprendida al este de las Montañas Rocosas en los EE UU.

Así, es posible obtener buenas estimaciones del índice EI, recurriendo a los parámetros correlacionados, en localidades donde se carece de información pluviográfica suficientemente precisa para la estimación directa, mediante el análisis de las bandas registradoras.

Materiales y métodos

Datos

Se analizó una serie de 20 años, de bandas diarias del pluviógrafo de la Estación Meteorológica "El Prado" en Montevideo, para estimar directamente el índice EI.

Se utilizó la información obtenida para una serie de 30 años*, acerca de la intensidad de 60 minutos para un período de retorno de 2 años, la cual es coincidente en general con la proporcionada por Gianoni (5).

Finalmente, con los datos de máxima cantidad de lluvia en 24 horas, de las 100 estaciones pluviométricas que componen la Red Básica de la D.G.M.U., se ajustó una función tipo Gumbel mediante la ecuación general de Chow (1). Los datos proceden de una serie de 30 años, seleccionando máximos valores anuales (2,3), para calcular la precipitación probable en 24 horas para un intervalo de recurrencia de 2 años.

Procedimiento

El índice de erosión EI es función de las características de cada aguacero individual. El valor de EI para cada lluvia erosiva, es el producto de la energía cinética total \times máxima intensidad en 30 minutos $\times 10^{-2}$. La energía cinética se cuantificó mediante la siguiente ecuación:

$$II) \quad \frac{E \text{ (tm} \cdot \text{ m)}}{\text{(há} \cdot \text{ mm)}} = 12,142 + 8,877 \lg i;$$

donde, i es la intensidad en mm/h para el intervalo de tiempo considerado.

Para estimar la energía de las lluvias erosivas, la ecuación II) se utilizó con la información contenida en las bandas registradoras del pluviógrafo. Se tomaron incrementos de intensidad en una hora, calculando E_i por II) y por tanto:

$$III) \quad E_{\text{total}} = \sum_{i=1}^6 E_i \text{ donde, } i = 1 \dots 6 \text{ horas}$$

* Koolhaas M H. Intensidad-duración-frecuencia de la lluvia en el Prado Montevideo, Facultad de Agronomía, 1977. Trabajo no publicado.

Lógicamente, si pudiésemos calcular la energía para tiempos menores de una hora, lograríamos mayor exactitud, pero de hecho esa duración es el límite práctico y suficientemente preciso (20).

Los valores anuales del índice de erosividad EI y los EI por aguaceros máximos anuales se ajustan a una función de densidad de probabilidad log-normal (14,17,18).

Para el análisis de los datos se disponía de varias alternativas (1,2,3), optándose por el método analítico más exacto, originalmente expuesto por Chow (2). Se realizó un gráfico de los EI anuales y su respectiva probabilidad de ocurrencia, de acuerdo con la fórmula $m/(n+1)$. En ésta, m es el número de orden, establecido en sentido decreciente y n es el número de años de la serie continua. El período de retorno de los EI anuales se estableció por un ajuste de densidad log-normal.

Según Chow (2), la estimación de los parámetros de la función log-normal es la siguiente:

IV) $y = \ln x$, donde x = valores EI

V) $\bar{X} = \exp y + 1,5 \sigma^2 y$

VI) $\sigma x = \exp. (\sigma^2 y - 1)^{1/2} \cdot \bar{X}$

VII) $cv = \exp. (\sigma^2 y - 1)^{1/2}$, donde cv coeficiente variación.

VIII) $Cs = \frac{\exp. 3\sigma^2 y - 3 \exp. \sigma^2 y + 2}{(\exp. \sigma^2 y - 1)^{1/2}}$

Para hallar los valores de EI, que es de esperar sean igualados en promedio una vez en X años, se procedió de la manera siguiente:

IX) $\frac{y_c - y}{\sigma y} = z_c$ se distribuye según una normal

set distribuye según una normal típica, entonces,

X) $y_c = z_c \sigma y + y$, donde los z_c se toman de la normal tipificada a la probabilidad de ocurrencia.

donde los z_c se toman de la normal tipificada, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia

Para obtener una tabla de los máximos EI por lluvia, con su correspondiente probabilidad de ocurrencia (22), se analizaron los máximos EI por aguacero erosivo de cada año, realizándose luego un análisis similar al indicado anteriormente.

La distribución porcentual media del índice EI, se debe conocer para establecer el patrón de erosividad de la lluvia en la localidad y derivar el factor cultivo-manejo (16), en las aplicaciones de la ecuación universal. Para ello ajustamos una curva log-normal a cada uno de los meses en la serie de 20 años, interesando luego el valor EI correspondiente a un

período de retorno de 2 años. Ese valor se relacionó con la media anual, obteniéndose el porcentaje de ese mes en el 50 por ciento de los años.

Finalmente, en cada una de las estaciones pluviométricas se aplicó la siguiente ecuación de regresión, derivada por Wischmeier (16):

XI) $EI_{\text{métrico}} = 1,735 \times [0,87 \times Q^{22}]$

donde Q es el índice, resultado del producto de la máx. I 24 h - 2 años \times máx I 60 min - 2 años \times lluvia media anual, expresando todos los valores en pulgadas. La relación entre el índice en unidades métricas e inglesas es la siguiente: $EI_{\text{métrico}} \times 0,5764 = EI_{\text{inglés}}$.

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los valores calculados del índice de erosión anual y la amplitud observada en la serie continua de 20 años.

Se realizó un gráfico con los valores del índice en El Prado y con su frecuencia de ocurrencia que se ilustra en la Fig. 1, junto con la curva ajustada.

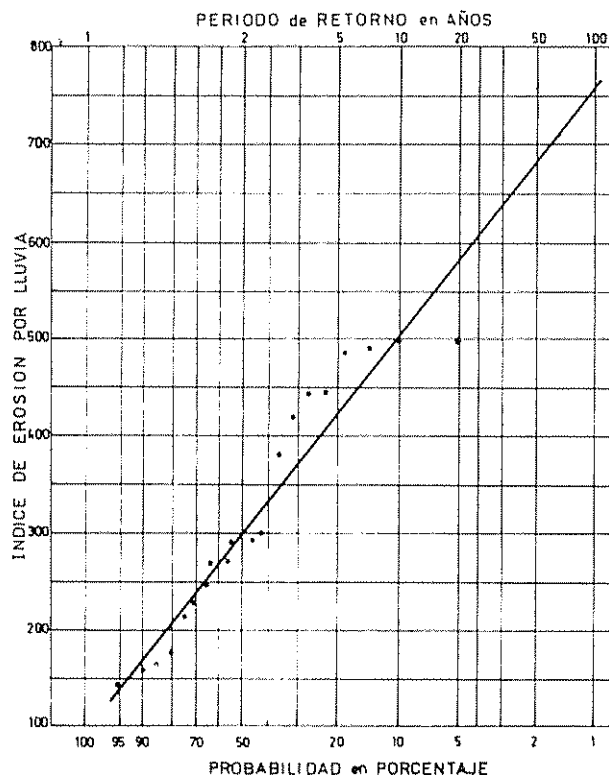


Fig 1 Curva de probabilidad del índice de erosión anual en "El Prado". Los puntos trazados son $m/n+1$. Curva basada en bandas de 20 años.

Los valores máximos por aguacero se exponen en el Cuadro 2.

En la Fig. 2. se presenta la estimación de la erosividad media anual de la lluvia con relación a distin-

tas áreas geográficas del Uruguay. La obtención de esta carta de iso-erodentas fue el objetivo primordial de este trabajo.

En la Fig 3 y Cuadro 3. se representan las diferencias locales en la distribución de la erosividad media

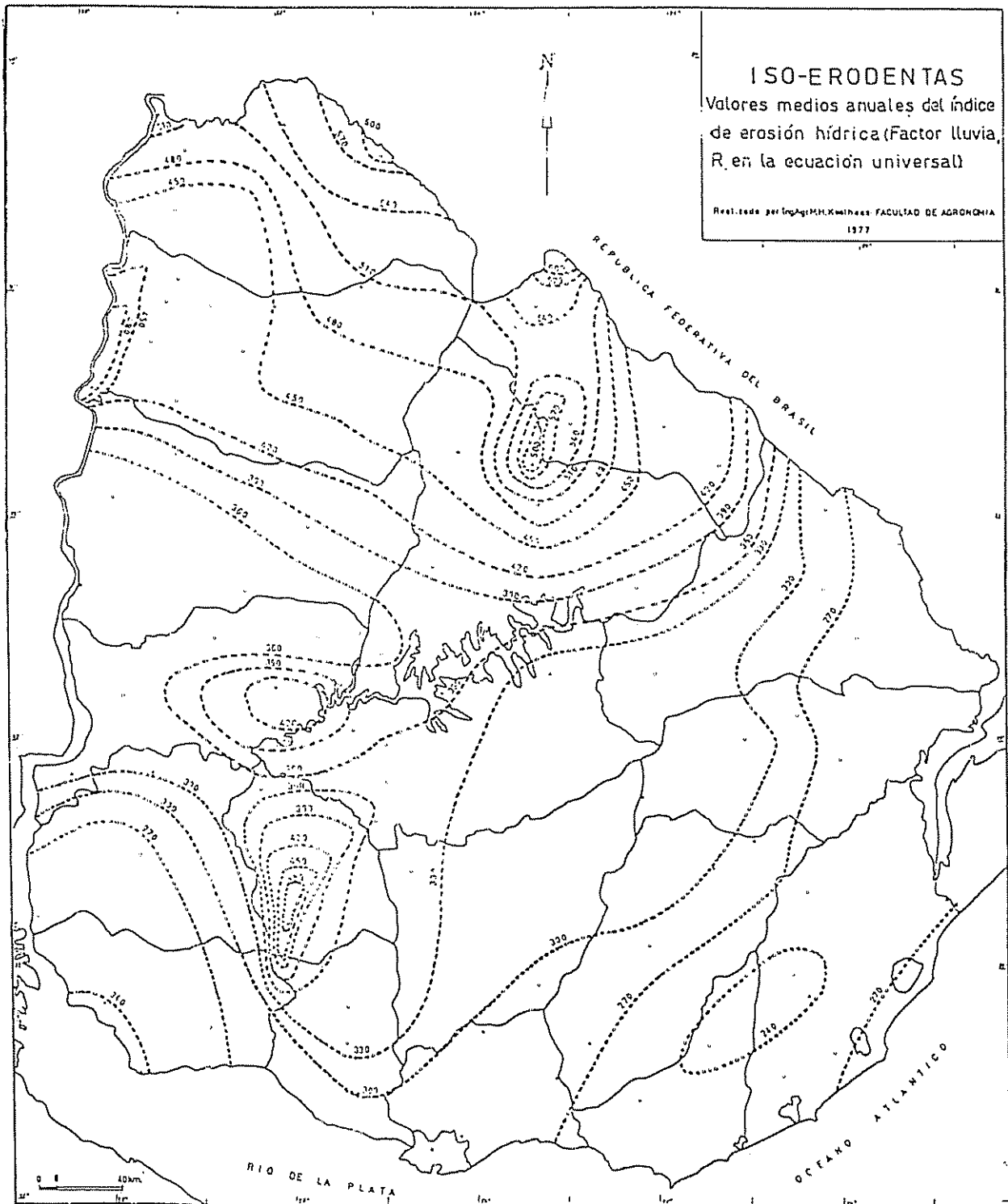


Fig 2. Promedio anual de valores del factor lluvia (periodo de retorno de 2 años).

Cuadro 1. Amplitud observada y valores del índice de erosión al 5-, 10-, 20- y 50 por ciento de probabilidad.

Localidad	Amplitud observada	50%	20%	10%	5%
Montevideo	142 - 490	295	416	497	576

a lo largo del año, únicamente para Montevideo. En la misma es preciso aclarar que el porcentaje acumulado es hasta el 1º de cada mes.

En el Cuadro 4, se muestra la distribución del tamaño de los aguaceros observados. El número total de lluvias erosivas fue de 526, lo que da un número medio de lluvias erosivas de 26 por año.

Cuadro 2. Magnitudes máximas esperadas del índice EI por aguacero individual.

Valores del índice normalmente excedidos una vez en

Localidad	1 año	2 años	5 años	10 años	20 años	50 años
Montevideo	15	35	55	70	85	105

Cuadro 3. Distribución porcentual media del índice EI mensual

	EI	%	% Acumulado
Enero	57	12,5	0
Febrero	34	11,5	12,5
Marzo	22	7,5	24,0
Abril	23	7,8	31,5
Mayo	25	8,5	39,3
Junio	23	7,8	47,8
Julio	17	5,8	55,6
Agosto	18	6,1	61,4
Setiembre	19	6,4	67,5
Octubre	22	7,5	73,9
Noviembre	29	9,8	81,4
Diciembre	26	8,8	91,2
	295	100,0	

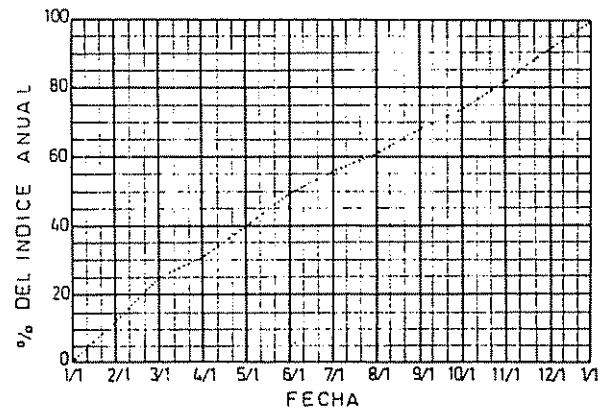


Fig 3. Curva de distribución del índice de erosión

Discusión

Una estimación como la que se presenta puede sufrir modificaciones, que no se cree sean sustanciales, si en el futuro se analizan las bandas correspondientes a uno o dos pluviómetros registradores que no pertenecen a la D.G.M.U. (Dirección General de Meteorología del Uruguay). La información utilizada para establecer la primera carta de isoerodentas, es la mejor disponible en el país.

La estimación del índice EI en Montevideo, sin utilizar el análisis de bandas, conduce al siguiente resultado:

- I 24 hs. = 3,68 mm/h → 88,44 mm → 3,48 pulg
- I 60 min = 30,70 mm/h → 30,70 mm → 1,21 pulg
- Lluvia media anual = 1012 mm → 39,84 pulg;

Cuadro 4. Distribución del tamaño de los aguaceros.

Indice EI	%	% Acumulado
1 - 5	19	19
6 - 10	40	59
11 - 15	17	76
16 - 20	10	86
21 - 30	8	94
31 - 40	2	96
41 - 50	2	98
51 - 60	1	99
61 - 70	0,4	99,4
71 - 80	0,4	99,8
81 - 90	0,2	100,0

por tanto, el índice $Q = 167,76$ ($Q = 3,48 \times 1,21 \times 39,84$).

Aplicando la ecuación XI) se obtiene $E_{\text{métrico}} = 291,4$, siendo el calculado por análisis de bandas,

$E_{\text{métrico}} = 295,0$, como se observa en el Cuadro 1

Se constata que existe concordancia entre investigaciones previas y métodos empleados. Esto último, sumado al éxito obtenido en otras partes del mundo, con métodos similares para determinar el factor lluvia de la ecuación universal (12), permite puntualizar la idoneidad aceptable de la carta obtenida.

Con relación a la distribución del potencial erosivo anual de la lluvia en los distintos meses, existe la limitación de extrapolarla a todo el país. No obstante, comparando la extensión territorial, valores, amplitudes de variaciones y distribuciones del índice EI en los EE.UU., con los obtenidos en nuestro país, se observa que:

a) La distribución en Montevideo es similar a la única curva que en los EE.UU. se aproxima más a una recta. Esta corresponde a parte de los Estados de Tennessee, Arkansas, Louisiana, Mississippi y Alabama

b) el EI anual en los Estados mencionados, varía entre 347 y 1041 (valores métricos). Es decir, que una misma distribución del índice EI se corresponde con valores anuales muy diferentes y con una doble amplitud de variación aproximadamente.

c) Las curvas de distribución correspondientes a zonas con un EI anual semejante al de Montevideo, permiten visualizar que en toda la zona al este de las Montañas Rocosas, excepto en las zonas de a), existe una época, siempre primavera o verano, asociada con un alto o muy alto incremento de la erosividad de la lluvia (17).

Por tanto, suponer la curva de distribución obtenida como válida para todo el país es aventurado, es una limitante real. No obstante, la hipótesis tiene posibilidad de ser cierta, teniendo en cuenta la homogeneidad de las lluvias anuales y mensuales que no permiten diferenciar regímenes pluviométricos distintos.

Conclusiones

La carta obtenida permite un uso más seguro de la ecuación universal en nuestras condiciones. La ecuación universal estima la pérdida de suelo por causa de la erosión laminar y en surcos. La pérdida de suelo que la misma predice, es el movimiento pendiente abajo del suelo de una ladera específica caracterizada por el factor topográfico LS. "Esta es precisamente la información que necesitamos para el planeamiento conservacionista" (19).

Las características del modelo de predicción, sus modificaciones y limitaciones han sido tratadas ampliamente por diversos autores en distintos países (12, 19,22)

La aplicación del modelo en el Uruguay está sujeta a limitaciones importantes, como ser estimaciones locales del factor suelo y del factor cultivo-manejo. Sin embargo, es posible ahora obtener estimaciones razonables de pérdida de suelo que sirvan como guía del planeamiento conservacionista de un predio o una cuenca pequeña. Es evidente la necesidad de la investigación orientada a verificar, adaptar y generar valores para los restantes factores de la ecuación, adecuados a las condiciones de suelo y clima particulares, a los efectos de disminuir aquellas limitantes

La erosividad de la lluvia es máxima en verano y mínima en invierno, alcanzando un valor intermedio en otoño y primavera, siendo las diferencias estacionales de erosividad mucho más evidentes que la cantidad de lluvia. Las mismas diferencias se observan en la comparación mensual de lluvias y valores del índice. La amplitud de variación del índice en términos porcentuales es mucho mayor que la cantidad de lluvia anual.

Resumen

En este trabajo se presentan dos tipos de distribuciones del potencial erosivo de la lluvia establecidas para el Uruguay. Una involucra la erosividad media anual de la lluvia y sus diferencias por zonas geográficas. La otra considera las diferencias por localidad, sólo al sur del país, de la distribución de la erosividad a lo largo del año.

El potencial erosivo de la lluvia en las distintas localidades fue medido por un índice de erosión basado en la energía cinética y la máxima intensidad sostenida de cada aguacero. Este índice fue evaluado matemáticamente en las bandas de un pluviómetro registrador instalado en Montevideo. Para las demás estaciones pluviométricas, se empleó la misma ecuación de regresión, que la usada por el U. S. Agricultural Research Service, con una alta correlación. Los valores del índice de erosión obtenidos, son los valores aplicables al factor lluvia, R, en la ecuación universal de pérdida de suelo. Los valores del índice hallados en el Uruguay tienen una amplitud de variación de 240 a 600 en unidades métricas.

La nueva información proporcionada por el mapa de iso-erodentas adaptado a nuestras condiciones, puede aumentar la precisión de las estimaciones de pérdida de suelo para guiar en el planeamiento de sistemas de conservación de suelos y aguas.

Literatura citada

- 1 CHOW, V. T. A general formula for hydrologic frequency analysis. Transactions of American Geophysical Union 32 (2): 231-237. 1951

- 2 Discussion of a general formula for hydrologic frequency analysis Transactions of American Geophysical Union 33 (2): 277-282. 1952.
- 3 ————. The log-probability law and its engineering applications American Society of Civil Engineers Proceedings, 80 (536) 1954.
- 4 DANGLER, E. W. y EL-SWAIFY, S. A. Erosion of selected Hawaii soils by simulated rainfall. Soil Science Society of American Proceedings 40 (6): 769-772 1976.
- 5 GIANONI, A. Precipitación pluvial y desagüe. Revista de Ingeniería (2da época) (Uruguay) No. 7: 20-24 1973.
- 6 GUNN, R. y KINZER, G. The terminal velocity of fall for water droplets Journal of Meteorology 6 (3): 243-248 1949.
- 7 KINELL, P. I. A. The problem of assessing the erosive power of rainfall from meteorological observations Soil Science Society of American Proceedings 37 (6): 617-621 1973.
- 8 LAWS, J. O. Measurement of fall velocity of water drops and rain drops Transactions of American Geophysical Union 22 (5): 709-721 1941.
- 9 ———— y PARSONS, D. A. The relation of rain drop size to intensity Transactions of American Geophysical Union 24(3): 452-459 1943.
- 10 SMITH, D. D. y WISCHMEIER, W. H. Factors affecting sheet and rill erosion. Transactions of American Geophysical Union 38 (6): 889-896 1957.
- 11 ———— y WISCHMEIER, W. H. Rainfall erosion Advances in Agronomy New York Academic Press, v 14, 1962 pp 109-148.
12. SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA Soil erosion: prediction and control. Ankeny, Iowa Soil Conservation Society of America, 1977. 393 p
- 13 ————. Resource conservation glossary Ankeny, Iowa Soil Conservation Society of America, 1970 52 p
- 14 WISCHMEIER, W. H. Punched cards record runoff and soil-loss data Agricultural Engineering 36 (6): 664-666. 1955
- 15 ————. A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. Soil Science Society of America Proceedings 23 (2): 246-249 1959.
- 16 ————. Cropping management factor evaluations for a universal soil loss equation Soil Science Society of America Proceedings 24 (3): 322-326 1960
- 17 ————. Rainfall erosion potential Agricultural Engineering 43 (4): 312-315 1962.
18. ————. Storms and soil conservation Journal of Soil and Water Conservation 17 (2): 55-59 1962
19. ————. Use and misuse of the universal soil loss equation Journal of Soil and Water Conservation 31 (1): 5-9 1976.
- 20 ———— y SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss Transactions of American Geophysical Union 39 (2): 285-291. 1958.
21. ————, y SMITH, D. D. y UHLAND, R. E. Evaluation of factors in the soil-loss equation Agricultural Engineering 39 (8): 458-462 1958.
- 22 ———— y SMITH, D. D. Rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains U.S. Department of Agriculture Agricultural Handbook N° 282 1965 47 p

Notas y Comentarios

Un gran cambio en el desarrollo rural de Asia:

Se le podría llamar una gran revolución cultural. Pero la verdadera clase de revolución, en la que el sentido común le dice a suficiente gente que tienen que cambiar sus costumbres y cuando tienen los medios tecnológicos para llevar a cabo ese cambio. Inesperadamente, y altamente deseable, en casi toda Asia al este de Pakistán la producción de alimentos está aumentando y la fertilidad humana está bajando. El anticoncepcionismo y los granos de altos rendimientos están produciendo, por fin, un cambio en la condición humana general. Como resume *The Economist* (3 de marzo de 1979) al comentar este proceso: 'más granos y menos bebés constituyen toda la diferencia'

Esta revolución de sentido común está echando raíces en sociedades con antiguas civilizaciones chinas budistas, hindúes y malayas, pero no en aquellas donde el cristianismo o el islam mantienen su influencia en el campo. En la mayoría de las aldeas cristianas o musulmanas, donde una familia grande se equipara con el valer y masculinidad de un hombre, poco es

lo que ha cambiado. La oposición del Vaticano a la anticoncepción y la emergencia de grupos fundamentalistas musulmanes en todo el mundo islámico, han contribuido a congelar las actitudes en estas regiones que dominan.

En el resto, principalmente en las aldeas asiáticas, están sucediendo simultáneamente cuatro cambios. Primero, la anticoncepción está llegando a ser ampliamente aceptada. En lugares tan separados entre sí como el estado de Kerala en la India, Sri Lanka, China, y Java y Bali en Indonesia, las tasas de crecimiento de la población se han desplomado desde 2½ a 3 por ciento a fines de los novecientos sesenta hasta 1 a 1½ en la actualidad, principalmente en los últimos cinco años. En el resto de la región, la fertilidad está también declinando por primera vez en la historia reciente, aunque menos espectacularmente.

Segundo, las prácticas agrícolas científicas modernas (rendimientos altos, fertilización intensiva, variedades precoces de trigo y arroz, cultivos múltiples, y riegos en todo el año) se están extendiendo y aceptando rápidamente. Las buenas cosechas han aliviado la escasez de alimentos. Aun en dos de las regiones de Asia más pobres, ambas con algunos de los más bajos ingresos rurales y poblaciones más densas en todo el mundo, la producción de arroz se está elevando rápidamente: en Java en un 4 por ciento al año, en Bangladesh en un 5 por ciento.

Tercero, las hipertrofiadas grandes ciudades están expeliendo algunos de sus habitantes. En una inversión de la larga marcha fuera del campo hacia las ciudades, ejércitos de excampesinos están abandonando Jakarta y Calcuta para regresar a las aldeas, que una vez más pueden alimentarlos y emplearlos. La comisión de planificación de la India ha ordenado un estudio de este nuevo fenómeno.

Por último, las economías nacionales de estas sociedades largamente campesinas pueden estar comenzando a reflejar el cambio. Un informe del Banco Mundial dijo en setiembre de 1978 que los países en desarrollo no productores de petróleo han expandido sus economías en un promedio de 4,9 por ciento en 1977 (y aquellos entre Corea del Sur y Singapur en 6 a 12 por ciento), contra 3,5 por ciento para las naciones desarrolladas. Sus exportaciones se elevaron 1,1 por ciento en 1977 y sus déficit en la balanza de pagos cayeron a 20 mil millones de dólares, de 37,2 mil millones en 1975.

Paradójicamente, los efectos desestabilizadores del crecimiento demográfico rápido pueden haber sido el catalizador que quebró las actitudes arraigadas de las viejas comunidades que vivían de la tierra. Con poblaciones campesinas que se doblaban cada 30 años, su esquema de vida transmitido por generaciones perdió coherencia, y causó migración masiva a las ciudades, enajenamiento social, creciente violencia y hasta trastornos políticos. Pero las aldeas no podían, por sí mismas, luchar con el crecimiento demográfico, porque los anticonceptivos necesarios y los granos de altos rendimientos no estuvieron disponibles para ellas hasta fines de los novecientos sesenta.

Parece haber sido en los últimos 10 años que los aldeanos consiguieron luchar con el problema en condiciones más favorables. China, por ejemplo, no consiguió las nuevas semillas hasta 1973 y 1974, cuando 30 mil toneladas de semillas de los trigos mexicanos fueron discretamente embarcadas de Pakistán y Australia.

La China encabeza ahora a las sociedades campesinas del mundo en la transformación de la agricultura tradicional mediante el riego, cultivos múltiples, control de plagas y reciclaje de desechos. Pero la agricultura científica le da una potencial agrícola aún más grande a la India que a China. Ya hemos comentado en *Turrialba* (vol 28 p. 13) como en India el éxito de la revolución verde ha hecho a los campesinos más receptivos al cambio tecnológico, con el resultado de que ahora una transferencia de tecnología agrícola se opera en menor tiempo que antes.

La agricultura moderna se está moviendo rápidamente del noroeste islámico de India al llano del Ganges, hacia Bengala. Pero mientras que los campesinos del Punjab se están enriqueciendo más rápido realizando un cambio de una agricultura de subsistencia al cultivo moderno mecanizado en poco menos de una década, sus ideas de superioridad masculina han prevenido que la fertilidad caiga mucho. Las caídas espectaculares en las tasas de nacimiento, en cambio, se están trasladando desde el sur del subcontinente hindú. En la mayormente budista, empobrecida Sri Lanka, y en el estado más pobre de la India, Kerala, que es el más densamente poblado pero mejor educado y más matriarcal, las tasas de crecimiento han caído casi repentinamente en más de 25 por ciento.

Aunque la mayor parte del mundo musulmán no se ha plegado a la tendencia, partes de él han sido afectados. En algunas aldeas egipcias, por ejemplo, un movimiento de liberación femenina faraónico parece haberse concebido entre las mujeres que luchan por una mayor igualdad. Está emergiendo, aunque lentamente, el mismo cuadro de creciente productividad y menguante fertilidad. En las islas de Java y Bali, en las que los nuevos arrozces le han dado a Indonesia los más altos rendimientos por hectárea en el Asia tropical, el crecimiento anual de la población ha bajado de 3 a 1,4 por ciento (y a 1,2 por ciento en solo Java oriental y Bali), mientras que la producción de alimentos se ha elevado en un 3 por ciento anual en los últimos 10 años. En el Asia oriental, que se está industrializando rápidamente, el cuadro es todavía mejor.

Nada de este ajuste cultural habría sido posible sin la tecnología necesaria para llevarlo a cabo. Años de paciente

investigación fueron empleados en producir los trigos mexicanos y los arrozces filipinos. Las fundaciones Rockefeller y Ford y muchos científicos individuales y sus instituciones merecen el crédito por su paciente y persistente labor, a despecho de todo el pesimismo de los tecnócratas económicos adictos a producir con sus computadoras predicciones catastróficas.

Los antropólogos, las personas que más han visitado las aldeas, y los que han permanecido en ellas por más tiempo, captaron lo que estaba sucediendo. Pero la mayor parte de sus hallazgos estaban enterrados en revistas académicas o en bibliotecas universitarias. Había entonces que implantar una enorme red de clínicas de planificación familiar, suministros de anticonceptivos, universidades agrícolas e instituciones de investigación (51 solamente en la India).

Todo esto necesitó dinero. Las naciones ricas nunca contribuyeron con el 1 por ciento del FBN que el Presidente Kennedy les pidió en 1963 dar como ayuda al mundo pobre. Los Estados Unidos han disminuido su ayuda a un mísero 0,22 por ciento, un poco mejor que el Japón, pero un poco menos que Rusia y Alemania Occidental. La Gran Bretaña, con 0,38 por ciento, está mejor, pero sólo Rumanía, Suecia y Holanda están un poco por debajo o por arriba de ese 1 por ciento. Sin embargo, de cualquier manera, la ayuda exterior inició la tarea.

El presidente del Banco Mundial, Mr Robert McNamara advirtió en setiembre último que un total de 600 millones de personas estarían atrapadas en "pobreza absoluta" por el año 2000, por debajo de cualquier definición de decencia humana. Quizás. Pero si estos 600 millones de personas pueden ajustar su cultura y encontrar un esquema de vida que realmente esté a medida del fin del siglo veinte, que es lo que está comenzando a suceder en las aldeas de Asia, encontrarán formas de no caer en el hambre, en la ignorancia y enfermedad, de no permitir que sus bebés mueran o tengan vidas cortas y escuálidas. Los tiempos cambian y los hombres, una vez que tengan los medios tecnológicos y los años suficientes para adaptarse, cambian con ellos.

Publicaciones

Boletín de Promecafé. Con fecha julio-setiembre de 1978 se ha distribuido el N° 0 del *Boletín de Promecafé*, destinado a llevar información, ampliar los contactos y crear nuevos intereses entre quienes trabajan en el campo de la caficultura en el área de México, América Central, Panamá, y el Caribe. Promecafé es la abreviatura del Programa Cooperativo Regional para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centro América y Panamá, cuyo Convenio fue firmado el 31 de enero de 1978, y en el que toman parte el IICA y los Ministerios de Agricultura y los organismos del café de los países de la región, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Contiene noticias, comentarios, documentación al día (un artículo sobre transferencia de factores de resistencia a *Hemileia*), repertorio bibliográfico, y resúmenes de publicaciones recientes. La editora es Carmen Villegas y los colaboradores son C.E. Fernández, E. Andrade y P.G. Sylvain.

Publicaciones

El CIT Informa. El Centro de Información Tecnológica (CIT) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) ha iniciado la publicación de un boletín informativo titulado *El CIT Informa*, destinado a divulgar los servicios que ofrece y cómo pueden los usuarios utilizarlos más eficazmente. La periodicidad es bimestral y la fecha del primer número es enero-febrero 1979.

Field identification and relative pest status of Paraguayan leaf-cutting ants* ————— HAROLD G FOWLER**, S W ROBINSON***

COMPENDIO

*Se comparan dos métodos para la identificación de las especies paraguayas de hormigas cortadoras (géneros Atta y Acromyrmex). El empleo de una fórmula dise-
 ñada de análisis canónico permite distinguir entre las especies mejor que una clave
 tradicional. En ambos casos se utilizaron las características etológicas y ecológicas de
 las especies para distinguirlas. El uso del análisis canónico puede ser muy útil a ex-
 tensionistas para determinar el tipo de control apropiado para la especie en cuestión,
 sobre todo cuando no es posible identificar con exactitud la especie por falta de un
 taxónomo especializado. Se discute brevemente el estado de plaga de las especies.
 Aparentemente las especies de Atta son de mayor importancia que las especies de
 Acromyrmex en el Paraguay.*

Introduction

LEAF-CUTTING ants of the genera *Atta* and *Acromyrmex* are considered as the major pests of agriculture in Paraguay (1, 3, 4, 2, 5, 6). A previous survey (2) revealed that Paraguay is richly endowed with a complement of species of leaf-cutters, and a control scheme to develop a locally produced bait has produced favorable results (5). However, due to the lack of trained ant taxonomists within Paraguay, species identification is often impossible, especially for closely related forms. At the practical level, it would be highly desirable to understand how the behaviors and ecologies of the different species and subspecies relate to bait acceptability and control, and at this level, an accurate identification of the species in question is not essential.

Here we present two suitable methods for the field identification of the Paraguayan species of *Atta* and *Acromyrmex* based upon ecological and ethological variables that are easily ascertained by a trained extension agent. The first is a simple dichotomous key, which allows for the determination of the species in question in a traditional way. The second method is through canonical correlation analysis. Finally, we discuss the relative pest status of the species in question.

Materials and methods

Based upon data of the distribution (2), and the biology of the species and subspecies of *Atta* and *Acromyrmex* known to occur in Paraguay (2), data were assigned numeric values (Table 1). The simple dichotomous data were used to construct a field key, and the numeric values were used to run canonical correlations (7), through computer aided calculations. Worker sizes (the size of the major workers) was taken from Fowler (2).

Results

Field key to Paraguayan leaf-cutting ants

- 1—Nests small or not visible. Ants small; similar to *Acromyrmex* but lacking polymorphism. Ants cut little or no vegetation, and when they cut, they only take extremely small pieces. Colonies almost never reach pest status. *Lesser genera*
- Medium sized to large ants, with polymorphic forms. Ants cut vegetation, sometimes in quantities, and can become economic pests. *genera Atta and Acromyrmex* 2
- 2—Leaf cutting ants of forests, orchards, shrublands or crops 3
- Leaf cutting ants of grasslands or shrublands 12

* Received for publication July 7, 1978

** Department of Biology, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico 88003 U S A

*** Department of Applied Zoology, University College of North Wales, Bangor, Gwynedd LL57 United Kingdom

Table 1.—Behavioral and ecological attributes of Paraguayan species and subspecies of *Atta* and *Acromyrmex* and their relative pest status. Values in parenthesis are those used for canonical analysis

Criteria	Predict									Relative Pest status	
	Habitat	Foraging strategy	Substrate	Distribution	Nest type	Detritus disposal	Foraging trails	Foraging territory	Galleries	agriculture	ranching
(1) Genus <i>Acromyrmex</i>											
(1) Subgenus <i>Acromyrmex</i>											
(1) <i>ambiguus</i>	**	**	**	**	*	*	**	**	*	X	X
(2) <i>coronatus</i>	*	*	**	**	**	*	*	*	*	XX	—
(3) <i>crassispinus</i>	*	**	**	**	**	*	**	**	*	XX	—
(4) <i>disciger</i>	*	**	**	**	*	*	**	**	*	X	—
(5) <i>hispidus fallax</i>	**	**	**	**	**	*	*	**	*	X	X
(6) <i>laticeps laticeps</i>	**	**	**	**	**	*	**	**	*	XX	—
(7) <i>lobicornis</i>	**	**	**	**	*	*	**	**	*	—	X
(8) <i>lundi lundi</i>	**	**	*	*	*	*	**	*	*	—	X
(9) <i>lundi pubescens</i>	**	**	**	*	**	*	**	**	*	X	XX
(10) <i>lundi parallelus</i>	**	**	**	*	**	*	**	**	*	X	—
(11) <i>rugosus rugosus</i>	**	*	**	**	**	*	*	*	*	XX	X
(12) <i>subterraneus subterraneus</i>	*	**	**	**	**	*	**	**	*	XXX	—
(2) Subgenus <i>Moellerius</i>											
(13) <i>beyeri</i>	**	**	*	**	*	*	**	**	*	—	XX
(14) <i>landolti balzani</i>	**	**	*	*	**	*	*	*	*	—	XX
(15) <i>landolti fracticornis</i>	**	**	*	**	**	*	*	*	*	—	XXXX
(16) <i>striatus</i>	**	**	**	*	**	*	**	**	*	XX	X
(2) Genus <i>Atta</i>											
(3) Subgenus <i>Palaeatt</i>											
(22) <i>saltensis</i>	**	**	**	*	**	*	**	**	**	XX	X
(4) Subgenus <i>Neoatta</i>											
(17) <i>capiguara</i>	**	**	*	**	**	*	**	**	**	XX	XXX
(18) <i>laevigata</i>	**	**	**	**	**	*	**	**	*	XXX	XXX
(19) <i>sexdens subropilosa</i>	*	**	**	**	**	*	**	**	**	XXXXX	—
(20) <i>sexdens priventris</i>	**	**	**	**	**	*	**	**	**	XX	X
(21) <i>volleneideri</i>	**	**	**	*	*	*	**	**	**	X	XXXX

*forest (1.0); **grass-land (2.0); ***both (1.5).

*fallen vegetation (1.0); **cut and carry (2.0); ***cut and drop (3.0).

*dicots (1.0); **grasses (2.0); ***both (1.5).

*Chaco (1.0); **Eastern Paraguay (2.0); ***both (3.0).

*superficial (1); **compact (2); ***dispersed (3).

*dumped on surface (1); **not dumped on surface (2).

*absent (1); **present (2).

*absent (1); **linear (2); ***circular (3).

*absent (1); **present transitional (2); ***present developed (3).

- 3—Large ants. Large nests with well developed trails *Atta* 4
- Medium sized ants. Small nests, at times medium to large. Trails smaller and not as wide, usually less than 20 m in length. *Acromyrmex* 7
- 4—Nest is a large mound, convex, and almost always covered with vegetation. Nest entrances open at ground level. No secondary mounds visible. Major workers with brilliant, huge head. Ants cut both grasses and dicots. *Atta laevigata*
- Nest consisting of loose soil, dispersed over several meters and concentrated to form several mounds, or with only one mound which is without a covering of vegetation 5
- 5—Small, convex mound, without a vegetative cover; often with terraces at 4 to 6 cm apart in sites protected from meteorological inclemencies. Trails originating often many meters from the mound. Head of the major worker red, more or less brilliant or somewhat dull, and rounded at the edges. Cutters of dicots *Atta saltensis*
- Mound of nest consisting of loose soil, and presenting several smaller secondary mounds. Main mound often with a slight cover of vegetation. Major workers without brilliant red heads 6
- 6—Nest consisting of a large mound, often with terraces if located in sites protected from the wind and rain, with many smaller secondary mounds located at various meters from the main mound. Nest entrances open near the secondary mounds, or open away from any external evidence of the nest. Head of the soldier dully brilliant, and smells of lime when crushed. Ants cut principally dicots *Atta sexdens*
- Nest similar, but with many secondary mounds and the main mound much reduced. Nest entrances open below ground level. Nests are almost always located in well lighted areas, and never under a vegetative canopy. Major workers rarely seen, and do not smell of lime when the head is crushed. Cutters of grasses principally but will cut dicots in quantity *Atta capiguara*
- 7—Nests superficial, covered with straw or dried vegetation. Ants a dark brown or black. Cutters of dicots. *Acromyrmex crassispinus* or *Acromyrmex coronatus*.
- Subterranean nests, often hard to find. Cutters of grasses and dicots 8
- 8—Nests marked by a superficial mound of loose soil, with entrances situated in small mounds which are often some distance from the main mound, or with a large mound, resembling a young nest of *Atta sexdens*. Ants light brown to dark brown. Cutters of dicots *Acromyrmex subterraneus* or *Acromyrmex rugosus*
- Nests resembling young nests of *Atta sexdens* 9
- 9—Nests characterized by small protuding mounds of loose soil 10
- Nests and entrances hard to find; without external evidence of their presence. Trails often excavated and thatched 11
- 10—Ants yellowish-brown. Cutters of dicots and grasses *Acromyrmex lobicornis*
- Ants dark brown to black. Cutters of dicots *Acromyrmex crassispinus*, *Acromyrmex hispidus*, *Acromyrmex disiger*, *Acromyrmex lundii*, or *Acromyrmex ambiguus*.
- 11—Ants black, or with a dark head and a darker gaster. Cutters of dicots *Acromyrmex lundii*
- Ants a dark metallic color, uniformly colored. Cutters of dicots *Acromyrmex laticeps*
- 12—Nests large with large major workers. Trails wide and long. *Atta* 13
- Ants small to medium. Trails thin, usually less than 20 m long or not present. *Acromyrmex* 16
- 13—Nests located in heavy clay soils. Mounds convex and without vegetative cover. Entrances on the mound surface in the form of raised tur-rents, 4 to 6 cm high, which orient outwards. Trails numerous and radiating from the mound in all directions. Major workers with red, wrinkled heads. Cutters of primarily grasses but will cut dicots *Atta vollenweideri*
- Nests located in red, sandy soils (*A. saltensis* will nest in clay soils.) 14
- 14—Nest mound convex and low, often with terraces 5 to 6 cm apart, free of a vegetative cover. Trails originate several meters from the main mound. Head of major worker rounded at the edges, dully brilliant. Cutters of dicots *Atta saltensis*
- Nests marked by loose soil, presenting various mounds, or of one large, convex mound covered with vegetation 15
- 15—Mound convex and tall, with a cover of vegetation. Entrances open at ground level. Secondary mounds absent. Major workers with a

bright red head, very much rounded at the edges. Cutters of dicots and grasses
Atta laevigata

—Nests marked by loose soil, present in several mounds, often with a covering of weeds. Soldiers rarely seen. Primarily cutters of grasses
Atta capiguara

16—Nests small to medium in size, presenting a mound of loose soil, often covered with vegetation. Detritus dumped to one side of the mound. Entrances present on the mound, and are thatched and elevated, in the form of turrents. Ants light to dark brown. Cutters of grasses *Acromyrmex landolti*

—Nests without external detritus heap or thatched turrents as entrances 17

17—Nests hard to find, similar to small nests of *Atta sexdens* or with several small mounds of loose soil from which entrances open 18

—Subterranean nests, characterized by only one mound of loose soil near the entrance. The entrance is neither elevated nor thatched. Ants dark brown to black. Cutters of dicots and grasses. *Acromyrmex lobicornis*, *Acromyrmex striatus*, *Acromyrmex beyeri*, *Acromyrmex disciger*, *Acromyrmex hispidus* or *Acromyrmex crassispinus*.

18—Nest with entrances located in various small mounds, or in one large mound, similar to a young nest of *Atta sexdens*. Ants a light to dark brown. Cutters of dicots. *Acromyrmex rugosus*.

—Subterranean nests, hard to find. Entrances without external markings of their presence. Trails often hidden under grass cover. Ants dark brown to black. Cutters of dicots. *Acromyrmex ambiguus*, *Acromyrmex striatus*, *Acromyrmex laticeps*, *Acromyrmex lundii*, *Acromyrmex beyeri* or *Acromyrmex crassispinus*

Canonical identification of Paraguayan leaf-cutting ants

The discriminating ability of the canonical correlation analysis was quite good (Fig. 1), with the majority of the species and subspecies separated along the canonical axis. The fit of the taxon (criteria) values with those of ethology and ecology (predictors) was extremely good ($r_1^2 = 0.817$, $X^2 = 36.969$, $P = 0.017$). For practical usage in the field for control purposes, this model will work quite suitably for determining what group the species in question falls into, and, consequently, how it should be controlled. For cases

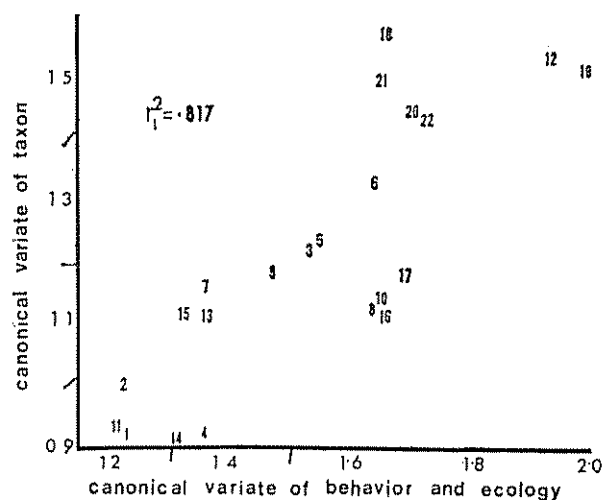


Fig. 1 The ubication of the Paraguayan species and subspecies of *Atta* and *Acromyrmex* along the canonical variates of taxon and behavior and ecology. Location of the species derived from the formula in Table 2. Numbers refer to the species numbers given in Table 1.

in which the discrimination of species is not good (i.e., *Acromyrmex crassispinus* and *Acromyrmex hispidus fallax*, *Acromyrmex disciger* and *Acromyrmex rugosus*); a perusal of Table 1 will further facilitate identification if necessary. Also, the distribution of the species (2) will allow an almost certain identification in those cases where canonical variates may lead to the same variable loadings for both predictors and criteria.

The loadings of the canonical variates (Table 2) indicate that the foraging strategy of the species in question is the best indicator of the taxonomic rank of the species in question. Nest type also load in heavily. An identification to genus level is almost always possible. However, in the case of *Acromyrmex subterraneanus* it can be seen (Fig. 1), that this species is ranked at the same level as species of *Atta*, and may add credence to the common misnomer of local farmers in considering this a species of *Atta*.

Relative pest status of the Paraguayan leaf-cutting ants

Based upon our observations in the field and our conversations with local farmers, we have derived a rough scheme for the relative pest status of Paraguayan *Atta* and *Acromyrmex*. These data are derived in part from the general distribution (2) and biology (2) of the species in question. It should be pointed out that leaf-cutters can produce extremely deleterious localized damage, and are not damaging to the country as a whole. Although it is extremely difficult to derive an estimate of the economic losses incurred by farmers due to the activities of these ants, our observations would indicate that *Atta sexdens*, *Atta laevigata*

Table 2 Canonical loadings of behavioral and ecological characteristics (predictor vector) and taxon and size characteristics (criteria vector).

Variable	Part 1: Canonical vector normalized to give unit within-group sum square & sum cross product (weighting values)	Part 2: Canonical vector standardized to have unit total variance and scaled to have maximum weighting of unity
Criteria:		
Genus	-0.2276	-1.0000
Subgenus	-0.0103	-0.0151
Worker size	0.2109	0.9266
Predictors		
Foraging strategy	0.3091	1.0000
Foraging territory	0.1432	0.4632
Foraging trails	0.1144	0.3701
Detritus disposal	-0.0726	-0.2349
Nest type	0.2848	0.9214
Galleries	0.1220	-0.3950
Habitat	-0.0023	-0.0074

and *Acromyrmex subterraneus* are the principal pests of orchards and broad leaf dicots for the country as a whole (Table 1), while the major species affecting the cattle industry through the removal of suitable forage are *Atta vollenweideri*, *Atta laevigata*, *Atta capiguara*, and *Acromyrmex landolti*. The remaining species can, however, cause considerable localized damage to crops or pasturelands under the proper conditions.

Conclusions

Based on a comparison of a traditional field key and canonical comparison of the species in question, a more reasonable identification of Paraguayan leaf-cutting ants can be achieved through the latter. The use of the discriminating ability of this analysis involves a minimal amount of calculation, and can be readily carried out by field extension agents or local farmers themselves. Although the use of nominal values in canonical correlation analysis is sometimes misleading (7), in this case canonical analysis allows a more clear cut identification than a traditional field key.

Although it is difficult to assess the direct economic importance of the various species and subspecies, it would appear that species of *Atta* are more damaging at a national level than *Acromyrmex*. As further studies focus on the economics of these species, this relationship will be further clarified. Nevertheless, we feel that there will be little change in our relative pest ranking.

Summary

Leaf-cutting ants of the genera *Atta* and *Acromyrmex* are considered the major polyphagous pests of Paraguayan agricultural and ranching operations. Based on a previous survey of these genera, 22 species and subspecies are known to occur in Paraguay. As species exhibit characteristic behaviors and ecologies, a suitable method of control for one species may not be applicable for others. Due to this fact, and to the fact that an accurate taxonomic identification is not readily obtained by extension agents and untrained taxonomists, a simple multivariate formula was derived based upon dichotomous species characteristics of biology. This canonical analysis allows the discrimination of species readily in the field, with minimal calculations. This means of field identification is compared with a traditional field key, based upon the same information. The relative pest status of the known species and subspecies of *Atta* and *Acromyrmex* is also given.

Literature cited

- BERTONI, G. T., and GORHAM, J. R. The geography of Paraguay, In J. R. GORHAM (ed.) Paraguay: ecological essays. Miami, Academy of Arts and Sciences of the Americas (Miami), 1973 pp. 9-31.

- 2 FOWLER, H.G. Las hormigas cortadoras del Paraguay. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay (in press).
- 3 NICKEL, J.L. Agricultural insects of the Paraguayan Chaco. Journal of Economic Entomology 51: 633-637 1958
- 4 ROBINSON, S.W. and ARANDA, A. A propósito del estado de plaga de las hormigas cortadoras y un esquema de su control en Paraguay. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay 15: 61-63 1975
- 5 ROBINSON, S.W., ARANDA, A. and CABELLO, I. Field trials of baits against grass-cutting ants in Paraguay. Tropical Agriculture (Trinidad) (in press).
- 6 SCHADE, F.H. The ecology and control of the leaf-cutting ants of Paraguay. In J.R. GORHAM (ed.) Paraguay: ecological essays. Miami, Academy of Arts and Sciences of the Americas (Miami), 1973. p. 77-97
- 7 SRIKANTAN, K.S. Canonical association between nominal measurements. Journal of the American Statistical Association 65: 284 1970

Notas y Comentarios

Conservación de germoplasma de tomate

El tomate es un caso clásico de una planta que ha sido mejorada considerablemente por hibridación con cultivares primitivos y especies silvestres afines. En los últimos 40 años se han transferido genes de resistencia a la fusariosis, al Verticillium y a los nematodos. Actualmente se trata de transferir alto contenido de sólidos en el fruto y resistencia a otras enfermedades.

Pero, por otro lado, los cultivares importados y los nativos mejorados han reemplazado completamente a los tipos primitivos en la costa del Perú, en donde proceden posiblemente ocho de las nueve especies existentes de *Lycopersicon*. Al extinguirse los cultivares primitivos, gente como Charles M. Rick de la Universidad de California, en Davis, señalan la importancia de las colecciones de germoplasma (*Agricultura de las Américas*, noviembre 1978, p. 17). La más importante es la de Davis y desde 1948, en que se inició la primera expedición a las zonas de origen, se ha utilizado el material recolectado en el mejoramiento del tomate.

La tolerancia a la salinidad de *L. chesmani*, detectada en su hábitat de las islas Galápagos, es un caso interesante. Las observaciones hechas demostraron que las plantas toleraban, aunque con crecimiento reducido, hasta 100 por ciento de agua de mar en sus raíces, y que esa capacidad de sobrevivir esos niveles de salinidad se basaba en la resistencia de los tejidos de la planta y no a una barrera que impedía la absorción de la sal. (Cf. *Turrialba* vol. 28, p. 360).

Por su parte, *Solanum pennellii*, que se puede cruzar fácilmente con el tomate, crece sólo en lugares muy secos de las quebradas del oeste peruano. Virtualmente no recibe más precipitación que la condensación de las neblinas frecuentes en la zona. Tiene, pues, una resistencia natural a la sequía.

El alto contenido de sólidos solubles en el fruto se descubrió al sembrar *L. chmielewskii* y se determinó que aunque es más del doble que el de las especies cultivadas, es totalmente inservible en esos frutos pequeños, del mal sabor y de maduración verde. Pero cruzando esa especie con un cultivar corriente, retrocruzando cinco generaciones y finalmente sometiendo el material a la selección, se produjeron tomates grandes de maduración roja con 50 por ciento más de contenido de sólidos.

Otros desarrollos han seguido a los estudios de este material genético. La variabilidad del germoplasma se puede medir ahora por métodos bioquímicos. Por ejemplo, la separación e identificación de isozimas permiten una determinación simple y mucho más precisa de la variabilidad genética. Con este método se determinó que la autopolinización predomina en las especies *L. chesmanii* y *L. parviflorum*, en tanto que los

sistemas de cruzamiento son muy diferentes en *L. pimpinellifolium* de un lugar a otro. Las pruebas han indicado que todas las especies silvestres se pueden hibridar con los cultivares de *L. esculentum*. Por otro lado, hay especies como *L. chilense* y *L. peruvianum* que no pueden autopolinizarse y dependen de la polinización cruzada.

Todo esto indica la importancia del mantenimiento de las colecciones de germoplasma de los principales cultivos del planeta. Si se tiene en cuenta que ciertas poblaciones de *L. hirsutum* y *L. peruvianum*, conocidas hace 25 años, ya no existen, es bueno saber que en ciertas colecciones existen ejemplares vivos cuya supervivencia está asegurada.

Sol y arena, fijadores del nitrógeno

La arena del desierto cataliza la conversión del nitrógeno atmosférico a amoníaco bajo el impacto de la luz solar. El Dr. Gerhard Schrauzer, de la Universidad de California, en San Diego, manifestó en una reunión reciente de la American Chemical Society, en Savannah, Georgia, que sus resultados sugieren que una hectárea de desierto arenoso podría producir 2 a 20 kilogramos de amoníaco al año. Los 2,7 millones de hectáreas de este tipo de desierto de todo el mundo podrían por consiguiente rendir de 7,5 a 75 millones de toneladas de amoníaco anualmente. Estos nuevos resultados pueden dar lugar a una revisión drástica de los estimados de las fuentes y del equilibrio del amoníaco en la atmósfera. El amoníaco artificial claramente representa una proporción mucho más pequeña de lo que se había pensado, representando la fijación, por microbios y ahora, según parece, por la arena, un papel importante (*New Scientist* 8 febrero 1978, p. 383).

Schrauzer cree que esta reacción fotoquímica es importante para la producción de amoníaco en Marte y en otros planetas y sugiere que un día la reacción puede quizás ser empleada industrialmente en regiones áridas. Encuentra que una fracción de uno por ciento de arena natural rica en dióxido de titanio y de hierro es responsable por 60 a 80 por ciento de la actividad fijadora del nitrógeno. Esto parece ser un equivalente natural directo del dióxido de titanio con impurezas de hierro que actúa como catalizador de reacciones fotoquímicas similares en el laboratorio. Una célula solar que utiliza este catalizador y que produce 120 a 250 kilogramos de amoníaco por hectárea y por año ha sido ya construida, pero el rendimiento es demasiado bajo para uso industrial práctico. Los procesos futuros probablemente podrían involucrar el uso de camas de catalizador alimentadas con aire húmedo tibio y luz del sol concentrada con espejos. El amoníaco producido podría ser absorbido *in situ* por ácido fosfórico para rendir fertilizantes a base de fosfato de amonio.

El control de la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)^{1/} en maíz con insecticidas aplicados por métodos sencillos*—

A B S. KING, J I. SAUNDERS**

ABSTRACT

Five insecticides of low mammalian dermal toxicity were compared for the control of white grubs (*Phyllophaga* sp.) in maize planted in July. Single applications of aldrin (as a dust), phoxim and carbofuran (as granules), pirimiphos-ethyl and chlorpyrifos (as emulsifiable concentrates in water) were made to the seed in the planting hole and of phoxim (as an ec) applied at a high pressure to the base of young seedlings. All gave satisfactory protection of the plants. Yields from all insecticide treated plots were significantly higher than the check. Differences in yield between insecticide treatments were not significant.

Introducción

Las larvas de *Phyllophaga* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae Melolonthinae), conocidas como Gallina Ciega, Jobotos o Jogotos, causan pérdidas considerables en Costa Rica en maíz joven cuando la siembra se realiza en postrera, después del reinicio de las lluvias (agosto-setiembre) aunque también afectan plantas sembradas en primera (abril-mayo), pero con menor intensidad. El género *Phyllophaga* está ampliamente distribuido a lo largo de América Central, existiendo especies diferentes según las regiones agroclimáticas; sin embargo, los caracteres del daño causado a las raíces del maíz y otros cultivos, son semejantes.

El tipo de control recomendado por la literatura y por los boletines divulgativos nacionales consiste generalmente en la aplicación y posterior incorporación al suelo de aldrín, phoxim, heptachlor, carbofuran y algunos otros productos, antes de sembrar (1, 3, 4, 5, 6, 7 8).

Sin embargo, en América Central, los pequeños agricultores que practican control preventivo son muy pocos. Además, la incorporación de productos químicos al suelo es un trabajo que consume mucho tiempo ya que la mayor parte de las labores culturales se realiza a mano o con tracción animal.

Esta investigación se realizó con el fin de comparar el grado de control que se puede obtener con algunos insecticidas de baja toxicidad dermal, aplicados solamente en el hoyo del espeque al momento de la siembra y un producto (phoxim) aplicado después de sembrar cuando el daño a las plantas era visible.

Materiales y métodos

El suelo de las parcelas, que anteriormente estaban con yuca y malezas, se preparó para la siembra con una chapía,* limpia y luego una aplicación de paraquat con el propósito de no perturbar el suelo y mantener la población de larvas. El maíz se sembró con espeque aun metro entre hileras y 0,5 m sobre las hileras, en parcelas de 5 × 8 m dispuestas en 4 bloques al azar. Los 7 tratamientos fueron: aldrín 2,5% en polvo (1 kg i.a./ha); phoxim 2,5% granulado (1,5 kg i.a./ha) carbofuran 5% granulado (1 kg i.a./ha); pirimiphos-ethyl 50% concentrado emulsificable (1 kg i.a./ha) y chlorpyrifos 44% c.e. (1,3 kg i.a./ha) aplicados en los hoyos dejados por el espeque al momento de la siembra el 12 de julio, 1977. También se aplicó un tratamiento de phoxim 50% c.e. (1 kg i.a./ha) al suelo en la base de las plantas jóvenes, apenas se notaban las primeras señales de

1/ Coleoptera. Scarabaeidae. Melolonthinae.

* Recibido para publicación el 8 de setiembre de 1978.

** Entomólogos, Programa de Cultivos Anuales. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

* Labor manual que consiste en cortar las malas hierbas de la base usando un machete.

Cuadro 1. Número de plantas de maíz perdidas a la emergencia, a los 10, 17 y 24 días después de la siembra y peso de maíz obtenido en parcelas que recibieron diferentes tratamientos químicos para controlar larvas de *Phyllophaga* sp. en el suelo. Turrialba, Costa Rica, 1977.

	Por ciento de plantas perdidas antes de la emergencia y a diferentes períodos después de la emergencia debido a gallina ciega (G.C.) u otras causas (Otros)*						Número de plantas sanas a los 24 días	Peso de grano seco (Ton/ha)
	Antes de la emergencia	Después de la emergencia						
		10 ds	17 ds		24 ds			
		G.C.	G.C.	Otros	G.C.	Otros		
Aldrin	32,2	0,7	0,5	0,0	0,0	0,1	374**	2,16 a***
Phoxim	32,2	1,3	0,5	0,2	0,3	0,8	375	1,86 a
Carbofuran	20,8	0,2	0,2	0,5	0,7	0,5	408	2,09 a
Chlorpirifos	30,5	0,8	1,2	0,5	0,0	1,3	379	2,21 a
Pirimiphos-ethyl	20,5	0,6	0,2	0,5	0,0	0,5	389	2,25 a
Phoxim, después de la siembra	33,7	16,1	1,3	0,0	1,1	0,0	363	1,72 a
Testigo, sin aplicación	30,5	15,5	36,5	0,4	24,1	1,1	134	0,16 b

* Otros incluye daño de cortadores (*Agrotis* sp., *Spodoptera frugiperda*) y larvas de *Diabrotica balteata*

** Números del total (528 plantas) de 4 repeticiones

*** Cantidades seguidas por letras iguales no difieren entre sí significativamente según Prueba de Duncan (0.05)

daño, empleando una bomba de presión. El tratamiento testigo no recibió insecticida. En todos los tratamientos, se sembraron todas aquellas plantas faltantes a la emergencia. De cada parcela correspondiente a un tratamiento, se tomaron dos muestras de suelo de 0,25 m² hasta 20 cm de profundidad, antes de aplicar los productos químicos y una al final del experimento, a la cosecha con el propósito de cuantificar la cantidad de larvas presentes. Se estableció el número de plantas destruidas en los cuatro surcos centrales de cada tratamiento al cabo de 10, 17 y 24 días después de la primera siembra. El maíz se cosechó a los 150 días, se desgranó y pesó a 14% de humedad. Se analizó la variabilidad en el número de plantas destruidas y en el rendimiento del maíz por unidad de superficie.

Resultados y discusión

El número de larvas, antes de la siembra, varió de 4 a 24 por m², su distribución fue uniforme a través del campo experimental. Todos los insecticidas que se aplicaron al momento de la siembra resultaron igualmente eficaces para controlar el daño de larvas de *Phyllophaga* sp. Los rendimientos que se obtuvieron

de estos tratamientos no fueron estadísticamente diferentes entre sí. El tratamiento de phoxim en la base de las plantas jóvenes necesitó el mayor número de resiembras. Su rendimiento resultó inferior al que se obtuvo en los tratamientos anteriores, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. El rendimiento que se obtuvo del tratamiento testigo fue significativamente inferior a los tratamientos que recibieron insecticidas (Cuadro 1). Al final del experimento, el número de larvas en reposo fluctuó entre 0 y 4 por m².

Todos los productos que se usaron proporcionaron un buen control de las larvas de *Phyllophaga*; sin embargo, la aplicación de los productos solo en el hoyo dejado por el esqueje resultó más rápida y proporcionó un uso más eficiente del insecticida. Es poco probable que una aplicación localizada altere en forma apreciable la fauna del suelo en aquellas áreas no ocupadas por una planta tratada. En caso de no haber tomado las precauciones necesarias antes de la siembra, el tratamiento con phoxim puede servir de paliativo. Este tratamiento ha sido recomendado previamente (5). Sin embargo, el muestreo del terreno, previo a la siembra se recomienda como una práctica necesaria. Se ha demostrado que es necesario usar insecticidas cuando la muestra revela una larva por m² o una larva por dos macollas de mala hierba (1). Otras investigaciones aconsejan aplicar insecticidas cuando se reve-

la una larva por 0,25 m² (2) Es conveniente realizar estos muestreos al momento de arar el terreno.

El empleo de aldrín 2,5%, en los lugares en que aún es permitido su uso, es generalmente más económico; sin embargo, si no pudiera emplearse o existiera resistencia a los hidrocarburos clorinados, el fosforado phoxim (Volatón) proporcionó casi igual protección al aplicarse en el hoyo de la siembra. Es necesario puntualizar que el carbofuran (Furadan) es un carbamato de acción sistémica que protege a las plantas jóvenes de ataques de *Diabrotica* sp., gusanos cortadores y *Spodoptera frugiperda*. Sin embargo, es un producto más costoso y de manejo delicado.

Resumen

Se estudió el efecto de cinco insecticidas en el control de larvas de *Phyllophaga* sp. (Gallina Ciega) en maíz sembrado durante la época lluviosa. Estos productos se seleccionaron debido a su baja toxicidad al contacto con la piel humana. Se hizo una aplicación de aldrín (2,5% polvo), phoxim (2,5% Volatón granulado), carbofuran (5% Furadam granulado), primiphos-ethyl (50% Pirimicid concentrado emulsificado) y chlorpyrifos (45% Lorshan concentrado emulsificado) al hoyo del espeque durante la siembra. Además, se incluyó phoxim (50% Volatón concentrado emulsificado) dirigido a las raíces después de la germinación y a la primera señal de daño. Esto corresponde al momento en que se hace la resiembra, si esta es necesaria. Todos los productos se aplicaron en las cantidades recomendadas comercialmente.

Cada tratamiento proporcionó un nivel de protección a la planta y de rendimiento similar, aunque mejores que el testigo. Se demostró la ventaja de la aplicación en forma sencilla de estos productos.

Literatura citada

- 1 Guía de control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol MAG/FAO/PNUD: Proyecto Control Integrado de Plagas Managua, Nicaragua, CA Noviembre 1976. 1976. 58p
- 2 KING, A B S Cropping systems entomology, Costa Rica. Progress Report 20 June 1975-20 June 1977. Ministry of Overseas Development, London. 1978. 100 p
- 3 MORALES, E. Combate de plagas del café. Costa Rica, MAG, Boletín Divulgativo 41, 1966. 32 p
- 4 Plagas y enfermedades del manzano, membrillo y ciruela. Fitofilo 19: 13-48. 1966
- 5 Plagas y enfermedades del tabaco. Bayer (servicio técnico) Centro América. 1975. 38 p.
- 6 SANTORO, R. Notas de entomología agrícola dominicana. Secretaría de Estado de Agricultura y Comercio, República Dominicana. 1960. 474 p
- 7 TEETES, J.I. *Phyllophaga crinata* damage assessment and control in grain sorghum and wheat. Journal of Economic Entomology 66: 773-775. 1973
- 8 VOGEL, E. Recomendaciones del Banco Nacional de Nicaragua para el control de insectos en arroz de riego Managua, Banco Nacional 1969. 30 p

Notas y Comentarios

Publicaciones

Resúmenes de Investigaciones en Café El Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café ha iniciado la publicación de un anuario con el nombre de *Resúmenes de Investigaciones en Café*, que contiene compendios, algunos con cuadros numéricos, de los proyectos de investigación realizados por el ISIC. El primer número, que apareció en setiembre de 1978, contiene cerca de 50 compendios en 75 páginas. La publicación tiene mucha utilidad pues se da cuenta de los resultados de lo realizado en el país en su principal cultivo, de algo que generalmente se queda en los archivos y se publica en muy pequeña proporción. Creemos, sin embargo, que ha faltado poner los nombres de los responsables de cada actividad, lo que facilitaría la intercomunicación entre especialistas, dentro y fuera de El Salvador. La dirección es: Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, Sta. Tecla, El Salvador.

Publicaciones

Ciencias de la Agricultura La Academia de Ciencias de Cuba ha iniciado en 1977 la publicación de la revista *Ciencias de la Agricultura*, que continúa la misión asignada a la *Revista de Agricultura*, que fue discontinuada en 1976. Es de periodicidad anual, habiendo aparecido dos números, uno correspondiente a 1977, y otro a 1978, con un promedio de siete artículos por número. El número 1 tiene un índice completo de los nueve volúmenes de la revista antecesora, desde 1967 a 1976 (no se publicó en 1969). Los artículos son sobre cultivos y suelos, ocupándose de caña de azúcar, arroz, frijol, tomate, piña, café y suelos. Se nota que en la actualidad se usa la coma para separar los decimales (aunque en algunos gráficos figura el punto). En la *Revista de Agricultura* se utilizaba, invariablemente el punto, por lo menos en sus primeros años. El editor es Fernando Ortega y la dirección es, Dirección de Publicaciones, Academia de Ciencias de Cuba, Industria N° 452, La Habana 2, Cuba.

Notas y Comentarios

El Programa Agro-Forestal del CATIE

El Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), con sede en Turrialba, Costa Rica, ocupa un lugar destacado entre las instituciones asociadas a la Universidad de las Naciones Unidas, habiendo sido la primera entidad ligada al Programa de Recursos Naturales de la UNU (Véase *Turrialba* vol. 28, p. 8). Según el informe anual de la Universidad "El Tercer Año 1977-1978", el CATIE se ha constituido en sede del Proyecto sobre Sistemas Agroforestales, coordinado por el Dr. Gerardo Budowski.

El Programa del Uso y Manejo de los Recursos Naturales es el más reciente de los programas de la UNU y se enfoca en la actualidad en tres campos: los trópicos húmedos, las zonas áridas, y la escasez de energía en las zonas rurales.

El propósito del subprograma de los trópicos húmedos es analizar los sistemas tradicionales, y determinar cómo se pueden hacer modificaciones, adaptaciones, e introducción de nueva tecnología, para proteger el ambiente, aumentar la productividad, y satisfacer las aspiraciones de las poblaciones locales. Los problemas en esta área se investigan utilizando el concepto de "sistemas de recursos", que puede ser definido como la cadena de procesos mediante los cuales los recursos, tanto humanos como naturales, sufren una transformación a un producto final o un servicio. Tal concepto es útil para la investigación y la enseñanza ya que muestra un panorama comprensivo del problema y facilita la cooperación interdisciplinaria. Se seleccionaron cuatro sistemas de recursos para las investigaciones iniciales: 1) sistemas de energía rural, a los que coordina la Universidad de Ife, Nigeria, 2) sistemas agroforestales, los que coordina el CATIE, 3) sistemas interactivos de tierra agua, los que coordina la Universidad de Bogor, Indonesia, y 4) sistemas interactivos tierras altas-tierras bajas, los que coordina la Universidad de Papua Nueva Guinea.

El proyecto agroforestal es el que nos interesa por el momento, por haberse iniciado en el continente americano. En buena parte de los trópicos húmedos, el crecimiento de la población y la creciente demanda por alimentos y materias primas para la exportación están ejerciendo gran presión sobre los sistemas tradicionales que se han desarrollado principalmente para satisfacer necesidades de subsistencia e intercambio local. La resultante intensificación de la agricultura, que a menudo adopta técnicas inapropiadas, desarrolladas en regiones templadas, ha conducido casi invariablemente a un círculo vicioso de deterioro ambiental y a una disminución de la capacidad productiva. Uno de los métodos más promisorios para mantener una alta productividad, minimizando al mismo tiempo el daño social y ambiental, lo constituyen los sistemas agroforestales, que combinan cultivo de árboles y cultivos agrícolas, y a veces también ganado, (los que han dado en llamarse sistemas agrosilvopastoriles). Los estudios de prácticas tradicionales de uso de la tierra podrían suministrar mucha de la información necesaria para desarrollar métodos agrícolas que son específicos a un lugar y cultura determinados.

El CATIE se convirtió en la primera institución asociada al programa en octubre de 1977. Fue designado coordinador del proyecto agroforestal el Dr. Gerardo Budowski, Jefe del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE. En marzo de 1979 se realizó en Turrialba, sede central del CATIE un Taller con participación de expertos latinoamericanos sobre experiencias en sistemas agroforestales. La investigación sobre las bases científicas de estos sistemas y sobre las prácticas tradicionales de uso de la tierra se realizará en cooperación con el recién formado Consejo Internacional de Investigaciones Agroforestales, con sede en Nairobi.

Turrialba publicó una de las primeras investigaciones agroforestales realizadas en América Latina, una sobre el sistema "taungya", realizada en Costa Rica por Avelino Aguirre, de

México, discípulo del Dr. Budowski (*Turrialba* Vol. 13, p. 168, 1963). Por eso vemos con especial simpatía, y le deseamos éxito, a este proyecto agroforestal que puede tener repercusiones en el mejoramiento social y económico del trópico americano.

La campaña del alcohol carburante en Brasil

Estas son algunas cifras referentes al programa nacional del alcohol en el Brasil, destinado a disminuir la dependencia del país del petróleo importado (cf. *Turrialba* 26: 219).

En 1977, el consumo de gasolina en Brasil bajó por primera vez, de 11,65 millones de kilolitros en 1976 a 11,14 millones y para 1978 se estima que el consumo bajará más, a 13,00 millones. Esto se debe principalmente a que el alcohol entregado para fines carburantes aumentó de 171 mil kilolitros en 1976 a 638 mil en 1977, y que el estimado para 1978 alcanza a 2 millones. Esta última cifra representa una participación de un 13,3 por ciento en la mezcla carburante usada en Brasil en 1978, en comparación con 4,3 en 1977 y 1,15 en 1976 (*Brasil Açucareiro* Outubro 1978, p. 20).

La expansión de los cañaverales está mereciendo toda la atención del Gobierno, para producir la materia prima para la fabricación de alcohol anhidro. Entre las medidas tomadas está implantar una red de 15 viveros productores de caña semilla en varios Estados. Cada vivero deberá producir cerca de 1350 toneladas anuales de semilla, la cual será entregada a las destilerías autónomas en fase de instalación, y el saldo será entregado a los industriales azucareros y a los sembradores de caña. Cada Estación Central Planalsucar plantará anualmente un vivero pre-primario, destinado a producir la semilla básica, certificada, de caña azúcar.

Por otra parte, dentro de los planes de promoción de la campaña, se puede señalar una hazaña deportiva que debe haber tenido cierto impacto en el público brasileño. Dos motocicletas Yamaha RS 125 y un automóvil Fiat 147, movido este último con 100 por ciento de alcohol, partieron del extremo sur del país, en Chui, consiguiendo cruzar el Brasil de punta a punta llegando al extremo norte (en la cota BV-8) frontera con Venezuela, en 12 días.

El viaje estableció dos marcas: por primera vez dos motocicletas de 125 cc realizaron una travesía completa del país, y el Fiat se convirtió en el primer automóvil en cruzar el territorio nacional movido solamente con alcohol.

El consumo de combustible del automóvil durante los primeros 3335 kilómetros, en carreteras asfaltadas y de tierra fue en promedio de 12,5 kilómetros por litro, lo que se considera bueno por los técnicos. El recorrido total fue de 6813 kilómetros, realizado en 137,5 horas, a una velocidad media de 51,5 kilómetros por hora.

Sétima Conferencia de Investigación en Cacao

Está circulando el primer anuncio convocando a la Sétima Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, la que tendrá lugar, del 4 al 12 de noviembre de 1979, en Douala, Camerún. El tema del certamen será la influencia del medio ambiente sobre el crecimiento y producción del cacao. Habrá también una sesión especial dedicada exclusivamente a métodos y técnicas de extensión.

La Conferencia comprenderá las cinco sesiones siguientes: 1) Agronomía, incluyendo rehabilitación, suelos y nutrición; 2) Genética y mejoramiento; 3) Enfermedades y plagas; 4) Diversos, especialmente aspectos socio-económicos de la producción y 5) Métodos y técnicas de extensión.

Los idiomas oficiales serán francés, español e inglés. El certamen está patrocinado por la Alianza de los Países Productores de Cacao y el Gobierno de la República Unida de Camerún. Para mayores informaciones, dirigirse a M. Mbondji Mbondji, Station de Recherches Agronomiques de Nkolbisson, B. P. 2067, Yaounde, Camerún.

Pre-emergence weed control in corn in Trinidad*_____

_____ R A I. BRATHWAITE**

COMPENDIO

Se evaluó, en un período de tres años en suelos francos cerca de St. Augustine, Trinidad, la respuesta de malezas y maíz (Zea mays L. cv 'Pioneer') cultivado bajo lluvia a tratamientos de preemergencia o combinados de atrazina con alacloro pynaclor. Todos los tratamientos herbicidas redujeron el crecimiento de malezas durante las primeras 5 semanas. Tratamientos de atrazina o pynaclor solos causaron poco daño, pero ninguno de los tratamientos herbicidas afectaron el número de días hasta la media emisión de barbas, o la población de plantas a la cosecha. Todos dieron rendimientos significativamente más altos, expresados en números de mazorcas y en peso, que el testigo sin tratamiento, pero los tratamientos combinados dieron rendimiento significativamente mejores que los tratamientos con un solo herbicida, los que causaron alguna pérdida de rendimiento comparados con el testigo sin malezas. Ensayos biológicos con muestras de suelo tomadas después de la cosecha de maíz mostraron fitotoxicidad a las 4 semanas con todos los tratamientos con herbicidas, excepto alaclor solo, y a las 8 semanas se detectaron residuos sólo en las parcelas con atrazina sola. La atrazina más alaclor fue el tratamiento más eficaz en el estudio, combinando un excelente control de malezas con buena tolerancia y rendimientos, y ninguna actividad residual a las 8 semanas.

Introduction

IN TRINIDAD and Tobago, as elsewhere in the Commonwealth Caribbean, Corn (*Zea mays* L.) for both green cobs and shelled dry grain is mainly grown as a subsistence wet season (June to December) crop on farms of less than 4 ha, but in recent years mechanised larger-scale production has been undertaken (2, 3).

Control of weeds is traditionally by hand on small holdings whereas atrazine, recommended by Kasasian and Seeyave (6), is frequently applied pre-emergence on large scale cultivation. Commonly occurring weeds like *Digitaria* spp., *Echinochloa* spp. and *Panicum* spp. are resistant to this chemical and experience in Jamaica (4), and elsewhere (1, 5, 9) has shown that herbicides like alachlor and pynachlor can be used alternately or in combination with atrazine to provide more effective weed control and shorter soil residual period.

The experiments reported here were designed to further evaluate the effects of single and combination treatments of atrazine and the two previously mentioned herbicides on weed control and yield of corn for green cobs near St Augustine, Trinidad, over a 3-year period.

Materials and methods

'Pioneer hybrid X306' corn was grown near St. Augustine, Trinidad, during the wet season of 1975-1977 on clay loam soils containing 0.8 - 1.5 per cent organic matter, cation exchange capacity of 6.0 - 7.1 meq/100 g and pH of 6.1 - 6.5. The experimental area was disc ploughed and a broadcast application of approximately 580 - 620 kg/ha of fertilizer (20:10:10) was made prior to final rotavating. Corn was planted by hand in mid-June of each year approximately 5 cm deep in rows spaced 75 cm apart with intra-row spacing of 15 - 20 cm. Rainfall recorded at or near each site was 580, 570, and 578 mm in 1975, 1976 and 1977 respectively. No serious plant diseases were

* Received for publication July 17th, 1978

** Department of Crop Science, The University of The West Indies, St Augustine, Trinidad

observed in any year and insect pests were effectively controlled with weekly applications of carbaryl.

Individual plots measured 3.0 x 10.0 m and were arranged in a randomized block design with four replicates. The herbicide treatments (Table 1) used were selected from previous screening trials as being the most promising, and consisted of atrazine plus alachlor, atrazine plus prynachlor, atrazine, alachlor and prynachlor. All were applied with a knapsack sprayer in 450 litres/hectare of spray solution immediately after planting.

Five weeks after planting crop injury and weed control were assessed visually using a rating scale of 0-10 with 0 for severe crop injury or complete control of weeds and 10 for full health and vigour of the crop or complete weed cover. Major weed species were *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Cyperus rotundus* L., *Digitaria* spp., *Echinochloa* spp., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Euphorbia* spp., *Phyllanthus amarus* Schumacher and Thonn. and *Portulaca oleracea* L. Corn plants were counted in 5 m² per plot 6 weeks after planting and at harvest; only the former data are presented. Days to milksilking were taken as the number of days from planting to silk emergence of 50 per cent of the plants in each plot. Marketable green cobs from 13.5 m² of each plot were harvested by hand at about 85 days after planting. Cobs were counted and weighed.

Analyses of variance were computed on the data for plant population and cob yields, and differences were tested with Duncan's multiple range test at the 5 per cent level of significance (7). Coefficients of variation for all parameters were less than 15 per cent.

In 1975 and 1977 after the corn was harvested, soil samples taken to 6 cm depth were bioassayed using cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L., cv. 'Kono Cross') and beans (*Phaseolus vulgaris* L., cv. '27-R') as indicators of residual herbicide activity. These crops were evaluated for residue injury at 4 and 8 weeks after planting.

Results and discussion

The total rainfall recorded during the cropping period was similar for each year but rainfall distribution in relation to herbicide application varied. In 1975 no rain fell during the week prior to herbicide treatment and only 25.4 mm was received during the subsequent 2-week period. Thus, the herbicides did not perform as well as during 1976 and 1977 when rainfall was more favourable for herbicide activity.

The effects of the treatments on weed control and crop vigour are summarised in Table 1. Throughout the study relatively uniform weed infestations existed with grasses, the dominant species, comprising 58-62 per cent, broad-leaved species 21-30 per cent and sedges 2-8 per cent. The combination of atrazine with alachlor consistently provided the best weed control. This result was expected because of previous reports (1, 4, 9), as well as observations from the screening trials. Excellent control was also given by the mixture of atrazine and prynachlor. Herbicide combinations performed better than the single compound treatments; nevertheless satisfactory weed control, a score of 3.5 or less, in decreasing order was provided by the atrazine, alachlor and prynachlor treatments, particularly in 1976 and 1977. Similar observations have been reported from another clay loam soil (4), except that ineffective weed control was obtained with prynachlor; the slight difference in weed flora in the two studies may be a possible explanation. *C. rotundus* was effectively controlled by the alachlor alone treatment which also gave the best control of most of the grasses. However, weed growth was reduced by all herbicide treatments as compared to the unweeded control plots during the first 5 weeks, the critical period for weed control in corn (8). Subsequent growth reduction was apparently aided by the vigorous growth of the closely planted corn.

Table 1.—Weed and crop scores of corn (cv. Pioneer hybrid X306) at 5 weeks following various treatments for controlling weeds on clay loam soils in Trinidad, 1975-77.

Pre-emergence weed control treatments	Herbicide rate (kg a.i./ha)	Weed scores			Crop scores		
		1975	1976	1977	1975	1976	1977
Clean-weeded control	0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0
Atrazine + alachlor	1.0 + 2.0	3.0	0.5	1.0	9.0	9.5	9.5
Atrazine + prynachlor	1.0 + 5.0	3.5	2.0	1.5	9.0	9.0	9.0
Atrazine	3.0	4.5	3.0	2.5	8.0	8.5	8.5
Alachlor	3.0	4.5	3.0	3.5	9.5	9.0	9.0
Prynachlor	10.0	6.0	3.5	3.5	8.5	8.5	8.5
Unweeded control	0	9.0	10.0	8.5	7.5	7.0	6.5

Table 2.—Plant population of corn (cv. Pioneer hybrid X306) at 6 weeks following various treatment for weeds on clay loam soils in Trinidad, 1975-77.

Pre-emergence weed control treatments	Herbicide rate (kg a.i./ha)	Plant population (1000s/ha)			
		1975	1976	1977	Average
Clean-weeded control	0	80.7 a*	82.4 a	83.6 a	82.2 a
Atrazine + alachlor	1.0 + 2.0	81.6 a	83.7 a	82.9 a	82.7 a
atrazine + prynachlor	1.0 + 5.0	80.5 a	83.6 a	81.7 a	81.9 a
Atrazine	3.0	80.6 a	83.1 a	83.1 a	82.3 a
Alachlor	3.0	81.4 a	81.2 ab	81.2 a	81.3 a
Prynachlor	10.0	81.0 a	79.4 b	79.6 b	80.0 a
Unweeded control	0	53.2 b	63.1 c	64.5 c	60.3 b

* Means within a column not followed by the same letter differ significantly at the 5% level

Visual ratings at 5 weeks after planting indicated slight injury to corn with atrazine and prynachlor, both herbicides singly. In addition to similar findings, Hammerton (4) also reported reduced vigour in the same hybrid from alachlor alone, but no such observation was made in this study. This difference in response might be attributed to environmental factors or crop production systems. None of the herbicide treatments affected the mean number of days to mid-silking.

In the previous preliminary screening trials none of the herbicide treatments reduced the plant population, but in 1976 and 1977, reductions were observed at 6 weeks after planting following the prynachlor alone treatment (Table 2). Over the 3-year period all herbicide treated plots at harvest had normal populations

which showed no significant difference, an observation in conformity with that of Hammerton (4). The unweeded crop had the lowest plant population never being less than 25 per cent of that of the clean-weeded control regardless of the time of population determination.

Marketable cob yields expressed as numbers of cobs and weight of cobs are summarised in Table 3. The effects of herbicide treatments on the number of cobs harvested are important commercially because in Trinidad markets green cobs are sold by number and not by weight. Generally, the data for cob yield, both in number and weight, showed similar variation over the 3-year period; the lowest yields of marketable cobs were harvested in 1975 when rainfall apparently reduced the

Table 3.—Marketable green cob yield of corn (cv. Pioneer hybrid X306) following various treatments for controlling weeds on clay loam soils in Trinidad, 1975-77.

Pre-emergence weed control treatments	(kg a.i./ha)	Green cob numbers (1000s/ha)				Green cob weight (kg/ha)			
		1975	1976	1977	Average	1975	1976	1977	Average
Clean-weeded control	0	73.6 a*	80.2 a	80.8 a	78.2 a	21915 a	25187 a	25960 a	24354 a
Atrazine + alachlor	1.0 + 2.0	73.1 ab	79.9 a	80.1 a	77.7 a	21695 a	25214 a	25433 a	24114 a
Atrazine + prynachlor	1.0 + 5.0	72.9 ab	78.1 ab	81.3 a	77.4 a	21480 a	24531 a	22551 b	22854 a
Atrazine	3.0	70.1 ab	71.5 bc	80.9 a	74.2 a	21015 a	21509 b	20503 c	21009 ab
Alachlor	3.0	65.3 bc	71.5 bc	77.2 ab	71.3 a	17535 b	21429 b	20354 c	19773 ab
Prynachlor	10.0	60.5 c	69.7 c	70.2 b	66.8 a	17245 b	17023 c	18432 d	17567 b
Unweeded control	0	36.1 d	49.5 d	48.7 c	44.8 b	7028 c	8833 d	8759 e	8207 c

* Means within a column not followed by the same letter differ significantly at the 5% level

effectiveness of the herbicide treatments, whereas better yields were recorded in the other 2 years during which rainfall distribution was conducive to good weed control and satisfactory corn production. The 3-year averages showed no significant difference in cob number with herbicide treatments which, like the clean-weeded treatment, yielded significantly more cobs than the unweeded control which was the lowest yielding treatment in each year. However, in the individual years, plots treated with single treatments of the herbicide generally gave significantly fewer cobs than the herbicide combinations which consistently gave cob numbers not significantly different from those of the clean-weeded crop. This control treatment gave the largest number of cobs in all years, except 1977 when the atrazine plus prynachlor treatment gave the most cobs.

The unweeded control gave significantly lower cob weights than all herbicide treatments and the clean-weeded control. With the exception of the atrazine plus alachlor treatment in 1976, the clean-weeded control was the best treatment but the 3-year average was never significantly different from those of all herbicide treatments, except the prynachlor treatment. It seems therefore that the herbicide combinations may be more beneficial than atrazine alone since it was shown earlier that excellent weed control without significant crop injury could be obtained with atrazine as a mixture with either alachlor or prynachlor.

Similar effects were observed in 1975 and 1977 when herbicide residue activity was evaluated. Soil samples from all herbicide treated plots, except alachlor alone, showed damage in both indicator crops at 4 weeks after the corn harvest. At 8 weeks, injury to cabbage, but not beans, was observed with the atrazine alone treatment. Similar results were reported from Jamaica (4) and suggest that only the alachlor treatment would be acceptable where susceptible crops like beans and cabbage follow a green corn crop. Conversely the combined treatments may be safer than atrazine alone when used in the production of a corn crop for dry grain in rotation with susceptible crops.

The application of atrazine plus alachlor was the best overall herbicide treatment giving excellent weed control, satisfactory corn tolerance with acceptable yield and less residue activity than the standard atrazine treatment. A number of more recently available herbicides are currently under study with a view to identifying treatments for adequate weed control combined with treatments affected the number of days to mid silking or higher yield, expressed as cob numbers and weights, short residual activity.

Summary

Response of weeds and rainfed corn (*Zea mays* L. cv. 'Pioneer' hybrid X306) to single and combined pre-emergence treatments of atrazine and either alachlor or prynachlor was evaluated over a 3-year period on clay loam soils near St. Augustine, Trinidad. All herbicide treatments reduced weed growth during the first

5 weeks. Single treatments of atrazine and prynachlor caused slight injury, but none of the herbicide treatments affected the number of days to mid silking or plant population at harvest. They all gave significantly higher yields, expressed as cob numbers and weights, than the unweeded control, but the combination treatments generally gave significantly better yields than the single herbicide treatments which caused some loss of yield when compared with the clean-weeded control. Bioassays with soil samples taken after the corn harvest showed phytotoxicity at 4 weeks with all herbicide treatments, except alachlor alone, and at 8 weeks residues were detected only in plots treated with atrazine alone. Atrazine plus alachlor was the most effective treatment in the study combining excellent weed control with good crop tolerance and yields, and no residual activity at 8 weeks.

Acknowledgements

The technical assistance of Mr. S.M. Harryram and the cooperation of farmers who permitted the use of their lands and crops are gratefully acknowledged. The work formed part of the Cereal Research Programme of the Faculty of Agriculture of the University of the West Indies and was financed in part by the Department of Crop Science.

Literature cited

- 1 ANDREWS, Jr., O.N., DERTING, C.W., JONES, D.F., DUNCAN, R.G. and SELLECK, G.W. An evaluation of alachlor herbicide combinations in corn. *Proceedings of the Southern Weed Science Society* 21: 138-145. 1971.
- 2 ANON. Mechanised production of corn, soybean and sorghum in Trinidad, W.I. Final Report Chaguaramas Agricultural Development Project, Trinidad. 1971. 69 p.
- 3 CROPPER, J. and FERGUSON, G. Texaco Food Crops Farm Annual Report 1975-1976. Department of Agricultural Economics and Farm Management, The University of the West Indies, Trinidad. 1977. 45 p.
- 4 HAMMERTON, J.I. Weed control work in progress at the University of the West Indies Part 4. *PANS* 20: 429-436. 1974.
- 5 HARDCASILE, W.S. Pre-emergence weed control in field corn. *Proceedings of the Southern Weed Science Society* 25: 161. 1972.
- 6 KASASIAN, I. and SEEVAVE, J. Weedkillers for Caribbean Agriculture, Regional Research Centre, The University of the West Indies, Trinidad. 1968. 44 p.
- 7 LE CLERG, E.L., LEONARD, W.H. and CLARK, A.G. Field plot technique. Second ed. Minneapolis, Burgess Publishing Co. 1962. 373 p.
- 8 NEITO, J.H., BRONDO, M.A. and GONZALEZ, J.T. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *PANS (C)* 14: 159-166. 1968.
- 9 SEDIYAMA, T., VIEIRA, C., SWEARING, M.L. and GALVAO, J.D. A comparison of herbicides for maize production in Minas Gerais, Brazil. *Turrialba* 21: 455-458. 1971.

Consideraciones sobre una posible solución a la ecuación fundamental de H. Jenny*

—WILFREDO VERA E, RENE ELISSEGARAY C, WALTER LUZIO L, MONICA MENIS M**

ABSTRACT

A solution to Jenny's equation of soil formation was explored using basic parameters such as the elements of soil minerals

An empiric expression yielding the change of a given element within the soil minerals was obtained from weathering rate data. The expression was used to infer changes in a given soil property as the result of soil weathering. The equations were tested with data obtained from an experiment of intensified leaching over volcanic ash soil

Introducción

SEGUN Jenny (2), el suelo es un sistema físico abierto en el cual las sustancias pueden ser agregadas o removidas. Así, las propiedades de cada sistema (s_1, s_2, s_3, \dots) están funcionalmente interrelacionadas y quedan expresadas como:

$$F(s_1, s_2, s_3, \dots) = 0 \quad [1]$$

A su vez, las relaciones entre las propiedades del suelo y los factores de formación se pueden expresar por la ecuación:

$$S = f(c_l, o, r, p, t, \dots) \quad [2]$$

que representa la ecuación fundamental de Jenny (2) y que establece que la magnitud de cualquier propiedad del suelo (s) es función de los factores de formación de suelos. El cambio total de una propiedad dependerá de los cambios que se produzcan en los factores de formación, es decir:

$$\begin{aligned} ds = & \left(\frac{\partial s}{\partial c_l} \right) c_{l,o,r,p,t,dc_l} + \left(\frac{\partial s}{\partial o} \right) c_{l,r,p,t,do} + \\ & \left(\frac{\partial s}{\partial r} \right) c_{l,o,p,t,dr} + \left(\frac{\partial s}{\partial p} \right) c_{l,o,r,t,dp} + \\ & \left(\frac{\partial s}{\partial t} \right) c_{l,o,r,p,dt} + \end{aligned} \quad [3]$$

La dificultad de la solución práctica de esta ecuación radica en la imposibilidad de cuantificar algunos de los parámetros que ella incluye.

Por esta razón, en este trabajo se discute una posible solución que toma en cuenta elementos básicos del suelo en sí, que son cuantificables en su totalidad.

Método

Se tomó como base la ecuación fundamental de Jenny (2) y mediante análisis diferencial se discute una solución de ésta.

Discusión

Es un hecho que las propiedades de los suelos no permanecen constantes a través del tiempo. Su variación dependerá de la variación de los constituyentes del suelo, lo cual no es más que la expresión de la forma e intensidad como actúan los factores de formación.

Los cambios que sufren los constituyentes inorgánicos dependerán, a su vez, de las condiciones de meteorización en el transcurso del tiempo; transformaciones que serán más o menos importantes según sea

* Recibido para la publicación el 9 de setiembre de 1977.

** Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

la resistencia de esos constituyentes a los procesos de destrucción y a las condiciones del medio ambiente del perfil. Dentro de estas últimas, es probable que el micro-medio ambiente, la intensidad de la lixiviación y la accesibilidad (1) sean los mecanismos que gobiernan en forma decisiva el curso de la meteorización

Si se considera que un proceso normal en los suelos es la meteorización de minerales primarios a minerales secundarios, la cantidad y naturaleza de estos últimos constituirá un reflejo de las condiciones en que se desarrollan estos procesos.

Así los minerales, por efecto de los procesos de meteorización, liberan al ambiente parte o la totalidad de los elementos que los constituyen. La tasa de liberación dependerá de las características estructurales, físicas y químicas del mineral primario, además de las condiciones del medio ya señaladas anteriormente.

Si se cuantifica este proceso, resulta que la cantidad Q de un elemento i (Qi) que existió en un tiempo t1, variará a Qin, en el tiempo n, después de ocurrido la meteorización, o sea:

$$\begin{array}{ccc}
 Q_{i1} & \xrightarrow{\text{meteorización}} & Q_{in} \\
 t_1 & & t_n
 \end{array}
 \quad \Delta Q_i = Q_{in} - Q_{i1}
 \quad \Delta t = t_n - t_1$$

La expresión que relaciona estos cambios corresponde a:

$$\frac{\Delta Q_i}{\Delta t} = m_i \psi(Q_i) \quad [4]$$

donde:

$\frac{\Delta Q_i}{\Delta t}$: es la variación en cantidad de un elemento con respecto al tiempo.

$\psi(Q_i)$: expresa la tendencia de la variación de Qi en el tiempo, y

m_i : es un factor que depende de las características de cada mineral, o sea, representa la tasa a la cual un elemento puede ser liberado

La función ψ se obtiene mediante análisis estadístico de regresión y correlación de datos obtenidos en experiencias de terreno o laboratorio. El factor m, o constante de meteorización, se obtiene al asignar el valor 1-10-∞ al mineral del suelo más resistente a la meteorización. A partir de éste pueden obtenerse los valores de m para los demás constituyentes.

Para obtener la cantidad total de la variación del elemento en un transcurso de tiempo, se utiliza la siguiente expresión:

$$\int_{Q_{ik+p}}^{Q_{ik}} \frac{dQ_i}{\alpha(Q_i)} = m_i \int_{t_k}^{t_k+p} dt \quad [5]$$

donde:

Q_{ik} : es el contenido del elemento en el tiempo t_k , y

Q_{ik+p} : representa la cantidad a la que varía el elemento en un transcurso de tiempo p.

Como esta ecuación cuantifica la forma en que varía un determinado elemento, o sea un constituyente del suelo, indirectamente está midiendo la variación de las propiedades de los suelos como se planteó en un comienzo. O sea, si V_x representa una propiedad del suelo, ésta quedará expresada como una función de la suma de las variaciones de los distintos constituyentes

$$V_x = f [m^{11} \alpha^{11}(Q^{11}) + m^{12} \alpha^{12}(Q^{12}) + m^{1s} \alpha^{1s}(Q^{1s}) + \dots + m^{21} \alpha^{21}(Q^{21}) + m^{22} \alpha^{22}(Q^{22}) + \dots + m^{2s} \alpha^{2s}(Q^{2s}) + m^{rs} \alpha^{rs}(Q^{rs}) \dots] \quad [6]$$

Por lo tanto:

$$V_x = f \left[\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s m_{ij} \alpha_{ij}(Q_{ij}) \right] \quad [7]$$

donde:

V_x : propiedad del suelo

m_{ij} : constante de meteorización

f, α_{ij} : funciones

i : elemento

j : constituyente (mineral)

Q_{ij} : contenido del elemento en un constituyente

Como Q_{ij} varía a medida que avanzan los procesos de meteorización, V_x también varía:

$$\Delta V_x = \Delta f \left[\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s m_{ij} \alpha_{ij}(Q_{ij}) \right] \quad [8]$$

Por otra parte la ecuación fundamental de Jenny (2), establece que una propiedad del suelo es función de los factores de formación de suelos, es decir:

$$s = f (cl, o, r, p, t, \dots) \quad [2]$$

En consecuencia, por analogía $s = V_x$, o sea:

$$f (cl, o, r, p, t, \dots) = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s m_{ij} a_{ij}(Q_{ij}) \quad [9]$$

de manera que la ecuación [3] cambia a:

$$dV_x = \left(\frac{\partial V_x}{\partial cl} \right)_{o,r,p,t,dt} + \left(\frac{\partial V_x}{\partial o} \right)_{cl,r,p,t,do} + \left(\frac{\partial V_x}{\partial r} \right)_{cl,o,p,t,dr} + \left(\frac{\partial V_x}{\partial p} \right)_{cl,r,p,t,dp} + \left(\frac{\partial V_x}{\partial t} \right)_{cl,o,r,p,dt} \quad [10]$$

El cociente de cada sumando identifica a una climofunción, una biofunción, una topofunción, una litofunción y una cronofunción respectivamente, y la suma de estas funciones representa la derivada total que, a su vez, corresponde a la variación que manifiesta una propiedad del suelo en el transcurso de la meteorización.

Aplicación

En un trabajo realizado por Vera y Elissegaray (3) se obtuvieron datos experimentales de la variación de diferentes elementos y propiedades de un suelo derivado de cenizas volcánicas y sometido a lixiviación intensificada.

Con el fin de aplicar las fórmulas obtenidas se utilizaron algunos datos del trabajo de Vera y Elissegaray (3).

La tendencia de la variación del Ca soluble a través del tiempo queda expresada mediante la ecuación:

$$Ca = e^{-0.02} t^{-0.53} \quad [11]$$

Con un coeficiente de correlación de -0,86**

Experimentalmente se obtuvieron los siguientes valores: al inicio de la experiencia $Ca = 1,16$ meq/l al término de la experiencia $Ca = 0,50$ meq/l

Al aplicar la fórmula (5) se obtiene:

$$d(Ca) = -0,53 e^{-0.02} t^{-1.53} dt$$

$$\int_{Ca^1}^{Ca^5} d(Ca) = -0,53 e^{-0.02} \int_{t^1}^{t^5} t^{-1.53} dt$$

donde:

Ca_1 : Contenido de Ca al inicio de la experiencia (en el tiempo t_1)

Ca_5 : Contenido de Ca al término de la experiencia (en el tiempo t_5)

Entonces:

$$Ca^5 - Ca^1 = e^{-0.02} (t_5^{-0.53} - t_1^{-0.53})$$

donde:

$$Ca_5 = x$$

$$Ca_1 = 1,16 \text{ meq/l}$$

$$t_5 = 5$$

$$t_1 = 1$$

Por lo tanto $x = 0,59$ meq/l que corresponde al contenido de Ca soluble al final de la experiencia. La diferencia con el dato experimental de 0,09 meq/l se puede explicar en base al coeficiente de correlación que se obtuvo y que fue de -0,86**.

La variación de una propiedad del suelo a través del tiempo se puede cuantificar mediante la ecuación [7]. Para su aplicación se utilizaron los datos experimentales relacionados con el complejo de intercambio del trabajo ya mencionado

El valor inicial de la CIC fue 32,59 meq/100 g de suelo y el valor final fue de 27,13 meq/100 g de suelo.

Las ecuaciones que reflejan la tendencia de los cationes de intercambio son:

$$Na = e^{0.33} t^{-1.51} \quad (r = -0,86^{**})$$

$$K = e^{0.006} t^{-2.074} \quad (r = -0,94^{**})$$

$$Mg = e^{0.44} t^{-0.20} \quad (r = -0,94^{**})$$

$$Ca = e^{3.15} t^{-0.05} \quad (r = -0,81^{**})$$

$$H = 4,226 + 0,001 t \quad (r = 0,26)$$

Entonces

$$CIC = Na + K + Mg + Ca + H$$

$$CIC = e^{0.33} t_5^{-1.51} + e^{0.006} t_5^{-2.074} + e^{0.44} t_5^{-0.20} + e^{3.15} t_5^{-0.05} + 4,226 + 0,001 t_5$$

Por lo tanto $CIC = 27,046$ meq/100 g de suelo.

Al igual que en el caso anterior la diferencia de 0,084 meq/100 g de suelo con el dato experimental, se puede explicar a causa de los coeficientes de correlación parciales.

Resumen

Se analizó una posible solución a la ecuación fundamental de Jenny, en función de parámetros básicos como son los elementos que forman parte de los minerales constituyentes del suelo.

Considerando la meteorización (tasa y tendencia) de los minerales del suelo, se obtuvo una expresión empírica que cuantifica la variación de los elementos de dichos minerales. A partir de esta última, se determinó la ecuación que refleja los cambios de una propiedad del suelo en el transcurso de la meteorización.

Las ecuaciones obtenidas se probaron con datos experimentales de un suelo derivado de cenizas volcánicas sometido a lixiviación intensificada.

Literatura citada

- 1—BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils, New York, John Wiley, 1964. 470 p
- 2—JENNY, H. Factors of soil formation. New York, McGraw-Hill, 1941. 281 p
- 3—VERA, W. y ELISSEGARAY, R. Meteorización de un suelo derivado de cenizas volcánicas en condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago 1977. 105 p

Notas y Comentarios

Condecoración venezolana para Gerardo Budowski

Por sus estudios y aportes conservacionistas, el Dr. Gerardo Budowski fue condecorado por el gobierno venezolano con el Orden "Henry Pittier" en su Primera Clase. El galardón fue entregado por el Ministro del Ambiente y Recursos Naturales Renovables, ingeniero Arnoldo José Gabaldón, el 5 de enero de 1979, en Caracas, Venezuela. La condecoración es otorgada por el Gobierno de Venezuela sobre la base de una decisión conjunta de los Ministros de Agricultura y Cría, y del Ambiente y Recursos Renovables.

Gerardo Budowski, de nacionalidad venezolana, se ha destacado internacionalmente en el campo de las ciencias forestales y de la ecología. Para *Turrialba*, que ha contado siempre con su colaboración y apoyo, esta noticia es muy grata, y se complace en expresar sus felicitaciones por esta nueva distinción que ha recibido en su carrera. El Dr. Budowski ha vuelto a Costa Rica después de trabajar tres años en la sede de la Unesco en París, como iniciador de los programas de ecología y conservación y desempeñar por seis años en Ginebra el cargo de director general de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales. Actualmente es Jefe del Programa de Recursos Naturales Renovables en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con sede en Turrialba, Costa Rica.

Cultivo de células para producción de drogas

Las compañías farmacéuticas están deseando obtener formas más fáciles y baratas de hacer muchas drogas aprovechando un proyecto audaz, en gran escala, de cultivo de células vegetales, que ha iniciado la Universidad de Sheffield, Inglaterra. La técnica ofrece una alternativa a la extracción de ingredientes vitales de plantas, algunas de ellas no cultivadas y situadas en lugares poco accesibles. (*New Scientist* vol. 81, N° 1137, p. 97).

El equipo de Sheffield espera tener una planta piloto trabajando durante 1979. Las píldoras anticoncepcionales están entre los productos que se podrían manufacturar mediante el cultivo de células vegetales. Esta posibilidad recibe un empuje de la actual escasez de los rizomas del cabeza de negro

mexicano (*Dioscorea floribunda*) del cual se extraen los esteroides que se usan en las píldoras (Cf *Turrialba* vol. 27, p. 226). Y así, hay otras fuentes vegetales que no son abundantes y cuya obtención crea problemas a las firmas farmacéuticas de Europa. Si a esto se une el clima imprevisible, el hecho de que las cosechas sólo ocurren en ciertas épocas del año, y los cambios políticos, se comprenderá el porqué las firmas farmacéuticas están deseosas de hacer inversiones en el cultivo artificial de células vegetales. En Alemania Occidental y en el Japón hay ya laboratorios que están produciendo tabaco y alimento para el gusano de seda (Cf *Turrialba* 28: 192) con cultivos de células vegetales. Otras posibilidades son la fabricación de morfina y otros alcaloides que normalmente son extraídos de amapolas; la digitalina y otros estimulantes del corazón que se encuentran naturalmente en la digital; y otros compuestos usados como condimento, aditivos o laxantes.

El trabajo en Sheffield está dirigido por John Barnard, ingeniero químico, y por su colega Michael Fowler. Han mostrado ya que el tejido vegetal, como el de las hojas, puede ser estimulado para que se divida rápidamente en el medio de cultivo apropiado y a formar una masa de células "no diferenciadas", esto es, células que no forman tejido. Las células pueden ser separadas mediante una agitación suave. A intervalos, el producto elaborado por las células puede ser extraído del fluido o si no secretan el producto, las células pueden ser cosechadas y el producto extraído de ellas. La productividad de los cultivos de células puede ser controlada de manera que produzcan, en una intensidad constante, morfina, digitalina o muchos otros productos.

El cultivo de células vegetales ha sido desarrollado mucho menos que el cultivo bacteriano o fungoso. Los problemas son diferentes. Las células vegetales no crecen solas naturalmente; tienen que ser separadas, y prevenir que se adhieran a los lados de los recipientes y que comiencen a formar colonias multicelulares. Las células deben ser agitadas para separarlas pero suavemente para evitar dañarlas.

Un avance crucial se hizo hace pocos meses cuando fue evidente que, simplemente por selección repetida de las cepas de más alto rendimiento en los cultivos, era posible elevar la productividad rápidamente hasta cinco o diez veces. Este descubrimiento hizo potencialmente económica la tecnología costosa empleada en el cultivo de células, por lo menos para las drogas más caras que se requieren en grandes cantidades. Conforme la ingeniería genética vegetal se expanda gradualmente, también aumentará la gama de productos que se podrían hacer con cultivos de células vegetales.

Efficiency of fertilizer phosphorus utilization by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv 'Carioca', under different methods of applying phosphatic fertilizer*^{1/}

A. M. I. NEPTUNE**, T. MURAOKA***, J. W. B. STEWART****

COMPENDIO

Un experimento fue llevado a cabo en un suelo Terra Roxa Estructurada, orden Alfisol, para estudiar 1) la eficiencia de la utilización del fósforo del fertilizante por por el frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) cv. 'Carioca', bajo diferentes modos de aplicación de este fertilizante; 2) la influencia de una pequeña dosis de "arranque" del fertilizante nitrogenado en la utilización del fósforo del fertilizante y viceversa.

Los datos muestran que diferentes modos de aplicación del fertilizante fosfatado no afectaron la producción. Sin embargo, el fertilizante que fue colocado en banda a 8 cm. de profundidad, 4 cm. abajo de la semilla y a distancia de 4 cm de la línea de sembradura acusó una mejor eficiencia de la utilización del fósforo aplicado.

No hubo efecto del nitrógeno de "arranque" en la utilización del fósforo del fertilizante. El peso y el número de nódulos no fueron afectados por la aplicación del nitrógeno o por el fósforo del fertilizante.

Introduction

MANY factors, such as correct localization, supply at the adequate moment, adequate quantity and source, nature of the soil, root systems of the crop, climatic conditions, chemical and physical properties of the fertilizer and interaction, which may occur between nutrients of the fertilizers, exert an influence in the fertilizer efficiency.

The fertilizer should be applied to the soil either at planting, in banding or broadcasting, incorporated or not.

Generally, the application of the fertilizer to the side and below the seed is considered to be the best method (4, 5, 6, 7, 11). However, due to the chemical

properties inherent to each nutrient, contained in the fertilizers, the importance of their localization cannot be the same for all of them. For example, the nitrogen moves faster in the soil solution as nitrate ion, whereas the phosphate ion moves slowly in the soil solution and at short distances.

Procedures for the application of fertilizers have been the subject of extensive studies (3, 5, 6, 7, 11, 12, 16) but there is little information concerning the localization of fertilizer in *Phaseolus vulgaris*. Cook and Hulburt (4) suggested banding placement at 2.5 to 4.0 cm distance and 4 to 5 cm below the seed and Miranda *et al.* (15) obtained good results with banding application. Neptune *et al.* (13) observed that the broadcast application of phosphatic fertilizer was the worst placement for the bean; the best placement was the application of fertilizers at 5 cm distance from the seed row at 10 cm depth. They carried out the experiment with 'Iguaçu' cultivar in a low fertility soil (Ruzizem).

The objectives of this experiments were to study:
a) the efficiency of fertilizer phosphorus (ordinary super-phosphate-³²P) utilization by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different methods of applying phosphatic fertilizer.

* Received for publication March 8th, 1978.

^{1/} This study was supported by Comissão Nacional de Energia Nuclear (Brazil) and International Atomic Energy Agency.

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 13.400 Piracicaba, SP, Brasil.

*** Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 13.400 Piracicaba, SP, Brasil.

**** University of Saskatchewan, Dept. of Soil Science, Canada.

b) the influence of a small dose of starter nitrogen fertilizer (urea- ^{15}N) on utilization of fertilizer phosphorus and on number and weight of nodules

c) the influence of fertilizer P and its method of application, on the utilization of a starter dose of fertilizer nitrogen and on number and weight of nodules

Material and methods

The crop utilized was bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivar 'Carioca'.

This cultivar (local name: feijão Carioca) has indeterminate growing habit, long peduncle and a growth cycle around 90 days. According to D'Artagnan *et al* (8), good yields have been obtained by the producers of this cultivar, which shows great resistance to diseases.

The seeds were inoculated with a mixture of strains of *Rhizobium*: 127-K-14 and 127-K-17 (from Nitragin, Co., USA) and CENA-04. The sowing was done in 02/11/74.

The experiment included 8 treatments arranged in randomized complete block (RCB) with 6 replicates.

The treatments were the following: T₁) 30 kg N/ha surface broadcast and worked into the soil to a depth of 8 cm and 80 kg P₂O₅/ha surface broadcast and worked into the soil to a depth of 8 cm. T₂) 30 kg N/ha as treatment 1 and 80 kg P₂O₅/ha surface broadcast. T₃) 30 kg N/ha as treatment 1 and 80 kg P₂O₅/ha banded on surface 4 cm away from the seed row. T₄) 30 kg N/ha as treatment 1 and 80 kg P₂O₅/ha banded at 8 cm depth (4 cm below seed and 4 cm distance from seed row, depth of seeding being 4 cm). T₅) 30 kg N/ha as treatment 1 and 80 kg P₂O₅/ha banded at 8 cm depth mid-way between rows (22.5 cm away from seed row, distance between row being 45 cm). T₆) 30 kg N/ha as treatment 1 and 258 kg/ha gypsum (rate containing an equivalent amount of sulphur to that contained in the single superphosphate supplying 80 kg P₂O₅/ha) surface broadcast and worked into soil to a depth of 8 cm. T₇) Zero N, 80 kg P₂O₅/ha broadcast on surface and worked into the soil to a depth of 8 cm. T₈) Control - Zero, N, Zero P. 258 kg/ha gypsum (rate containing an equivalent amount of sulphur to that contained in the single superphosphate supplying 80 kg P₂O₅/ha) surface broadcast and worked into the soil to a depth of 8 cm.

Urea (45% N), ordinary superphosphate (20% P₂O₅) and potassium chloride (60% K₂O) were used as sources of N, P and K, respectively. The urea was labelled with ^{15}N at 4.0 percent atom excess, and the superphosphate was labelled with ^{32}P at 0.5 mCi/g P₂O₅.

The plots were divided into two-sub-plots, and one of which was treated with isotopically labelled fertilizer. The other received unlabelled fertilizer.

Each treatment plot consisted of 5 rows, each 10 m long with a row spacing of 45 cm. Within each row,

the plants were spaced at 5 cm. Each plot was 22.5 m². The labelled fertilizers was applied to the sub-plot 2 m long and 90 cm wide, over an area of 1.8 m². Unlabelled fertilizer was applied to the rest of the plot area 20.7 m². Only the central one meter length of the middle row (row 3) of the subplot treated with labelled fertilizer was harvested for ^{15}N and/or ^{32}P analysis.

Yield measurements were made on the harvest from the 9 meters of rows 2, 3, and 4 of the whole plot, leaving out the 50 cm lengths of the rows at each end of the plot. This included the area harvested for ^{15}N and ^{32}P analysis.

The potential evapotranspiration (Et) was calculated by the method of Penman adapted to the conditions of Piracicaba (14) (Fig. 1).

Soil Analysis

The experiment was carried out in Textural B Terra Roxa Soil (TRE) order Alfisol.

Soil samples from the different horizons of the profile and composite soil samples from the experimental site, at different depths, were taken for chemical analysis. The pH value was determined by a glass electrode in soil: H₂O and soil: KCl ratio 1:2.5; organic carbon by the method of Walkley and Black, as described by Jackson (10), total nitrogen by the semi-micro-Kjeldahl, and nitrate and "exchangeable" ammonium by the magnesium oxide-Devarda alloy methods, described by Bremner (2); soluble phosphorus was determined by photocolometric method after extraction with NaHCO₃ 0.5M (Olsen method) and H₂SO₄ 0.05N; exchangeable potassium was determined by flame photometry after extraction with a solution of KCl 0.05N; exchangeable calcium and magnesium were determined by atomic absorption spectrophotometry after extraction with a solution of KCl 1N; exchangeable aluminium was titrated with a solution of NaOH 0.02N after extraction with a solution of KCl 1N; and exchangeable hydrogen was titrated with NaOH 0.02 N after extraction with calcium acetate 1N, adjusted to pH 7.0 (Table 1).

Plant Analysis

The harvested plant, separated in grain and straws (husk, stem and leaves), and the nodules were dried in a ventilated oven at 65 to 70°C and weighed. On the ground samples, passing through 40 mesh screen, total nitrogen was determined by the plant digestion procedure described by Hanway (9), and total phosphorus was determined after the plant digestion with nitric-perchloric acid, by the vanadate-molybdate-yellow method.

The radioactivity of ^{32}P was measured by Cerenkov radiation (17, 1), utilizing a liquid scintillator (Nuclear Chicago Corporation, Série 720, U.S.A.).

For the $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ isotopic ratio determination, the plant samples were prepared according to the modified Dumas method (15), and the isotopic composition of N₂ liberated was determined in the mass spectrometer Varian-Mat, model CH-4, by measurement of the ion

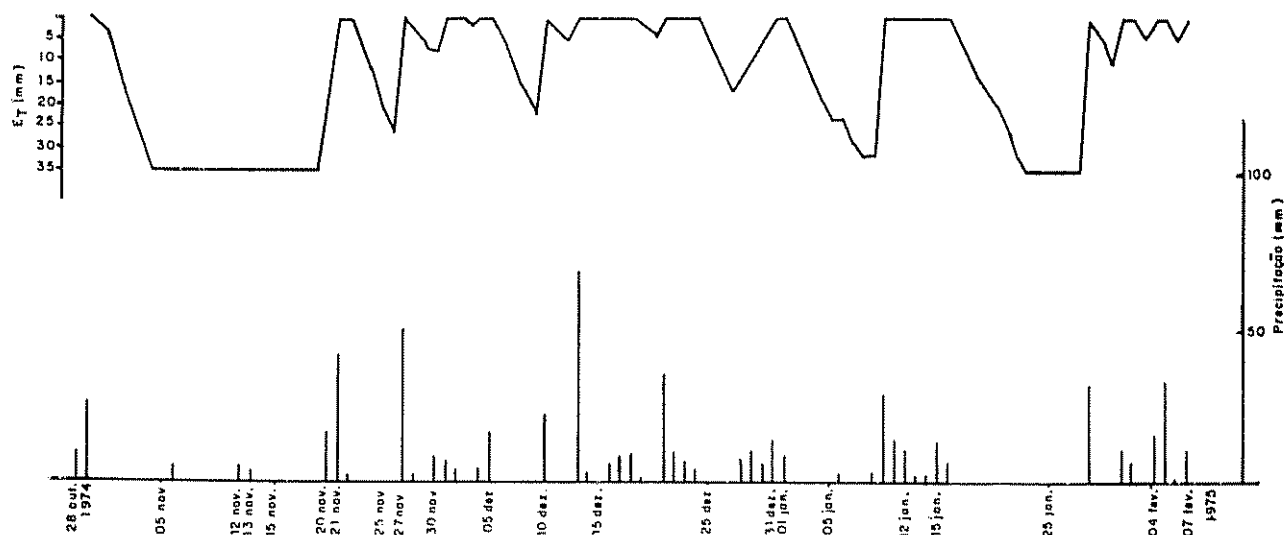


Fig 1—Precipitation and Potential Evapotranspiration (ET), calculated by the method of Penman, adapted to the conditions of Piracicaba (14)

currents corresponding to mass 28 (^{14}N ^{14}N), mass 29 (^{15}N ^{14}N) and mass 30 (^{15}N ^{15}N).

Results and discussion

The fertility status of this sandy clay loam soil is of medium fertility with a high content of exchangeable potassium. Exchangeable aluminium content is low. The data also indicate a decrease in the contents of the

exchangeable cations and soluble phosphorus in relation to the increase in the depth of soil (Table 1).

Data regarding grain and straw yield are given in Table 2. The placement of phosphorus fertilizer did not affect the yield. It can be inferred by the data that the phosphorus level of the soil was adequate for the cultivar, and, for this reason, there was no response to application of the phosphorus fertilizer. The high

Table 1.—Soil analysis of the experimental site at different depths.

Depth cm	pH		m eq/100g soil						CTC
	H ₂ O	CaCl ₂	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
0-20	5.95	5.15	0.58	5.49	1.10	0.25	0.16	3.42	11.00
20-40	6.25	5.45	0.39	4.73	1.23	0.19	0.15	3.01	10.40
40-60	6.30	5.65	0.13	4.52	1.30	0.22	0.08	3.00	9.80

Depth cm	% O M	N Total	P in ppm		ppm NO ₂	ppm NH ₄
			NaHCO ₃ (OLSEN)	H ₂ SO ₄ 0.05 N		
0-20	1.96	0.10	2.95	8.60	6.80	1.26
20-40	1.20	0.08	0.45	3.79	2.44	1.91
40-60	1.60	0.06	0.19	2.82	1.30	1.30

Table 2—Effect of methods of applying phosphatic fertilizer and starter nitrogen on grain and straw yield*.

Treatments	Grain	Straw
T ₁ **	2157	1575
T ₂	2165	1588
T ₃	2234	1588
T ₄	2180	1563
T ₅	2247	1645
T ₆	2081	1486
T ₇	2170	1417
T ₈	2004	1388
CV %	7.87	12.22

* Means of six replicates. The values are not significantly different at the 0.05 level Tukey's test

** T₁ = surface broadcast and worked into the soil; T₂ = surface broadcast; T₃ = banded on surface 4 cm away from the seed row; T₄ = banded at 8 cm depth; T₅ = banded at 8 cm depth between rows; T₆ = gypsum; T₇ = as T₁ (without nitrogen); and T₈ = gypsum. All the treatments, except T₇ and T₈ received 30 kg N/ha.

grain yield reached can also be attributed to the favourable climatic conditions during the growing season (see Fig. 1), and to the good insect and disease control performed during the experiment.

In respect to the concentration of phosphorus and the amount of this nutrient (Table 3) in the grain and in the straw, there is no significant difference among the treatments. But the percentages of the phosphorus in the grain and in the straw, separately, derived from the fertilizer, indicate that the treatment T₄ was superior to the other treatments, followed by the treatment T₅. The similar trend was observed in respect to the percentage of the utilization of applied phosphorus in the plant (grain + straw). All those data confirm that the application of phosphorus fertilizer banded at 8 cm depth, 4 cm below the seed and 4 cm distance from seed row, was the most efficient placement. As Neptune and coworkers (13) have observed with 'Iguaçu' cultivar in a low fertility soil, in this experiment, the broadcast application of phosphatic fertilizer also resulted in a low phosphorus utilization by bean plant. The worst treatment was the surface banded application (T₃).

The data of the Table 4 indicate that the percentage and the amount of nitrogen in the grain and in the straw derived from fertilizer are approximately equal for all the treatments; this means that the placement of the phosphorus fertilizer did not affect the utilization of starter nitrogen. It is evident, therefore that

Table 3—Effect of methods of applying phosphatic fertilizer and starter nitrogen on phosphorus utilization: % and kg/ha of total P and P derived from the fertilizer (PDFF) in the grain, straw and total; percentage of utilization of fertilizer phosphorus (% U P F) and A value (mean of six replicates).

Treatment	% P		kg P/ha		% PDFF		kg/ha PDFF			% U P F	A Value (kg/ha)
	Grain	Straw	Grain	Straw	Grain	Straw	Grain	Straw	Total		
T ₁ **	0.432	0.126	9.59	2.07	11.06c*	8.53b	1.31c	0.175c	1.49c	4.26c	228 ab
T ₂	0.410	0.132	8.89	2.11	15.12b	6.40b	1.34bc	0.135c	1.48c	4.23c	206 ab
T ₃	0.424	0.126	9.77	2.11	10.84c	6.53b	1.05c	0.119c	1.19c	3.39c	300 a
T ₄	0.414	0.145	9.25	2.27	29.95a	13.04a	2.92a	0.308a	3.06a	8.15a	85 c
T ₅	0.422	0.136	9.49	2.25	19.66b	10.82a	1.85b	0.241b	2.09b	5.98b	148 bc
T ₆	0.431	0.136	9.28	2.14	—	—	—	—	—	—	—
T ₇	0.431	0.134	9.35	2.00	12.28c	7.42b	1.15c	0.153c	1.30c	3.58c	253 a
T ₈	0.439	0.133	9.23	1.87	—	—	—	—	—	—	—
CV %	5.09	9.96	6.62	11.30	20.10	14.23	18.66	20.09	17.01	12.78	23.08

* Those values within a column not followed by the same letters are significantly different at the 0.05 level by Tukey's test

** T₁ = surface broadcast and worked into the soil; T₂ = surface broadcast; T₃ = banded on surface 4 cm away from the seed row; T₄ = banded at 8 cm depth; T₅ = banded at 8 cm depth between rows; T₆ = gypsum; T₇ = as T₁ (without nitrogen); and T₈ = gypsum. All the treatments, except T₇ and T₈ received 30 kg N/ha.

Table 4—Effect of methods of applying phosphatic fertilizer and starter nitrogen on nitrogen utilization: percentage and kg/ha of nitrogen derived from the fertilizer (NDFP) in the grain, in the straw and total; percentage of utilization of nitrogen fertilizer (% UNF); and A value (*)

Treatment	% NDFP		kg/ha NDFP			% U N F	A Value (kg/ha)
	Grain	Straw	Grain	Straw	Total		
T ₁ **	6.25	6.66	4.67	1.18	5.85	19.50	462
T ₂	6.73	6.47	4.94	1.22	6.16	20.52	421
T ₃	5.13	5.51	3.82	1.01	4.86	16.19	562
T ₄	5.65	5.63	4.15	1.11	5.27	17.55	550
T ₅	6.00	5.98	5.12	1.17	6.29	21.03	471
T ₆	5.47	5.50	4.04	1.24	5.27	17.57	527
C.V.	17.02	18.06	16.88	15.85	14.66	14.64	17.01

* Means of six replicates. The values are not significantly different at the 0.05 level by Tukey's test

** T₁ = surface broadcast and worked into the soil; T₂ = surface broadcast; T₃ = banded on surface 4 cm away from the seed row; T₄ = banded at 8 cm depth; T₅ = banded at 8 cm depth between rows; T₆ = gypsum; T₇ = as T₁ (without nitrogen); and T₈ = gypsum. All the treatments, except T₇ and T₈ received 30 kg N/ha

there was no effect of starter nitrogen. From the total of 30 kg/ha of applied nitrogen, the bean plants utilized 4.9 to 6.3 kg N/ha, corresponding to the efficiency of fertilizer nitrogen utilization of 16.2 to 21.0 per cent, respectively

The A value depends directly on the fraction of the element in the plant derived from the fertilizer. These two parameters are proportionally inverse, consequently, if the N or P fraction is low, the correspondent A value will be high. The experiment showed that the A values vary with methods of fertilizer placement

(Table 3 and 4). From the soil fertility point, a relative classification of nutrient concentrations into low, medium and high A value, in different soil types, has not yet been established.

The data of Table 5 refers to the weight and number of nodules for the three samplings. Generally, these data show a high coefficient of variation. Apparently the starter nitrogen did not affect the weight and number of nodules.

Conclusions

The following conclusions can be drawn:

The different methods of applying phosphatic fertilizer did not affect the grain yield and starter nitrogen utilization. However, considering the fertilizer phosphorus utilization by the crop, the best treatment was that in which the phosphorus fertilizer was banded at 8 cm depth, 4 cm below the seed and 4 cm distance from the seed row, and the depth of seeding being 4 cm

There was no effect of starter nitrogen fertilizer on utilization of fertilizer phosphorus, and on the weight or number of nodules

Summary

An experiment was conducted in Textural B Terra Roxa Soil (TRE), order Alfisol, to study: 1) the efficiency of fertilizer phosphorus utilization by common beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) cv Carioca, under different methods of applying this fertilizer; 2) the influence of a small dose of starter nitrogen fertilizer on utilization of the fertilizer phosphorus and vice-versa;

Table 5—Weight (in mg) and number of dry nodules per plant.*

Treatment	1st sampling		2nd sampling		3rd sampling	
	weight	number	weight	number	weight	number
1	35.00	21	78.00	31	22.00	10
8	68.25	19	78.00	41	39.50	16
CV%	43.15	30.38	109.53	44.88	11.49	33.67

* Means of six replicates. The values are not significantly different at the 0.05 level by Tukey's test

3) the influence of fertilizer P and its method of application on the utilization of starter nitrogen

The data show that different methods of applying phosphatic fertilizer did not affect the grain yield, but considering the fertilizer phosphorus utilization by the crop, the best treatment was that in which the phosphorus fertilizer was banded at 8 cm depth, 4 cm below the seed and 4 cm distance from the seed row.

There was no effect of starter nitrogen fertilizer on the utilization of fertilizer phosphorus. The weight and number of nodules were not affected by the starter nitrogen nor by the fertilizer phosphorus

Literature cited

- 1 AWERBUCH, I and AVNIMELECH, Y Counting ^{32}P in plant tissues using the Cerenkov effect Plant and Soil 33 (2): 260-264 1970
- 2 BREMMER, J.M. Total Nitrogen. In C. A. BLACK (ed.). Methods of soil analysis Part 2 Agronomy 9:1149-1237. 1965.
- 3 CLAPP, J.G. Jr., and SMALL, H.G. Jr Influence of "pop-up" fertilizers on soybean stands and yield. Agronomy Journal 62: 802-803 1970.
- 4 COOK, R.L. and HULBURT, W.C. Applying fertilizers The Yearbook of Agriculture Washington 216 229 1957
- 5 COOKE, G.W. Placement of fertilizers for row crops Journal of Agricultural Science 39:359-373 1949
- 6 ————— and WIDDOWSON, F.V. Placement of fertilizer for row crops. Journal of Agricultural Science 43 (3): 348-357. 1953.
- 7 —————, JACKSON, M. W. WIDDOWSON, F.V. and WILCOX, J.C. Fertilizer placement for horticulture crops Journal of Agricultural Science 47: 249-256. 1956.
- 8 DARIAGNAN, A.L., LEITÃO Fº, M.F. and MIYASAKA, S. Feijoeiro no Estado de São Paulo Instituto Agronomico Campinas Circular Nº 7, 1971 8 p
- 9 HANWAY, J.J. Corn growth and composition in relation to soil fertility: II. Uptake of N, P and their distribution in different plant parts during the growing season Agronomy Journal 54: 217-222 1962
- 10 JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Advanced course Published by the author. Madison, Wis. Department of Soil Science, Univ of Wisconsin, 1956
- 11 MIRANDA, A. de R., VIEIRA, C and COUTO, F.A.A. Efeito do modo de localização dos adubos, no solo sobre as culturas de amendoim, ervilha e feijão Experimentiae (Brasil) 10(2): 23-42 1970.
- 12 NEFTUNE, A.M.L. Estudos sobre adubação e diagnose foliar do milho (*Zea mays* L.). Tese para Professor Catedrático, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S. Paulo (mimeografado) 1966 167 p
- 13 —————, MURAOKA, I and LOURENÇO, S. Efeito de diferentes doses de nitrogênio e modos de aplicação de fertilizantes fosfatados e nitrogenados na eficiência da utilização do fósforo pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Turrialba 28 (3): 197-202 1978.
- 14 OMETTO, J.C. Uma equação para a estimativa de evapotranspiração potencial: Sua aplicação no cálculo das necessidades hídricas e do rendimento agro-industrial da cana-de-açúcar na região de Piracicaba. Tese Docência-Livre Piracicaba-ESALQ-USP 1974. 129 p
- 15 PROKSCH, G. Routine analysis of ^{15}N in plant material by mass spectrometry Plant and Soil 31:380-384 1969.
- 16 ROBINSON, R.R., SPRAGUE, V.G. and GROSS, C.F. The relation of temperature and phosphate placement to growth of clover. Soil Science Society of America Proceedings 23: 225-228 1959
- 17 WHITE, P.R. and ELLIS, G.B. Routine counting of ^{15}N in colored solutions from dry ashed plant samples utilizing Cerenkov radiation. Soil Science Society of America Proceedings. 32:749-774 1968

Notas y Comentarios

Publicaciones

Tecnología en Marcha El Instituto Tecnológico de Costa Rica ha iniciado en 1978 la publicación de una revista trimestral, destinada a difundir los conocimientos tecnológicos. El número 3, que es el que hemos recibido, contiene trabajos sobre efectos del arrastre de implementos en un tractor, sobre burbujas magnéticas, clavado neumático de madera, deforestación y escasez de agua, sinterización de bauxitas silicosas. No figura en la revista la dirección de la Institución. En los Cuadros no hay uniformidad en la separación de decimales; en la página 25, se usan puntos, en la página 30, en el mismo artículo, se usan comas. El director de la revista es Mario Castillo Méndez; la dirección es ITCR, Apartado 159, Cartago, Costa Rica.

Seminario sobre Parques Nacionales

Se han cursado invitaciones para el Décimo Cuarto Seminario Internacional sobre Parques Nacionales y Reservas Equivalentes, a realizarse en agosto de 1979, y que está auspiciado por la Universidad de Michigan, el Servicio Nacional de Parques de los Estados Unidos, y los Parques de Canadá. Está programado para administradores, personal profesional y dirigentes responsables por el establecimiento, desarrollo y manejo de sistemas de parques y de conservación de la vida silvestre y programas asociados de turismo en todo el mundo. El énfasis principal será sobre áreas naturales con énfasis secundario en los recursos culturales. Habrá una porción apreciable del seminario que consistirá de viajes, en los que se visitarán parques nacionales de las provincias de Alberta y British Columbia en Canadá, y en los estados de Washington, Arizona y Hawaii, de los Estados Unidos. Las solicitudes para concurrir al seminario deben llegar antes del 1º de marzo de 1979 a: Tomm D. Thomas, School of Natural Resources, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109

Vigor híbrido, capacidad combinatoria y acción génica en un cruzamiento dialélico de cinco genotipos de trigo de primavera (**Triticum aestivum** L.) para porcentaje de proteína y rendimiento proteico^{*1/}—— PATRICIO BARRIGA**, JUAN FUENTEALBA**

ABSTRACT

Five cultivars of spring wheat (Triticum aestivum L.) were crossed in a diallel system to estimate hybrid vigor, combining ability and types of genetic effects for protein content and protein yield. F₁ hybrids produced a lower protein content than the midparental and higher parent value; contrastingly, a large amount of hybrid vigor existed for protein yield in the F₁ generation. The analysis for general combining ability indicated that a large part of the total genetic variation observed for protein content was associated with genes which were additive in their effects. Genetic variation in protein yield appeared to be controlled largely by nonadditive gene action. Jinks and Hayman's graphic analysis demonstrated partial dominance for protein content and overdominance for protein yield. The relationship between protein and protein yield was not significant, but tended to be positive.

Introducción

El reconocimiento de la crisis mundial proteica en los años recientes ha impulsado la investigación en relación a la cantidad y calidad de la proteína del trigo, aún cuando el énfasis en el rendimiento continúa siendo uno de los aspectos más importantes en los programas de mejoramiento.

El desarrollo de trigos híbridos comerciales puede ser uno de los métodos para incrementar el rendimiento, no sólo en cantidad sino también en calidad nutricional. La posibilidad del uso de híbridos comerciales depende de una producción económica de grandes cantidades de semilla híbrida, de una superioridad significativa del comportamiento del híbrido sobre la variedad o variedades más productivas de la región y que por lo menos mantenga el híbrido un adecuado nivel proteico, condiciones ya señaladas, entre otros, por Parodi (15) y Parodi *et al.* (17).

Siendo uno de los factores más importantes por considerar el conocimiento de la naturaleza y la magnitud de la expresión de la heterosis en la obtención del trigo híbrido, diferentes estudios sobre porcentaje de proteína usando distinto material genético y evaluado éste, bajo condiciones ambientales diversas, han indicado que los híbridos F₁ difícilmente superan al promedio de sus progenitores (6, 11, 17) y sólo ocasionalmente al mejor progenitor del cruzamiento (16). En contraste, una gran cantidad de vigor híbrido para rendimiento proteico ha sido señalado en los híbridos F₁ de avena (13, 14).

Estimativas de la capacidad combinatoria general y específica para la expresión del carácter porcentaje de proteína ha sido indicada en varios progenitores de trigo. Para algunos investigadores como Chapman y McNeal (5) y Ram y Srivastava (19), gran parte de la variación total del porcentaje de proteína está asociado con efectos significativos de capacidad combinatoria general, lo cual es una medida de la varianza aditiva. Para otros como Parodi *et al.* (17), Diehl (6) y Kuhr (11) la acción genética aditiva fue tan importante como la no aditiva en la expresión de este carácter. Mientras que para Brown, Wiebel y Seif (4) el contenido de proteína está asociado con efectos significativos

* Recibido para la publicación el 31 de agosto de 1977.

1/ Este trabajo es parte del Proyecto S-77-7 financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile.

** Ing. Agr., M. S. y Biol. y Quím., M. S., respectivamente. Profesores del Instituto de Producción Vegetal, Universidad Austral de Chile. Castilla 567, Valdivia, Chile.

de capacidad combinatoria específica, una medida de la varianza no aditiva.

Una revisión de la literatura en cuanto a los valores de hereditabilidad para porcentaje de proteína estimados por diferentes métodos (1, 2, 3, 11, 17, 19) nos indica que la hereditabilidad es relativamente baja en comparación con otros caracteres agronómicos en trigo.

En cuanto a la herencia del rendimiento proteico, Ohm y Patterson (13, 14) indicaron que en su germoplasma este carácter estaba controlado por acción genética de tipo no aditivo, y que operaba en base a sobre-dominancia. La estimativa de la hereditabilidad fue baja.

Son por lo tanto objetivos de este trabajo, evaluar la magnitud del vigor híbrido, la importancia de los efectos de capacidad combinatoria, y el tipo de acción genética involucrado en la herencia del porcentaje de proteína y rendimiento proteico en la generación F_1 de un cruzamiento dialélico entre cinco cultivares de trigo de hábito de crecimiento primaveral.

Material y métodos

Los cultivares de trigo de hábito primaveral, 'Inter-medio', 'Naofén', 'Express', 'Locofén' y 'Toquifén', fueron cruzados manualmente en la temporada 1974-75 en un sistema dialélico que no incluyó recíprocos. Los cinco progenitores y los diez híbridos F_1 , se sembraron en la Estación Experimental Santa Rosa, Valdivia, de la Universidad Austral de Chile, durante la temporada 1975-76, en diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada genotipo se sembró en un golpe de seis semillas, espaciado a 30 cm entre y sobre golpe; un golpe o la superficie equivalente a un golpe, constituyó la unidad experimental. Después de la emergencia se replantó para uniformar la población en aquellas unidades experimentales donde hubo deficiencias.

Los caracteres evaluados en semillas de las plantas F_1 (endosperma F_2) fueron porcentaje de proteína y rendimiento proteico. El porcentaje de proteína se obtuvo determinando el contenido de nitrógeno total por el método micro-Kjeldahl y multiplicando este valor por el factor 5,7, expresándose en valores corregidos a una base de 14 por ciento de humedad. El rendimiento proteico fue calculado multiplicando el rendimiento de semillas por parcela por el porcentaje de proteína de la semilla.

Con los valores de los quince genotipos se realizaron los análisis de varianza para comprobar los efectos de progenitores, híbridos y progenitores \times híbridos, para ambos caracteres; las diferencias entre los genotipos se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan. Los datos originales para porcentaje de proteína fueron analizados con transformación angular en todos los cálculos de varianza.

Para estimar la magnitud del vigor híbrido, se determinó la heterosis comparando los híbridos para cada carácter analizado, con el valor promedio de los progenitores del cruzamiento respectivo y la heterobeltiosis con el valor del mejor progenitor del cruzamiento específico. La significación de las diferencias entre los

valores del híbrido y el promedio de sus progenitores o su mejor progenitor fue establecido mediante las diferencias mínimas significativas (DMS).

Las varianzas y los efectos de capacidad combinatoria general (CCG) y específica (CCE) para cada carácter fueron calculadas con los valores promedios de los cinco progenitores y los diez híbridos F_1 , usando el método 2, modelo I de Griffing (7). Además se obtuvo la relación CCG/CCE, para ambos caracteres estudiados, como una estimativa de la relación de los efectos genéticos aditivos y no aditivos.

El análisis gráfico de Jinks y Hayman para acción genética (8, 10) fue utilizado para determinar los efectos generales de dominancia y la relación de dominancia dentro de los progenitores, basado en datos F_1 , para ambos caracteres. Las hipótesis, para progenitores y repeticiones derivadas de los análisis de varianza para homogeneidad de los valores W_r (covarianza) menos V_r (varianza) se consideraron aceptadas en el presente trabajo de acuerdo con la literatura (12, 17). Por otra parte, las premisas del análisis gráfico de Jinks y Hayman, el sistema de cálculo de los diversos parámetros, la elaboración del gráfico de dispersión como también la comprobación e interpretación de los resultados, fueron ya descritas por Müller *et al* (12).

Además se efectuaron análisis de correlación simple entre porcentaje de proteína, rendimiento proteico y rendimiento de semilla.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 1) señalan diferencias significativas dentro de los genotipos considerados en este trabajo, tanto para el contenido de proteína como para rendimiento proteico. Dadas estas diferencias, al subdividir los grados de libertad de genotipos, en efectos de progenitores, híbridos

Cuadro 1.—Cuadrados medios para porcentaje de proteína y rendimiento proteico para los progenitores e híbridos F_1 .

Fuente de variación	G I	Cuadrados medios	
		Porcentaje de proteína	Rendimiento proteico (g/parc)
Genotipos	14	0,6195*	3,0931*
Progenitores	4	1,6868**	1,2106
Híbridos F_1	9	0,2104	2,0280
Prog \times híbridos	1	0,0324	20,2087**
Error	28	0,2802	1,2589

* y ** significativos al nivel de 0,05 y 0,01 de probabilidad respectivamente.

Cuadro 2.—Valores medios de los progenitores y sus híbridos F₁ posible para porcentaje de proteína y rendimiento proteico.

Genotipos	Porcentaje de proteína	Rendimiento proteico (g/parc)
Intermedio	11,73 bc*	2,23 abc
Naofén	12,77 ab	1,60 c
Express	13,67 a	2,46 abc
Loncofén	11,50 c	0,96 c
Toquifén	12,40 bc	1,25 c
Intermedio x Naofén	12,67 abc	2,62 abc
x Express	12,53 abc	2,48 abc
x Loncofén	12,27 bc	4,03 ab
x Toquifén	12,25 bc	3,07 abc
Naofén x Express	12,03 bc	3,89 ab
x Loncofén	11,95 bc	2,12 abc
x Toquifén	12,27 bc	1,88 bc
Express x Loncofén	12,80 ab	4,15 a
x Toquifén	12,70 ab	3,96 ab
Loncofén x Toquifén	11,97 bc	2,70 abc

* Los valores unidos por la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan. $p \leq 0.05$

y progenitores vs híbridos, se detectaron entre progenitores diferencias altamente significativas para porcentaje de proteína. Los efectos de progenitores vs híbridos fueron altamente significativos para rendimiento proteico. Los híbridos no difirieron entre sí en porcentaje de proteína y rendimiento proteico.

La comparación de los valores medios de los progenitores y sus híbridos F₁, para ambos caracteres, se presentan en el Cuadro 2. Entre los progenitores, 'Express' fue el que presentó los más altos valores para ambos componentes, mientras que 'Loncofén' los más bajos. Los híbridos 'Express x Loncofén' y 'Express x Toquifén' mostraron los mejores valores de porcentaje de proteína y los híbridos 'Intermedio x Loncofén', 'Express x Loncofén' y 'Express x Toquifén' los más altos valores de rendimiento proteico. Además los híbridos como grupo produjeron más proteína por parcela (3, 12 g/parc) que los progenitores (1, 70 g/parc).

En general se puede decir que los híbridos derivados de 'Express', mostraron atributos relativamente superiores en cuanto a ambos caracteres, hecho que estaría indicando el potencial de este cultivar para producir híbridos con contenido y rendimiento proteico aceptable.

Vigón híbrido

En el Cuadro 3 se indican los porcentajes de heterosis y heterobeltiosis en las poblaciones híbridas para ambos caracteres. En contenido de proteína los híbridos presentaron un valor promedio negativo de heterosis de -0,45%, con una variación de -9,00 a 5,63%. Cinco de los híbridos fueron superiores al promedio de sus respectivos progenitores, correspondiendo la más alta expresión de heterosis a la cruce 'Intermedio x Loncofén'. El promedio de heterobeltiosis fue de -4,49% y su amplitud osciló entre -11,99 a 4,60%; los híbridos fueron consistentemente inferiores al mejor progenitor del cruzamiento excepto 'Intermedio x Loncofén'.

La tendencia desfavorable de expresión de contenido proteico encontrado en este germoplasma permite corroborar lo señalado por la literatura (6, 11, 17), en el sentido de que los híbridos F₁ difícilmente superan significativamente al promedio de sus progenitores o al mejor progenitor del cruzamiento, en porcentaje de proteína.

Esta reducción del contenido de proteína en los híbridos F₁ puede haber sido magnificada debido al gran incremento en el rendimiento de semillas de las combinaciones híbridas. Así se puede apreciar (Cuadro 3) que los híbridos F₁ produjeron más proteína por parcela que el promedio de sus progenitores, con un valor promedio de heterosis de 88,48%; tres híbridos tuvieron desviaciones significativas con respecto al promedio.

Cuadro 3.—Porcentaje de heterosis y heterobeltiosis en los híbridos F₁ para porcentaje de proteína y rendimiento proteico.

Híbridos	Porcentaje de proteína		Rendimiento proteico	
	% Ht ¹	% Htb ²	% Ht	% Htb
Intermedio x Naofén	5,42	- 0,78	36,81	17,48
x Express	- 1,33	- 8,33	5,75	0,18
x Loncofén	5,63	- 4,60	152,66*	80,71
x Toquifén	1,53	- 1,20	76,43	37,66
Naofén x Express	- 9,00	- 11,99	91,62	58,13
x Loncofén	- 1,52	- 6,42	89,06	51,25
x Toquifén	- 2,50	- 3,91	31,92	17,50
Express x Loncofén	1,70	- 6,36	142,69*	68,69
x Toquifén	- 2,57	- 7,09	113,47*	60,97
Loncofén x Toquifén	0,16	- 3,16	111,31	116,00
Promedio	- 0,45	- 4,49	88,48	50,86

¹ Ht = heterosis. ² Htb = heterobeltiosis. * Significativo al nivel de 0.05.

Cuadro 4.—Cuadrados medios de capacidad combinatoria general (CCG), capacidad combinatoria específica (CCE) y relación CCG/CCE para porcentaje de proteína y rendimiento proteico.

Fuente de variación	G L	Cuadrados medios	
		Porcentaje de proteína	Rendimiento proteico (g/parc)
CCG	4	0,4319**	0,7165
CCE	10	0,1163	1,1527*
Error	28	0,0934	0,4196
CCG/CCE		3,7136	0,6215

* y ** significativo al nivel de 0.05 y 0.01 respectivamente

de sus progenitores. En heterobeliosis el promedio fue de 50,86%, con una variación de 0,18 a 116,00%, y no se presentaron desviaciones significativas con respecto al mejor progenitor. El alto promedio de heterosis y heterobeliosis mostrado por las combinaciones híbridas estaría indicando una tendencia favorable de la expresión de proteína por parcela.

Por otra parte, analizando los híbridos en forma individual, se observó que solamente la cruce 'Intermedio x Loncofén' presentó valores positivos de heterosis y heterobeliosis tanto para contenido como para rendimiento proteico. Esto estaría señalando que es posible lograr un avance nutricional mediante una combinación híbrida específica dentro del germoplasma utilizado en este estudio, y confirmaría además, que las hibridaciones indiscriminadas, utilizando cultivares o líneas sin importancia, difícilmente producirán híbridos de superior calidad nutricional.

Capacidad combinatoria

El cuadrado medio de CCG fue altamente significativo sólo para porcentaje de proteína y el cuadrado medio de CCE fue sólo significativo para rendimiento proteico (Cuadro 4). La relación estimada de CCG/CCE para ambos caracteres, sugiere una preponderancia de los efectos génicos aditivos sobre los no aditivos para contenido de proteína, y una mayor importancia relativa de los efectos génicos no aditivos para proteína por parcela, dentro de este germoplasma. Al respecto, también Chapman y McNeal (5) y Ram y Sivastava (19) determinaron que la herencia del porcentaje de proteína estaba controlada principalmente por acción génica de tipo aditivo. Si nembargo Parodi *et al* (17) encontraron en su germoplasma que la acción génica aditiva fue tan importante como la no aditiva en la expresión de este carácter.

Cuadro 5.—Estimativas de los efectos de capacidad combinatoria general de los progenitores (gi) para porcentaje de proteína y rendimiento proteico.

Progenitores	Efectos de CCG (gi)	
	Porcentaje de proteína	Rendimiento proteico
Intermedio	— 0,1234	0,1114
Naofén	0,0337	— 0,2671
Express	0,3908	0,5028
Loncofén	— 0,2777	— 0,0942
Toquifén	— 0,0234	— 0,2528

Las estimativas de los efectos de CCG (gi) de cada progenitor se presentan en el Cuadro 5. El cultivar 'Express' fue el único que mostró efectos positivos de CCG para ambos caracteres, lo que estaría indicando su potencial como progenitor en la formación de híbridos de alta calidad nutritiva. Los cultivares 'Loncofén' y 'Toquifén' mostraron efectos negativos de CCG para ambos caracteres, indicando que estos tienden a disminuir los valores de la progenie híbrida F_1 y por tanto no debieran utilizarse como progenitores en la obtención de híbridos de alto valor proteico.

Los híbridos F_1 'Intermedio x Naofén', 'Intermedio x Loncofén', 'Intermedio x Toquifén' y 'Express x

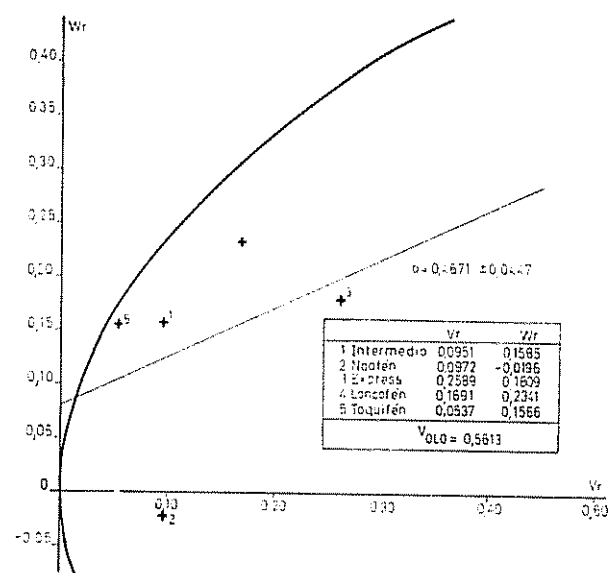


Fig. 1.—Gráfico de varianza y covarianza para porcentaje de proteína

Cuadro 6.—Estimativas de los efectos de capacidad combinatoria específica (S_{ij}) de los híbridos F_1 , para porcentaje de proteína y rendimiento proteico.

Genotipos	Variable	Efecto CCE (s_{ij})			
		Genotipos			
		Naofén	Express	Loncofén	Toquifén
Intermedio	Porcentaje de proteína	0,3324	-0,1048	0,3238	-0,0495
	Rendimiento proteico	0,1751	-0,7810	1,3662	0,5647
Naofén	Porcentaje de proteína		-0,7219	-0,0933	-0,0876
	Rendimiento proteico		1,0076	0,1347	-0,2467
Express	Porcentaje de proteína			0,2681	-0,0748
	Rendimiento proteico			1,0947	1,0633
Loncofén	Porcentaje de proteína				-0,0176
	Rendimiento proteico				0,4004

Loncofén' fueron los que presentaron sólo efectos positivos de CCE (S_{ij}) para ambos caracteres (Cuadro 6). Se destacaron en contenido de proteína, las combinaciones híbridas 'Intermedio x Naofén' e 'Intermedio x Loncofén'. Para rendimiento proteico, las cruza 'Intermedio x Loncofén', 'Naofén x Express', 'Express y Loncofén' y 'Express x Toquifén' fueron las que presentaron los más altos valores positivos de CCE. Esto estaría señalando que es posible lograr un avance o por lo menos mantener un adecuado nivel nutricional, mediante combinaciones híbridas específicas dentro del germoplasma analizado.

Acción génica

La Figura 1, gráfico de varianza (V_r) y covarianza (W_r) para porcentaje de proteína, presentó una línea de regresión cuya pendiente, $b = 0,4671 \pm 0,0447$, fue significativamente diferente de pendientes uno (45 grados), lo que estaría indicando interacciones significativas de algunos grupos de progenitores constantes (epistasia) o que el componente varianza ambiental fue fuerte, haciendo dudosa la interpretación del gráfico. La varianza de los progenitores V_p o V_{lo} , fue de 0,5613. La posición de la línea de regresión hacia arriba del origen, indicaría dominancia parcial. Los progenitores 'Naofén' y 'Toquifén', serían los más dominantes, mientras que 'Express' y 'Loncofén' serían los más recesivos para este carácter. En contraste con estos resultados, Parodi *et al.* (17) señalan que en su germoplasma, el contenido de proteína operaba en base a sobredominancia.

El gráfico V_r , W_r , para rendimiento proteico, mostró una línea de regresión con pendiente $0,9984^{**} \pm 0,1621$ significativamente similar a pendiente uno, señalando la ausencia de epistasia. La variación del rendimiento proteico de los progenitores (V_{lo}) fue de 0,4046. Por otra parte, la desviación significativa de la

línea de regresión hacia abajo del origen está indicando la presencia de sobredominancia en la expresión de éste carácter. Los cultivares 'Intermedio' y 'Express' mostraron la mayor cantidad de genes dominantes que controlaban la proteína por parcela. 'Naofén' y 'Toquifén' fueron comparativamente intermedios y 'Loncofén' el que presentó el mayor número de genes recesivos.

Correlaciones fenotípicas

Los coeficientes simples de correlación de los híbridos F_1 entre los caracteres considerados en el presente trabajo se presentan en el Cuadro 7. Las correlaciones entre porcentaje de proteína *vs* rendimiento de

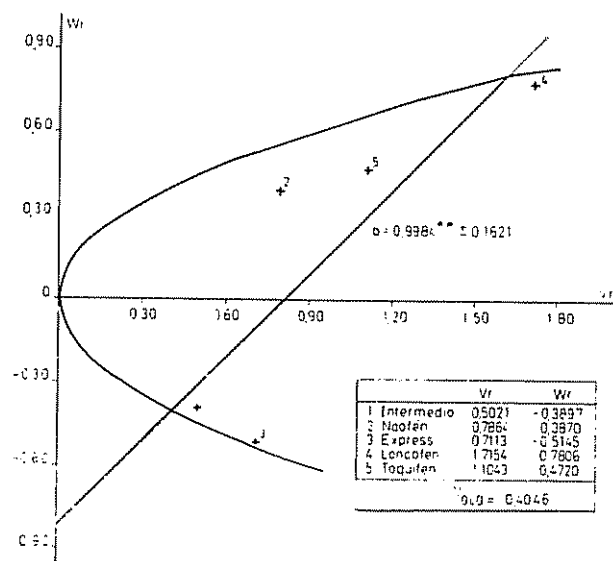


Fig. 2.—Gráfico de varianza y covarianza para rendimiento proteico.

Cuadro 7.—Coeficientes de correlación fenotípica de los F₁

Caracteres correlacionados	Coeficientes de correlación (r)
Porcentaje de proteína vs rendimiento de semilla	0,1179
rendimiento proteico	0,3017
Rendimiento proteico vs rendimiento de grano	0,9851**

** Significativo al nivel de 0,01.

semilla y vs rendimiento proteico fueron positivas y bajas. Al respecto, algunos investigadores (18, 20) han señalado que existe una relación negativa entre contenido proteico y rendimiento de semilla, mientras que otros (9) han informado de asociaciones positivas. Aunque tales estudios han aportado importantes conocimientos sobre los factores que afectan el contenido proteico, aún existen contradicciones que indican que sus efectos no están totalmente claros. Una asociación positiva y significativa facilitaría la obtención de genotipos no sólo de elevado potencial de rendimiento sino que también de superior nivel proteico.

En cuanto a la relación entre rendimiento proteico y rendimiento de semilla, se observó una correlación positiva y altamente significativa. Esta alta asociación observada entre estos caracteres, bajo las condiciones en que se desarrolló este estudio, se debería a la gran variación en el rendimiento de semilla y la pequeña variación del porcentaje de proteína que presentaron las combinaciones híbridas entre sí.

Literatura citada

- BAKER, R.J., BENDELOW, V.M. y KAUFMANN, M.I. Inheritance of and interrelationships among yield and several quality traits in common wheat. *Crop Science* 8: 725-728. 1968.
- , TIPPLES, K.G. y CAMPBELL, A.B. Heritabilities of and correlations among quality traits in wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 51: 441-448. 1971.
- BHATTI, G.M. y DERERA, N.F. Genotype x environment interactions for, heritabilities of, and correlations among quality traits in wheat. *Euphytica* 24: 597-604. 1975.
- BROWN, C.M., WIEBEL, R.O. y SEIF, R.D. Heterosis and combining ability in common winter wheat. *Crop Science* 6: 382-383. 1966.
- CHAPMAN, S.R. y McNEAL, F.H. Gene effects for grain protein in five spring wheat crosses. *Crop Science* 10: 45-46. 1970.
- DIEHL, A.I. Inheritance of grain protein and lysine in crosses of three high-protein wheats (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. thesis. University of Nebraska, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska 68503, U.S.A. 1974. 76 p.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science* 9: 463-493. 1956.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789-809. 1954.
- HUCKESBY, D.F., BROWN, C.M., HOWELL, J.E. y HAGEMAN, R.H. Late spring applications of nitrogen for efficient utilization and enhanced production of grain and grain protein of wheat. *Agronomy Journal* 63: 274-276. 1971.
- JINKS, J.I. y HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperative Newsletter* 27: 48-54. 1953.
- KUHR, S. Inheritance of protein, lysine, and selected traits in four spring wheat crosses. M.Sc. thesis. University of Nebraska, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska 68503, U.S.A. 1974. 63 p.
- MÜLLER, C., CORTAZAR, R., PARODI, P.C. y ALVARADO, P. Vigor híbrido, capacidad combinatoria y acción génica en seis genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) para rendimiento y componentes de rendimiento. *Agricultura Técnica (Chile)* 31 (2): 50-70. 1971.
- OHM, H.W. y PATTERSON, F.L. A six-parent diallel cross analysis for protein in *Avena sterilis* L. *Crop Science* 13: 27-30. 1973.
- y PATTERSON, F.L. Estimation of combining ability, hybrid vigor, and gene action for protein in *Avena* spp. I. *Crop Science* 13: 55-58. 1973.
- PARODI, P. Trigo híbrido. *Simiente (Chile)* 36 (1-3): 13-20. 1966.
- y WULF, H. Expresión de heterosis en la calidad panadera y molinera de híbridos de trigo. *Agricultura Técnica (Chile)* 26(3): 97-106. 1966.
- , MÜLLER, C., WULF, H. y GRANGER, D. Vigor híbrido, capacidad combinatoria, acción génica y heredabilidad de algunos componentes de calidad, en un cruzamiento dialélico de seis genotipos de trigo de primavera (*Triticum aestivum* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 33 (3): 101-111. 1973.
- PARTRIDGE, J.R.D. y SHAYKEWICH, C.F. Effects of nitrogen, temperature, and moisture regime on the yield and protein content of Neepawa wheat. *Canadian Journal of Soil Science* 52: 179-185. 1972.
- RAM, H.H. y SRIVASTAVA, J.P. Inheritance of grain protein and sedimentation value in wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 35: 21-25. 1975.
- TERMAN, G.I., RAMIG, R.E., DREIER, A.F. y OLSON, R.A. Yield protein relationships in wheat grain, as affected by nitrogen and water. *Agronomy Journal* 61: 755-759. 1969.

Effects of cyst-nematodes on the water relations of two potato varieties^{*1/} _____ A E KLAR**, J FRANCO***

RESUMO

Dois variedades de batata, 'Maris Piper' e 'Pentland Dell', (10 semanas de idade) foram estudadas em pequenos vasos, com o solo infestado com três níveis de nematóide, *Globodera rostochiensis* (0, 160 e 800 ovos/g solo) sob condições de solo úmido e seco.

A variedade resistente 'Maris Piper', em todos os casos, teve maior área foliar, mais altas resistências difusivas das folhas e menores taxas de transpiração ao longo do intervalo dos potenciais de água das folhas estudado e, portanto, maior resistência à seca que a variedade susceptível 'Pentland Dell'

Ambas as variedades comportavam-se semelhantemente sob condições de solo úmido, porém, em condições de baixos potenciais de água do solo, os potenciais de água das folhas foram significativamente mais baixos para a variedade 'Pentland Dell' sob os três níveis de nematóides.

Introduction

THE damaging effects of plant nematodes is more than just an act of parasitism; rather, it is a deleterious change in the biochemical and physiological processes required for normal cellular function, differentiation and reproduction. Trudgill (11) found that potato cyst-nematodes affect root growth, since it was virtually stopped when nematode attack was severe. The functioning of plants with infested roots has been studied by many workers who have examined water absorption and nutrient uptake, but their conclusions are often contradictory. O'Bannon and Reynolds (8) concluded that the water consumption of *Meloidogyne incognita* infested cotton plants was as great as or greater than that of non-infested plants when water was not limiting, but under water deficits, infested roots are not able to transport sufficient water to maintain normal growth of cotton plants. Meinel and Stelter (7) found that the water requirement of potato plants infested with potato cyst-nematodes was greater than that of non-infested plants to produce the same amount of dry matter. Webber *et al.* (12) reported that under water stress, transpiration rates

from *M. incognita* infested tomato plants were greater than from non-infested plants and were disproportionately higher in relation to the amount of leaf tissue. Odihirin (9) found that the same nematode greatly increased the rate of transpiration of infested tobacco plants, but that eventually the plants wilted even when abundant water was available. Evans *et al.* (2), under field conditions and with potato plants subjected to intermittent water supply in the form of natural rainfall, determined that plants highly infested with potato cyst-nematodes had greater stomatal resistances and lower water potentials than lightly infested plants.

In this paper we examined the water relations of two varieties, known to differ in response to infection by the nematode *Globodera rostochiensis*, under controlled conditions, where water flux through the plant and stomatal resistance approach a steady state.

Materials and methods

Two varieties of potatoes were used, 'Maris Piper' (MP), resistant to *G. rostochiensis* (Pathotype Ro₁) and 'Pentland Dell' (PD), a susceptible variety. Tuber pieces were planted in 9 cm pots filled with 350 g of sterilized sandy-loam soil, containing a standard commercial fertilizer. Before planting, cysts were added to some of the pots to give nematode densities of 0, 160 and 800 eggs of *G. rostochiensis* per gram of soil.

The plants were grown for ten weeks after planting in a glasshouse. Then, they were removed to a

* Received for publication March 29th 1978

1/ Partially supported by FAPESP-SP, Brazil, and CIP, Lima, Perú. We thank Drs. D. W., Lawlor and K. Evans for many contributions, and Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts, England, where these studies were made.

** Professor of Irrigation and Drainage - F. C. A. - UNESP - Botucatu SP - Brazil.

*** Nematologist - International Potato Center - Lima - Perú

growth-room subjected to the following conditions: 20°C (day) and 15°C (night), 16 hours photoperiod, 1000 μ E m⁻² s⁻¹ (400-700 mm - LI - 170 Lambda Instruments sensor) light intensity measured at the top of the plants, and a water vapour content of 9.30 g m⁻³ (day) and 6.94 g m⁻³ (night). The temperature and water vapour content of the air were monitored continuously with an aspirated wet and dry bulb psychrometer. Two soil moisture conditions were considered: wet, soil water potential near zero, and dry, by withholding water supply for two days. All treatments were replicated three times.

After reaching steady state conditions, the evaporative flux density E (g m⁻² s⁻¹) was estimated over a period of 4 hours by measuring the change in weight of the pots and plants, and leaf area (measured with photoelectric area meter). It was assumed that evaporation from soil surface was negligible because, it was covered by polyethylene granules.

The temperature difference between leaf canopy and ambient air was measured with four pairs of 40 s w g constantan-chromel P differential thermocouples in parallel; one junction of each pair was in air and the other inserted into a leaf lamina at different parts of the canopy. Canopy diffusive resistance was calculated from:

$$E = \frac{\Delta X}{r_a + r_c}, \text{ where}$$

ΔX (g cm⁻³) is the difference in water vapour content between the ambient air (X_a) and air at the evaporating surfaces within the leaves (X_c), which was assumed to be the saturation vapour pressure at the temperature of the canopy; r_a and r_c (s cm⁻¹) are the resistances to the diffusion of water vapour offered by the canopy boundary layer, and the stomata plus intercellular spaces of leaves within the canopy, respectively. The air close to the plants was stirred vigorously, therefore, r_a was neglected (6). Leaf water potential (ψ) was measured on four leaves per plant with pressure bomb (10). The same leaves were used to evaluate relative water content (RWC) (1), and osmotic potential (π), which was determined after freezing and thawing leaf discs in a psychrometer (sample chamber Wescor, model C-52).

Results and discussion

The relationships between leaf water potential and relative water content and leaf osmotic potential and RWC had similar tendency for both varieties, except that ψ and π decreased slightly more on MP per unit decrease in RWC (Fig. 1). In any case, a larger decrease of ψ per unit decrease of RWC confers better drought resistance (5). Also turgor pressure (P) was about 13 per cent larger in MP than in PD throughout the range of RWC studied. This allowed MP to grow better than PD. According to Hsiao (3) turgor pressure is the main responsible for cell elongation, and PD have had only 45 per cent of MP leaf area.

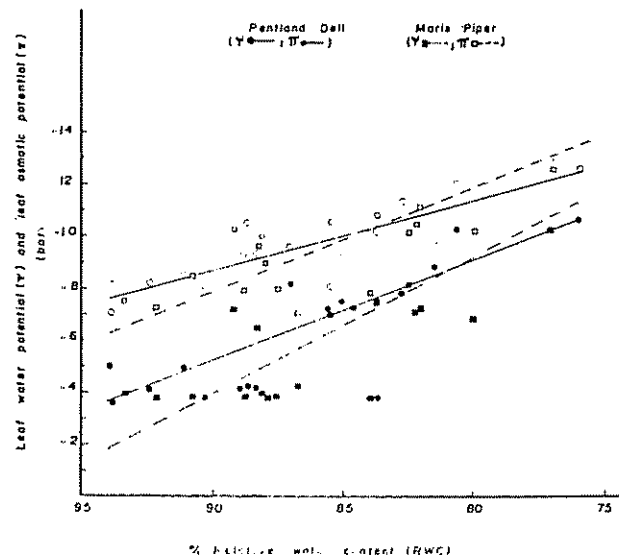


Fig. 1—Relations between relative water content (RWC) and leaf water potential (ψ) and leaf osmotic potential (π) of resistant ($\psi = 51.57 - 0.53 \text{ RWC}$; $r = 0.76^{**}$; $\pi = 44.76 - 0.41 \text{ RWC}$; $r = 0.60^{**}$) and susceptible ($\psi = 40.34 - 0.39 \text{ RWC}$; $r = 0.73^{**}$; $\pi = 33.00 - 0.27 \text{ RWC}$; $r = 0.85^{**}$) potato varieties.

The canopy diffusive conductance (K_c) of both varieties decreased when leaf water potential decreased (Fig. 2), but K_c was always greater in PD than MP under same ψ , throughout the range of values studied, again suggesting better drought resistance for MP.

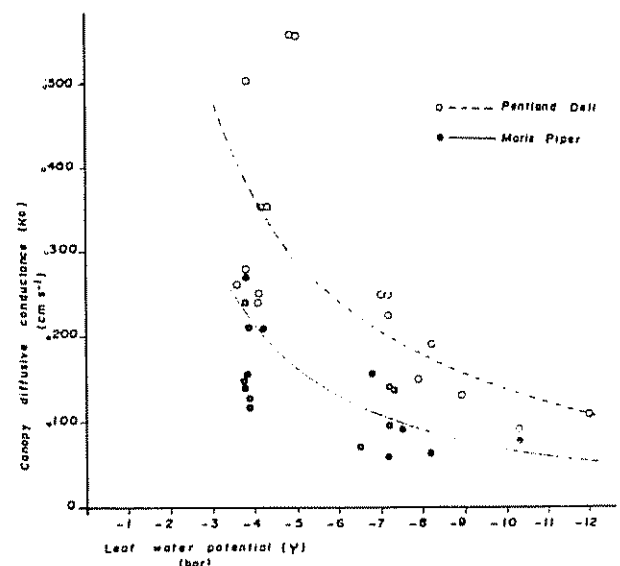


Fig. 2—Relations between leaf water potential (ψ) and canopy diffusive conductance (K_c) of Maris Piper-resistant ($K_c = 1.24 - 1.28 \psi$; $r = 0.56^*$) and Pentland Dell-susceptible ($K_c = 1.30 - 1.02 \psi$; $r = 0.77^{**}$) potato varieties.

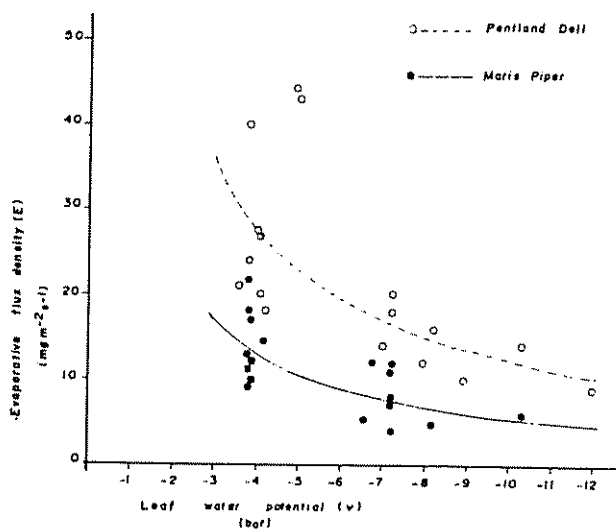


Fig. 3—Relations between leaf water potential (ψ) and evaporative flux density (E) of Pentland Dell - susceptible ($E = 96.36 - 0.90 \psi$; $r = 0.74^{**}$) and Maris Piper-resistant ($E = 49.79 - 0.96 \psi$; $r = 0.70^{**}$) potato varieties

In Fig. 3, it is indicated that MP had lower transpiration rate than PD throughout the range of ψ tested, mainly under high leaf water potentials.

The combination of slightly greater values of turgor pressure and large leaf diffusive resistance for MP compared to PD indicates that MP has a greater ability to minimise water loss and maintain growth.

When infested by nematodes, both varieties had similar leaf water potentials in wet soil, but in dry conditions, leaf water potentials of PD were significantly lower, under the three nematode treatments (Fig. 4a). This behavior becomes more important if we consider that soil moisture content averages under dry conditions were 6.04; 9.80 and 11.80 per cent for MP, respectively for the treatments 0, 160 and 800 eggs/g to soil, and 6.70, 13.87 and 14.33 per cent, for PD following the same order. Therefore, there was larger exploitation of water by MP and for non-infested plants, which had greater capability to exploit soil mass to extract water and nutrients. On the other hand, MP presented larger leaf area, but the susceptible variety 'Pentland Dell' showed larger evaporative flux density than 'Maris Piper', mainly under wet conditions. These results are different than those of Evans *et al.* (2), but we have to consider the different growing conditions; measurements were taken just at one age and small pots with restricted soil volume, whereas Evans *et al.* made field observations. In small pots, plants without nematodes (with larger root systems and tops) use water more quickly than those with nematodes (Fig. 4 b). As the plants were left for two days without watering, the plants in pots without nematodes used more water and developed greater water stress, than those with nematodes, a situation which

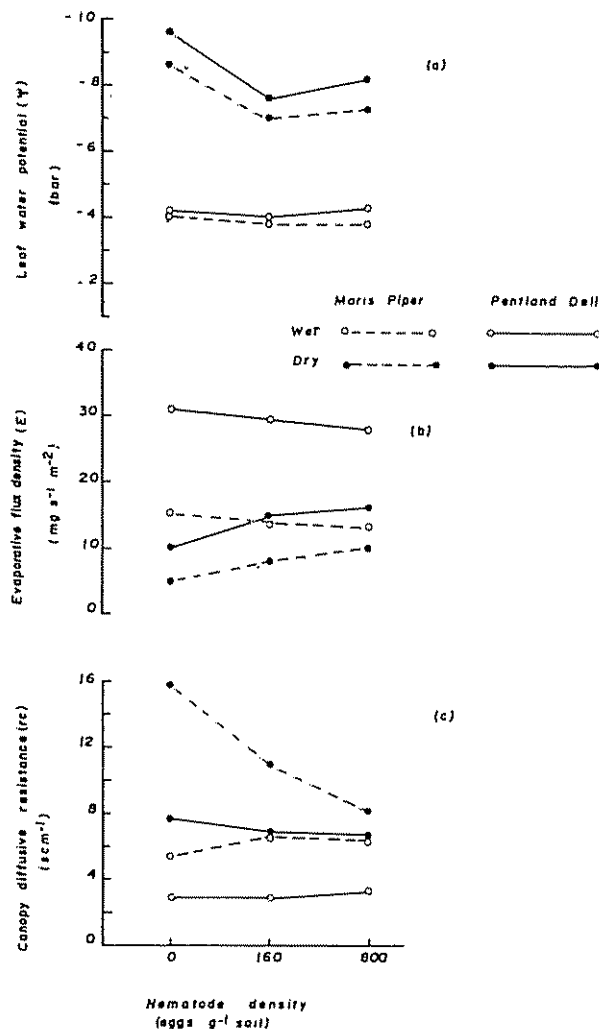


Fig. 4—Effects of different nematode densities on (a) leaf water potential (b) evaporative flux density, and (c) stomatal resistance of resistant and susceptible potato varieties under wet and dry soil moisture conditions

would not occur under field conditions, where water in deeper soil layers could be easily available and used by plants with well developed root systems.

There were significant correlations between canopy diffusive resistance (r_c) and leaf diffusive resistance (r_e), measured through porometer (4) with the following regression equations:

$$r_c = 2.47 + 0.29 r_e \text{ (MP)}$$

$$r_c = 1.45 + 0.17 r_e \text{ (PD)}$$

r_c of both varieties in the wet conditions followed a similar pattern, but in the dry conditions the plants without nematodes chiefly MP had greater resistances (Fig. 4 c) than those with nematodes. This also differs from the results of Evans *et al.* (2) but agrees with those of Odihirin (9): a nematode infested plant may transpire as much as a healthy plant depending on

the stage of infection, plant age and soil water content. Initial infection by nematodes may promote a mechanism of defence, so obliging infested plants to use more water to maintain their metabolic equilibrium. Stelter and Meinel (13) reported that consumption of water for production of one gram of dry matter was much greater in plants grown in nematode infested soil. This means that the efficiency of water use is lower in susceptible nematode infested plants than in healthy or resistant plants.

Summary

Studies have been made under controlled conditions of two potato varieties 'Maris Piper' and 'Pentland Dell' (ten weeks old) in small pots with soil infested with three levels of potato cyst-nematode, *Globodera rostochiensis* (0, 160 and 800 eggs/g soil) under wet and dry soil moisture conditions

Maris Piper, a resistant variety, showed greater leaf area, larger canopy diffusive resistance and transpiration rate at the same leaf water potential along the range of leaf water potentials studied, and therefore, higher drought resistance than Pentland Dell, a susceptible variety.

Both varieties behaved similarly in wet soil when infested by nematodes, but leaf water potentials of Pentland Dell were significantly lower for the investigated three nematode levels under low soil water potentials.

Resumen

Dos variedades de papa, 'Maris Piper' y 'Pentland Dell', de 10 semanas de edad, fueron estudiadas en pequeños vasos, con un suelo infestado con tres niveles del nematodo dorado de la papa, *Globodera rostochiensis*, (0, 160 y 800 huevos/g suelo) en condiciones de suelo húmedo y seco

La variedad resistente 'Maris Piper', en todos los casos, presentó una superficie foliar más grande, más altas resistencias difusivas de las hojas y menores tasas de transpiración a lo largo del intervalo de los potenciales de agua estudiado en las hojas y, por tanto, resistencia más alta a la sequía que la variedad susceptible 'Pentland Dell'

Ambas variedades se comportaron similarmente en condiciones de suelo húmedo, pero en condiciones de bajos potenciales de agua del suelo, los potenciales de agua de las hojas fueron significativamente más bajos para la variedad 'Pentland Dell' en los tres niveles de nematodos.

Literature cited

- 1 BARRS, H.D. Determination of water deficits in plants tissues. In Water deficits and plant growth. Vol 1. T. Kozłowski, ed New York, Academic Press, 1968. pp 235-368
- 2 EVANS, K, PARKINSON, J.J and TRUDGILL, D.I. Effects of potato cyst-nematodes on potato plants III Effects on the water relations and growth of a resistant and a susceptible variety. *Nematologica* 21: 273-280 1975
- 3 HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 519-570. 1973.
- 4 KANEMASU, E.T, THURTELL G.W. and TANNER, C.B Design calibration and field use of a stomatal diffusion porometer *Plant Physiology* 44: 881-885 1969.
- 5 KLAR, A.E, USBERTI, J.A and HENDERSON, D.W Differential responses of guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq) populations to drought stress. (Accepted - *Crop Science*)
- 6 LAWLOR, D.W and LAKE, J.V Evaporation rate, leaf water potential and stomatal conductance in *Lolium*, *Trifolium* and *Lysimachia* in drying soil *Journal of Applied Ecology* 13: 639-646 1976
- 7 MEINL G. and STELTER, S Einfluss unterschiedlicher Wasserversorgung auf Streckungswachstum und Stoffproduktion nematodenbefallener Kartoffelpflanzenboeden auf die Populationsdynamik des Parasiten *Biologisches Zentralblatt* 86: 723-734. 1967.
- 8 O'BANNON, J.H. and REYNOLDS, H.W. Water consumption and growth of root knot nematode infected and uninfected cotton plants *Soil Science* 99: 251-255. 1965
- 9 ODIHIRIN, R.A Effects of root-knot nematodes on transpiration and water utilization by tobacco plants *Journal of Nematology* 3: 321-322. 1971.
- 10 SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D. and HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148: 339-346 1965.
- 11 TRUDGILL, D.L The effect of environment on sex determination in *Heterodera rostochiensis*. Ph D Thesis London University 1968, 188 p
- 12 WEBBER, A.J, FOX, J.A and HALE, M.G Effect of *Meloidogyne incognita* on transpiration of tomato *Phytopathology* 60: 1019 (Abst), 1970
- 13 STELTER, H and MEINL, G Wachstum und Entwicklung zweier Kartoffelsorten in Gefaessen mit nematodenverseuchtem Boden *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 69:81-89. 1962.

Estimativa da temperatura do ar diária em cafezal*1/

LUIZ LONARDONI FOLONI**, ANTONIO TUBELIS***,

FERNANDO JOSE LINO DO NASCIMENTO**, NILSON AUGUSTO VILLA NOVA****

ABSTRACT

This work estimates daily mean air temperature in five heights of the coffee crop and establishes air temperature correlations between the heights in coffee crop and meteorological station.

Daily true mean air temperature in the levels of the coffee crop may be estimated by mean temperature calculated from (i) three daily observations, (ii) two daily observations and extreme temperatures, measured in the height in the crop

Daily true mean air temperature in the heights of the coffee crop may be estimated, through linear regression equations, in function of mean temperature calculated from (i) three daily observations, (ii) two daily observations and extreme temperatures, (iii) daily extreme temperatures, measured in the height in the crop or in the meteorological station

Daily maximum and minimum air temperatures in the heights of the coffee crop may be estimated, through linear regression equations, in function of, respectively, daily maximum and minimum air temperatures measured in the meteorological station

Introdução

ATUALMENTE tem crescido a necessidade em se conhecer o microclima reinante no interior de culturas agrícolas. Tem-se procurado estabelecer relações entre os parâmetros meteorológicos, coletados nos postos meteorológicos convencionais, com parâmetros microclimáticos das culturas.

Relações desse tipo permitem que se estime condições de microclima através de medições feitas em um posto meteorológico convencional. Este método pode ser usado tanto no acompanhamento dos processos ecológicos em desenvolvimento, como na análise de fatos passados.

A finalidade do presente trabalho é a de se estimar a temperatura do ar no interior de uma cultura de café

e correlacionar o parâmetro com o seu correspondente medido em um posto meteorológico convencional.

Revisão bibliográfica

Uma análise bibliográfica sobre os métodos de relacionamento macro-microclima e suas aplicações em agricultura foi apresentada por Holmes e Dingle (3). Classificaram os métodos em de comparação direta, de correlação e de modelos físicos.

O método de comparação direta consiste na comparação analítica entre duas condições microclimáticas. Este método é de uso mais difundido.

O método de correlação estabelece relações quantitativas entre duas condições microclimáticas. Este é o que atualmente vem ganhando maior aplicação.

O método de modelos físicos procura estabelecer modelos que permitam quantificar as condições microclimáticas de uma cultura.

Kirkpatrick (4), trabalhando em cafezal no Quênia, estabeleceu diferenças entre parâmetros meteorológicos medidos em um posto meteorológico e no interior da cultura.

Costa e Schröder (1), em cafezais nas cidades de Ribeirão Preto-SP e Matão-SP, compararam analiticamente as diferenças de temperatura do ar, umidade do

* Recebido para publicação em 27 outubro de 1978

/1 Trabalho realizado sob os auspícios da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e do Instituto Brasileiro do Café - Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura

** Professor Assistente Doutor do Departamento de Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, "Campus" de Botucatu, UNESP, Brasil

*** Professor Titular do Departamento de Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, "Campus" de Botucatu, UNESP, Brasil

**** Professor Adjunto do Departamento de Física e Meteorologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, USP, Brasil

ar e velocidade do vento, entre medições realizadas dentro e acima da cultura. Compararam condições térmicas da cultura com o posto meteorológico.

Os trabalhos de Kirkpatrick (4) e de Costa e Schröder (1) enquadram-se no método de comparação direta. Não existem, para a cultura de café, relações macro-microclima baseadas nos métodos de correlação e de modelos físicos.

Material e método

Instrumental de Temperatura do Ar

As medições de temperatura do ar na cultura foram feitas com psicrômetros, com aspiração nos dois termômetros. Os termômetros eram de coluna de mercúrio, escala de -15 a $+61^{\circ}\text{C}$, e divisões de $0,2^{\circ}\text{C}$ (2, 5). A aspiração dos psicrômetros foi feita à distância.

Foram utilizados cinco psicrômetros, mostados em haste única, instalados a 0,55 m, 1,10 m, 1,65 m, 2,20 m e 2,75 m, correspondente a 0,2H, 0,4H, 0,6H, 0,8H e 1,0H, onde H é a altura média das plantas. As tomadas de ar dos psicrômetros ficaram a 10 cm da face poente da superfície vegetal.

As medições de temperatura do ar no posto meteorológico foram feitas com psicrômetro estacionário, com aspiração nos dois termômetros. Os termômetros eram de coluna de mercúrio escala de -15 a $+61^{\circ}\text{C}$, divisões de $0,2^{\circ}\text{C}$. O psicrômetro estava instalado em abrigo termométrico padrão, com a tomada de ar a 1,70 m de altura acima do solo.

As temperaturas extremas no posto meteorológico foram lidas com termômetros de máxima e de mínima, respectivamente, de mercúrio-em-vidro e de álcool-em-vidro, com divisões de 0,8C. Os termômetros estavam instalados no abrigo termométrico padrão, com os elementos sensíveis a 1,85 m de altura acima do solo.

Local de Estudos

Os estudos foram realizados na Estação Experimental "Presidente Médici", no município de Botucatu-SP.

O cafezal era da variedade 'Mundo Novo', de aproximadamente 10 anos de idade, plantado sob espaçamento 3 m x 2m, com duas plantas por cova, em Terra Roxa Estruturada de meia encosta, com 8% de declividade, exposição poente. As linhas eram orientadas na direção norte-sul (2, 5).

O posto meteorológico localizava-se a 800 m do cafezal, e tinha aproximadamente a mesma altitude média da cultura.

Frequência de Medições

As leituras da temperatura do ar na cultura foram realizadas a cada 30 minutos. As temperaturas máxima e mínima foram determinadas como os valores extremos daquelas leituras.

As leituras de temperatura do ar no posto meteorológico foram observadas às 07, 09, 14, 15 e 21 horas.

Cálculo da Temperatura do Ar

O cálculo da temperatura do ar média diária foi feita das seguintes maneiras de uso corrente:

a temperatura média verdadeira T_m , como média aritmética de 48 leituras obtidas entre as 00h00 e 23h30

b temperatura média segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela expressão:

$$T_f = \frac{T_{09} + 2 \cdot T_{21} + T_x + T_n}{5}$$

onde os índices 09 e 21 indicam a hora local da observação e os índices x e n indicam, respectivamente, as temperaturas máximas e mínima.

c temperatura média segundo o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pela expressão:

$$T_e = \frac{T_{07} + T_{14} + 2 \cdot T_{21}}{4}$$

onde os índices 07, 14 e 21 indicam a hora local da observação

d temperatura média T_a como a média aritmética entre as temperaturas extremas diárias.

Quando o cálculo da média se referir a cultura o índice será precedido da letra c (T_{cm} , T_{cf} , T_{ce} , T_{ca}) e da letra p quando se tratar do posto (T_{pf} , T_{pe} , T_{pa}).

Análise e discussão

Estimativa da Temperatura do Ar no Cafezal

Buscou-se inicialmente verificar a aplicabilidade dos métodos convencionais na estimativa da temperatura do ar média diária no cafezal, a partir de medições de temperatura realizadas no interior da cultura. A Figura 1 mostra os desvios entre as temperaturas estimada e verdadeira

Os maiores desvios de temperatura ocorreram para o método das temperaturas extremas, sendo que os métodos do INMET e do IAC proporcionaram desvios equivalentes e bem menores que o primeiros método. O método de temperaturas extremas sempre ocasionou desvios positivos, enquanto os outros dois propiciaram desvios ora positivos ora negativos.

A comparação das temperaturas estimadas com a temperatura média verdadeira está mostrada no Quadro 1.

As temperaturas médias calculadas pelos métodos do Inmet e do IAC não se mostraram estatisticamente

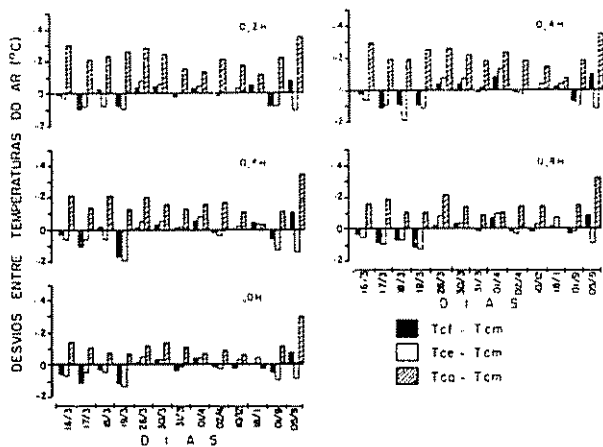


Fig 1.—Desvios entre as temperaturas do ar médias estimada e verdadeira nos níveis no cafezal

diferentes da temperatura média verdadeira. O uso do método do Inmet propiciou menores valores do desvio quadrático médio, que em média foi 0,63°C. O método do IAC apresentou um desvio quadrático médio de 0,91°C.

A temperatura média calculada pelo método das temperaturas extremas revelou-se estatisticamente diferente da temperatura média verdadeira.

Para cada método de cálculo da temperatura média e para a média verdadeira confeccionou-se uma análise de variância, considerando os dias como blocos e os níveis como tratamentos. Nas quatro análises de variância obteve-se significância entre níveis e entre tratamentos. Na separação das médias, pelo teste de Duncan,

o agrupamento dos níveis foi o mesmo para as temperaturas estimadas Tcf e Tce. Entretanto este agrupamento diferiu do da média verdadeira e do da temperatura estimada Tca. Isto revela que os métodos de estimativa determinam regiões distintas de mesma temperatura na cultura. Em vista disso, comparações diretas de regiões térmicas na cultura só serão possíveis quando as temperaturas médias forem estimadas pelo mesmo método.

Na separação das médias entre os dias de ensaio, a temperatura média verdadeira e as temperaturas médias estimadas agruparam distintamente. Sob Tcm e Tcf ocorreram 8 condições distintas enquanto que sob Tce e Tca ocorreram 7 condições distintas. Isso mostra que a comparação de temperaturas médias diárias só deve ser feita quando forem estimadas pelo mesmo método.

Procurou-se estimar a temperatura do ar média verdadeira a partir das temperaturas médias estimadas pelos três métodos de cálculo através de equações lineares de regressão. Os resultados dessas equações lineares de regressão estão no Quadro 2.

As equações obtidas foram significantes ao nível de 0,1% de probabilidade. Comparando-se dentro de cada método de cálculo, os coeficientes lineares e angulares para diferentes níveis entre si, verificou-se que não diferiam estatisticamente. Em função disso, reuniu-se os cinco níveis em uma única equação de regressão para cada método de cálculo. As equações obtidas foram:

$$Tcm = -0,12 + 1,01 Tcf \pm 0,62^\circ C$$

$$Tcm = 1,91 + 0,92 Tce \pm 0,84^\circ C$$

$$Tcm = -1,77 + 1,00 Tca \pm 0,83^\circ C$$

Quadro 1.—Comparação entre as temperaturas do ar média verdadeira (Tcm) e as estimadas (Tcf, Tce, Tca) no cafezal: desvio padrão (s), teste t e significância de t.

Contraste	Teste	Nível				
		0,2H	0,4H	0,6H	0,8H	1,0H
Tcm x Tcf	s	0,59	0,69	0,73	0,55	0,61
	t	0,23	0,53	0,15	0,20	1,27
	SIG (%)	NS	NS	NS	NS	NS
Tcm x Tce	s	0,75	0,97	0,92	0,76	1,17
	t	0,41	0,90	1,11	0,59	0,07
	SIG (%)	NS	NS	NS	NS	NS
Tcm x Tca	s	2,53	2,33	1,94	1,73	1,34
	t	3,36	3,32	3,21	3,11	2,92
	SIG (%)	1	1	1	1	2

Quadro 2.—Coeficiente linear (a), angular (b) e de correlação (r), teste "t" e significância de "r" e desvio padrão da estimativa (s), para as regressões lineares entre os valores estimados e verdadeiros da temperatura média do ar no cafezal (°C)

Y	X	Nível	Y = a + b . X					
			a	b	r	t(r)	sig(r)	s
Tcm	Tcf	0,2 H	0,66	0,97	0,99	21,6	0,1%	0,60
		0,4 H	-0,22	1,01	0,98	18,4	0,1%	0,71
		0,6 H	-0,03	1,00	0,98	16,5	0,1%	0,77
		0,8 H	-0,70	1,03	0,99	21,4	0,1%	0,56
		1,0 H	-0,53	1,03	0,99	22,5	0,1%	0,58
Tcm	Tce	0,2 H	1,58	0,93	0,98	17,8	0,1%	0,73
		0,4 H	1,56	0,94	0,97	13,2	0,1%	0,96
		0,6 H	2,35	0,91	0,98	15,2	0,1%	0,83
		0,8 H	1,62	0,93	0,98	18,7	0,1%	0,72
		1,0 H	1,43	0,95	0,99	20,8	0,1%	0,62
Tcm	Tca	0,2 H	-2,48	1,00	0,99	20,3	0,1%	0,64
		0,4 H	-2,15	1,00	0,98	18,8	0,1%	0,69
		0,6 H	-1,50	0,99	0,98	16,6	0,1%	0,76
		0,8 H	-2,69	1,05	0,98	17,5	0,1%	0,77
		1,0 H	-2,37	1,06	0,98	17,9	0,1%	0,72

que permitem estimar a temperatura média diária verdadeira do ar em um determinado nível na cultura, através das leituras das 07, 14 e 21 horas ou através das leituras das 09 e 21 horas e temperaturas extremas, ou somente através das temperaturas extremas, medidas no nível na cultura

O fato dos coeficientes das equações de regressão não se mostrarem estatisticamente diferentes entre os níveis revela que o defasamento no curso da temperatura do ar, nos diferentes níveis, não interferiu na temperatura média do ar estimada.

Correlação de Temperatura do Ar entre Posto Meteorológico e Cafezal.

Procurou-se correlacionar a temperatura do ar média diária verdadeira na cultura com a temperatura do ar média diária estimada no posto meteorológico. Os desvios entre as temperaturas estimadas pelos três métodos e a temperatura na cultura estão na Figura 2

Os desvios pelo método das temperaturas extremas foram sempre positivos e apresentaram valores maiores que os outros dois métodos. A temperatura calculada

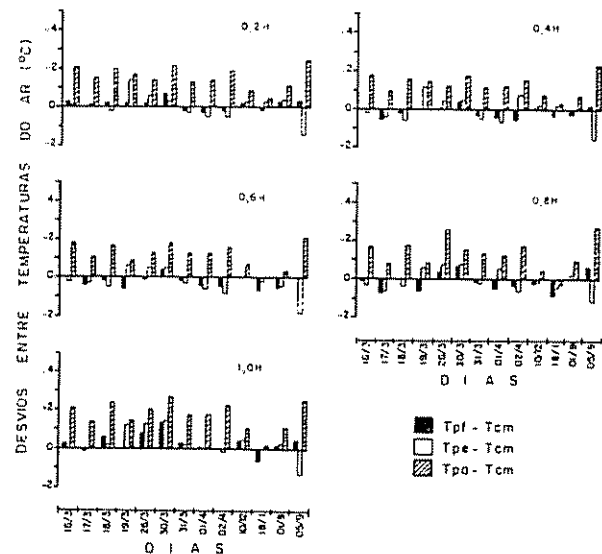


Fig. 2.—Desvios das temperaturas do ar médias diárias, estimadas a partir de observações no posto meteorológico em relação à temperatura do ar média verdadeira em cinco níveis no cafezal.

pelas extremas no posto foi sempre superior a temperatura verdadeira na cultura. Os desvios proporcionados pelos métodos do Inmet e do IAC foram equivalentes. Com o sistema do IAC predominaram desvios positivos nos níveis de 0,2H, 0,4H e 1,0H, e negativos nos níveis de 0,6H e 0,8H. A temperatura no posto, calculada pelo método do IAC, mostrou-se menor que a na cultura na porção média das plantas e maior que nas regiões da saia e do topo das plantas. Com o sistema do Inmet, ocorreu o predomínio de desvios positivos nos níveis de 0,2H e 1,0H, e negativos na região de 0,4H a 0,8H. A temperatura no posto, calculada pelo Inmet, mostrou-se maior que a no cafezal na saia e no topo das plantas e menor na sua parte média.

A variação do comportamento dos desvios entre a temperatura estimada no posto, pelo diferentes métodos, e a temperatura verdadeira na cultura mostra que não é possível a simples transferência de valores, mas evidência que pode existir uma relação entre estas temperaturas.

Procurou-se estabelecer equações lineares de regressão entre a temperatura média verdadeira no cafezal e as temperaturas médias estimadas no posto meteorológico. Essas equações são mostradas no Quadro 3.

As equações de regressão foram estatisticamente significantes, mostrando que as condições térmicas micro e macroclimáticas estão correlacionadas. Estas equações permitem estimar a temperatura média verdadeira do ar no interior da cultura, em diferentes níveis, através das temperaturas do ar comumente medidas nos postos meteorológicos. O erro padrão da estimativa foi menor com o método do Inmet, 0,36° C em média, enquanto os outros dois métodos apresentaram equivalência em 0,65°C.

Comparou-se as temperaturas extremas diárias, nos diferentes níveis na cultura, com as temperaturas extremas diárias no posto meteorológico. Os desvios de temperaturas entre o cafezal e o posto meteorológico estão na Figura 3.

A temperatura máxima na cultura foi sempre superior à máxima do posto, entre os níveis de 0,2 a 0,8H, sendo que só em três dias a temperatura no posto suplantou a na cultura neste último nível. Para o nível de 1,0H, as temperaturas na cultura foram superiores às no posto em quatro dias e inferiores nos outros nove dias. Assim, a temperatura máxima diária atingiu maiores valores na cultura que no posto meteorológico, com exceção do topo das plantas que tendeu a apresentar valores menores. Em termos de média no perfil

Quadro 3—Coeficiente linear (a), angular (b) e de correlação (r), teste "t" e significância de "r" e desvio padrão da estimativa (s), para as regressões lineares entre a temperatura média verdadeira na cultura e as temperaturas médias estimadas no posto meteorológico (°C)

Y	X	Nível	Y = a + b . X					
			a	b	r	t(r)	sig(r)	s
Tcm	Tpf	0,2 H	-0,16	1,01	1,00	45,5	0,1%	0,29
		0,4 H	-0,28	1,02	1,00	41,5	0,1%	0,30
		0,6 H	-0,37	0,99	1,00	39,7	0,1%	0,32
		0,8 H	-1,16	1,06	0,99	29,8	0,1%	0,46
		1,0 H	-0,56	1,01	0,99	28,7	0,1%	0,45
Tcm	Tpe	0,2 H	1,27	0,94	0,99	19,0	0,1%	0,68
		0,4 H	1,44	0,94	0,99	19,2	0,1%	0,68
		0,6 H	1,98	0,92	0,99	21,7	0,1%	0,59
		0,8 H	0,48	0,99	0,99	22,2	0,1%	0,61
		1,0 H	1,10	0,94	0,98	18,4	0,1%	0,70
Tcm	Tpa	0,2 H	-1,10	0,98	0,99	23,0	0,1%	0,57
		0,4 H	-0,94	0,98	0,99	23,5	0,1%	0,56
		0,6 H	-0,23	0,96	0,99	20,9	0,1%	0,61
		0,8 H	-1,70	1,01	0,98	16,9	0,1%	0,80
		1,0 H	-1,13	0,98	0,98	17,6	0,1%	0,73

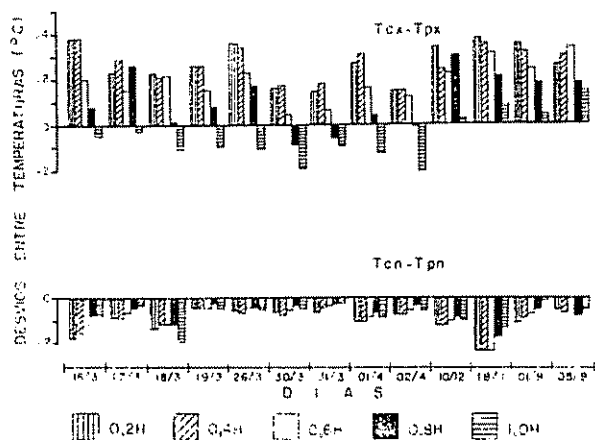


Fig. 3.—Desvios entre as temperaturas extremas diárias nos níveis na cultura em relação às no posto meteorológico

vertical, o desvio médio de temperaturas máximas entre o cafezal e o posto foi $+1,5^{\circ}\text{C}$, variando de $+0,2$ a $+2,6^{\circ}\text{C}$. Esses valores estão dentro da faixa encontrada por Kirkpatrick (4), que era de $+0,3$ a $+5,9^{\circ}\text{C}$.

A temperatura mínima do ar na cultura foi sempre inferior aos valores observados no posto meteorológico, com uma tendência dos desvios aumentarem do topo para o interior da cultura. Em termos de média no perfil vertical, o desvio médio de temperaturas mínimas entre o cafezal e o posto foi de $-0,9^{\circ}\text{C}$, variando de $-0,4$ a $-2,1^{\circ}\text{C}$. Estes valores são englobados pela faixa de desvios de temperatura mínima encontrada por Kirkpatrick (4), que foi de $+0,3$ a $-4,2^{\circ}\text{C}$.

Desde que os desvios foram positivos para a temperatura máxima e negativos para a temperatura mínima na cultura em relação ao posto, as amplitudes térmicas diárias foram maiores na cultura. A amplitude térmica a diária média no cafezal foi $13,5^{\circ}\text{C}$ enquanto que no posto foi $11,1^{\circ}\text{C}$. Esta constatação concorda com Costa e Schröder (1) que obviamente uma amplitude térmica diária média na cultura de $12,3^{\circ}\text{C}$ contra $10,9^{\circ}\text{C}$ no posto para o período chuvoso.

Considerando as variações dos desvios com a altura na cultura conclui-se que a amplitude térmica diária aumentou do topo em direção à saída das plantas, fato também constatado por Costa e Schröder (1). A taxa de diminuição da amplitude com a altura na cultura foi $1,7^{\circ}\text{C}/\text{m}$, maior que o valor de $0,9^{\circ}\text{C}/\text{m}$, determinado por aqueles autores, para o período chuvoso e igual a $1,7^{\circ}\text{C}/\text{m}$ para o período seco. A diferença nessa taxa deve ser consequência de diferenças de densidade foliar, espaçamento e altura das plantas, que causam regimes distintos de ventilação, insolação e disponibilidade de água no solo, uma vez que o tipo do solo é o mesmo.

Procurou-se correlacionar linearmente as temperaturas extremas nos níveis no cafezal com as observadas no posto meteorológico. Os resultados da análise de regressão estão no Quadro 4.

As equações mostraram-se significantes ao nível de 0,1% de probabilidade, indicando que os dois parâmetros estão bastante correlacionados. Estas equações permitem estimar as temperaturas máximas e mínimas no cafezal, a partir dos correspondentes valores medidas no posto meteorológico. As temperaturas extremas estimadas permitem determinar a amplitude térmica na

Quadro 4—Coeficiente linear (a), angular (b) e de correlação (r), teste "t" e significância de "r" e desvio padrão da estimativa (s), para as regressões lineares entre as temperaturas extremas diárias observadas na cultura e no posto meteorológico ($^{\circ}\text{C}$)

Y	X		Y = a + b . X					
			a	b	r	t(r)	sig(r)	s
Tcx	Tpx	0,2 H	4,03	0,95	0,98	14,8	0,1%	0,88
		0,4 H	3,62	0,97	0,98	17,6	0,1%	0,75
		0,6 H	4,14	0,92	0,98	14,8	0,1%	0,85
		0,8 H	3,32	0,92	0,95	10,1	0,1%	1,24
		1,0 H	2,95	0,88	0,97	12,4	0,1%	0,97
Tcn	Tpn	0,2 H	-0,50	0,97	0,99	22,8	0,1%	0,56
		0,4 H	-0,45	0,97	0,99	24,3	0,1%	0,53
		0,6 H	-0,24	0,97	0,99	23,8	0,1%	0,53
		0,8 H	-0,27	0,98	0,99	29,5	0,1%	0,44
		1,0 H	0,38	0,96	0,99	27,7	0,1%	0,43

cultura. O erro padrão da estimada foi, em média, 0,94°C para a temperatura máxima e 0,50°C para a temperatura mínima.

Conclusões

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu chegar-se às seguintes conclusões:

a. A temperatura do ar média diária verdadeira no cafezal pode ser estimada através das fórmulas de cálculo do Inmet e do IAC, a partir de leituras de temperatura do ar realizadas na cultura.

b. A temperatura do ar média diária verdadeira no cafezal pode ser estimada, através de equações lineares de regressão, em função da temperatura média calculada pelos modelos do Inmet, do IAC ou das temperaturas extremas, a partir de leituras de temperatura do ar realizadas na cultura.

c. A temperatura do ar média diária verdadeira em diferentes alturas no cafezal pode ser estimada, através de equações lineares de regressão, em função da temperatura média calculada pelos modelos do Inmet, do IAC ou das temperaturas extremas, a partir de leituras de temperatura do ar efetuadas no posto meteorológico.

d. As temperaturas do ar máxima e mínima diárias em diferentes alturas no cafezal podem ser estimadas, através de equações lineares de regressão, em função, respectivamente, das temperaturas máxima e mínima diárias observadas no posto meteorológico.

Resumo

Este trabalho estuda a estimativa da temperatura do ar média diária em cinco níveis em cafezal e estabelece correlações de temperatura do ar diária entre os níveis no cafezal e o posto meteorológico.

A temperatura do ar média diária verdadeira nos níveis no cafezal pode ser estimada através da temperatura média calculada a partir de (i) três observações diárias, (ii) de duas observações diárias e temperaturas extremas, realizadas no nível na cultura.

A temperatura do ar média diária verdadeira nos níveis no cafezal pode ser estimada, através de equações lineares de regressão, em função da temperatura média calculada a partir de (i) três observações diárias, (ii) de duas observações diárias e temperaturas extremas, (iii) das temperaturas extremas diárias, realizadas no nível na cultura ou no posto meteorológico.

As temperaturas do ar máxima e mínima diárias nos níveis no cafezal podem ser estimadas, através de equações lineares de regressão, em função, respectivamente, das temperaturas máxima e mínima diárias observadas no posto meteorológico.

Literatura citada

- 1 COSTA, A.L., SCHRÖDER, R. *O microclima em cafezais não sombreados no Estado de São Paulo*. Campinas, Brasil. Instituto Agronômico de Campinas, 1956. 131 p. (1ª parte).
- 2 FOLONI, L.L. *Microclima em cafezal (Coffea arabica L.): Temperatura do ar e das folhas*. Piracicaba-SP, 1977. (Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP). 92 p.
- 3 HOLMES, R.M., DINGLE, A.N. The relationship between the macro and microclimate. *Agricultural Meteorology* 2: 127-133, 1965.
- 4 KIRKPATRICK, I.W. *The climates and eco-climates of coffee plantations. Amani*, Tanganyika. East African Agriculture Research Station, 1935. (Studies on the ecology of coffee plantations in East Africa, 1) 66 p.
- 5 NASCIMENTO, F.J.L. *Estimativa formação de orvalho e molhamento foliar em cafezal (Coffea arabica L.) não sombreado*. Botucatu-SP, 1973. (Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu) 125 p.

Notas y Comentarios

Predicción del tiempo a larga distancia

Los que predicen los fenómenos climáticos podrían pronto ser capaces de realizar su tarea cómodamente en un cuarto de computación seco y sin frío en lugar de arriesgarse por el océano en un barco meteorológico. La oceanografía, la radiofísica y la ciencia de la computación han unido sus esfuerzos para producir mapas meteorológicos que muestren el tamaño de las olas del mar, la velocidad y dirección de los vientos que las empujan y por consiguiente, por inferencia, el cuadro resultante de las depresiones y anticiclones a miles de kilómetros de distancia. Todo esto, usando una clase muy especial de haz de radar (*The Economist* 13 de enero de 1979, p 74)

El radar convencional, desarrollado para las pequeñas antenas de los barcos y los aviones, usa longitudes de onda muy cortas (de unos pocos centímetros) y puede ver sólo hasta el horizonte (como un haz luminoso). Pero el radar que usa longitudes de onda mucho más largas (de 0 a 100 metros) se comporta más como un haz radial y puede ver mucho más lejos.

Al sufrir una deflexión por el mar, conductor de la electricidad, los haces de ondas alcanzan más allá del horizonte hasta distancias de unos 400 kilómetros. Si se las hace rebotar de la capa ionosférica que está por encima de la atmósfera, ellas pueden producir ecos de objetos situados a unos 3200 kilómetros. Las ondas de radar llamadas decamétricas, al usar este rebote, pueden ser "sintonizadas" hacia las grandes olas oceánicas que hacen naufragar barcos en alta mar y eventualmente llegan a golpear las torres petroleras ribereñas y las costas expuestas.

Usando este equipo de radar, los meteorólogos pueden medir la longitud de las olas en el mar y también su frecuencia y velocidad. Igualmente importante, ellos pueden detectar olas "asesinas", que son aquellas de baja frecuencia y altas velocidades, que pueden formarse de una longitud de cientos de metros de pico a pico, con alturas de 20 metros o más, y que alcanzan al barco más rápido. La ola más grande que se registra alcanzó 34 metros de altura.

Igualmente importante, el radar decamétrico puede indicar la dirección en la que se están moviendo las olas y los vientos que las empujan. La clave aquí fue el descubrimiento de que los ecos de las ondas de radar son reflejados por las olas que avanzan a frecuencias ligeramente diferentes a las que se transmiten. La explicación es una variación del efecto Doppler familiar a los niños que estudian física: al igual que un silbato del tren que cambia su nota cuando pasa a toda velocidad, los ecos del radar se distorsionan ligeramente. Los ecos con un efecto Doppler negativo (esto es, que rebotan a una frecuencia ligeramente más baja) vienen de olas que se alejan del transmisor de radar; las positivas, de olas que se acercan.

En realidad, la superficie de los océanos es generalmente irregular y picada. Por eso, los ecos del radar rebotan con una mezcla de efectos Doppler positivos y negativos. Sin embargo, el laboratorio de investigación naval, en Washington, D.C., manifiesta que la dirección del viento puede ser derivada de la proporción de los dos ecos Doppler.

Armados con este conocimiento, científicos de los Estados Unidos y de Gran Bretaña están ahora tratando de aplicar la teoría a la práctica meteorológica. El Instituto de Investigación de Stanford ha construido un sistema de antenas de radar de 2400 metros de largo en California; la Universidad de Birmingham y el Laboratorio Appleton del National Research Council han estado estudiando una cuña de 60 grados del Atlántico desde una antena gigante situada en Wiltshire, Inglaterra. Ambos equipos han estado verificando sus resultados con datos de olas tomados en la manera difícil, en el mar. Ambos están satisfechos con la correlación encontrada.

El próximo paso será alimentar los resultados del radar a modelos climáticos de computadoras para producir mapas que muestren las áreas de presiones altas y bajas en las regiones a los que se han lanzado las ondas decamétricas. Tomará algún tiempo para probar los resultados y eliminar las asperezas de los modelos; el comportamiento de los fenómenos meteorológicos se comprende sólo hasta cierto límite. Sin embargo, una alerta temprana y la ubicación precisa de un frente frío que se esté formando a miles de kilómetros de distancia son ahora una posibilidad real.

El origen de la agricultura

Uno de los trabajos más sorprendentes presentados en la reunión de la American Association for the Advancement of Science, celebrada este año en Houston, Texas en vez de Chicago, (comienzos de enero de 1979), se refiere a la antigüedad de la agricultura. Fred Wendorf, un arqueólogo de la Southern Methodist University, en Dallas, Texas, ha abollado severamente una de las creencias más favorecidas por los prehistoriadores: ha descubierto que la gente que vivía en la orilla occidental del Nilo hace más de 17 000 años cultivaba y cosechaba cebada. Esto es unos 7000 años antes de la fecha generalmente aceptada para el advenimiento de la revolución agrícola.

El cambio de una existencia de caza y recolección a una economía basada en la agricultura es considerada como el comienzo de la civilización porque permitió el establecimiento de, primero, villas y después, ciudades basadas en el comercio. Y fue esta transformación de la organización social la que condujo a un crecimiento repentino y masivo de la población, un cambio que tuvo lugar en diferentes partes del mundo, más o menos al mismo tiempo. De todas maneras, la "invención" de la agricultura es a menudo considerada como una consecuencia de una presión demográfica incipiente, o una respuesta a un ambiente hostil.

Fue con estos problemas en mente que Wendorf y su equipo de ayudantes norteamericanos, polacos y egipcios han estado escarbando los antiguos llanos inundables áridos y las dunas en la vecindad de la represa de Aswan. Igual como lo hizo cada año hasta la construcción de la represa de Aswan, el Nilo rompía sus cauces anualmente hace 17 000 años, distribuyendo limo rico en los llanos inundados y ayudando a formar dunas rodeadas de vegetación en la periferie. Las aguas de las inundaciones, al pasar alrededor de las dunas, formaban pantanos llenos de peces. La gente que vivía en la región en esa época pasaba gran parte del año en el llano inundable (de diciembre hasta agosto) y se trasladaba a las dunas cuando el río se desbordaba.

Wendorf encontró restos de campamentos en las dos zonas pero hay una diferencia entre ellas: es claro, por la basura de los lugares, que cuando la gente estaba en los llanos, empleaban por lo menos parte de su tiempo cazando animales grandes, tales como antílopes. La vida en las dunas, sin embargo, trajo consigo un menú diferente, uno que incluía pescado, el que probablemente era recogido de los charcos que se secaban lentamente y muy significativamente, cebada.

Los campamentos en las dunas estaban literalmente repletos con muelas de molino de piedra ahuecada. Claramente, esta gente estaba haciendo algo más que explotar la cebada pasándola directamente de la espiga a la boca. Pero el punto crucial es que las semillas que encontró Wendorf, no eran de cebada silvestre; mostraban signos claros de domesticación en su tamaño, forma y otros caracteres.

Así, dice Wendorf, la domesticación de plantas es mucho más antigua de lo que creíamos. Pero además, señala que el tamaño de estas comunidades prehistóricas, alrededor de 20 personas por campamento, no se alteró significativamente entre los años 17 000 a 10 000. ¿Dónde está entonces el eslabón entre los comienzos de la agricultura y el establecimiento de villas, pueblos y ciudades? Wendorf sugiere que debe haber otro factor que más tarde inspiró el cambio de pequeñas comunidades a asentamientos más grandes. La respuesta a esto la sigue buscando Wendorf en Egipto.

Correlation of crown features to growth rates in natural forests of Puerto Rico* ————— PETER L. WEAVER**, DOUGLAS J. POOL***

COMPENDIO

El diámetro, la profundidad, el área y el volumen de la copa, así como el diámetro al pecho y la altura de los árboles, todos medidos en 1975, correlacionaron en varias instancias con el previo incremento periódico anual, por medio de regresiones lineales, en bosques de edad variable y de multiplicidad de especies en Puerto Rico

Las relaciones entre diámetro de la copa y diámetro al pecho para cuatro especies del dosel, tanto en el bosque seco como en el húmedo, en suelo de piedra caliza, así como en un bosque muy húmedo montano, resultaron lineales. Ellas se redujeron desde los bosques xerofíticos a través de los bosques montaños hasta los bosques pluviales en Puerto Rico y Dominica.

Introduction

MOST tropical forest species have a disappointingly slow girth increment because of small crowns, inferior crown positions, localized crowding, and senescence (2). Several studies conducted in Puerto Rico during the last 30 years confirm slow diameter growth over a wide range of environmental conditions. Periodic annual dbh increment (PAI) in climax lower montane and montane forest was 0.10 cm/yr (14) with most species in the lower montane forest < 0.50 cm/yr (4, 7, 10, 11), and most species in the montane forest ≤ 0.10 cm/yr (10, 11). Comparisons of PAI by crown classes usually yielded the sequence: dominants \geq codominants $>$ intermediates $>$ suppressed stems (4, 7, 14), with PAIs rarely more than 0.25 cm/yr. Secondary lower montane forests grew faster than climax stands (14), but the PAI did not exceed 0.35 cm/yr.

Wadsworth (15) in his study of 200 slow and fast-growing trees concluded 1) trees of any size of crown class could grow rapidly, 2) several species showed a site preference and generally did not achieve rapid growth elsewhere, and 3) height and diameter growth appeared correlated. He also noted that 4) a tenth of the rapidly growing trees were within 3 m

of rotten stumps, 5) certain species were disproportionately represented among the fast-growing stems, and 6) slow growth was frequently related to diseased or damaged crowns.

Many of the above conclusions suggest that the capacity of trees to use available light may account for most of the differences in PAI on a given site. First, dominant, codominant, and well-exposed intermediate trees can grow fast. This may be attributable to crown size as well as crown class. Second, the species disproportionately represented among the fast-growing individuals were usually secondary with spreading crowns capable of rapid growth when space is available. Third, proximity to fallen trees or rotten stumps may indicate release from adjacent competition. Finally, secondary forests, because they are generally less developed structurally, allow more light to enter the stand.

The purposes of this study are to explore linear relations between crown and tree dimensions measured in 1976 and previous PAIs for periods ranging from 8 through 14 years, to determine crown diameter/bole diameter ratios (CD/BD) for selected canopy species in dry and moist coastal forests, and a wet montane forest, and to compare these ratios with other published CD/BD ratios. Since the independent parameters span a comparatively short period of time (≤ 14 years) in slow-growing forests (PAI ≤ 0.11 cm/yr), it was assumed that net changes in crown and dbh dimensions would be small and current measurements would closely approximate conditions throughout the period. There is a future need, of course, for crown dimensions as predictive measures of PAI.

* Received for publication January 1st, 1978

** Research Forester, USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, P. O. Box AQ, Río Piedras, Puerto Rico

*** Ecologist, Forestry Task Force, Commonwealth Department of Natural Resources, P. O. Box 5881, San Juan, Puerto Rico

Table 1.—Summary of Species Data by Crown Class, 1975.

Crown class	Nº Replications	Tree Height (m)	dbh (cm)	PAI (cm/yr)	CD/BD Ratio
<i>B. buceras</i> (Guánica)					
D	1	9.4	13.2	0.05	51.2
CD	8	8.9	10.7	0.03	32.0
I	4	7.1	9.4	0.02	32.5
S	1	7.9	6.6	0.04	29.5
TOTAL/MEAN	14	6.4	10.2	0.03	33.4
F	—	3.67*/a	4.76*	0.81	1.51
<i>C. diversifolia</i> (Cambalache)					
D	1	10.4	13.2	0.25	20.3
CD	10	8.9	10.6	0.07	26.0
I	16	7.1	7.9	0.06	28.2
S	3	6.0	5.8	0.04	30.8
TOTAL/MEAN	30	7.7	8.6	0.08	27.4
F	—	9.86**	6.22**	5.41**	0.77
<i>T. resinosa</i> (Cambalache)					
D	3	9.6	15.2	0.18	23.2
CD	6	1.7	8.9	0.09	26.5
I	7	2.5	6.8	0.06	22.0
S	—	—	—	—	—
TOTAL/MEAN	16	4.7	9.1	0.09	23.9
F	—	8.07**a/	14.62**	4.46*	1.43
<i>T. resinosa</i> (Maricao)					
D	1	10.1	23.9	0.15	19.9
CD	3	7.8	11.2	0.11	25.1
I	8	8.1	11.4	0.09	26.1
S	—	—	—	—	—
TOTAL/MEAN	12	8.2	13.2	0.10	25.4
F	—	3.77*	10.25**	0.41	0.40
<i>M. chrysophylloides</i> (Maricao)					
D	2	11.9	26.7	0.19	22.4
CD	3	9.8	11.7	0.13	25.2
I	6	9.0	12.4	0.12	29.6
S	3	6.1	5.8	0.02	33.9
TOTAL/MEAN	14	9.0	13.5	0.11	28.6
F	—	6.33**	11.20**	1.97	2.12

a/ One asterisk indicates significance at 0.05 level; two asterisks, at 0.01 level

The study areas

The Guánica dry limestone forest of southwestern Puerto Rico receives about 750 mm/yr of rain which are quickly absorbed by the porous soils. Potential evapotranspiration exceeds rainfall by 1270 mm/yr.

The Cambalache wet limestone forest in the north-central part of the island receives about 1400 mm/yr of rain, which as at Guánica, are rapidly absorbed by the porous soils. Potential evapotranspiration exceeds rainfall by 500 mm/yr.

The Maricao forest in the west-central portion of the Cordillera Central is a wet montane habitat on serpentine which receives about 2600 mm/yr of rain. Precipitation exceeds evapotranspiration by 1520 mm/yr.

The canopy in all of the forests is low, generally not over 10 m at Guánica, 18 m at Cambalache, and 12 m at Maricao.

Methods

Canopy species with stems in at least 3 of the 4 crown classes, and with 12 or more replications by site were selected for study. Their most common height and

diameter dimensions at maturity, forest types of most frequent occurrence, and range are given by Little and Wadsworth (6). None is large; all are common to the dry or moist limestone forests, and/or wet montane forests in Puerto Rico.

During 1976, the following measurements were taken or derived for all stems: 1) dbh, 2) crown class, 3) crown diameter (mean of the crown's longest horizontal dimension and the horizontal dimension perpendicular to and bisecting the former); 4) crown depth (the mean of 4 verticals through the crown, each located at half the distance between the intersection of the bisecting horizontal dimensions and the edge of the crown); 5) live crown length (the maximum length of the live crown); 6) total tree height; 7) crown area, assumed a circle, = π (crown diameter/2)²; 8) crown volume, assumed a cylinder, = (crown area x crown depth); 9) CD/BD; and 10) live crown length/total tree height.

Previous dbh measurements within these same stands had been made 14 years ago in Guánica, and eight years ago in Cambalache and Maricao.

Data analyses included standard ANOVAS and simple and multiple linear regressions.

Table 2.—Summary of Simple and Multiple Correlation Coefficients of Selected Crown and Tree Parameters versus PAI for Four Species in Guánica, Cambalache, and Maricao Forests^{1/}

Row ^{2/}	Crown or Tree Parameter(s) Used in the Regression Equations	Guánica Forest Bucida buceras	Cambalache Forest		Maricao Forest	
			Cocco- loba diversi- folia	Terebraria resinosa	Terebraria resinosa	Micro- pholis crysophy- lloides
	(n, Critical r at $\alpha = 0.05$) ^{3/}	(14, 0.532)	(30, 0.361)	(16, 0.197)	(12, 0.576)	(14, 0.532)
1 a	Diameter of crown	0.542*	0.414*	0.807**	0.752**	0.692**
b	Diameter of crown	0.721**	0.566**	0.520*	0.601*	0.744**
c	Depth of crown	0.101	0.657**	0.801**	0.505	0.473
d	Depth of crown	0.587*	0.464**	0.564*	0.532	0.643*
e	Area of crown	0.604*	0.352	0.760**	0.727**	0.660**
f	Volume of crown	0.597*	0.607**	0.714**	0.749**	0.531
g	dbh of bole	0.414	0.620**	0.840**	0.560	0.660**
h	Height of tree	0.533*	0.716**	0.801**	0.543	0.693**
2	Initial dbh of bole	0.335	0.175**	0.752**	0.480	0.591*
	(n, Critical R at $\alpha = 0.05$)	(14, 0.618)	(30, 0.416)	(16, 0.608)	(12, 0.697)	(14, 0.648)
3 a	Diameter and Depth of crown	0.641	0.736**	0.590	0.752*	0.705*
b	Area and Depth of crown	0.701*	0.721**	0.829**	0.780*	0.683*

1/ All correlation coefficients, regardless of significance, are presented for comparative purposes. Coefficients significant at 95% level are indicated with single asterisk; at 99% level, with double asterisk. Correlation coefficients: 1b and 1d are for equations of the form $\ln y = b \ln X + \ln a$ where $y = \text{PAI}$, $X = \text{the crown or tree parameter}$; 3a and b, for equations of the form $Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2$; and remaining for equations of the form $Y = B_0 + B_1 X_1$.

2/ All parameters in Rows 1a-h and 3a-b were measured in 1975; dbh in Row 2 was measured at beginning of study.

3/ n = number of replications; r and R = critical correlation coefficient at stated $\alpha = 0.05$ and appropriate degrees of freedom.

Results and discussion

For all species, the ANOVAS for tree dbh and tree height show significant differences by crown class while PAI is significant in only two instances (Table 1). The Guácima trees had no changes in crown class during 14 years; Cambalache, 22 percent alterations in eight years; and Maricao, 37 percent in eight years. Most changes involved adjacent classes. Crown class categories were more stable in Guánica, probably due to slower PAIs.

For simple linear regressions by species (Table 2, rows 1 a, c, e, f), crown diameter correlates significantly with PAI in 5 of 5 instances; crown depth, 2 of 5; crown area, 4 of 5; and crown volume 4 of 5. Tree dbh and height both correlate with PAI in 3 and 4 instances, respectively. For the transformed data (Table 2, rows 1 b, d), crown diameter correlated in all 5 cases, and crown depth, in 4 of 5.

Crown class and dbh, the only parameters recorded initially, have predictive value for PAI: dominants > codominants > intermediantes > suppressed, with the exception of one suppressed stem in Guanima (Table 1); dbh correlated significantly with PAI for both species in Cambalache Forest, and *M. chrysophylloides* in Maricao Forest (Table 2 row 2).

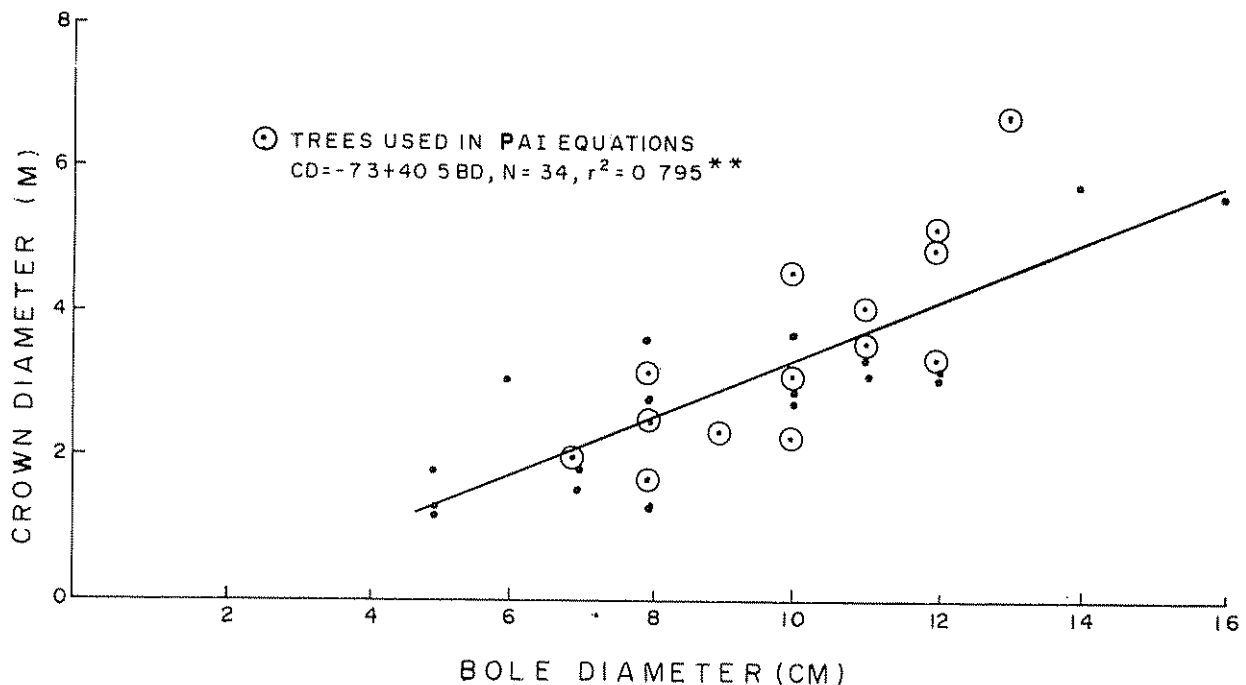
Multiple linear regressions (Table 2, rows 3a, b) demonstrate positive correlation in 8 cases of 10. How-

ever, inclusion of the second regressor variable decreased the amount of unexplained variation only for *B. buceras* in Guánica and *C. diversifolia* in Cambalache forests.

None of the linear regressions of CD/BD ratios versus PAI by species was significant, and only one regression of live crown/tree height versus PAI was significant. This is understandable since it is the actual photosynthetic leaf area reflected in crown dimensions which affects PAI. Smaller trees may have slightly larger CD/BD ratios in several instances, yet may be suppressed (Table 1). Van Laar (13) suggested that the growth of individual *Pinus radiata* trees depended primarily upon past growth, quantitatively expressed through the bole diameter or crown length of the tree.

Linear CD/BD equations are given for each species by forest type in Figure 1 a-c. All regressions were found significant at the 99 percent level. For Maricao and Cambalache forests, individual species regressions were compared and found not significantly different, and therefore combined by site.

CD/BD ratios are useful in forest inventories and in planning silvicultural practices. In an exhaustive study of 18 stands with climatic, elevational and site differences, principally in Puerto Rico, Pérez (9) observed that xerophytic trees had larger ratios than lower montane and montane trees. His ratios agree with ours. Bell (1) in Dominica reported ratios of 21:1 for timber species of the lower montane rainforest, and 18:1 for



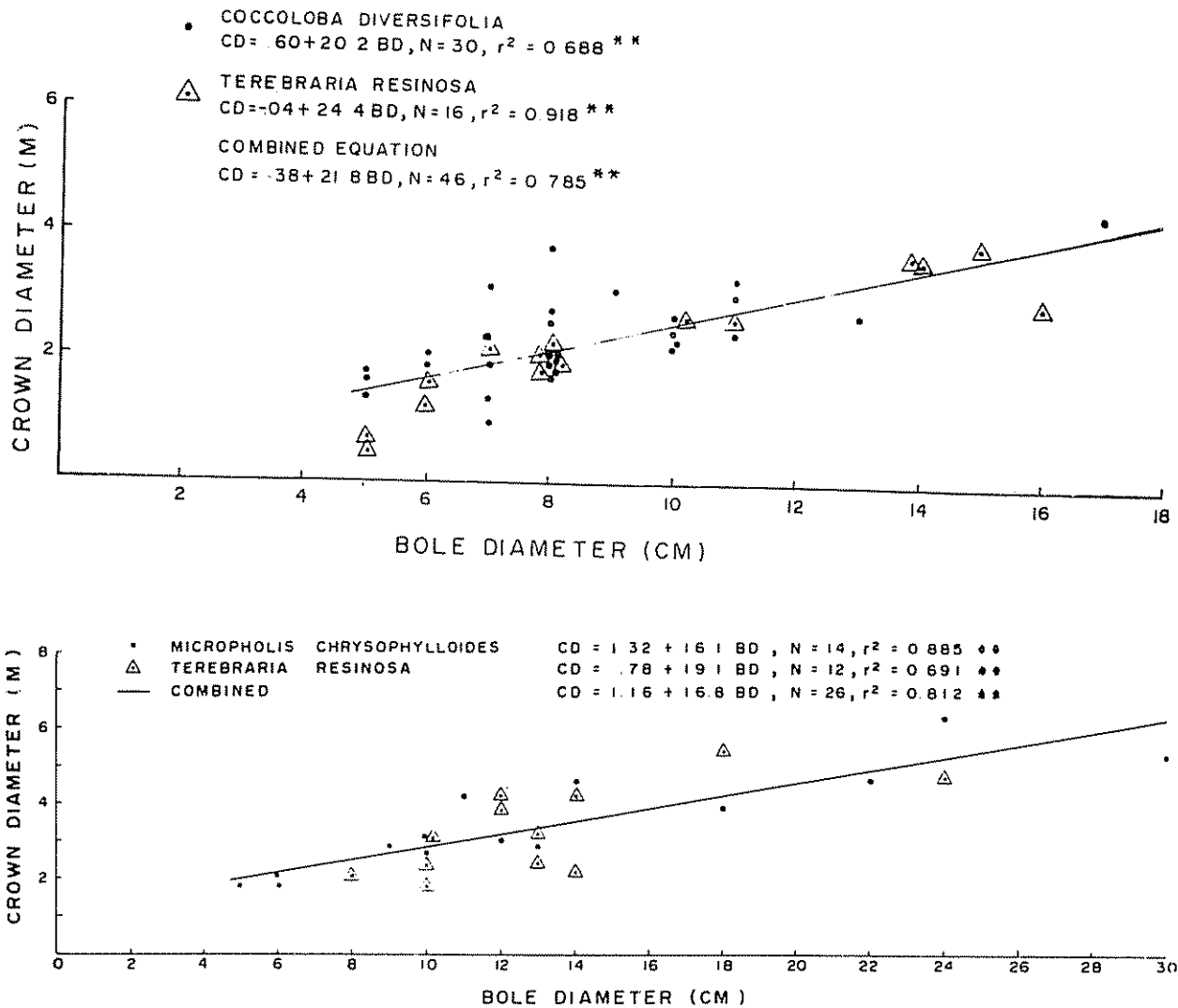


Fig. 1.—Crown Diameter/Bole Diameter Relationships. (A) *Bucida buceras* in Guánica Forest (B) *Coccoloba diversifolia* and *Terebraria resinosa* in Cambalache Forest and (C) *Micropholis chrysophylloides* and *Terebraria resinosa* in Maricao Forest.

rebraria resinosa in Cambalache Forest and (C) *Micropholis chrysophylloides* and *Terebraria resinosa* in Maricao Forest.

timber species in the rainforest. In general, ratios in Puerto Rico and Dominica appear to decrease gradually from about 35:1 in xerophytic areas to about 18:1 in rainforests. Ratios for comparable forest types in continental areas appear to be larger (2, 5, 12).

The "little developed emergent story, small crowns, small crown-to-stem ratios, numerous stems and small photosynthetic surface per stem" characteristic of the montane forests of Puerto Rico and Dominica, may be adaptive to hurricanes (8). These same features may partially account for the slow PAIs observed and impose limitations on management since thinnings designed to accelerate PAI may or may not generate a rapid crown growth response, and most assuredly will expose the stands to increased hurricane damage.

Summary

Crown diameter, crown depth, crown area, crown volume, tree dbh and tree height measured in 1975 were found to correlate in several instances with previous periodic annual diameter increment through linear regressions in uneven-aged, species-rich stands in Puerto Rico.

The relationship between crown and bole diameters for four canopy species in dry and moist limestone forests, and a wet montane forest were found to be linear. Ratios decreased from xerophytic through montane and rainforest habitats in Puerto Rico and Dominica.

Literature cited

- 1 BELL, G.S. Notes on natural generation in Dominica. *Windward Islands Commonwealth Forestry Review* 55: 27-36 1976
- 2 DAWKINS, H. C. The volume increment of natural tropical highforest and limitations on its improvements. *Empire Forestry Review* 38: 75-180 1959.
- 3 ———— Crown diameters: their relations to bole diameter in tropical forest trees. *Commonwealth Forestry Review* 42: 318-333 1963
- 4 Forest management in the Luquillo Mountains, III. Selection of products and silvicultural policies. *Caribbean Forester* 13: 93-119 1952.
- 5 HEINSDIJK, D. The upper story of tropical forests. *Tropical Woods* 107: 66-83 1957
- 6 LITTLE, Jr and WADSWORTH, F.H. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Washington, D.C., USDA Handbook Forest Service 249 1964. 548 p
- 7 MURPHY, P.G. Tree growth at El Verde and the effects of ionizing radiation. In H.T. Odum and R.F. Pigeon Eds. *A tropical rain forest*. Springfield, Virginia, U.S. Department of Commerce, 1970. pp D 141-172
- 8 ODUM, H.T. Rain forest structure and mineral-cycling homeostasis. In H.T. Odum and R.F. Pigeon, eds. *A tropical rain forest*. Springfield, Virginia U.S. Department of Commerce, 1970 pp H 3-52
- 9 PEREZ, J.W. Relations of crown diameter to stem diameter in forests of Puerto Rico, Dominica, and Trinidad in forests of Puerto Rico, Dominica, and Thailand. In H.T. Odum and R.F. Pigeon, eds. *A tropical rain forest*. Springfield, Virginia U.S. Department of Commerce, 1970 pp. B 105-122.
- 10 PUERTO RICO. Tenth Annual Report, Tropical Forest Experiment Station. *Caribbean Forester* 11: 59-80 1950.
- 11 ———— Seventeenth Annual Report, Tropical Forest Research Center. *Caribbean Forester* 18: 11 1957
- 12 SAWYER, J.O. and LINDSEY, A.A. *Vegetation of the life zones in Costa Rica*. Indianapolis, The Indiana Academy of Sciences, 1971
- 13 VAN LAAR, A. Influence of tree parameters and stand density on diameter growth of *Pinus radiata*. *South Africa Forestry Journal* 70: 5-15 1969
- 14 WADSWORTH, F.H. Forest management in the Luquillo Mountains. I. The setting. *Caribbean Forester* 12: 93-114 1951
- 15 ———— New observations of tree growth in Tabonuco Forest. *Caribbean Forester* 14: 106-111 1953

Notas y Comentarios

Científico de las Galápagos honrado por su Universidad

En ocasión del 129° aniversario del Austin College de Texas, Craig George MacFarland, actualmente Jefe de la Unidad de Areas Silvestres y Cuencas del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE, recibió un grado honorario de Doctor en Ciencias.

Un científico de nota en ciencias naturales, McFarland ha sido desde 1974 Director de la Estación Científica Charles Darwin en las Islas Galápagos, completando allí estudios sobre las tortugas gigantes de esa zona, estudios que había iniciado en 1968. En las Galápagos, realizó también numerosos estudios ecológicos aplicados a la conservación y manejo, y desarrolló varios cursos de posgrado para naturalistas, sobre la historia natural y conservación de la flora y fauna de las Islas. Al mismo tiempo asesoró al gobierno ecuatoriano en parques nacionales y zonas marinas. En 1978 fue contratado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica.

Publicaciones

Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias. En 1978 se inició la publicación de la *Revista Colombiana de Ciencias Agropecuarias*, órgano del Colegio de Médicos Veterinarios y de Zootecnistas de Antioquia (Colveza). Reemplaza a *Revista Colveza* y al *Boletín Científico*, de cuya fusión ha resultado. Está destinada a la información científica relacionada con la medicina veterinaria y la zootecnia, como también a los aspectos concernientes a estas dos disciplinas desde el punto de vista profesional y gremial. De periodicidad trimestral, el director es Jorge E. Ossa, y la dirección, Apartado Aéreo 5040, Medellín, Colombia. En el ejemplar que tenemos a la mano (vol 1, N° 3) notamos que se usa el punto tanto para separar los

decimales como los millares y los millones; ha desaparecido la coma decimal, que es normativa para todos los idiomas excepto el inglés. No hay uniformidad en la colocación de las tablas que se colocan de costado; a veces la cabeza va correctamente a la izquierda (pp 208 a 214), otras veces va a la derecha (228 a 230). Las abreviaturas de pesos y medidas no siguen las normas del SI.

Publicaciones

Ciencias Agropecuarias. Con fecha octubre de 1918 ha aparecido un revista, *Ciencias Agropecuarias*, órgano del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), la que presentará trabajos de investigaciones científicas llevadas a cabo por técnicos nacionales y extranjeros que se dedican a las ciencias agrícolas y pecuarias. El primer número tiene ocho artículos y dos notas de investigación, los que tratan de temas como fertilización de pastos (4 trabajos), alimentación del ganado (4 trabajos), cultivo de maíz y enfermedades del tomate (1 de cada uno). La periodicidad será inicialmente irregular. La editora es Elizabeth de Ruiloba y la dirección es: IDIAP, Apartado 58, Santiago, Veraguas, Panamá.

Publicaciones

Yuca, Boletín Informativo. El Proyecto de Información sobre Yuca, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT), está publicando *Yuca, Boletín Informativo*, destinado a servir de canal de comunicación entre los que trabajan en yuca. Se publica desde 1977, semestralmente, tanto en castellano como en inglés (*Cassava Newsletter*) y contiene notas técnicas, noticias de eventos, informes de progreso y documentación. La editora es Trudy Brekelbaum y la dirección es: CIAT Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

Control químico de la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia^{*1/}

PABLO GUZMAN**, M R DONADO***, GUILLERMO E GALVEZ**

ABSTRACT

Effective control of bean anthracnose was obtained by certain systemic fungicides such as Benlate, and Devosal 60 under prevalent rainy conditions. Protectant fungicides such as Dithane M-45, Brestan 60, Difolatan 80 and Daconil 2787, could be used economically in regions where the disease is endemic and the conditions favoring the pathogen are not so prevalent.

The ideal control is resistant varieties. In the meantime, the use of fungicides is a need to produce pathogen-free seed to diminish the severe losses due to bean anthracnose.

Introducción

EL CONTROL químico de la Antracnosis del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Scrib, es una alternativa a corto plazo para obtener sobreducciones rentables en las zonas frijoleras, situadas sobre los 1 200 m s.n.m, con precipitaciones superiores a 1.000 mm anuales y temperatura entre 18 y 24°C, condiciones que favorecen su presencia, desarrollo y posterior diseminación.

Aspersiones a intervalos regulares con oxiclورو de cobre (50% de cobre) usando 5 libras por 100 galones de agua han sido eficaces en el control de esta enfermedad en Nueva Zelanda (7). En experimentos en la Estación Experimental de Ponta Grossa, Brasil, en 1969 y 1970, se determinó que de nueve fungicidas ensayados en pulverizaciones foliares, para el control de la antracnosis, Antracol y Manzate aplicados a intervalos de 10 días y renovados después de lluvias fuertes, controlaron la enfermedad, siendo recomendada esta práctica principalmente para productores de semilla (1, 6)

Entre 1959 y 1961 en São Paulo, Brasil las aspersiones de Dithane M-22 fueron eficaces para el control de la antracnosis pero el aumento de la producción no compensaba el costo de la aplicación (5). En cambio, se recomendaron pulverizaciones con Vitigran, Cupravit azul y Cuprosan azul al 0.5 por ciento o cobre Sandoz al 0,3 por ciento (4).

En Austria la incidencia de la enfermedad se redujo y las producciones se incrementaron con tres aspersiones de Brestán aplicadas antes de floración (9)

En Malawi se recomienda el uso de Fentín Hidróxido (Du-Ter) en dosis de 1,52 onzas de ingrediente activo por 50 galones de agua por acre para la producción de la semilla de buena calidad (8).

Recientemente se determinó que el tratamiento de semilla de mala calidad con fungicidas (Captan, Thiram y Benomyl) aumentó el porcentaje de emergencia (3). Resultados similares se obtuvieron al tratar la semilla por media a una hora en una solución de Ceresán al 0,125 por ciento.

El presente trabajo tuvo por objeto buscar un control adecuado de la enfermedad aún bajo condiciones severas de ésta, para la protección de parcelas experimentales encaminadas a obtener informaciones no patológicas. Sin embargo, indirectamente se determinó la posibilidad de que el control fuera económicamente factible.

* Recibido para la publicación 5 de diciembre de 1978

1/ Parte de una tesis realizada en CIAT para optar al título de Ingenieros Agrónomos de los dos primeros autores

** Asistente de Investigación y Patólogo del Programa de Frijol de CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali Colombia

*** Ingeniero Agrónomo particular

Materiales y métodos

El trabajo se efectuó en los campos de la Secretaría de Agricultura del Cauca (Popayán, Colombia), situados a 1 600 m.s.n.m., con 1 600 mm anuales de precipitación, 20°C temperatura promedio anual y 80 por ciento de humedad relativa, durante el segundo semestre de 1974 (noviembre-febrero, 74B) y el primer semestre de 1975 (abril-julio, 75A).

Se utilizaron dos variedades: 'ICA-Gualí', de crecimiento determinado, tolerante a la antracnosis, grano grande, rojo y con estrías cremas, y 'Diacol-Nima', de crecimiento determinado, susceptible a la antracnosis, grano mediano, rojo moteado de crema.

Las parcelas tratadas comprendieron 5 surcos de 5 m cada uno, separadas por un surco diseminador común, con distancia entre surcos de 0,6 m. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas con parcelas mayores (variedades) y subparcelas (tratamientos) con cuatro repeticiones.

Se aplicaron 13 fungicidas diferentes, agregándose a los fungicidas de contacto un adherente (Tritón A-E) a razón de 0,25 por ciento por litro de agua. Los

tratamientos empleados, dosis, modo de acción, e ingrediente activo se presentan en el Cuadro 1.

Las aplicaciones se hicieron cada 8 días con una bomba espaldera manual durante 8 semanas a partir de la primera semana después de la emergencia.

La efectividad de los fungicidas se midió en base a: (a) rendimiento obtenido al cosechar los 3 surcos centrales de cada parcela dejando en cada extremo de surco 0,5 m para eliminar el efecto de bordes; (b) por la intensidad de daño en vainas en base a las lecturas hechas sobre 30 y 100 plantas por tratamiento por variedad para los semestres 74B y 75A, respectivamente, realizándolas al momento de la madurez fisiológica de vainas (un mes después de la floración aproximadamente). Esta intensidad se midió conforme una escala establecida por los autores así: 0, 10, 20, 30, y daño mayor del 50 por ciento de la vaina, que para su tabulación e interpretación correspondieron a grados de 0 a 4, respectivamente.

Resultados

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los rendimientos promedios (kilogramos/hectárea), índice de daño en vainas y el porcentaje de producción con respecto al

Cuadro 1—Tratamientos empleados para el control de la antracnosis del frijol en la localidad de Popayán, Colombia, 1974B y 1975A.

Tratamiento	Ingrediente activo (i.a.)	M.A. (1)	Dosis (2)
Dithane M-45	Maneb + ion zinc	C	3,0
Daconil 2787	Tetracloroisofaltonitrilo	C	2,5
Brestán 60	Trifenil acetato de estaño	C	0,8
Benlate	Metil-1-(Butilacarbamoil)-2-benzimidazolcarbamato	S	0,5
Difolatán 80	C-15-N-(1,1,2,2-tetracloroetil)io)-4-ciclohexeno-1,1 dicarboximida	C	3,5
Elosal 80	Azufre	C	3,0
Kocide	Hidróxido de cobre	C	2,5
Derosal 60	2-Metoxicarbonilamida-benzimidazol	S	1,0
Bavistin	2-Metoxicarbamoil-benzimidazol	S	0,5
Tecto 60	2-(4-Tiazolil) benzimidazol	S	0,5
Orthocide	N-(triclorometiltio)-4-ciclohexeno-1,2, dicarboximida	C	3,5
Plantvax	5,6-dihidro-2-metil-1,4-oxatina-3-carboxanilido-4-dióxido	S	1,0
Brassicol	Pentacloronitrobenzeno	C	4,0
Testigo	Sin tratamiento		

(1) M.A. = modo de acción; s = sistémico; c = contacto

(2) Dosis: de producto comercial en kilogramos/hectárea

Cuadro 2.—Control de la antracnosis del frijol en las variedades 'ICA-Gualí', y 'Diacol-Nima' con 13 fungicidas durante el segundo semestre de 1974 en la localidad de Popayán, Colombia

Tratamiento	kg/ha (1)	% Prod (2)	I D V (3)
Variedad: ICA-Gualí			
Derosal 60	1 295	648	0,10
Bavistín	1 255	600	0,09
Dithane M-45	1 253	599	0,08
Benlate	1 219	583	0,18
Difolatán	1 159	565	0,00
Brestán 60	1 043	499	0,09
Daconil 2787	885	423	0,12
Tecto 60	800	383	0,17
Orthocide	657	314	0,77
Elosal	622	298	0,81
Kocide 101	532	255	0,60
Plantvax	403	193	1,42
Brassicol	216	103	1,78
Testigo	209	100	1,12
Variedad: Diacol-Nima			
Difolatán 80	1 157	2 571	0,00
Benlate	960	2 133	0,30
Bavistín	871	1 936	0,06
Dithane M-45	724	1 609	0,20
Derosal 60	710	1 578	0,60
Daconil 2787	595	1 322	0,08
Brestán 60	523	1 162	0,25
Orthocide	278	618	1,40
Tecto 60	175	389	2,62
Elosal	126	280	2,35
Kocide 101	115	256	3,68
Testigo	45	100	4,00
Plantvax	41	91	3,28
Brassicol	37	82	4,00

(1) Rendimiento en kilogramos/hectárea

(2) % Producción: Porcentaje de producción con respecto al testigo

(3) I. D. V. Índice de daño en vainas:

0 = Vainas limpias

1 = Vainas afectadas en un 10% de su área

2 = Vainas afectadas en un 20% de su área

3 = Vainas afectadas en un 30% de su área

4 = Vainas afectadas en más del 50% de su área

testigo, obtenidos para cada tratamiento en las variedades 'ICA-Gualí' y 'Diacol-Nima', en dos semestres diferentes del año.

El semestre 74B fue más húmedo que el 75A, lo cual influyó para que la variedad tolerante, 'ICA-Gualí', presentara mejores rendimientos que la susceptible 'Diacol-Nima', bajo condiciones favorables al desarrollo del patógeno (Cuadro 2). Esto permitió observar valores significativos (0,05) entre variedades.

La interacción fungicida por variedad no fue significativa, indicando un comportamiento de los fungicidas similares en ambas variedades.

Se observaron valores altamente significativos (0,01) para las comparaciones testigo *vs.* fungicidas, entre fungicidas sistémicos, entre fungicidas de contacto, y, valores significativos (0,05) para la comparación fungicidas sistémicos *vs.* fungicidas de contacto.

El rendimiento del grupo de fungicidas sistémicos fue en general superior al grupo de los fungicidas de contacto. Sin embargo, hubo diferencias entre fungicidas del mismo grupo, e individualmente algunos productos de contacto, fueron significativamente superiores a algunos fungicidas sistémicos.

Realizada la prueba de Duncan para cada grupo, dentro del grupo de contacto no se presentaron diferencias estadísticas significativas (0,05), entre los fungicidas: Difolatán 80, Dithane M-45, Brestán 60, y Daconil 2787, y dentro del grupo sistémico, Benlate, Bavistín, y Derosal 60.

La correlación entre el daño en vainas y la reducción en el rendimiento, mostró un alto grado de asociación: 0,9094 para 'ICA-Gualí' y 0,8934 para 'Diacol-Nima', sobre un valor máximo de correlación de 1,0 al nivel del 0,01.

El coeficiente de determinación (R^2) que establece el porcentaje que puede atribuirse al factor estudiado (daño en vainas como causa directa de la reducción) fue 76 por ciento y 80 por ciento para las variedades 'ICA-Gualí', y 'Diacol-Nima', respectivamente.

Durante el período 75A los rendimientos fueron más elevados para ambas variedades (Cuadro 3). La variedad susceptible, 'Diacol-Nima', superó en rendimiento a la tolerante 'ICA-Gualí', manifestando así su potencial productivo al ser menos favorables las condiciones ambientales para el desarrollo del hongo. El daño causado en las vainas fue mucho menor en ambas variedades como puede observarse en el Cuadro 3.

No se encontraron diferencias significativas entre los sistémicos: Bavistín, Derosal 60, Benlate y Tecto 60, y entre los de contacto Difolatán 80, Dithane M-45, Brestán 60, Daconil 2787 y Orthocide.

Para la correlación entre daño en vainas y rendimiento se observaron valores altamente significativos (0,01) para la variedad 'Diacol-Nima' (0,886) mientras que para la variedad 'ICA-Gualí' (0,559) sólo fue significativa (0,05).

El coeficiente de determinación (R^2) fue 79 por ciento y 31 por ciento para las variedades 'Diacol-Nima' e 'ICA-Gualí', respectivamente.

Cuadro 3.—Control de la antracnosis del frijol en las variedades 'ICA-Gualí' y 'Diacol-Nima' con 13 fungicidas durante el primer semestre de 1975 en la localidad de Popayán, Colombia.

Tratamiento	kg/ha (1)	% Prod. (2)	I D V (3)
Variedad: ICA-Gualí			
Dithane M-45	1 368	178	0,04
Derosal 60	1 312	171	0,03
Tecto 60	1 244	162	0,45
Difolatán 80	1 204	157	0,00
Daconil 2787	1 062	138	0,02
Bavistín	1 055	137	0,08
Benlate	1 018	132	0,08
Elosal	975	127	0,38
Brestán 60	942	122	0,01
Testigo	769	100	0,60
Plantvax	753	98	0,57
Brassicol	735	95	0,63
Orthocide	712	93	0,18
Kocide 101	580	75	0,31
Variedad: Diacol-Nima			
Bavistín	1 844	569	0,01
Derosal 60	1 617	499	0,00
Difolatán 80	1 602	494	0,00
Brestán 60	1 538	475	0,03
Dithane M-45	1 405	434	0,02
Orthocide	1 287	397	0,20
Benlate	1 282	395	0,06
Daconil 2728	1 002	309	0,02
Kocide 101	640	198	0,65
Tecto 60	632	195	1,30
Brassicol	560	173	0,51
Plantvax	490	151	0,98
Elosal	330	102	1,19
Testigo	324	100	1,21

(1) Rendimiento en kilogramos/hectárea

(2) % Producción: Porcentaje de producción con respecto al testigo

(3) I D V. Índice de daño en vainas:

0 = Vainas limpias

1 = Vainas afectadas en un 10% de su área

2 = Vainas afectadas en un 20% de su área

3 = Vainas afectadas en un 30% de su área

4 = Vainas afectadas en más del 50% de su área

Discusión

Las condiciones de alta precipitación permitieron que los fungicidas sistémicos fueran superiores a los de contacto debido a su rapidez de penetración, acción inmediata y prolongada.

Brestán 60 y Dithane M-45, que estadísticamente no presentaron diferencia significativa con Difolatán 80 y Daconil 2787, controlaron bien la enfermedad permitiendo altas producciones, siendo económicamente recomendables en épocas no muy lluviosas. Benlate y Derosal 69 pueden recomendarse para épocas lluviosas, pero su frecuencia de aplicación deberá determinarse en futuros ensayos.

Difolatán 80 fue el único fungicida que para los dos periodos y las dos variedades proporcionó vainas completamente limpias. Por esta razón es el más adecuado para la producción de frijol habichuela y semilla.

A pesar de que las dosis aplicadas y la frecuencia de aplicación se realizó con fines experimentales, el empleo de fungicidas como alternativa para incrementar los rendimientos de este cultivo aún siendo costosos puede hacerse, ya que su empleo representa ingresos de US\$ 1 095 con Difolatán 80 con la variedad Diacol-Nima durante el período 74B comparado con el testigo que produjo ingresos brutos de US\$ 48; los cuales son tan bajos que no permiten pagar los costos de producción (alquiler de tierra, arada, semilla, etc.), que fueron para ese período de US\$ 285.

La utilización de variedades resistentes a las diferentes razas del hongo, mediante el uso de genes de resistencia como el gen *ave*, sería la solución más económica y adecuada para un cultivo, realizado en su mayoría por pequeños agricultores. Mientras tanto, se debe propugnar la utilización de semilla libre de patógeno mediante el cultivo en zonas no afectadas, o por el uso de mezclas de fungicidas sistémicos y de contacto para una adecuada y completa protección.

Resumen

Un control adecuado de la antracnosis del frijol se obtuvo mediante el uso de algunos fungicidas sistémicos como Benlate y Derosal 60 en condiciones altamente favorables al desarrollo de la enfermedad. Bajo condiciones menos severas, los fungicidas protectores Dithane M-45, Brestán 60, Difolatán 80, y Daconil 2787, permitieron un control económicamente factible.

El control ideal de esta enfermedad es mediante el uso de variedades resistentes. Mientras tanto se hace necesario la promulgación del uso de semilla libre del patógeno, la cual deberá producirse bajo protección adecuada de fungicidas, para disminuir las altas pérdidas causadas por la antracnosis del frijol.

Literatura citada

- 1 BUSS, ALFONSO. Controle químico das doenças do feijoeiro, Estação Experimental Ponta Grossa. P.R. In A.S. Costa: Investigações sobre molestias do feijoeiro no Brasil, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil 1972 pp 305-383.
- 2 COSTA, A.S. Investigações sobre molestias do feijoeiro no Brasil. I Simpósio Brasileiro de Feijão, Campinas, 1971 Anais V 2: 305-384. 1971
- 3 ELLIS, M.A., GALVEZ, G.E. y SINCLAIR, J.B. Efecto del tratamiento de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de buena y mala calidad sobre la germinación bajo condiciones de campo. *Turrialba* 27(1): 37-41. 1977.
- 4 FIGUEREDO, M.B. Feijoeiros atacados por Antracnose. *O Biológico* 31:18. 1965.
- 5 ISSA, E. y ARRUDA, H.V. Contribuição para controle da ferrugem e da Antracnose do feijoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico* 31 (4): 119-126. 1964
- 6 MEDINA, A.C. Viabilidad de semillas y de un patógeno del frijol. *Agricultura Técnica en México* 3(1): 3-7. 1970.
- 7 MONEY, S.P. Pest and diseases of beans. *New Zealand Journal of Agriculture* 110(2): 135-141. 1965.
- 8 PEREGRINE, W.T.H. A preliminary note on chemical control of bean anthracnose in Malawi. *PANS* 17(1): 47-50. 1971.
- 9 SCHMIDT, T. Versuche zur Bekämpfung von Bohnenkrankheiten. I Die Breen Fleckenkrankheit der Bohne (*Colletotrichum lindemuthianum* Brit et Cav) In Peregrine, W.T.H. A preliminary note on chemical control of bean Anthracnose in Malawi. *PANS* 17(1):47-50. 1971

Notas y Comentarios

La manipulación genética y el mejoramiento de los cultivos

Entre las personas e instituciones responsables por el mejoramiento de las plantas de cultivo existe un creciente interés por la manipulación genética. Lo que hasta ahora han sido especulaciones (Cf. *Turrialba* 21:250) basadas en trabajos hechos al nivel celular con microorganismos (Cf. *Turrialba* 21:372 y 21: 373, 1971), se está convirtiendo en programas de trabajo coordinado para acelerar su aplicación al nivel de cultivos.

El Consejo de Investigaciones Agrícolas de la Gran Bretaña está poniendo en marcha un plan de investigaciones nuevo y ambicioso dirigido a revelar los genes individuales que controlan el crecimiento y desarrollo vegetal. La investigación da los primeros pasos hacia el objetivo último de los mejoradores de plantas: modificar cultivos alimenticios valiosos, tales como el trigo, mediante la manipulación de sus genes, para, por ejemplo, transferir resistencia a ciertas plagas de una planta a otra.

El nuevo programa comprende un esfuerzo común de cuatro organismos esparcidos por todo el país. La Estación Experimental de Rothamsted, al norte de Londres; el Instituto John Innes, en Norfolk; y el Plant Breeding Institute, cerca de Cambridge, examinarán los secretos del DNA de los cereales. La Estación Galesa de Genética se ocupará de las gramíneas forrajeras (*New Scientist* 25 de enero, de 1979, p. 237).

Los manipuladores de genes vegetales usan muchas de las técnicas usadas en investigaciones con bacterias, sin el mismo riesgo para los animales y humanos que están fuera del laboratorio. Una copia DNA del ácido ribonucleico mensajero (mRNA) tomado de células vegetales es producida en un tubo de prueba por proteínas conocidas como enzimas de "transcripción". El DNA es entonces cortado en lugares selectos por otro conjunto de enzimas, las enzimas de "restricción", las que han sido ya responsables por un premio Nóbel en 1978 (Cf. *Turrialba* 28:282). Los fragmentos pueden ser entonces incorporados a alguna clase de vehículo, quizás un plasmidio o un virus e insertados en una célula vegetal. Para hacer esto, debe ser eliminada primero la pared exterior de celulosa protectora. La célula desnuda constituye lo que se llama protoplasto. La idea es entonces regenerar plantas enteras a partir de simples protoplastos e identificar aquellos en los que está expresado el DNA extraño. Desgraciadamente hasta ahora la regeneración de plantas a partir de protoplastos solamente ha

sido obtenida en unas pocas especies tales como tabaco, tomate y petunias, todas solanáceas. Pero las instalaciones y equipo de Rothamsted y de las otras dos unidades están engranadas para acometer el problema del trigo y de la cebada.

A diferencia de los tomates, por ejemplo, en los cereales sólo un selecto grupo de células bien organizadas, llamada el meristema, puede regenerar una planta. Simon Bright, de Rothamsted, dice que hay pocas partes de las plantas cereales capaces de iniciar la división celular. Consecuentemente, Bright recurre al embrión entero para obtener plantas nuevas haciendo crecer los embriones sobre agar impregnado con nutrimentos, hormonas de crecimiento, y sales. Variando los nutrimentos del agar, Bright produce una amplia variedad de mutantes bioquímicos. Desafortunadamente, este sistema está alejado del sistema unicelular que se presta fácilmente a la manipulación genética.

Esto significa que tendrá que desarrollarse otra manera de estudiar la naturaleza de un sólo gen extraño en células vegetales en crecimiento. Roger Hull, del John Innes Institute, está investigando a un promisor candidato para el cargo de vehículo para transportar DNA nuevo dentro de las células, el común virus del mosaico de la coliflor (Ca MV). En la naturaleza, el virus se mueve sistemáticamente a través de hospedantes susceptibles, multiplicándose en la mayor parte de las células. De esta manera, dice Hull en *Trends in Biochemical Sciences* (Vol 3, p. 254), los genes introducidos por la manipulación genética usando DNA del Ca MV deberían estar presentes en la mayor parte de las células y pueden ser mantenidos por el crecimiento corriente de las plantas. Hull ha mostrado en el laboratorio que el material de doble cadena del virus se adhiere y fusiona al DNA de la célula vegetal manteniendo una identidad separada.

Pero, a diferencia con la investigación con animales, no hay información sobre la estructura y secuencia de los genes vegetales. El Dr. Ben Mifflin y sus colegas de Rothamsted están tratando de identificar y dividir en pedazos aquellas secciones del DNA vegetal responsables de poner en clave el almacenamiento de proteínas en las semillas de cereales. Esto lo están efectuando aislando primero el mRNA que ellos identifican porque les permite elaborar las proteínas en un tubo de prueba. Estas proteínas tienen sólo pequeñas cantidades de lisina, el aminoácido nutritivamente importante, pero Mifflin afirma que con esta información sería posible confeccionar un gen artificial que incorpore a la proteína una mayor cantidad de lisina.

Desafortunadamente, los protoplastos de cereales rehusan tencamente a multiplicarse y crecer y no pueden todavía ser usados como vehículo para probar DNA recién sintetizado o

natural. Consecuentemente, Mifflin pasa sus segmentos de su RNA recién identificados al equipo del Plant Breeding Institute, cerca de Cambridge, quienes entonces incorporan el material genético en células bacterianas. Sin embargo, el nuevo programa en Rothamsted comprende acudir a un experto, Emrys Thomas, que organizará una nueva unidad para acometer no sólo la regeneración de los protoplastos tomados del trigo y de la cebada sino también la fusión de los protoplastos. Si la fusión asexual puede ser obtenida entre plantas que no se cruzan por medios sexuales, entonces será más fácil la tarea de mover los genes de una planta a otra.

¿Pero cuáles son las metas de este programa? Los entusiastas predicen que el sueño de transferir la capacidad de fijar nitrógeno de ciertas bacterias a toda clase de cereales, quizás reduciendo nuestra dependencia de los fertilizantes, podría volverse realidad. Podría ser así. O quizás se encontrará un gen que puede pasar la eficiencia fotosintética más grande de algunas plantas comunes tropicales (Cf. *Turrialba* vol 21 p. 4) a cultivos alimenticios que crecen en climas templados. Mifflin y otros están escépticos sobre alcanzar rápidamente estas metas porque antes de todo se conoce muy poco sobre la organización y control de las células vegetales ordinarias. También dice Mifflin que es mejor comenzar investigando los sistemas más simples de genes que regulan, por ejemplo, la resistencia a las plagas o el almacenamiento de proteínas específicas. Solamente la fijación del nitrógeno en bacterias está controlada por lo menos por 30 a 40 genes, explica, y sin tomar en cuenta las complejidades del DNA de la célula vegetal del hospedante, la tarea de producir la combinación "correcta" de genes se vuelve casi insuperable.

Impacto del trigo en la nutrición de la India

Hasta el descubrimiento del maíz Opaco-2 rico en lisina en 1963-1964, los programas de investigación no estaban generalmente enfocados a metas nutritivas específicas sino dirigidos a acelerar el progreso agrícola e impartir una mayor estabilidad a la producción. Esto ha motivado que M.S. Swaminathan, uno de los agonistas de la revolución verde en la India, examine si las estrategias de la investigación de los últimos 15 años, asociadas con las variedades de altos rendimientos de trigo y de mijo, han ayudado o impedido a alcanzar mejores patrones de nutrición (*Ceres* julio-agosto 1978).

Es bien conocido que el área sembrada con trigos de altos rendimientos en India se incrementó grandemente, de cuatro hectáreas en 1964 a cuatro millones en 1971. La producción se elevó de 12 millones de toneladas en 1975 a más de 28 millones en 1976, resultante de aumentos tanto en área como en rendimiento. Varios estudios han indicado que la expansión del área bajo trigo se realizó a expensas del garbanzo, frijol de palo (*Cajanus indicus*), otras leguminosas, y cebada. Como resultado, ha habido una declinación en la disponibilidad per cápita de granos leguminosos en la India, lo que ha hecho pensar si la revolución en la producción de trigo en realidad ha tenido un impacto adverso sobre la nutrición.

Según Swaminathan, los técnicos del Instituto Internacional para los Trópicos Semiáridos (IITSA en español e ICRISAT en inglés), J.G. Ryan y M. Asokan, han analizado los datos sobre esta cuestión. Han llegado a la conclusión de que si no se hubieran introducido las variedades nuevas de trigo, la producción anual de proteína durante 1974-75 en los seis Estados trigueros se hubiera reducido en los siguientes porcentajes:

proteína	10,0%
energía	13,5
metionina	15,5
triptófano	11,3
leucina	5,9
isoleucina	2,0

En realidad, comparada con la situación en 1965-66, la producción efectiva de nutrimentos en los seis Estados fue más alta durante 1974-75 en los siguientes porcentajes:

producción total	22%
proteína	20
energía	22
lisina	7
metionina y cistina	21
triptófano	33
leucina	16
isoleucina	12

De esta manera, desde el punto de vista de la nutrición, la sustitución del garbanzo y otros cultivos por trigo después de 1966 condujo no sólo a un aumento en la producción de energía por hectárea sino también en la de proteína.

Ryan y Asokan han calculado que por cada hectárea adicional de trigo se produjeron 35 kg de proteína y 2.527 megacalorías de energía más que si en esa hectárea se hubiese sembrado garbanzo. Por consiguiente, una estrategia de mejoramiento genético orientada principalmente hacia rendimientos altos ha tenido en el caso del trigo también un impacto favorable en el bienestar alimenticio de la gente.

No se debe concluir, de esto, que se deberían reemplazar las legumbres de grano con cereales de altos rendimientos. La combinación legumbre-cereal en la dieta neutraliza la deficiencia de lisina en el cereal y promueve una alimentación más balanceada. Pero sería equivocado suponer que las necesidades nutritivas completas pueden ser cubiertas por la vía del cereal, aunque esto sea teóricamente posible. Lo que está claro, sin embargo, es que a menos que se pueda mejorar el rendimiento potencial de las legumbres de grano, el agricultor reemplazará una legumbre de bajo rendimiento con un trigo de alto rendimiento, particularmente si tiene acceso al riego. La única forma de evitar esos cambios será el desarrollo de variedades de legumbres de altos rendimientos que no sacrifiquen su calidad. La alternativa de mantener incentivos de precios, dice Swaminathan, anulará el mismo propósito para el cual se necesitan las legumbres de grano, esto es, el suministrar una fuente barata de proteína.

Gusano que controla las malezas coquito

Las larvas de una mariposa podrían un día controlar a las malezas coquito púrpura (*Cyperus rotundus*) y coquito amarillo (*C. esculentus*) en los cultivos que ellas invaden.

Los investigadores Kenneth E. Frick y Rebeca F. Wilson, de Stoneville, MS, establecieron una colonia de laboratorio de larvas de *Bactra verutana*, colectadas en el campo. Los estudios de laboratorio revelaron que las larvas preferían los coquitos a una dieta preparada artificialmente. Antes de proceder a las liberaciones de campo, fue necesario un conocimiento detallado del comportamiento de las larvas.

Los estudios preliminares revelaron que las liberaciones de campo deberían ser iniciadas inmediatamente después de la siembra. Mientras el cultivo esté demasiado pequeño como para sombrear a las malezas, los coquitos crecen rápidamente. Liberaciones masivas de saturación con larvas se recomiendan debido a que las bajas temperaturas de mediados de mayo a fines de junio tienden a frenar el desarrollo larval. La liberación de un promedio de cinco larvas por brote poco después que aparezcan los brotes del coquito dará como resultado el que todos los brotes estén infestados durante un período de tres semanas (*Agricultural Research*, octubre 1978).

Las larvas son dañinas después de una sola liberación temprana y son más móviles y menos canibales que lo que se presumía. Las liberaciones en serie causan el mayor daño a las malezas y constituyen el control biológico más promisor del coquito. Se requieren ensayos de campo adicionales antes de que esta larva sea considerada como un método corriente de control del coquito.

Pérdidas económicas causadas por la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia^{*1/}

PABLO GUZMAN**, M.R. DONADO***, GUILLERMO E. GALVEZ**

ABSTRACT

Losses due to bean anthracnose, were of 88, 82, 74, 72, 29 and 2 per cent when the plants were infected the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th and 7th week after emergence for the tolerant variety 'Diacol-Andino'. The losses were relatively higher for the susceptible variety 'Diacol-Nima': 95, 87, 88, 84, 77, 38, and 27 per cent for the same periods, respectively. The proportion of losses were about the same in the first semester of the year but the amount of them were half of those occurred during the second semester of the year. This semester is characterized by more frequent and heavy rains, as well as lower temperatures which favors the development and dissemination of the fungus.

Introducción

LA ANTRACNOSIS del frijol, debida al hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. bajo condiciones de temperaturas debajo de 20°C, y alta humedad relativa, causa severas pérdidas en el campo como también es responsable del daño en las vainas en tránsito a los mercados (7).

La mayoría de los agricultores en Latinoamérica guardan su propia semilla, y luego el inóculo primario llevado por la semilla puede ser el inicio de una devastadora epidemia, particularmente cuando hay una sucesión de estaciones favorables al patógeno (5).

En Malawi, el factor limitante de la producción de semilla de frijol de buena calidad en los principales cultivos de invierno es la antracnosis. Si las siembras se retardan por 3-4 semanas pueden ocurrir pérdidas casi completas de cultivos. Con las siembras normales de noviembre, es posible obtener producciones económicas, pero la calidad de la semilla es pobre. (6).

Antes del uso de semilla libre de la enfermedad muchos de los cultivos de frijol en Florida se perdieron por la Antracnosis. En 1950 las condiciones de disseminación y desarrollo de la antracnosis fueron favorables y las pérdidas causadas se estimaron en US \$ 1.400.000 (9).

Buriticá (1) en Colombia, ha estimado en un 20 por ciento las pérdidas causadas por las enfermedades: roya, pudriciones radicales y antracnosis en frijol (1). En México se han registrado en la región Central pérdidas hasta de un 100 por ciento (2).

El presente trabajo se encaminó a determinar bajo condiciones experimentales las pérdidas económicas, debidas a la antracnosis en frijol, en una zona donde la enfermedad ocurre endémicamente por las condiciones favorables existentes para su desarrollo.

Materiales y métodos

El trabajo se efectuó en los campos de la Secretaría de Agricultura del Cauca, Popayán, Colombia, situadas a 1.600 m.s.n.m., 1.600 mm de precipitación anual, 20°C de temperatura promedio anual y 80 por ciento de humedad relativa durante el segundo semestre de 1974 (noviembre/74 - Febrero/75, 74A) y el primer semestre de 1975 (abril/75 - julio/75, 75B).

Se utilizaron dos variedades: 'Diacol-Andino', de crecimiento determinado, tolerante a la antracnosis, grano mediano, color bayo moteado de crema, y 'Diacol-Nima', de crecimiento determinado, susceptible a la antracnosis, grano mediano, color rojo moteado de crema. Las parcelas tratadas comprendieron cuatro surcos de 5 m cada una. La distancia entre surcos fue 0,6 m y cada parcela estuvo separada 2 m por cada lado. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas con parcelas mayores (variedades) y subparcelas (tratamientos) con cuatro repeticiones.

* Recibido para la publicación 5 de diciembre de 1978

1/ Parte de una tesis realizada en CIAT para optar al título de Ingenieros Agrónomos de los dos primeros autores.

** Asistente de Investigación y Patólogo del Programa de Frijol de CIAT, respectivamente. Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia

*** Ingeniero Agrónomo particular.

Los tratamientos comprendieron 7 inoculaciones realizando una cada semana a parcelas diferentes durante 7 semanas, simulando diferentes épocas de aparición del hongo. Se dejó un testigo protegido todo el ciclo vegetativo con una mezcla de fungicida.

El testigo se protegió durante todo el ciclo vegetativo, para el período 74B con una mezcla de Benlate + Dithane M-45 (0,5 kg/ha + 4,0 kg/ha, respectivamente) y para el período 75A con una mezcla de Benlate + Difolatan 80 (0,5 kg/ha + 3,5 kg/ha, respectivamente).

Para los tratamientos a fin de evitar la enfermedad antes de las fechas programadas para la inoculación, se protegieron las parcelas así: para el período 74B, una semana antes del tratamiento con Dithane M-45 (6,0 kg/ha), y dos semanas antes o más, con una mezcla de Dithane M-45 y Benlate (4,0 + 0,5 kg/ha, respectivamente), y para el período 75A, una semana antes, con Difolatan 80 (3,5 kg/ha) y dos o más semanas

Cuadro 1.—Efecto de la antracnosis en plantas de las variedades 'Diacol-Andino' y 'Diacol-Nima', afectadas en diferentes épocas de desarrollo en el segundo semestre de 1974 en Popayán, Colombia.

Variedad susceptible: Diacol-Nima		
Período de infección	Rendim kg/ha	Pérdidas %
1ª Semana ^{1/}	59	95
2ª Semana	140	87
3ª Semana	134	88
4ª Semana	185	84
5ª Semana	268	77
6ª Semana	701	38
7ª Semana	819	27
Testigo	1121	0
Variedad tolerante: Diacol-Andino		
Período de infección	Rendim kg/ha	Pérdidas %
1ª Semana ^{1/}	163	88
2ª Semana	250	82
3ª Semana	265	80
4ª Semana	346	74
5ª Semana	374	72
6ª Semana	951	29
7ª Semana	1313	2
Testigo	1327	0

1/ Parcelas inoculadas artificialmente a los intervalos indicados para causar una epidemia artificial

Cuadro 2.—Efecto de la antracnosis en plantas de las variedades Diacol-Andino y Diacol-Nima, afectadas en diferentes épocas de desarrollo en el primer semestre de 1975 en Popayán, Colombia.

Variedad susceptible: Diacol-Nima		
Período de infección	Rendim kg/ha	Pérdidas %
1ª Semana ^{1/}	656	36
2ª Semana	676	33
3ª Semana	718	30
4ª Semana	815	16
5ª Semana	822	13
6ª Semana	797	22
7ª Semana	815	20
Testigo	1012	0
Variedad tolerante: Diacol-Andino		
Período de infección	Rendim kg/ha	Pérdidas %
1ª Semana ^{1/}	823	45
2ª Semana	879	42
3ª Semana	1008	33
4ª Semana	1128	25
5ª Semana	1274	15
6ª Semana	1366	8
7ª Semana	1420	5
Testigo	1491	0

1/ Parcelas inoculadas artificialmente a los intervalos indicados para causar una epidemia artificial

antes, con Difolatan 80 + Benlate (3,5 + 0,5 kg/ha, respectivamente).

Para la evaluación del daño se obtuvo el rendimiento por parcela de los dos surcos centrales dejando 0,5 m por cada extremo de surco para eliminar el efecto de bordes.

Resultados

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de rendimiento y porcentaje de pérdidas con respecto al testigo, para cada variedad y tratamiento para los períodos 74B y 75A, respectivamente.

Para el período 74B se observaron diferencias altamente significativas (0,01) entre tratamientos (7 semanas de inoculación y el testigo protegido) para ambas variedades. No hubo diferencias significativas entre los

rendimientos de las variedades. Se observó que si la enfermedad afecta a las plantas las mayores pérdidas ocurren durante las primeras cinco semanas de crecimiento, y, aún cuando las pérdidas son aún elevadas disminuyen considerablemente para las plantas infectadas en la 6ª y 7ª semana.

Para el período 75A el análisis de varianza registró valores altamente significativos (0,01) tanto para variedades como para tratamientos. Los rendimientos en ambas variedades fueron mayores debido a que las condiciones fueron ligeramente desfavorables al patógeno. Sin embargo, se determinaron pérdidas hasta de un 45 por ciento en la variedad tolerante y de un 36 por ciento para la variedad susceptible cuando las plantas fueron afectadas en su primera semana de crecimiento.

Datos posteriores corroboran que el primer semestre del año las condiciones son menos favorables al desarrollo de la enfermedad.

Discusión

La curva de pérdidas está asociada con la madurez fisiológica de la planta (2), y, con las condiciones ambientales presentes durante el desarrollo del patógeno. Una curva similar de pérdidas fue determinada para el virus del mosaico común del frijol (BCMV) (3). Las pérdidas observadas en la variedad susceptible 'Diacol-Nima' en la 7ª semana de inoculación de un 20 por ciento indica la importancia económica de esta enfermedad, más aún cuando en esta época de desarrollo está la formación de vaina y granos, los cuales son frecuentemente atacados. Los resultados de ambos semestres muestran que bajo condiciones favorables o ligeramente desfavorables al hongo, no hacer ningún tipo de control representa pérdidas entre un 95 por ciento a un 45 por ciento, respectivamente cuando la enfermedad proviene de semilla infectada, portadora del inóculo primario. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en ensayos de evaluación de fungicidas para su control (4).

Estas pérdidas determinadas durante el desarrollo de la enfermedad desde la primera hasta la séptima semana tanto en una variedad considerada tolerante como en la susceptible, demuestran la necesidad urgente de incorporar el gen *are*, donador de resistencia a las razas prevalentes en Latinoamérica, para incrementar la producción del frijol efectivamente en un futuro cercano.

Resumen

Pérdidas debidas a la antracnosis del frijol se determinaron mediante inoculaciones artificiales a intervalos de una semana a partir de la primera semana después de la emergencia hasta la séptima semana. Estas pérdidas fueron de 88, 82, 80, 74, 72, 29 y 2 por ciento para las plantas infectadas 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7 semanas después de su emergencia, respectivamente, para la variedad considerada tolerante 'Diacol-Andino'. Estas pérdidas fueron relativamente más altas para la variedad susceptible 'Diacol-Nima': 95, 87, 88, 84, 77, 38 y 27 por ciento para los mismos períodos, respectivamente. La proporción de pérdidas fue del mismo orden, no así la cantidad de las mismas para la siembra del primer semestre del año, las cuales fueron casi la mitad de las sufridas en el segundo semestre. Este semestre es más favorable para la enfermedad por ocurrir lluvias más frecuentes e intensas y por lo tanto temperaturas más bajas, que permiten un desarrollo y una diseminación favorable del hongo.

Literatura citada

- BURITICA, P. Estimación de pérdidas causadas por las enfermedades en las plantas de Colombia. Noticias Fito-patológicas N° 4 1972.
- CRISPIN, A. Viabilidad de semilla y de un patógeno en frijol. Agricultura Técnica en México 3(1): 3-6 1970.
- GALVEZ, G E y CARDENAS, M. Pérdidas económicas causadas por el virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV) en 4 variedades de frijol. Proceedings of the American Phytopathology Society, 1974. Vol. 1, 242 p.
- GUZMAN, P, DONADO, M R. y GALVEZ, G E. Control químico de la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Colombia. Turrialba 29(1): 59-63 1979.
- LEAKEY, C L and SIMBWA-BUNNYA. Races of *Colletotrichum lindemuthianum* and implications for bean breeding in Uganda. Annals of Applied Biology 70 (1): 25-34 1972.
- PEREGRINE, W I H. A preliminary note on chemical control of bean Anthracnose in Malawi. PANS 17 (1): 47-50 1971.
- WALKER, J. Variation in disease reaction within bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Journal Australian Institute of Agriculture Science 26 (12): 363-366 1960.
- YERKES, W. D., Jr, y CRISPIN, A. Antracnosis del frijol. Agricultura Técnica en México 1 (2): 12-14, 46 1955.
- ZAUMEYER, W J., and THOMAS, H R. A monographic study of bean diseases and methods for their control. USDA Technical Bulletin 868 1957. 255 p.

Notas y Comentarios

Cooperación internacional en la lucha contra el barreno del ganado

Una cooperación establecida entre México y Estados Unidos promete nuevos progresos en la lucha contra el barreno del ganado (*Cochliomyia hominivorax*). El control biológico de esta plaga mediante el programa de machos estériles tiene ya 16 años y el mejor año en esta historia ha sido 1977.

La mosca pone sus huevos en cualquier herida abierta del ganado vacuno, de los que salen las larvas que comienzan a penetrar en la herida y llegan a crecer hasta 13 milímetros de largo. La herida abierta atrae más moscas, que ponen más huevos, y pronto el animal está perdido. De esta manera, el barreno del ganado causa millones de dólares de pérdidas cada año al atacar al ganado en todo México y también invadiendo estacionalmente el suroeste de los Estados Unidos.

El número total de casos confirmados de barreno de ganado en los Estados Unidos en 1977 fue de sólo 457 comparado con 29 671 para el año anterior. Texas, normalmente el estado más intensamente infestado, estuvo libre de la mosca del barreno por el periodo más largo en cualquier verano del que hay registros y tuvo un total de sólo 39 casos. El programa del barreno tiene la meta de erradicar esta plaga del suroeste de los Estados Unidos y la mayor parte de México.

El gran progreso en el control del barreno resultó primordialmente de: a) un sistema mejorado de dispersión; b) uso de una raza mejorada de moscas; y c) la capacidad aumentada de moscas estériles de una nueva planta productora en Tuxtla Gutiérrez, México (*Agricultural Research* October 1978). La sustitución en Texas de los aviones del Departamento de Agricultura por aviones alquilados ha liberado a los aviones del USDA para su uso en México para prevenir el movimiento hacia el norte, hacia Estados Unidos, de las moscas del barreno.

Una nueva raza de moscas, denominadas 009, ha sido desarrollada y colocada en producción en masa. La nueva raza fue originada de 50 masas de huevos colectados de ocho cantones del sur de Texas y combinada sistemáticamente para asegurar una representación genética a cada uno de esos ocho lugares. La producción de moscas estériles, en el nuevo laboratorio en Tuxtla Gutiérrez, duplicó el número de moscas estériles disponibles para ser liberadas. El progreso continuado y el establecimiento de una nueva barrera en la región de Tuxtla Gutiérrez a través del istmo de Tehuantepec pueden significar la eliminación del barreno del ganado como una amenaza económica al ganado vacuno de los Estados Unidos.

Cambio de sexo que aumenta la producción de peces

Científicos de la Stirling University en Escocia han efectuado una sorprendente rotura de frente con el descubrimiento de un método para "persuadir" a las tilapias a cambiar de sexo. Con sólo agregar pequeñas cantidades de hormonas masculinas al agua del tanque, el equipo que comprende científicos en Kenia y Malasia, ha producido solamente peces machos (*New Scientist* vol 81, p. 78).

La crianza paraliza el crecimiento de las tilapias hembras; y estas comienzan a tener crías a las ocho semanas de edad cuando sólo tienen unos pocos centímetros de longitud. Esto significa que el crecimiento de las hembras prácticamente se paraliza en una etapa temprana, y son así fáciles presa de peces más grandes y de otros depredadores. En comparación, la tilapia macho puede pesar dos kilogramos en un año.

Así es que el equipo de Stirling se propuso criar sólo machos. Se concentraron en el desarrollo de la tilapia como

alevín, antes de que el sexo del pez estuviese fijo. Eventualmente se encontró que colocando pequeñas cantidades de hormonas en los tanques que contenían la freza, poco tiempo después de nacidos los alevines, se obtenían mortallas de sólo machos.

Los investigadores pueden producir actualmente mortallas de 2 000 a 3 000 pececillos al mes, pero esperan subir la producción a 30 000 por mes cuando se termine su nuevo estanque de cría.

El Dr. Donald Roberts, director de la unidad de patobiología acuática de la universidad, manifiesta que seis gobiernos han mostrado interés en el proyecto. Considera que, plenamente desarrollado, el sistema sería capaz de producir muchos miles de toneladas de alimento al año. Tiene un potencial masivo. La tilapia es un pez de agua dulce popular en Africa y el Sudeste de Asia, donde se la explota en estanques familiares ya establecidos y en los que esta técnica se puede implantar enseguida. Kenia y Malasia, explica Roberts, están particularmente bien preparados para este tipo de proyecto ya que tienen una tradición de interés y logros en la piscicultura tropical.

Conferencia Internacional de Editores Científicos

Se ha convocado a la Segunda Conferencia Internacional de Editores Científicos, que se realizará en Amsterdam, del 13 al 17 de octubre de 1980. El certamen está organizado con el auspicio de Elsevier Publishing Company, firma que quiere celebrar su centenario en esta forma, y en colaboración con las asociaciones afiliadas a la Federación Internacional de Editores Científicos.

La conferencia tiene como objetivo continuar las discusiones iniciadas en la primera reunión, en Israel, sobre el crecimiento de las publicaciones científicas, sus funciones sociales e intelectuales y diversas técnicas. El tema provisional de la conferencia será "La Transferencia de Información Científica: gente, métodos y medios". Los temas que se tratarán incluirán políticas editoriales, el status del editor, revisión de manuscritos, normas, estilo y terminología, nexos entre las publicaciones primarias y secundarias.

La secretaria de la conferencia es Helena Tombal, y la dirección es: Elsevier Scientific Publishing Company, P.O. Box 330, 1000 AH Amsterdam, Holanda.

Publicaciones

ICDN. En 1978 ha comenzado a circular una carta noticiosa trimestral, *International Coin Development Newsletter (ICDN)*, destinada a fomentar el desarrollo de la industria de la fibra de coco (bonote), buscando nuevos usos para este subproducto que, al producirse en gran volumen en la industria de la copra y del aceite, crea problemas para su eliminación. A fines de esta década, los precios de los sustitutos sintéticos se han incrementado considerablemente y se han descubierto algunas de sus desventajas. Esto ha hecho volver las miradas hacia fibras como la de coco que no es tan inflamable y que no emite gases tóxicos en su combustión. Para eso se formó la Asociación Internacional para el Desarrollo de la Fibra de Coco, con sede en Suecia, una de cuyas actividades es esta publicación. Además de sus usos conocidos como felpudos y pisos, se están estudiando otros como relleno de muebles y asientos de automóviles, mezcla con cemento, filtros para drenaje y acondicionadores de aire, mezclas con caucho, etc. La dirección es: Box 7605, S-103 94 Stockholm, Suecia.

Effect of antitranspirants on growth and production of grain sorghum^{*1/} _____ A. KUGANATHAN**, SP PALANIAPPAN**

COMPENDIO

Se llevaron a cabo experimentos de campo en la Universidad Agrícola Tamil Nadu, en Coimbatore, India, durante las estaciones de verano y de monzón de 1977, con sorgo de grano ('C 5 H 5') en condiciones de abastecimiento limitado de agua. Los resultados revelaron que los antitranspirantes aumentaron significativamente el número efectivo de hojas, el índice de área foliar (LAI) a la floración, y avanzaron el número de días hasta el 50 por ciento de la floración en 2 a 3 días. Los antitranspirantes también tuvieron una influencia significativa sobre el número de panículas emergidas por parcela, número de raquis por cabeza, tamaño de la cabeza, y peso de mil granos. Durante las últimas etapas del crecimiento del cultivo, los antitranspirantes tendieron a inducir la senescencia de las hojas más viejas. El rendimiento en grano aumentó en un 12 por ciento como promedio en la estación del monzón. La producción de materia seca también aumentó significativamente en un 8 por ciento sobre el testigo. Los antitranspirantes no tuvieron efecto adversos sobre la fotosíntesis. La aplicación a los 45 días después del sembrío fue la más eficaz.

Introduction

ENOUGH success has been achieved with antitranspirants as an approach to improve the internal water balance of the plants thereby increasing the dry matter production and grain yield. Antitranspirants have been reported to increase the total dry matter production (9, 11) and their effect on net photosynthetic rate was not detrimental (14). Fuehring (3) obtained a mean grain yield increase of 5 to 17 per cent with the application of phenyl mercuric acetate (PMA), atrazine and folicote (a film forming type), sprayed on grain sorghum at various times of under limited moisture supply. Over a five year period and under limited irrigation, Finkner *et al.* (2) found that foliar applied atrazine at 250 g/ha resulted in increase in yield of grain sorghum from 2.6 per cent to 11.3 per cent with an average of 6.2 per cent. Under dryland conditions, the yield increase ranged up to 25 per cent. The canopy sprays of kaolin resulted in an additional yield of 446 kg/ha or 11 per cent over the unsprayed control, averaged over three years (15)

Hence it appears possible to increase the yield of dry sorghum with antitranspirants under limited water supply. This study was undertaken to investigate the effect of antitranspirants on grain sorghum

Materials and methods

Field experiments were conducted at Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, during the summer and monsoon seasons of 1977 under conditions of limited water supply to study the effect of antitranspirants on grain sorghum 'CSH 5'. The soil of the experimental fields was well drained sandy clay loam with low available N (142 kg/ha), medium available P (147 kg/ha) and high available K (197 kg/ha). The rainfall received in the summer season was 253.3 mm in 10 rainy days and during monsoon season it was 477.9 mm received in 25 rainy days. The average maximum and minimum temperatures were 34.51°C and 22.49°C during summer, and 31.93°C and 22.46°C during monsoon season.

Three factors *viz* moisture levels, antitranspirants and times of application of antitranspirants were studied in split plot design with three replications. The treatment details are given in Table 1.

* Received for publication September 5th, 1978

1/ Part of M.Sc. (Ag.) thesis submitted by the senior author to Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore

** Post-graduate Scholar, and (3) Associate Professor, Department of Agronomy, Tamil Nadu Agrl. University, Coimbatore-641-003, India

Table 1.—Treatment details.

(a) Main plots	
(i) Moisture levels - 2	
M ₁ - 2 irrigations at vegetative (30-35 days) and flowering (65-70 days) stages in addition to sowing irrigation	
(ii) Time of application of antitranspirants - 3	
T ₁ - Application at 45 days	
T ₂ - Application at 60 days	
T ₃ - Application both at 45 and 60 days	
(b) Sub-plots (Antitranspirants) - 4	
A ₁ - Control (Water spray)	
A ₂ - Atrazine as Gessaprim ¹ at 250 g c p/ha	
A ₃ - Kaolin ² 6 per cent (W/V) suspension	
A ₄ - Power oil ³ (E-9267) 1 per cent (V/V) emulsion	

Plot size:

Gross = 6.30 x 1.35 m; Net: 4.95 x 2.55 m

Spacing = 45 x 15 cm Fertilization = 90, 45, 45 kg N, P₂O₅ and K₂O/ha

	Summer	Monsoon
Date of sowing:	March 3, 77	July 25, 77
Date of harvest:	June 15, 77	Nov. 5, 77

Note: 1 Gessaprim, a commercial product, contains 50 per cent a.i. of atrazine.

2 Kaolin was supplied as Nekolin lumps by the Neyveli Lignite Corporation, Neyveli

3 Power oil was supplied by Krishi Oil Corporation, Bangalore.

Plant height was measured at flowering (60 days). Number of effective leaves was counted at flowering and on 90th day. Leaf area index at flowering was computed as per the method of Stickler *et al* (16).

$$LAI = \frac{ML4 \times MW4 \times 0.747 \times N}{S}$$

Where:

LAI = Leaf area index

ML4 = Maximum length fourth leaf.

MW4 = Maximum width fourth leaf

N = Number of effective leaves

S = Spacing in cm.

Yield attributes such as number of panicle per plot, length and breadth of the panicle, number of rachis per earhead and thousand grain weight were measured

at maturity. Total dry matter production was determined by oven drying the above ground portion of the plant at 80°C and recording the weight. Grain yield was recorded at 14 per cent moisture and straw yield after sun drying the straw.

Results and discussion

The treatments failed to register a significant influence on growth and yield components due to the continued and unusual rainfall received after flowering in summer. Also, the rainfall received up to 45 days was meagre. Thereafter it was more or less uniformly distributed during the later stages of crop growth. Hence the available soil moisture was kept well above the critical level of 50 per cent and no moisture stress developed. As a result the summer crop behaved just like a bulk crop and the treatments had no effect on the crop. Hence the discussion is mainly oriented to the results obtained in the monsoon season.

Growth Components

The data on the effect of antitranspirants on growth components are presented in Table 2.

Plant height at flowering High moisture level registered an increase in plant height (156.15 cm) at flowering compared to low moisture level (153.37 cm). Moisture stress in the early stage of growth might have reduced the plant height by shortening the internodes as reported by Robins and Domingo (13). There was no significant difference between different antitranspirants and also between times of application.

Number of effective leaves at flowering High moisture level registered a higher number of effective leaves (8.65) than low moisture level (8.29). Antitranspirants increased the number of effective leaves, the increment over control being highly significant. Water stress at an earlier stage might have induced the drought resistant mechanism of control plants to come into operation by hastening the leaf senescence (4). Antitranspirants reduced the evapotranspiration for about 15 days and increased the ASM* when applied during stress period. It resulted in better availability of water, thus alleviating the adverse effects of water deficit to a certain extent. Antitranspirants also increased the RWC* of leaves and maintained it for about 12 to 15 days after application, thereby controlling the internal water deficit also. Combination of these effects could have reduced the drought senescence and increased the number of effective leaves at flowering (8). Antitranspirants were particularly effective when applied at 45 days when stress conditions were beginning to develop.

Number of effective leaves at 90 days. High moisture level registered a significant reduction in number of effective leaves (6.23) when compared to low moisture level (6.43) due to better translocation of

Table 2.—Effect of antitranspirants on growth attributes - Monsoon 1977.

Treatments	Plant height cm	N ^o of leaves		LAI flowering	Days to 50% flowering
		60th day	90th day		
<i>Moisture levels</i>					
1. Low	153.37	8.39	6.43	5.997	65.55
2. High	156.15	8.65	6.23	6.143	64.26
S.E.D	0.50	0.03	0.04	0.019	0.19
C.D	1.11	0.06	0.10	0.012	0.40
<i>Time of applications of antitranspirants</i>					
1. On 45th day	154.58	8.60	6.48	6.151	65.04
2. On 60th day	154.28	8.41	6.34	6.004	65.58
3. Both on 45th & 60th day	155.50	8.56	6.35	6.090	64.49
S.E.D	0.61	0.04	0.06	0.023	0.22
C.D	N.S	0.08	N.S	0.051	0.48
<i>Antitranspirants</i>					
Control	154.05	8.37	6.16	5.953	66.32
Atrazine	155.33	8.71	6.36	6.218	64.26
Kaolin	155.51	8.57	6.46	5.951	64.32
Power oil	154.15	8.64	6.35	6.152	65.26
S.E.D	0.91	0.05	0.09	0.044	0.24
C.D	N.S	0.11	N.S	0.088	0.49

nutrients from the leaves to the earhead, as a consequence of drying of lower leaves.

Neither antitranspirants nor the times of application of antitranspirants had significant influence at 90th day. A comparison of this fact with the data on the number of effective leaves at 60 days is interesting. At 60 days both antitranspirants and the times of application showed highly significant differences in the number of effective leaves. Application of antitranspirants at 60 days resulted in lesser number of effective leaves on 90th day when compared to application at 45th day. This indicated that antitranspirants, when applied after boot leaf stage, tended to induce leaf senescence. It could be stated that antitranspirants have some physiological effect on senescence and translocation.

LAI at flowering High moisture level recorded a higher LAI (6.143) than low moisture level (5.997), the increase being highly significant. The reduction in LAI under low moisture level may be attributed to the decreased cell size and intercellular volume caused by moisture stress (7). Antitranspirants increased the

LAI and the increase was highly significant. Antitranspirants reduced the ET* and ASM considerably, thereby alleviating the soil water deficit to some extent. Also, they effectively controlled the internal water deficit through increased RWC and hence the leaf senescence did not occur. Application at 45 days was more effective than application at 60 days since the observation was made just on the day of application in the latter case.

Days to 50 per cent flowering. High moisture level advanced the 50 per cent flowering (64.26 days) compared to low moisture level (65.53 days) and this effect was highly significant. Sufficient leaf area is required to synthesize enough of the floral stimulus for floral initiation (12). As discussed earlier, more leaf area was available under high moisture level which would have provided sufficient floral initiating auxins for early flowering.

Atrazine caused the earliest flowering (64.24 days) followed by kaolin (64.32 days) and power oil emul-

* ASM = Available Soil Moisture; RWC = Relative Water Content; ET = Evapotranspiration.

sion (65.26 days). This earliness was significant over control (66.32 days). Antitranspirants reduced the ET, increased the ASM and RWC. All these mitigated the soil and plant water deficits. Hence, enough leaf area was developed to synthesize sufficient floral stimulus to allow initiation and this could be the reason for the advancement of 50 per cent flowering. Application at 45 days advanced the flowering since the application coincided with the peak vegetative stage.

Yield components

The data on effect of antitranspirants on yield components are presented in Table 3.

Number of panicles per plot. High moisture level recorded greater number of panicles per plot (164.4) than low moisture level (159.67). The lost growth during panicle initiation and development stages might have resulted in choking of earheads and hence less viable panicles. Antitranspirants increased the number of panicles per plot significantly. Obviously, antitranspirants provided a favourable environment for growth and development of the crop through increased ASM,

RWC, number of effective leaves and LAI, which resulted in increased photosynthesis and production of panicles. Application at 45 days was more effective since stress symptoms were beginning to develop at that time and the crop was at its critical peak vegetative stage.

Length of the panicle. Greater earhead length was recorded in high moisture level and antitranspirant treated plots and it was significantly superior to low moisture level. Soil water stress during early stages of panicle development might have resulted in shorter panicles in low moisture level and control plots (1).

Breadth of the panicle. High moisture level and antitranspirants increased the breadth significantly. The reduction in breadth of earhead in control plots might be due to water stress 5 to 15 days prior to ear emergence which reduced the grain set per spikelet because of reduced assimilation (10). Antitranspirants reduced this stress effects during the most critical stage viz, boot leaf stage, thereby increasing the grain set per spikelet, which ultimately resulted in higher breadth of the earhead.

Table 3—Yield components and yield - Monsoon 1977

Treatments	No of panicles/plot	Earhead length cm	Earhead breadth cm	No of rachis	Thousand grain weight g	Dry Wt of dry matter g	Grain yield (kg/ha)	Straw yield (kg/ha)
<i>Moisture levels</i>								
1 Low	159.7	27.80	4.37	59.4	22.34	12681	3816	8728
2 High	164.4	29.15	4.53	60.0	22.29	12770	3847	8720
S.E.D	0.7	0.24	0.04	0.5	0.26	211	178	95
C.D	1.6	0.52	0.09	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
<i>Times of application of antitranspirants</i>								
1 On 45th day	160.7	28.48	4.43	59.6	22.45	12842	3921	8857
2 On 60th day	158.5	28.15	4.43	59.5	22.05	12528	3712	8599
3 Both on 45th and 60th day	166.9	28.80	4.48	60.1	22.44	12794	4010	8720
S.E.D	1.4	0.29	0.05	0.7	0.31	278	217	118
C.D	3.1	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S.
<i>Antitranspirants</i>								
1 Control	158.6	27.78	4.22	58.1	21.66	2009	3502	8766
2 Atrazine	165.6	29.06	4.62	60.4	23.03	13115	4164	8792
3 Kaolin	163.8	28.61	4.52	60.7	22.77	13013	4128	8792
4 Power oil	160.1	28.46	4.43	59.8	21.81	12889	3923	8612
S.E.D	0.9	0.38	0.09	0.6	0.44	130	27.4	319
C.D	1.9	0.78	N.S.	1.2	0.90	909	561	N.S.

Number of rachii per earhead. Antitranspirants had marked influence on the number of rachii per earhead. They increased the ASM by reducing the ET. They did not affect the root growth and uptake of nutrients (5). Dry matter production was increased by increasing the RWC and LAI. This, consequently, resulted in the production of higher number of rachii per earhead.

Thousand grain weight. Antitranspirants had an appreciable influence on thousand grain weight and this effect was highly significant. The reduced test weight in control plants could be attributed to the adverse effect of moisture stress during pre-flowering stage. The increased test weight with antitranspirants was due to the increased supply of assimilates during the pre-flowering period because of increased ASM and greater amount of photosynthates.

Total dry matter production (DMP)

Antitranspirants significantly increased the dry matter production. On an average the dry matter production was increased by about 8 per cent over control. Reduced DMP in control plots could be attributed to water stress at early stages which affected the photosynthesis directly by affecting various biochemical processes and indirectly by reducing the intake of CO₂ through stomata (7). The increased dry matter production due to antitranspirants could also be attributed to the favourable soil and plant water status in the treated plots. Sorghum fixes most of the CO₂ into C compounds such as malic and aspartic acids (6) and on several occasions fairly high rates of photosynthesis were obtained when stomata appeared to be closed since stomatal closure is not a satisfactory explanation for reduced photosynthesis (6). Hence, no adverse effect of antitranspirants on photosynthesis and DMP was observed.

Grain yield

Antitranspirants significantly increased the yield (Fig. 1). Atrazine (4164 kg/ha) and kaolin (4128 kg/ha) were on par with power oil (3923 kg/ha) but were significantly superior to control (3502 kg/ha). The increased yields due to applications of antitranspirants could be attributed to combination of several factors. As discussed earlier, antitranspirants increased the ASM during early stages, thereby eliminating the severe effects of soil moisture stress. They also increased the RWC, which in turn, controlled the internal water deficits. Treated plants had more LAI. Fifty per cent flowering was advanced which prolonged the reproduction phase, facilitating greater diversion of photosynthates to the earheads. Also later formed flowers were affected by heavy rainfall and this resulted in poor setting of grains in control plots. Antitranspirants also favourably influenced the yield components. They had increased the number of panicles per plot. Also, earhead size has been increased which probably resulted in increased grain number per earhead. Alleviation of moisture stress with antitranspirants increased the produc-

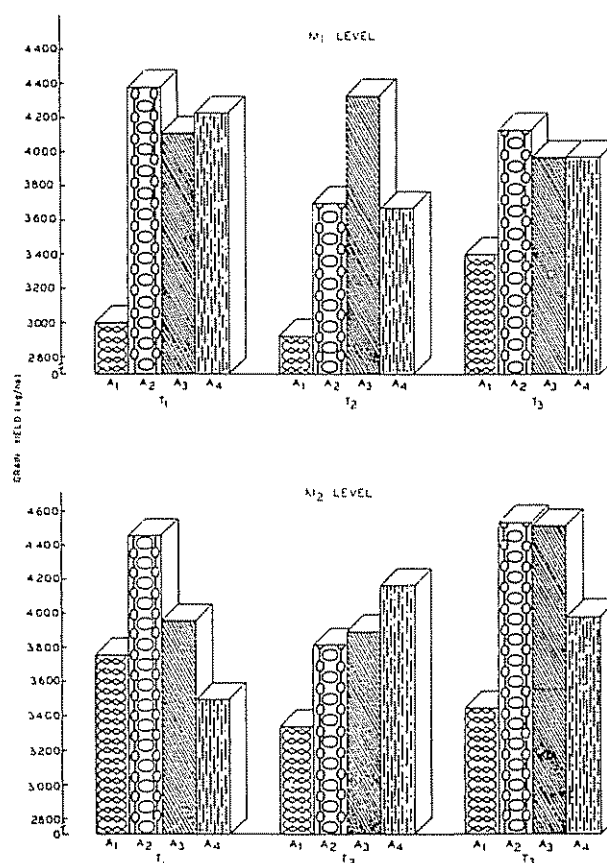


Fig. 1—Grain yield in the monsoon season.

tion of assimilates during pre-flowering period and resulted in better development of the panicles. During later stages, antitranspirants accelerated the senescence of leaves. As a result the stored assimilates in the senescing leaves might have been translocated to the earheads. The cumulative effect of all these factors might have resulted in significant increase in grain yield and the average increase was about 12 per cent over control.

Acknowledgement

The senior author wishes to gratefully acknowledge the financial help given by the Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, in the form of junior fellowship during the course of this study. He is also thankful to the Tamil Nadu Agricultural University for granting permission to publish his thesis.

Summary

Field experiments were conducted at Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India during the summer and monsoon seasons of 1977 on grain sorghum (CSH 5) under the conditions of limited water supply. The results revealed that antitranspirants significantly increased the number of effective leaves, LAI

at flowering and advanced the days to fifty per cent flowering by 2 to 3 days. Antitranspirants also had significant influence on number of panicles emerged per plot, number of rachis per earhead, size of the earhead and thousand grain weight. During later stages of crop growth, antitranspirants tended to induce the senescence of older leaves. Grain yield was increased by 12 per cent on an average in the monsoon season. Dry matter production was also increased significantly by about 8 per cent over control. Antitranspirants had no adverse effects on photosynthesis. Application at 45 days after sowing was most effective.

Literature cited

- 1 ADAMS, J.E. and ARKIN, G.F. Influence of water stress on panicle development and yield of grain sorghum. *Agronomy Abstracts*, 1977 p. 174.
- 2 FINKNER, R.E., FUEHRING, H.D. and H'HSI, D.C. Antitranspirant. *Sorghum Newsletter* 19: 16, 1976.
- 3 FUEHRING, H.D. Effect of antitranspirants on the yield of grain sorghum under limited irrigation. *Agronomy Journal* 65: 340-351 1973.
- 4 GALE, J. and HAGAN, R.M. Plant antitranspirants. *Annual Review of Plant Physiology* 17: 269. 1966.
- 5 GREEN, D.C., FERGUSON, W.S. and WARDER, E.G. Effect of decenyl succinic acid on ^{32}P uptake and translocation by barley and winter wheat. *Plant Physiology* 45: 1-3. 1970.
- 6 HATCH, M.D., SLACK, C.R. and JOHNSON, H.S. Further studies on a new pathway of photosynthetic CO_2 fixation in sugarcane and its occurrence in other plant species. *Biochemical Journal* 102: 417-422. 1967.
- 7 KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. *In: Plant and soil water relationships* New York, McGraw-Hill, 1969 pp 347-390.
- 8 KUGANATHAN, A. and PALANIAPPAN, S.P. Effect of antitranspirants on soil and plant water status in grain sorghum. *Indian Journal of Agricultural Science* 1978 (Under publication).
- 9 MIZRAHI, Y., SCHERINGS, S.G., MALIS ARAD, S., RICHMOND, A.E. Aspects of effect of ABA on the water status of barley and wheat seedlings. *Physiologia Plantarum* 31: 44-50. 1974.
- 10 MOSS, D.N., MUSGRAVE, R.B. and LEMON, E.R. Photosynthesis under field conditions II. Some effects of light, carbon dioxide, temperature and soil moisture on photosynthesis, respiration and transpiration of crop. *Crop Science* 1: 83. 1961.
- 11 PATIL, B.B. and RAJAT, D.E. Influence of antitranspirants on rape seed (*Brassica campestris*) plants under water stressed and non stressed condition. *Plant Physiology* 57: 941-943, 1976.
- 12 QUINBY, J.R. The genetic control of flowering and growth in sorghum. *Advances in Agronomy* 25: 125-162, 1973.
- 13 ROBINS, J.S. and DOMINGO, C.E. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. *Agronomy Journal* 45: 618-621. 1953.
- 14 SHIMSHI, D. Effect of chemical closure of stomata on transpiration in varied soil and atmospheric environments. *Plant Physiology* 38: 709-712. 1963.
- 15 STANHILL, G., MORESHET, G. and FUCHS, M. Effect of increasing foliage and soil reflectivity on the yield and water use efficiency of grain sorghum. *Agronomy Journal* 68: 329-333. 1976.
- 16 STICKLER, F.C., WEARDEN, S. and PAULI, A.W. Leaf area determination in grain sorghum. *Agronomy Journal* 53: 187-188, 1961.

Notas y Comentarios

El polen en el estudio de los insectos

Las imágenes del microscopio electrónico de barradura siguen abriendo fronteras a la investigación científica. La claridad en los grandes aumentos de los detalles facilita la clasificación y comparación de estructuras microscópicas, con una seguridad no disponible antes.

Tres científicos de Winnipeg, Canadá, W. J. Turnock, J. Chong y B. Luit, han desarrollado un método inmediato para identificar cuáles cultivos son visitados por unos noctuidos mediante microfotografías del microscopio de barradura. Muchas especies de estos lepidópteros causan daños severos a las plantas cortándolas al nivel del suelo (*Canadian Journal of Zoology*, vol. 56, p. 2050).

Mariposas de *Mamestra configurata*, criadas en el laboratorio, se pusieron por una noche en jaulas con plantas de nabo

en floración, y mariposas ferales se colectaron individualmente de una pared en un barrio de Winnipeg, adonde habían sido atraídas por rayos ultravioleta. Después de mirar con un microscopio a las proboscis de los insectos para ver si llevaban polen, se pegaba la cabeza del insecto en una plaquita de aluminio. Estas cabezas montadas se cubrieron, en el vacío, con una capa de oro de 80 nanómetros de espesor, y las muestras se examinaron con un microscopio electrónico de barradura.

La observación mostró que una proboscis de *Fischia discors* tenía adheridos granos de polen de una especie de compuestas y así para todos los casos. Se dedujo, de esta manera, cuáles plantas habían visitado las polillas antes de ser capturadas.

Este método será aún más útil cuando estén disponibles buenos atlas de granos de polen vistos por el microscopio electrónico de barradura.

COMUNICACIONES

The influence of growth regulators on aphid infestation in cotton

Resumo. Estudou-se a influencia da aplicação de reguladores de crescimento (CCC, SADH, GA e IAA) em algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L. cv. IAC-RM3, na infestação de *Aphis gossypii* Glover, 1876, em condições de casa de vegetação.

A realização de duas determinações no nível de infestação dos afídios, evidenciou que plantas tratadas com GA (100 ppm) mostram níveis inferiores de infestação com relação às tratadas com CCC.

Os resultados sugerem que GA promove alterações no equilíbrio hídrico da planta hospedeira e provavelmente redução no potencial osmótico diminui a disponibilidade hídrica, desfavorecendo o estabelecimento dos afídios.

Among insects, aphids are considered organisms which adapt more easily to the host plants, therefore physiological characteristics of the host plant have a significant effect on the aphids population (9). Kennedy (3) described the effect of growth, senescence, water status of plants, and resistance of crop varieties to aphid infestation.

Crop irrigation can promote aphid infestation (5). On brussels sprouts, *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) colonized old leaves and *Brevicoryne brassicae* (L. 1758) colonized young leaves. Wearing (10) showed that water stress had an effect on the type of aphid that would colonize young or old leaves: the alates forms of *B. brassicae* had a decrease in population but alates forms of *M. persicae* would move out from old leaves to the young top part of the plant.

Kennedy and Mittler (4) estimated that it was necessary to have a pressure of 20 to 40 atm in the phloem to maintain the normal flow of sap through the aphid stylet channel and provide a normal feeding condition to adult aphids. The aphids depend on the turgidity pressure from the host plant to have a normal feeding and this pressure acts in the sense to force sap ascension through the aphid stylet channel (7). The rate of aphid feeding and excretion on several pea varieties were determined by Auclair (1). He suggested that the differences observed could be related to osmotic pressure and turgidity pressure of these varieties and that the feeding rate of the aphids could be partially regulated by the plant.

Growth regulators applied in plants can promote changes in aphid infestation level. Tahori *et al.* (8) observed that leaves of *Nerium oleander* treated with 2, 4-dichlorobenzyltributylphosphonium chloride presented a lower aphid (*Aphis nerii* Bayer, 1841) infestation than plants treated with (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride (CCC), N, N-dimethylaminosuccinamic acid (SADH), or control. It was observed that brussels sprouts cultivar 'Wroxton' treated by soil application of CCC solution presented a significant reduction in longevity and fecundity, and an increased population rate in *Brevicoryne brassicae* 15 days after planting (9).

The purpose of this work was to determine the infestation level of the aphid (*Aphis gossypii* Glover, 1876) on cotton plants treated with CCC, SADH, gibberellic acid (GA) and 3-indoleacetic acid (IAA).

Materials and methods

The growth regulators were applied to cotton plants (*Gossypium hirsutum* L. cv. 'IAC-RM3') at the three-true-leaves stage. The growth regulators were sprayed on the plants according to the following concentrations: CCC (500, 1,000 and 2,000 ppm); SADH (2,000, 3,000 and 4,000 ppm); GA (100 and 200 ppm); and IAA (100 and 200 ppm). The level of natural aphid infestation was determined 30 days after the application of the plant growth regulators. At this time, each plant was artificially infested with 10 alates forms from *A. gossypii*. A second aphid infestation level on cotton leaves was determined 23 days after this artificial infestation.

Randomized blocks with 10 replications were used as experimental design. Each plot was represented by one pot with two plants. The average data of aphid infestation levels were transformed to $(X + 0.5)^{1/2}$ and the differences analyzed by Tukey's test at 1 per cent level of probability.

Results and discussion

The determinations of the natural infestation level of aphids 30 days after application of the growth regulators gave a significant F value of 4.06 (at 1% level) and a coefficient of variation of 23%. After

53 days of growth regulators application, the next determination of aphid infestations (natural and artificial) presented a significant F value of 7.48 (at 1% level) and a coefficient of variation of 15%.

There were significant differences on the levels of aphid infestation on cotton plants 30 days after application with GA (100 ppm) and CCC (1,000 and 2,000 ppm). These differences persisted through the second determination of aphid infestation at 53 days after application of growth regulators. At this time, the plants treated with CCC (500 ppm) were also significantly more attacked by aphids than GA (100 ppm)-treated plants (Table 1).

The above results indicated that cotton plants treated with GA (100 ppm) presented a smaller aphid infestation than plants that received CCC. Castro (2) observed a lower (more negative) leaf osmotic potential on tomato plants sprayed with GA when compared with plants treated with CCC. GA would promote the stomate opening (6), whereas CCC would promote an increase in the number of cells in the palisade tissue and reduce the intercellular spaces. This CCC effects results in an increase in the efficiency of the water movement in the tissues. Another possible mechanism for CCC action would be by an increase in the tolerance of plants to water deficit due to its interferences with GA biosynthesis and therefore on the stomate opening.

The dynamic of aphids colonization on plants and its feeding rate were directly affected by the osmotic potential of the host plant (1, 10). Since GA promotes

Table 1.—Average data of the aphid (*Aphis gossypii*) infestation on cotton plants 30 and 53 days after growth regulators applications; data transformed to $\sqrt{X + 0.5}$.

Treatments	Infestation Levels	
	30 days**	53 days**
Control	1.15 ab*	1.48 ab
CCC 500 ppm	1.27 ab	1.74 b
CCC 1,000 ppm	1.40 b	1.84 b
CCC 2,000 ppm	1.36 b	1.78 b
SADH 2,000 ppm	1.08 ab	1.49 ab
SADH 3,000 ppm	1.09 ab	1.40 ab
SADH 4,000 ppm	1.17 ab	1.54 ab
GA 100 ppm	0.85 a	1.21 a
GA 200 ppm	1.13 ab	1.51 ab
IAA 100 ppm	1.03 ab	1.45 ab
IAA 200 ppm	1.16 ab	1.47 ab

* Mean separation within columns by Tukey's test, at 1% level

** Data based on 10 replicates.

a decrease in the osmotic potential of plants in relation to CCC-treated plants, it is reasonable to admit that GA-treated plants would have less water available in the phloem causing an unfavorable environment to aphids feeding. GA-treated plants may show a higher degree of water stress due to the higher transpiration rates than plants that received CCC. Another factor to be considered is that CCC-treated plants, contrary to that GA-treated plants, presented a dwarf architecture due to the smaller internodes and this architecture may create a microenvironment more favorable to *A. gossypii*. The physiological effects of CCC and the micro-environmental condition can lead to an increase on the attack of other aphids which were not previously important to the crop.

Summary

The effect of growth regulators on the infestation of aphids (*Aphis gossypii* Glover, 1876) on cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. 'IAC-RM 3') was studied under greenhouse conditions. The following growth regulators were applied by spraying: (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride (CCC), N, N-dimethylaminosuccinamic acid (SADH), gibberellic acid (GA), and 3-indoleacetic acid (IAA).

In two determinations of the infestation level of aphids, a difference among treatments was found: GA-treated plants presented less aphid infestation when compared to the CCC treatments. The results suggested that GA (100 ppm) promoted differences in the water status of the host plant, probably decreasing the osmotic potential and consequently reducing the ease of aphid feeding.

Resumen

Se estudió la influencia de la aplicación de reguladores de crecimiento (CCC, SADH, GA e IAA) en el algodón, *Gossypium hirsutum* L. cv. 'IAC-RM3', en la infestación de *Aphis gossypii* Glover, 1876, en condiciones de invernadero. Dos determinaciones del nivel de infestación de áfidos evidenciaron que las plantas tratadas con GA (100 ppm) muestran niveles inferiores de infestación en relación con los tratados con CCC. Los resultados sugieren que el GA promueve alteraciones del equilibrio hídrico en la planta hospedante y probablemente disminuyendo el potencial osmótico y consecuentemente reduciendo la facilidad con que los áfidos se alimentan.

August 19th, 1977.

PAULO R C CASTRO*

C J ROSSETTO**

* Department of Botany, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, C.P. 9 Piracicaba, SP, Brasil

** Section of Entomology, IAC, C.P. 28, Campinas, SP, Brasil

REFERENCES

- 1 AUCLAIR, J. I. Developments in resistance of plants to insects Annual Report of the Entomological Society of Ontario 88:7-17 1958
- 2 CASTRO, P. R. C. Effects of growth regulators in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ph.D. Dissertation. S. Paulo University. Piracicaba, Brazil 1976 148 p
- 3 KENNEDY, J. S. Physiological condition of the host-plant and susceptibility to aphid attack Entomologia Experimentalis et Applicata 1:50-65 1958
- 4 ——— and MITTIER, T. E. A method of obtaining phloem sap via the mouth-parts of aphids Nature 171:528 1953
- 5 IEES, A. H. Insect attack and the internal condition of the plant Annals of Applied Biology 13:506-515 1926
- 6 IIVNE, A. and VAADIA, Y. Stimulation of transpiration rate in barley leaves by kinetin and gibberellic acid Physiologia Plantarum 18:658-664 1965
- 7 MITTLER, I. E. Studies on the feeding and nutrition of *Tuberculolabus salignus* (Gmelin) (Homoptera: Aphididae). I. The uptake of phloem sap. Journal of Experimental Biology 34: 334. 1957
- 8 YAHORI, A. S., HALEVY, A. H. and ZEHLER, G. Effect of some plant growth retardants on the oleander aphid *Abhis nerii* (Boyer). Journal of the Science of Food and Agriculture 16: 568-569 1965
- 9 Van EMDEN, H. F. Effect of (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride on the rate of increase of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). Nature 201: 946-948 1964
- 10 WEARING, C. H. Selection of brussels sprouts of different water status by apterous and alate *Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae* in relation to the age of leaves Entomologia Experimentalis et Applicata 15: 139-154 1972

"Vapona"* affecting color of a lepidopteron

Sumario. El color de un esfingido se encontró que cambiaba cuando estaba expuesto a emanaciones de "Vapona".

In a Black Light trap run at the University of Maryland, Eastern Shore, Princess Anne, Maryland, it was found that *Enmorpha pandorus* (Hubner) (Lepidoptera, Sphingidae) showed considerable color variations. The killing agent used was a strip of "Vapona" at the bottom of the trap.

Specimens of this sphingid collected alive near security lights and the light trap all had the same green color. Wings from one side of field collected specimens were removed and placed in a box with a strip of the insecticide and the other pair used as a control. After overnight exposure the green color had changed to a mixture of olive green and orange, on exposure for 48 hours the lighter greens had completely bleached while the darker shades had turned to a bright orange.

Specimens of *Manduca sexta* (L.), *M. quinquemaculata* (Haworth), *Agrius cingulatus* (F.), *Dolba hyloeus* (Drury), *Ceratonia catalpae* (Bdv.) and *Xylophanes tersa* (L.) collected alive and compared to those found in the light trap did not show any changes in their colors.

* 2,2 - dichlorovinyl dimethyl phosphate. (Trade Mark. Shell Chemical Co.)

Over a two year period a total of 20 different species of sphingidae were collected at the location in Maryland.

The use of this pesticide in collections, because of its corrosive properties and the possible effect on the colors of the preserved material, should be carefully evaluated before it is used routinely.

Abstract The color of a sphingid was found to change when exposed to "Vapona".

February 2nd, 1979.

OSWALD ANDRADE**

** USDA, APHIS, PPQP, 26 Federal Plaza, New York, N. Y. 10007, U.S.A.

Studies on the growth of *Gossypium barbadense* cottons in India. III. Uptake of major, secondary and micro-nutrients.

Sumario. Una comparación de absorción de nutrimentos por 'Sujata', (un algodón desarrollado mediante selección del 'Karnak' de Egipto) y los dos cultivares creados en la India, 'Suvin' y 'PSH', mostró que durante la floración y fructificación, en la parte vegetativa de 'Sujata' permanecía más nitrógeno, fósforo y potasio. En 'Suvin' estos nutrimentos fueron utilizados rápidamente para el crecimiento reproductivo. Tanto el calcio como el magnesio mostraron una tendencia a elevarse en las partes fruteras desde la formación de los "squares" hasta la floración plena. Durante el crecimiento del cultivo, se encontró la máxima concentración de manganeso, de 140 ppm, en las hojas contra 28 ppm en el tallo. A la formación de los "squares" el contenido de zinc fue máximo (70 ppm) y después declinó rápidamente. En las partes fruteras, tanto el zinc como el manganeso mostraron una tendencia decreciente: el primero algo más rápida, alcanzando 30 ppm a la madurez. El contenido de cobre de las hojas y del tallo fue ligeramente más alto durante los primeros 30 días, pero permaneció en 13 ppm en el tallo, 12 ppm en las hojas y 6 ppm en las partes fruteras hasta la madurez. El cultivar enano y compacto 'PSH', sobre la base de unidad de área, removió apreciablemente menores cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso y zinc, exceptuando el cobre, y tuvo una más alta eficiencia en nitrógeno.

The uptake of nutrients by American cottons (*G. hirsutum*) at different stages of growth have been studied by many workers notably Dastur and Ahad (10), Olsen and Bledsoe (18), and Eaton and Ergle (12) who reported periodic changes in nutrient contents in relation to growth. Bhatt and coworkers (1, 3) have shown how nutrient uptake in cotton is related to plant architecture. In Egyptian cottons Crowther (7) made detailed studies on nitrogen content and its distribution in different plant parts. Jewitt (14) determined major nutrients and calcium content of Egyptian variety 'Sakel' in the Sudan at one stage only and found the yield to

be inversely related to growth and percentage composition of the plant. The present studies were undertaken in relation to the growth habit of *G. barbadense* cottons reported recently (2).

Materials and methods

The cotton varieties were grown in randomised blocks with four replicates. The sub-plot size for each variety in a replicate was 7.2 m × 6.0 m. The row to row distance was kept at 60 cm and plant to plant distance within the row was 30 cm with one plant per hole. The entire field was uniformly manured with 60 kg N, 30 kg P and 30 kg K each on per hectare basis. The crops were raised under irrigated conditions.

From the sampling rows in each replicate, two plants were removed at weekly intervals till the first picking of seed cotton when over 50% of the bolls were burst. This has been designated as the maturity stage. Only the above ground portions were sampled for chemical analysis. The samples collected from replicate one and three and from two and four were mixed separately and analysis was carried out in duplicate samples.

The total nitrogen (expressed as N₂) and phosphorus (as P₂O₅) were estimated colorimetrically. The other elements, i.e. potassium (as K₂O), Calcium (as Ca), magnesium (as Mg), manganese (as Mn), Zinc (as Zn), and copper (as Cu) were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer.

Results and discussion

When grown in summer, 'Sujata' had more nitrogen and potash in leaves than in winter (Table 1). Similarly, the bolls of summer grown crop also contained more nitrogen, phosphorus and potash. The quantities of three nutrients were still higher in the reproductive parts of 'Suvin'. It may be mentioned that 'Sujata' is a selection from the Egyptian variety, 'Karnak' and grew better in summer giving significantly higher yield of seed cotton than in winter (2). On the other hand, the indigenously bred variety, 'Suvin' could perform not only better but gave still higher yield than the summer crop of 'Sujata' through higher uptake and utilisation of nutrients by its reproductive parts as comparatively less quantities were contained in leaves and stem.

Table 1.—Nitrogen and mineral contents in plant parts at maturity

	In grams per plant					In mg per plant		
	Nitrogen	Phosphorus	Potash	Calcium	Magnesium	Manganese	Zinc	Copper
				<i>Winter var. Sujata</i>				
Leaf	0.29	0.09	0.43	—	—	—	—	—
Stem	0.34	0.16	0.83	—	—	—	—	—
Bolls	1.08	0.36	1.05	—	—	—	—	—
Total	1.71	0.61	2.31	—	—	—	—	—
				<i>Summer var. Sujata</i>				
Leaf	0.55	0.10	0.81	1.54	0.40	3.22	0.31	0.19
Stem	0.30	0.08	0.65	0.30	0.17	0.60	1.12	0.39
Bolls	1.50	0.52	1.55	0.84	0.30	1.80	2.61	0.36
Total	2.35	0.70	3.01	2.68	0.87	5.62	4.04	0.94
				<i>Winter var. Suvin</i>				
Leaf	0.37	0.07	0.37	1.11	0.14	2.03	0.74	0.20
Stem	0.32	0.10	0.37	0.60	0.24	1.14	1.55	0.50
Bolls	1.84	0.61	1.90	0.66	0.35	2.38	1.59	0.66
Total	2.53	0.78	2.64	2.37	0.73	5.55	3.88	1.36
				<i>Winter var. PSH</i>				
Leaf	0.25	0.04	0.26	0.90	0.10	1.25	0.50	0.13
Stem	0.23	0.03	0.24	0.35	0.18	0.53	0.98	0.34
Bolls	1.52	0.53	1.60	0.59	0.27	1.80	1.23	0.47
Total	2.00	0.60	2.10	1.84	0.55	3.58	2.71	0.94

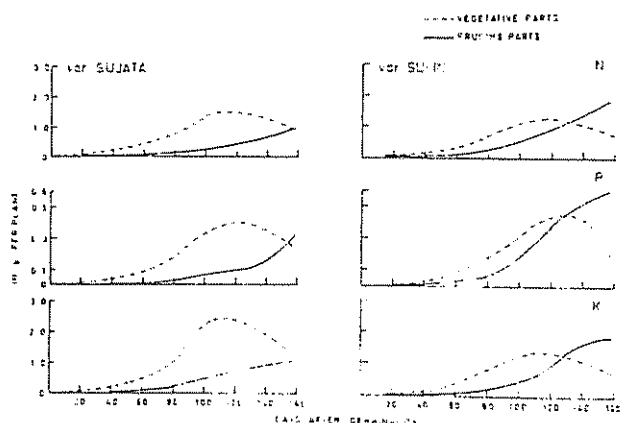


Fig 1.—Changes in nitrogen, phosphorus and potash contents of *cv* 'Sujata' and 'Suvin'.

Because of lower leaf-weight in 'Suvin', calcium and magnesium contents were lower than in 'Sujata'. The stem and branches in 'Suvin' had more calcium whereas bolls contained little less than in 'Sujata'.

Except the leaves manganese content was much higher in 'Suvin', when compared with 'Sujata'. The leaves of 'Suvin' contained over twice the quantity of zinc found in 'Sujata'. But the bolls of 'Sujata' had more zinc than 'Suvin' mainly concentrated in burs.

The leaves of both the varieties did not differ in their copper content. But the stem and bolls of 'Suvin' had appreciably more quantities of copper than 'Sujata'. The variety, 'PSH' by virtue of its dwarf and compact structure had considerably less quantities of major, secondary and micronutrients in its leaves, stem and bolls. The results confirm the previous findings of Bhatt and Appukuttan (1) that plant-architecture governs nutrient uptake in cotton.

In 'Sujata' nitrogen in vegetative parts increased after about 75 days when flowers began to appear and showed a decline with the bursting of early formed bolls (Fig 1). More or less a similar trend was noticed in 'Suvin' except that the fall in nitrogen level was more rapid after 130 days. When compared with 'Suvin' the rise in nitrogen content of the fruiting parts of 'Sujata' was slow. In 'Suvin' the fall in nitrogen content of the vegetative parts was accompanied with a quicker rise in the fruiting parts.

Unlike 'Suvin', the fruiting parts of 'Sujata' remained low in phosphorus content until after 135 days when there was a rapid rise. From flowering onwards the gap between phosphorus content of vegetative parts and fruiting parts of 'Suvin' was considerably narrow and after early boll-bursting stage large quantities were diverted for fruit development.

The curves for potash in 'Suvin' were similar to nitrogen whereas in 'Sujata' larger quantities remained in vegetative parts during peak flowering and bolling.

A comparison of nutrient uptake patterns of the two varieties showed that more quantities remained in

vegetative parts of 'Sujata' during the fruiting phase indicating lesser capacity for utilisation than 'Suvin'. Dastur and Narsimhachar (11) reported accumulation of nitrogen in the leaves of 'Giza-12' (a straight introduction from Egypt in the state of Karnataka) even at maturing stage though fertilizer treatments varied through different combinations of N, P and K. In his experiments on Egyptian cotton at four locations Crowther (5) found rapid migration of nitrogen into bolls at one place and retention in leaves at the other. On the contrary 'Suvin' maintained a more efficient transport of nutrients to fruiting parts from flowering onwards, especially from initial bursting of bolls to crop maturity. Dastur (8, 9) after his prolonged studies considered 3.3 N:1P:3.3 K a normal nutrient ratio at maturity for balanced growth and yield of the cotton plant. For winter and summer crops of 'Sujata', nutrient ratios were 2.8 N: 1 P: 3.7 K and 3.3 N: 1 P: 4.3 K respectively indicating unbalanced uptake. The nutrient ratios of 'Suvin' and 'PSH' were 3.2 N: 1P: 3.3 K and 3.3 N: 1P: 3.5 K respectively and nearly balanced.

The calcium content of leaves showed a rapid increase till about 110th day and practically no change thereafter (Fig 2-A). In stem it fell gradually and after the square stage remained at the same level upto maturity. In fruiting parts calcium percent was higher until early flowering followed by a decline and subsequently no change during advanced stages of boll development.

The fall till square formation stage and subsequent stabilisation of magnesium percent of leaves and stem showed a parallel trend (Fig 2-B). The rise and fall in fruiting parts was the same as in calcium. The results are more or less similar to those reported by Dastur and Ahad (10) except for rising trends in leaves and fruiting parts. Lancaster (17) found close relationship between the percentage of magnesium in the cation exchange complex of the soil and magnesium content

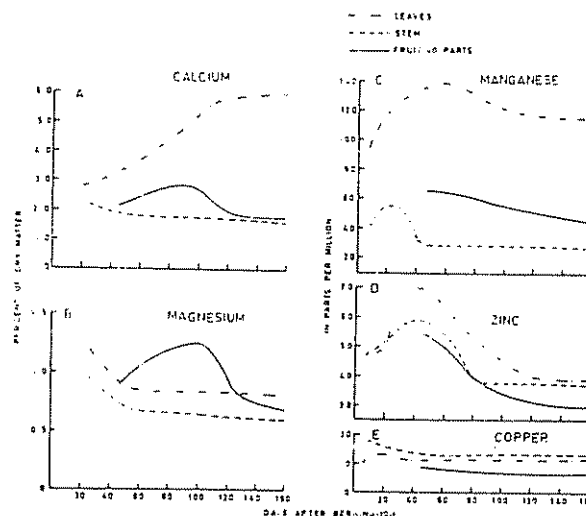


Fig 2.—Calcium and magnesium per cent, and manganese, zinc and copper in parts per million on dry weight basis - *cv* 'Suvin'

Table 2.—Nitrogen and other nutrients removed in kg/ha

Variety	Nitrogen	Phosphorus	Potash	Calcium	Magnesium	Manganese	Zinc	Copper	Nitrogen efficiency
Sujata (Summer)	133	39	170	152	46	0.32	0.23	0.05	21
Suvin	143	41	150	134	41	0.31	0.22	0.07	21
PSH	113	31	119	104	31	0.20	0.15	0.05	27

of cotton leaves. Above 25 mg/100 gm of leaves indicated balanced requirement of magnesium. It will be seen that the leaves of 'Suvin' contained over 75 mg of magnesium from flowering to maturity.

In leaves, manganese rose from 90 ppm to nearly 140 ppm just before flowering and then fell until 100th day, and remained practically unchanged upto maturity (Fig 2-c). The rise during seedlings stage followed by a steep fall until square formation and no change thereafter was the pattern for manganese content of stem. In fruiting parts there was a gradual fall from 5 ppm in the beginning to 45 ppm at maturity. The changes in manganese content of different parts of cotton plant have not been reported so far. Joham et al (15) in their nutrient culture study found manganese content of leaves to vary from 14 to 2000 ppm, that of stem from 5 to 495 ppm and in seeds from 12 to 28 ppm and concentrations below these values were associated with deficiency and above them with toxicity. It will be seen from Fig 2-C that maximum concentration of 140 ppm manganese was in the leaves and the minimum (28 ppm) was in the stem. Thus the upper limits noticed by Joham et al (15) may be due to higher availability of manganese in solution culture with neutral or little lower pH.

In leaves, zinc increased up to square formation stage and decreased rather rapidly until the opening of the first formed boll (Fig. 2-D). A similar trend was noticed in stem where further decrease did not occur after the onset of flowering. Like leaves, fruiting parts also showed a progressive decline till early boll bursting. Kruglova (16) reported values of about 10 ppm in cotton plants but did not set critical levels for deficiency.

With a slight rise and fall from seedling to square stages, copper content of leaves remained the same at subsequent stages (Fig 2-E). The stem had maximum amount of copper during early growth but after flowering, followed the same trend as in the leaves. The copper content of fruiting parts fluctuated within the narrow limits of 8 to 6 ppm. The importance of copper as a micronutrient for cotton is well realised as Churchman et al (4) have reported increase in number and size of bolls in plants treated with copper sulphate.

On unit area basis 'Suvin' removed little more nitrogen and phosphorus than 'Sujata', but less of potash,

calcium and magnesium (Table 2). The micronutrients were removed in more or less equal quantities. The differences may be attributed to higher yield of seed cotton by 'Suvin' and to a large plant structure produced by 'Sujata'. Among the three varieties, 'PSH' removed appreciably less quantities of all the nutrients except copper. Compared with the equally high yield of seed cotton by 'PSH' (2), it appeared to be the most efficient among the three varieties for utilization of absorbed nutrients and productivity as it also displayed higher nitrogen efficiency by giving more seed cotton per unit of nitrogen removed.

Foaden and Mackenzie (13) were perhaps the first to estimate total nitrogen removed by the cotton crop in Egypt. They reported that a crop yielding 2100 kg/ha removed about 68 kg nitrogen. Subsequently Crowther (5, 6) found that crops given medium and closer spacing than the one reported by Foaden and Mackenzie (13) gave the same yield but removed 112 kg N/ha. In comparison with the yield given by 'Sujata', 'Suvin' and 'PSH' (2), quantities of nitrogen removed by these varieties were little higher than those reported by Foaden and Mackenzie (13). The differences may be due to the retention of more number of green leaves at maturity by these crops at Coimbatore in India. A compact plant type with higher fruiting coefficient (1, 2) and when properly spaced would therefore utilise the absorbed nutrients more efficiently and economically.

Summary

A comparison of nutrient uptake by 'Sujata' (a cultivar developed through selection from 'Karnak' from Egypt) and the two indigenously bred cultivars 'Suvin' and 'PSH' showed that during flowering and bolling, more of nitrogen, phosphorus and potash remained in vegetative part of 'Sujata'. In 'Suvin' these nutrients were utilised rapidly for reproductive growth.

Both calcium and magnesium showed a rising trend in fruiting parts from square formation to peak flowering. During crop growth maximum concentration of 140 ppm of manganese was found in leaves as against 28 ppm in stem. At square formation zinc content of leaves was maximum (70 ppm) and thereafter declined rapidly. In fruiting parts both zinc and manganese showed a downward trend, the former rather rapidly reach-

ing 30 ppm at maturity. The copper content of leaves and stem was slightly higher for about first 30 days but remained at 13 ppm in stem, 12 ppm in leaves and 6 ppm in fruiting parts till maturity.

The dwarf and compact cultivar 'PSH' on unit area basis removed appreciably less quantities of nitrogen, phosphorus, potash, calcium, magnesium, manganese and zinc except copper, with higher nitrogen efficiency.

Acknowledgement

We are grateful to Dr. K.V. Sreenivasan, Director: Central Institute for Cotton Research, Nagpur for his keen interest and encouragement

December 20th, 1978

J. G. BHATT

A. R. S. NATHAN

CENTRAL INSTITUTE FOR COTTON RESEARCH
REGIONAL STATION
COIMBATORE- 641003
INDIA

REFERENCES

- BHATT, J. G. and APPUKUTAN, E. Nutrient uptake in cotton in relation to plant architecture. *Plant & Soil* (Netherlands) 55:381-388 1971
- and NATHAN, A. R. S. Studies on the growth of *Gossypium barbadense* cottons in India. I. Plant development and yield of seed cotton. *Turrialba* 26:405-408 1976
- , RAMANUJAM, I. and APPUKUTAN, E. Growth and nutrient uptake in a short branch strain of cotton. *Cotton Growing Review* (London) 51:130-137 1974
- CHURCHMAN, W. L., RUSSEL, R. and MANNIS, J. F. Copper sulphate as a plant nutrient and soil amendment. *Tobacco, Cotton and truck crops for 1936*. *Crop Protection Digest. Bull. Ser. No. 65* 1937
- CROWTHER, F. The effects of variety, spacing, nitrogen and water supply on the development of the cotton plant and the rate of its absorption of nitrogenous fertilizer. *Royal Agricultural Society of Egypt Technical Bulletin No. 25* 1936 pp 1-50
- Experiments in Egypt on the interaction of factors on crop growth. 7. The influence of manuring on the development of the cotton crop. *Royal Agricultural Society of Egypt. Technical Bulletin No. 31* 1937 pp 37-70
- A comparison of plant development in the Sudan-Gezira and in Egypt. *Annals of Botany (N.S.)* 5:509-533 1944
- DASTUR, R.H. *Physiological studies on the cotton crop and their practical applications* (Published by the Indian Central Cotton Committee, Bombay Monograph No. 3 pp. 87-100) 1959
- The interrelationships between the uptake of nitrogen, phosphate and potash from the soil by the cotton crop. *Indian Journal of Agricultural Science* 32:119-128 1962
- and AHAD, A. Studies in the periodic partial failures of the Punjab-American cottons in the Punjab. XIV. Mineral metabolism of normal and *brak* affected plants. *Indian Journal of Agricultural Science* 15:65-74 1945
- and NARSIMHACHAR, S. G. Studies on growth and yield of Egyptian cotton under irrigated conditions in Mysore. I. The effect of manuring on morphological and reproductive characters. *Indian Journal of Agricultural Science* 32: 129-140 1962
- EATON, F. M. and ERGLE, D. R. Mineral nutrition of the cotton plant. *Plant Physiology* 32: 169-175 1957
- FOADEN, G. P. and MACKENZIE, W. G. Manures in Egypt and soil exhaustion. *Khedivial Agricultural Society. No. 1: 1899*
- JEWITT, J. N. Seasonal variations in the composition of young cotton leaves in the Sudan-Gezira. *Journal of Agricultural Science (U.K.)* 53: 89-91 1955
- JOHAM, H. E., AMIN, J. V. and TYLOR, D. M. Nutritional limitations and measurements of manganese and molybdenum availability cotton. *Proceedings of 17th Annual Cotton Improvement Conference. Atlanta, Georgia 1965* pp 37-43
- KRUGLOVA, Ye. K. Zinc and its forms in virgin and old irrigated soils of Golodnaya Steppe and in cotton plants. *Pochvovedenie. 7: 75-79* (English Translation pp. 718-722). 1964
- LANCASTER, J. D. Magnesium status of blackland soils of northeast Mississippi for cotton production. *Mississippi Agricultural Experimental Station Bulletin No. 560*. 1958
- OISEN, I. C. and BLEDSE, R. P. The chemical composition of the cotton plant and the uptake of nutrients at different growth stages. *Georgia Agricultural Experimental Station Bulletin No. 222* 1942

A new method for tracing nitrate movement in soil*

Sumario. Se llevaron a cabo investigaciones de campo y de laboratorio para probar el ion tiocianato (SCN⁻) como trazador para el ion nitrato (NO₃⁻) en estudios de lixiviación. Los resultados en los que se usó tiocianato fueron relacionados a aquellos en que se usó nitrato en estudios de lixiviación y percolación. Además, el tiocianato podría ser usado en estudios de movimiento de agua y de evapotranspiración.

Nitrate ion (NO₃⁻) itself, chloride (Cl⁻) ion and others have been used to monitor nitrate leaching in soil. But these ions naturally reside in soil, which made estimate of leaching more difficult. The present study introduced the thiocyanate ion (SCN⁻) as a tracer for nitrate in soil. Thiocyanate does not reside naturally in soil. It can be easily removed from soil after application by water extraction and determined colorimetrically by the addition of a drop of ferric chloride.

Soil Column Tests.

The relative miscible displacement patterns of nitrate and thiocyanate were compared by adding a mixture of the two ions to the tops of columns of soil. The mixture was leached and equal volumes of effluent were collected. Thiocyanate colour was developed by adding a drop of 0.5 N ferric chloride to 5 ml of effluent. Nitrate was determined by the phenoldisulphonic acid method. Wavelengths on spectrophotometer were set at 410 μ m for nitrate determination and at 470 μ m for thiocyanate determination.

Apart from the small amount of nitrate in soil and errors of measurement, the concentrations of nitrate and thiocyanate in successive volumes of effluent were

* The author is beholden to Professor W. V. Bartholomew, Visiting professor from North Carolina University, Raleigh USA for his guidance during this study.

similar. The results of a typical study are shown in Table 1 when the ions were applied at the top of a dry soil column

That thiocyanate was detected in the first effluents collected in column experiments shows that like nitrate (1), thiocyanate moves with water. In similar trials with horizontal soil columns applied thiocyanate was detected at the wetting fronts of sandy loam and fine sand soils. Water was moved along the soil column 52 cm long and 3 cm wide. Readings in absorbance after water extraction for samples collected at 4 cm intervals varied from 0.15 near point of thiocyanate application to 1.90 at the wetting front. The equivalent values for a fine sand column were 0.28 and 2.00.

Field Locations and Procedures

Two field sites at about 180 km apart were employed during the 1975 cropping season. One situated at Ibadan was on Alfisol of the Iwo series, and the other situated at Ikenne, was an Ultisol (oxic) of the Iju series. At the onset of the study both sites were planted to maize in the early season. During the late season beans were planted at Ibadan and cowpeas at Ikenne. The texture of the soil within the first 30 cm of the sites is a sandy loam, although it was coarser at Ibadan.

In the movement studies given volumes (2-3 ml) of thiocyanate solution were placed at 10, 20 and 30 cm depths in the soil at weekly intervals at two sites selected at random in each field. Slow placement of thiocyanate was performed using 0.164 cm plastic pipettes that were left in the field to mark the points of entry. The initial mean points of distribution were somewhat below the points of entry, the distances below in each instance being related to the soil water contents at the time of injection.

Movement observation were made at the end of each week by opening a shallow pit adjacent to the injection sites. Small samples of soil were taken at and in sequence below and above the points of injection

Table 1—Relative concentration of SCN and NO₃ in effluent solutions.

In successive 20 ml volumes of effluent	Relative absorbance	
	for SCN	for NO ₃
1st	0.88	0.87
2nd	0.85	0.91
3rd	0.82	0.92
4th	0.73	0.74
5th	0.42	0.43
6th	0.30	0.28
7th	0.24	0.27
8th	0.22	0.21
9th	0.21	0.19

by using a 1.6 cm diameter cork to remove about 6 cc of soil. Soil samples were extracted with water and thiocyanate colour was developed.

Results and Discussion

At Ikenne there were 42 movements observations at each placement depth during a period of 21 weeks. At Ibadan site there were 48 movement observations for each depth of placement during a period of 24 weeks. At both field sites the differences in movement were not statistically significant among the three depths of placement.

The weekly measurement of distance of thiocyanate movement for each depth at each site were added, and the means for the two sites and the three depths were found. The distances of thiocyanate movement under seasonal crop production are shown in Table 2 for

Table 2.—Vertical movement of thiocyanate tracer at different situation and rainfall regimes

Location	Treatment	Period (1975)	Rainfall (cm)	Drainage* (cm) water	Vertical Movement (cm)
Ibadan	Maize	May to Aug	49.9	37.6	134.3
Ibadan	Beans	Sept to Nov	29.7	12.6	45.1
Ibadan	Bare fallow	Sept to Nov	29.7	18.3	65.5
Ikenne	Maize	May to Aug	46.4	16.3	96.0
Ikenne	Bare fallow	May to Aug	46.4	19.6	115.2
Ikenne	Cowpea	Oct to Dec	18.8	6.5	39.2

* Calculated by using respective field capacity (%).

the two field sites. The results could have been exaggerated since the depths of measurement did not embrace all of the root zone of the cereal crops which sometimes extend to 1 m (for maize). Evapotranspiration due to roots would certainly reduce leaching.

However the data shown agree with the few seasonal distances of downward movement of nitrate already in literature. It has been suggested that appreciable amount of nitrate could be leached below a depth of 120 cm in a cropping season in East Africa (4). Generally evidence in literature (6) indicates that under rainfall regimes 50 - 100 cm in the tropics nitrate nitrogen will be moved downward between 50 - 100 cm.

Regression of the weekly distance (D_{cm}) of thiocyanate movement on weekly rainfall (R_{cm}) was performed for each depth at the two field sites. On several occasions the rainfall data could not be accurately reconciled with the time periods for movement observation. In those instances biweekly values were employed in the regression analyses. The regression coefficients for 10, 20 and 30 cm depths at Ibadan were respectively 3.96, 3.33 and 2.54, while r (correlation coefficient) values were 0.87, 0.76 and 0.76. The equivalent r values for Ikenne were 0.91, 0.88 and 0.90. Bates and Tisdale (2) had recorded a correlation of 0.96 for rainfall and nitrate movement. The combined regression equations for Ibadan and Ikenne were respectively,

$$D = 3.39R - 5.73 \quad (r = 0.78)$$

$$D = 3.10R - 5.60 \quad (r = 0.89)$$

The above equation indicate a strong relationship between thiocyanate leaching and rainfall. It is shown that a 1 cm rainfall above threshold amount could move thiocyanate (as a tracer for nitrate) by 3 cm.

The threshold rainfall (when upward or zero thiocyanate movement was recorded) at Ibadan was averagely 1.69 cm/week. Upward or zero nitrate movement in soil would normally occur when evapotranspiration exceeds water supply at a point in soil. The mean weekly potential evaporation recorded at Ibadan (3) for the experimental periods in 1975 (9/5/75 to 24/10/75 and 5/5/75 to 29/9/75) were respectively 2.37 and 2.21 cm/week. Smith and Montgomery (5) provided monthly means for Ibadan covering a number of years. For the season of the experimental work, May

through September, the weekly average was 2.59 cm. If the above figures are compared, it could be said logically that 75 per cent or more of water loss by evapotranspiration occurred from the 0-30 cm depth under cereal. Most of the roots of cultivated crop reside in the upper 10 - 20 cm horizon (1).

Apart from being a good tracer for nitrate, thiocyanate could be used also in evapotranspiration and water movement studies. It should be possible to distinguish and evaluate the root zone characteristics of different soils and climatic regions and of the several kinds of crop plants.

Summary

Positive field and laboratory investigations were carried out to test thiocyanate ion (SCN⁻) as a tracer for nitrate ion (NO₃⁻) in leaching studies. Results using thiocyanate were related to that using nitrate in leaching and percolation studies. Thiocyanate could in addition be used in water movement and evapotranspiration studies.

October 10th, 1978.

S O OJENIYI*
DEPARTMENT OF AGRONOMY
UNIVERSITY OF IBADAN
NIGERIA

* Now Senior Research Officer at Cocoa Research Institute of Nigeria P.M.B. 5234, Ibadan, Nigeria

REFERENCES

- 1 BARTHOLOMEW, W. V. Soil nitrogen. Supply processes and crop requirements. International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program. Technical Bulletin No 6. 1972 pp 40-66.
- 2 BATES, I.E. and TISDALE, S.L. The movement of nitrate through columns of coarse textured soil materials. Soil Science Society of America Proceedings 21:525-528. 1957.
- 3 LAWSON, T. L. Weather Bulletin Ibadan, Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture January-December. 1975
- 4 MILL, W. R. Nitrate accumulation in Ugandan soils. East African Agricultural Journal 19:53. 1953.
- 5 SMITH, A. J. and MONTGOMERY, R. F. Soil and land use in Central Western Nigeria. Benin. Government of Western Nigeria 1962. 7 p.
- 6 WILD, A. Limitations imposed by soil properties in shifting cultivation and soil conservation in Africa soils. Bulletin 24: FAO/SIDA/ARCN 1973

RESEÑA DE LIBROS

HUTCHINSON, JOSEPH; CLARK, GRAHAME; JOPE, E. M. and RILEY, R. The early history of agriculture; a symposium organised jointly for the Royal Society and the British Academy. Published for the British Academy by Oxford University Press, 1977. 213 p. £ 13 net.

La relación entre las primeras etapas de la civilización y el desarrollo de la agricultura, incluyendo la domesticación de plantas y animales, invención de instrumentos y técnicas de trabajo y la utilización compleja de los productos agrícolas en la alimentación, vestido y medicina, tiene que ser un campo de confluencia de muchas disciplinas, un tema en que la especulación juega un papel principal y en que la naturaleza y origen de nuevas evidencias científicas pueden hacer cambios profundos en corto tiempo.

El simposio organizado por la Sociedad Real y la Academia Británica, con la participación de 14 especialistas en plantas y animales domésticos o en arqueología y antropología, es una serie de discusiones que dan una visión parcial del problema. No puede esperarse que un tema tan vasto se cubra totalmente, ni que haya uniformidad de enfoques y opiniones. Pero el valor de esta publicación está en mostrar cómo operan las interrelaciones entre biología y arqueología, su contexto ecológico y sus implicaciones en estudios antropológicos.

El capítulo introductorio, "Domesticación y evolución social" (Grahame Clarke), enfoca los propósitos del simposio. Incluye también esquemas teóricos sobre la interrelación entre los factores que componen los ecosistemas, integrando la agricultura dentro de ellos. J. R. Harlan en "La distribución de plantas y animales en relación con la domesticación", previene sobre las inferencias que se pueden establecer sobre la distribución de los progenitores silvestres.

Dicha distribución está condicionada por cambios climáticos, efectos de la acción humana que pueda aumentar o disminuir su área de distribución, posibilidades de que los progenitores silvestres evolucionen al mismo tiempo que las formas cultivadas y efectos de la transdomesticación. El autor indica que no hay un proceso igual para todas las domesticaciones, y señala como posibles agrupaciones, tipos endémicos, semientendémicos, monocéntricos, oligocéntricos y nocéntricos.

W. van Zeist discute los "Restos macroscópicos de plantas alimenticias en relación con la evolución de los cultivos en el suroeste de Asia", señalando que esos restos permiten establecer que unos 6000 a.C. se cultivaban en el Cercano Oriente tres especies de trigo,

tres de cebada, cuatro leguminosas de grano y lino. "El manejo de la producción de alimentos" (A. Stensberg) se refiere principalmente al uso de herramientas para la preparación del suelo y la siembra. Pero el autor señala que ciertos principios, como que la agricultura original era un complejo en que se plantaban juntas varias especies, no es una regla general, y sobre la necesidad de enfocar el desarrollo de la agricultura primitiva con otros principios que los derivados de la experiencia moderna. B. Pickersgill y C. B. Heiser, Jr. discuten la "citogenética y los cambios evolutivos bajo la domesticación". Sostiene que a pesar de la mayor diversidad infraespecífica en las plantas cultivadas, no existen en ellas procesos especiales de evolución. Las fuerzas selectivas pueden crear diferencias en el número o la estructura de los cromosomas, pero rara vez se llega a una especiación o aislamiento total. En los cultivos de propagación vegetativa la selección por el hombre parece ser más intensa que la natural.

En la "Adaptación fisiológica en la producción de los cultivos" (L. T. Evans) se discuten las diversas formas de adaptación fisiológica, como el incremento en tamaño en los órganos de almacenamiento debido al mayor desarrollo en los sistemas de traslación y a la actividad más intensa del floema. En ciertos cultivos la fotosíntesis ha disminuido en términos de unidad de superficie foliar, pero está balanceada por una mayor área foliar y duración de la fotosíntesis. Es notable también la tendencia en domesticación a que los órganos en que se forman los materiales de reserva (hojas, tubérculos) están más cerca del órgano en que se almacenan (raíces, tubérculos). Los dos capítulos siguientes, "El manejo de animales en épocas primitivas" (M. R. Jarman) y "Las contribuciones de estudio al nivel molecular en la evolución de plantas y animales bajo domesticación" (E. M. Jope), cubren dos aspectos especializados en relación con los animales domesticados del Viejo Mundo.

El resto del libro se dedica a estudios por regiones o cultivos. G.H.S. Bushnell discute "El inicio y crecimiento de la agricultura en México", especialmente la serie arqueológica de maíz en Tehuacán. "La historia de la agricultura primitiva en América: investigaciones recientes y controversias" (N. Hammond) se refiere tanto a las series arqueológicas de México como el resto del continente y postula cuatro áreas de domesticación: el este de Estados Unidos, Mesoamérica, Perú y Amazonas-Orinoco. Sir Joseph Hutchinson en "India: cultivos locales e introducidos" presenta un lúcido estudio de las primeras etapas desde la cultura de Harappan 2500 a.C., compara la evolución bajo cultivo de especies introducidas y locales, y las de propagación sexual con las vegetativas. Insiste en la preservación de la

diversidad genética, frente a la tendencia de lograr la uniformidad varietal de los cultivos. T. T. Chiang ("Las culturas del arroz") analiza el origen de la domesticación del arroz corriente en el SE de Asia, y supone que los tipos de arroz inundados fueron los primitivos y de que de ellos se derivaron por selección humana los arroces de secano y los flotantes. La mezcla de variedades de diferente origen creó una diversidad continua, que produjo barreras de esterilidad y llevó a las formas anuales de alta productividad. La "historia de la agricultura en Europa" se cubre en dos capítulos, tierras altas (E. S. Higgs) y bajas (H. N. Jarman y J. L. Bay-Petersen) enfocadas especialmente desde el punto de vista económico. "El olivo en el Mediterráneo: cultivo y usos" (J. Boardman) es un estudio basado en fuentes históricas y literarias. En "Clima, suelo y hombre", G.W. Dimbleby discute el efecto de la agricultura en la degradación del suelo y los cambios en el microclima, derivados de prácticas agrícolas periódicas, como las quemadas, o continuas, como el pastoreo, especialmente en Inglaterra. R. Riley "Notas finales: la evolución de los cultivos y de la agricultura", revisa los artículos presentados y señala la necesidad de que arqueólogos y biólogos trabajen juntos y conozcan las ventajas y debilidades de los métodos que cada grupo usa en sus investigaciones.

JORGE LEON

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

MANUAL DE CONSERVACION DEL SUELO Y
DEL AGUA; instructivo. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1977, 248 p

El libro que nos ocupa viene a llenar un vacío en la literatura sobre conservación de suelos en español. Se trata de un texto de uso práctico en el que aparecen cuidadosamente escalonados los temas que permiten realizar un buen trabajo de conservación. El hecho de que para su realización hayan intervenido diversos especialistas de un país en que el problema de la erosión es grave y de que se presenten ejemplos reales, da mucho valor a esta obra que se vuelve así muy útil especialmente para los técnicos de países de habla española que tienen problemas similares.

Esta opinión surge de la lectura del Instructivo pero suponemos que el Manual, en un tomo aparte, tiene igual valor y los dos completan seguramente una obra de mucho valor.

El Instructivo mencionado consta de 10 capítulos divididos en dos grandes secciones: una dedicada a generalidades sobre la erosión y a los conocimientos necesarios para evaluarla y otra que se refiere a los medios para contrarrestarla.

Los primeros cuatro capítulos tratan del primer aspecto citado y en ellos hay profusión de datos e ilustraciones que aclaran el texto. El capítulo inicial nos habla de la mecánica de la erosión resumiendo en pocas páginas los efectos de la erosión y cómo evaluarlos cuantitativamente.

El capítulo segundo trata sobre los escurrimientos superficiales con los factores relacionados con la precipitación y aquellos que van asociados con la cuenca, para terminar con una sección sobre los métodos para determinar dichos escurrimientos.

El capítulo tercero contempla el manejo de suelos a partir de los estudios de uso actual para llegar a determinar la capacidad de uso de la tierra.

La sección dedicada a estudios termina con el capítulo dedicado a los estudios topográficos necesarios para fijar los límites de una cuenca, sus características y otros estudios necesarios para determinaciones útiles para un plan de conservación.

A partir del capítulo quinto se exponen las prácticas más convenientes para la conservación empezando con prácticas mecánicas, luego con prácticas vegetativas, es decir las que incluyen la utilización de plantas para el combate de la erosión. El capítulo séptimo se refiere a un aspecto adicional muy importante como es la captación de agua *in-situ*, necesaria para lugares con precipitación baja en donde lograr una cubierta vegetal durante un tiempo más largo representa además una protección contra la erosión.

Un corto capítulo sobre la erosión sólida da paso a otro sobre el control de cárcavas.

El libro termina con un capítulo relativamente extenso sobre el control de la erosión en terrenos no arables.

Cuatro apéndices completan el libro con datos y mapas para diversos cálculos explicados anteriormente.

Como se dijo anteriormente el Instructivo analizado es un libro muy valioso y casi completo. Habría sido útil por ejemplo completar los mapas de uso actual y de uso potencial, con el mapa topográfico y el mapa edafológico de la misma área. Esto habría dado mayor claridad a la explicación de los procesos de erosión y a su solución. Un pequeño error fácilmente corregible es el de poner con frecuencia m l. como metro lineal cuando el símbolo internacional es solo m.

En resumen, el Instructivo del Manual de Conservación del Suelo y del Agua es un libro recomendable que debería adquirirse en las bibliotecas universitarias pero que además prestaría gran servicio tanto a estudiantes de cursos de conservación como a técnicos que trabajan en este campo.

FAUSTO MALDONADO
PROGRAMA REGIONAL PARA EL DESARROLLO
DEL SUR DEL ECUADOR

HUECK, KURT. Los bosques en Sudamérica. Ecología, composición e importancia económica. Eschborn (República Federal Alemana), Sociedad Federal Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) 1978, 476 p. Mapa de gran formato.

En 1973, en la Universidad de Gotinga, bajo la dirección del profesor H Lampecht, el Ing. For. Dr. Ronald Brun, realizó la traducción de la obra del Dr. Kurt Hueck: "Die Wälder Sudamerikas", publicada en 1965, el mismo año en que murió el Dr. Hueck. Esta obra que debido al idioma, ha tenido poca divulgación en América Latina, ha sido ahora reproducida en un libro cuya impresión es impecable y cuyo tamaño es muy conveniente; el libro está distribuyéndose por diferentes organizaciones vinculadas con la cooperación técnica alemana, notablemente la GTZ.

Se trata esencialmente de una descripción relativamente detallada de los diferentes tipos de bosques de América del Sur, complementada con varios apéndices. Recoge las impresiones de numerosos años de estudios del autor y descripciones geográficas, ecológicas y florísticas de la vegetación de la región. Aparte de los bosques, hay otras zonas descritas como una sección titulada "las regiones sin bosque o pobres en bosques en Sudamérica (como por ejemplo las pampas, el pantanal, los llanos, etc.); al final hay un registro de nombres científicos y vulgares de los árboles. La obra es complementada con un mapa en colores admirablemente impreso a la escala relativamente grande de 1: 8 000 000 de la vegetación de América del Sur, con 88 categorías diferenciadas y numerosos símbolos adicionales que indican ciertas asociaciones particulares dentro de estas categorías, límites de distribución de ciertas especies, características relativas a inundaciones periódicas, condiciones especiales del suelo y ubicación de grandes industrias forestales.

El libro está ampliamente ilustrado con fotografías y es inevitable admirar la amplitud del terreno cubierto, sea a través de viajes personales del autor, así como revisiones de la extensa literatura que existía hasta 1964 sobre esta temática.

Inevitablemente mucho ha cambiado en los últimos 15 años no solamente en el aspecto de la vegetación misma sino en las mismas técnicas de describirla y clasificarla. Pero aún así, las descripciones para algunas zonas seguirán siendo las mejores que se disponen hasta la fecha. Además servirá de material de comparación para futuras descripciones.

El mapa, que en sus unidades mezcla aspectos ecológicos con aspectos geográficos, florísticos y fisionómicos, sin jerarquía obvia, debe usarse como un instrumento práctico, sin buscar una interpretación sistemática. De otra manera es difícil aceptar renglones como "vegetación andina de alta montaña sin mayor clasificación" o algunas otras subdivisiones notablemente de las "pluviselvas tropicales y subtropicales". Más criticable, sin embargo, es el intento de delinear con precisión a través de colores contrastantes los bosques de galerías en esta escala. Esto es el caso para bosques a lo

largo del río Paraná y sus afluentes y numerosos ríos de los Llanos y en el noreste de Brasil. Esto conduce a contrastes que saltan a la vista en el mapa y a esta escala, los bosques de galería, tales como figuran en el mapa, corresponden a fajas con una anchura de 40-80 kilómetros o aún mucho más a lo largo de numerosos ríos, algunos de ellos poco significativos. Esto es absolutamente irreconciliable con la realidad y hubiera sido mucho más lógico indicar simbólicamente la presencia de estos bosques de galerías en vez de pretender delinearlos con contornos y colores contrastantes. Afortunadamente el texto no es tan específico como el mapa.

En todo caso, el libro constituye una muy útil contribución a la ciencia forestal en idioma español que deberá ser parte de la literatura básica de profesionales tanto en el ramo forestal, como de la ecología forestal y en general para los que se interesan por la biogeografía de América del Sur.

GERARDO BUDOWSKI

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

FOURTH SCIENTIFIC CONFERENCE. Chemisierung der Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen,* 1977. Leipzig, DDR, Institut für Tropische Landwirtschaft, Karl Marx University, 1978. 4 vol.

Como parte de su programa en apoyo a los países en desarrollo, la Universidad K. Marx en Leipzig realiza conferencias periódicas sobre problemas importantes de la agricultura. Entre el 27 de junio y 7 de julio de 1977 se realizó una conferencia del problema del uso adecuado de productos agroquímicos en la producción de plantas en los trópicos y subtropicos.

Los dos primeros volúmenes se dedican a aspectos relacionados con abonamiento mientras que los dos últimos discuten aspectos de plaguicidas, herbicidas y sustancias reguladoras de crecimiento. La obra total contiene 62 trabajos que presentan los puntos de vista de los investigadores del Instituto y de los participantes extranjeros, provenientes de 29 países.

En el primer volumen se estudia en más de 200 páginas en 10 trabajos más que todo aspectos generales del uso de abonos usando ejemplos de Asia, Africa y de la República Democrática Alemana. Al ser cuatro de los artículos presentados en inglés, estos serán fácilmente entendibles para los que no leen alemán.

Merece atención especial algunos trabajos como por ejemplo el del Prof. Pagel donde se analiza la importancia del uso de los productos agroquímicos como clave del aumento y del abaratamiento de la producción agrícola. El estudio de enzimas en el uso de abonos

* (Usos de productos químicos en la producción de plantas en los trópicos y subtropicos).

químicos como parte de programas globales de uso de productos agroquímicos es también interesante y presenta aspectos pocas veces analizados en la literatura.

En el 2º volumen, de más de 200 páginas, se discuten aspectos más específicos de abonamiento, considerando también interacciones abonamiento-riego. De los 16 trabajos incluidos, solamente tres son en inglés, analizando aspectos de suelos de Iraq, de obonos de solubilidad lenta y los nutrimentos en cítricos en Chipre.

En el tercer volumen de nuevo se dan aspectos generales sobre el uso de plaguicidas y herbicidas tanto en un esquema general de agricultura moderna como en casos prácticos de diferentes países como Bangladesh, Sudán y la República de Somalia. De los diecisiete trabajos, no menos de seis se presentan en inglés, resumiendo éstos en su mayoría experiencia de Africa. Trabajos sobre insecticidas y sobre el uso de herbicidas en caña de Cuba presentan algo sobre el desarrollo de la agricultura científica de esta isla.

El cuarto volumen presenta veinte trabajos, de ellos diez en inglés, sobre aspectos específicos de herbicidas en nueve trabajos, de fungicidas en dos trabajos, de reguladores de crecimiento en cuatro trabajos, y de algunos aspectos relacionados. No menos de nueve trabajos presentan experiencia de Africa y tres en Cuba, mientras que otros son de tipo de laboratorio de aplicación universal.

Al final del 2º y del 4º volumen se encuentran los informes de los grupos de trabajo sobre abonos y sobre plaguicidas, herbicidas y sustancias activadoras de crecimiento. Ambos informes en alemán presentan ideas generales y recomendaciones de trabajos para los campos específicos.

En resumen los volúmenes presentan material interesante, en general no disponible y pueden ser una ayuda para los investigadores y profesores de los dos campos, especialmente a los que leen alemán ya que muchos de los trabajos más útiles, especialmente de enfoque general, son presentados en este idioma.

ELEMER BORNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA

RAI, S. N. Nursery and planting of some tropical evergreen and semi-evergreen species. Madikeri, India, Karnataka Forest Department, 1978. 49 p.

Este folleto resume las experiencias del autor en tres viveros forestales del sur de la India. Trata de difundir una técnica uniforme para la práctica general. Describe las características y métodos de manejo de 22 especies forestales sempervirentes totales o parciales, entre los que comprende *Artocarpus*, *Callophyllum*, *Casuarina*, *Dalbergia*, *Gmelina*, *Toona* y *Vateria*.

RANNEY, M.W. Fertilizer additives and soil conditioners. Park Ridge, N.J., Noyes Data Corp., 1978. 301 p. US\$ 39. (Chemical Technology Review Nº 116).

Según el autor, el libro tiene el doble propósito de proveer información técnica y servir como guía en el campo de las patentes en los Estados Unidos de Norteamérica, en relación a los aditivos de fertilizantes y acondicionadores del suelo.

La separación de los compuestos, hecha con base en los tipos de fertilizantes en uso, conforma las secciones del libro. Se tratan los aditivos y procedimientos en la fabricación de productos granulados y productos líquidos, la composición de los micronutrimentos, inhibidores de la nitrificación y ureasa, acondicionadores del suelo y composición de compuestos orgánicos edáficos (peat-moss) y el acondicionador del suelo tipo humus y compost. En total se describen 190 procesos relacionados con el mejoramiento de la composición de los fertilizantes y los acondicionadores del suelo.

El libro forma parte de una colección de revisiones de literatura en diferentes áreas de tecnología, está escrito en forma tal que no cansa al leerlo y es de importancia para aquellos que trabajan en la elaboración de fertilizantes, los encargados del control de calidad de productos y las personas que de una u otra forma tienen que lidiar con la adquisición de grandes cantidades de aditivos o acondicionadores del suelo.

ALFREDO ALVARADO
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA

ZUWALIF, F.H., BAUM, P. y SMITH, GERALD D. Management science; an introduction. New York, Wiley, 1978. 500 p. US\$ 16,95 net.

Esta introducción a la ciencia de la administración, escrita por tres profesores de la Universidad del Estado de California, en Northridge, describe las herramientas más recientes y refinadas para la toma de decisiones en la gestión, basándose en métodos cuantitativos y en la investigación de operaciones.

Después de los capítulos obvios sobre probabilidad y la distribución de la probabilidad, el énfasis del libro se concentra en dos grandes campos. El primero, sobre la toma de decisiones en condiciones inciertas vía el enfoque Bayesiano, y el segundo, sobre la toma de decisiones en condiciones de certidumbre, ilustrada por la programación lineal y dinámica, y por el control de inventarios.

El enfoque Bayesiano es un tipo de razonamiento estadístico caracterizado por dos formas distintivas. Primero, el analista tiene un grado de creencia en cada hipótesis de las que están a su disposición, y este grado

de creencia está representado por un número. Segundo el analista usa la fórmula conocida como la *regla de Bayes*, planteada originalmente por Thomas Bayes (1702-1761) para invertir probabilidades condicionales, y modificar así su grado de creencia en cada hipótesis a la luz de experimentos.

La programación lineal, por otro lado, es otra técnica matemática para encontrar soluciones numéricas a una clase especial de problemas. Estos problemas involucran la búsqueda de los mejores valores de ciertas variables, donde "mejores" significa el conjunto de valores que maximiza la utilidad y minimiza el costo. El problema consiste entonces en escoger los mejores valores posibles de aquellos permitidos por las limitaciones. Como su nombre lo indica, todas las relaciones involucradas deben ser lineales. Examina las soluciones a la programación lineal, tanto la solución gráfica, como la solución "Simplex" y el análisis de "post-optimalidad".

Termina el libro con la teoría de los inventarios, tanto con demanda cierta como con incierta, y con la simulación con computadora.

GILLIES, M.I. ed. *Drinking water detoxification* 1978. Park Ridge, N.J., Noyes Data, 1978. 348 p. (Pollution Technology Review N° 49). US \$ 48.

YEHASKEL, ALBERT. *Activated carbon manufacture and regeneration*. Park Ridge, Noyes Data, 1978. 329 p. (Chemical Technology Review N° 117, Pollution Technology Review N° 51). US\$ 42.

Estos dos libros tienen una relación más estrecha de la que pueden indicar sus títulos. El nexo lo constituye el revolucionario y controversial plan de la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos de requerir de los servicios de agua potable que sirven a más de 75.000 personas que filtren su agua a través de camas de carbón activado granular para remover las trazas de productos químicos sospechosos de causar cáncer. Los más sospechosos son los trihalometanos tales como el cloroformo, que son formados a partir de la materia orgánica dondequiera que el agua es tratada con cloro. En el primer libro, el carbón activado es usado para purificar el agua; en el segundo, se le fabrica y regenera. El primero reúne varios informes oficiales y manuales de elaboración; el segundo es una recopilación de patentes.

El primer libro reseña los métodos usados para eliminar los productos tóxicos del agua potable, incluso sustancias que se forman al aplicarse el cloro. Se ocupa en primer lugar de las propuestas de modificaciones a la ley de *Agua Potable Segura* de 1974 y presenta luego una exposición completa del tema del agua potable, basado en el informe especial de la National Academy of Science, (que ocupa el primer capítulo) en cuyas recomendaciones se basó la EPA al elaborar su plan

Mientras que el objetivo primario es remover los carcinógenos putativos, un aspecto imprevisto se introduce porque los sistemas de filtración propuestos también mejoran grandemente el sabor y el olor de cualquier agua potable.

Debe anotarse que la adsorción con carbón activo es un proceso no específico que extrae no sólo contaminantes seleccionados como claves, sino también muchos otros tóxicos, algunos no detectados todavía por la capacidad analítica actual. Esto puede resultar en una protección más grande de la salud humana que la que resulta de una fijación arbitraria de niveles máximos de contaminación por sustancias selectas.

La obra consta de nueve capítulos además del informe de la NSF, uno que trata de los trihalometanos exclusivamente, y otro sobre los riesgos carcinógenos de los plaguicidas, benceno, pentaclorofenol, bifenilos policlorinados y el cloruro de vinilo. Luego trata de los procesos de destoxificación tocando la oxidación, la aeración, el uso de ozono, la precipitación y la adsorción (tanto con carbón activado como con resinas sintéticas). Cinco capítulos tratan de la forma de usar y reactivar el carbón activo granulado, incluso diseños piloto y control analítico y análisis económico. El último capítulo trata de los contaminantes inorgánicos, lo que incluye la remoción de nitratos, fluoruros, arsénico, selenio, y el uso de la coagulación con alumbre [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$], del suavizado de aguas duras, intercambio iónico, ósmosis inversa, electrodiálisis, y otra vez, carbón activado.

No cabe duda entonces, que el carbón activado será utilizado en el futuro en gran escala para hacer el agua potable menos tóxica. Si se implanta en los Estados Unidos su empleo, es probable que otros países sigan el ejemplo. Esto acrecentará la utilidad del segundo libro que trata de la fabricación de este producto.

El carbón activado (adsorativo) es manufacturado con diversas materias primas que rinden una estructura porosa cuando se carboniza. Hay necesidad de una gran cantidad de poros para proporcionar una área específica para la adsorción de toda clase de sustancias en estado gaseoso o líquido. La estructura multiporosa es fortalecida por la activación, esto es, la eliminación de los constituyentes volátiles originalmente en el material carbonoso y la oxidación del residuo. La oxidación convencional se hace por medio del vapor de agua y dióxido de carbono a temperaturas algo altas. Hasta hace poco tiempo, los carbones "descolorizadores", de poros grandes, eran hechos casi exclusivamente de huesos calcinados, mientras que los carbones de poros pequeños para adsorción de gases eran hechos de materiales vegetales, tales como cáscaras de coco.

La estructura porosa puede también ser obtenida y diseñada específicamente mediante la activación química como se muestra en este libro. El tamaño y la estructura de los poros no están ya más, por consiguiente, restringidos a materias primas específicas.

El carbón activado goza de muchos mercados establecidos, incluso purificación del azúcar (desde el siglo 18), remoción de gases y olores, clorificación de

bedisa alcohólicas, recuperación de disolventes y separación de fracciones ligeras de petróleo por adsorción y desorción. En la purificación del agua industrial o municipal, el consumo de carbón activo está incrementándose agudamente. Para el agua potable se prefiere el tipo granular, dado que puede ser regenerado con mayor facilidad. El papel de la EPA y de sus reglamentos propuestos para limitar el cloroformo y otros trihalometanos en el agua potable mediante el uso de filtros de carbón activado ejercerá un impulso muy positivo en el mercado de este producto.

La obra ofrece una información profunda sobre más de 190 métodos, procesos y aplicaciones que figuran en las patentes de los Estados Unidos en los últimos quince años. Algunas prácticas son comunes mientras que muchas son novedosas. Sin embargo, estos métodos y procedimientos han adquirido una amplia aplicación industrial. Los ocho primeros capítulos tratan de los varios tipos de carbón activado, los métodos para obtenerlos, y su regeneración. Los últimos cuatro capítulos presentan una vista más de cerca sobre su utilización, y otros procesos, como recuperación de oro, como catalítico en la producción de fluoruro de vinilo, y usos médicos y agrícolas.

ELLIOT, I F ed: *Soils for management of organic wastes and waste waters*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy Soil Science Society of America. 1977, 650 p.

La producción de desechos y residuos municipales, industriales, agrícolas y comerciales ha aumentado en los últimos años notablemente, especialmente en los países altamente industrializados, lo cual ha generado un cambio notable en las metas y fines de la investigación en las ciencias del suelo y de la producción ganadera y forestal en esos países. Hoy día existe una preocupación muy grande y un consenso general de la necesidad de la reutilización y disposición de los residuos y desechos arriba mencionados.

Las sociedades de las ciencias del suelo y de agronomía de los Estados Unidos realizaron en 1975 un simposio con el apoyo de muchas otras instituciones para discutir los aspectos más importantes del uso de las tierras para resolver los problemas relacionados con el manejo de residuos orgánicos y aguas negras, cuyas conferencias esta resumidas en este libro. Se trata de una obra muy completa en los complejos problemas por encarrar en los próximos años y presenta los conocimientos disponibles en la materia. Se presentan en total 25 artículos divididos en diferentes materias; dos de ellos están relacionados con las propiedades de los residuos municipales y agrícolas y con las aguas negras; en tres artículos se presentan las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos importantes para la disposición de residuos; diez conferencias tratan los aspectos de ciclos de los elementos nutritivos después del tratamiento de los suelos con residuos; cuatro exponen

cias están relacionadas con problemas climáticos y su interrelación con el suelo y los residuos; en seis conferencias se tratan aspectos especiales (régimen calórico, malos olores y patogenicidad, etc.) y finalmente se considera el futuro práctico y científico en la materia. Cada uno de los artículos presenta en forma exhaustiva su tema, la literatura en muy completa y la labor editorial muy adecuada.

En esta reseña solo es posible entrar a detalles de tres ponencias. La importancia de las aguas negras urbanas se confirma con la producción promedio de 380 litros por persona y día, con la producción de aguas de drenaje de 19,4 millones de hectáreas de diferentes características que deben seguir diferentes tratamientos en su reutilización; aquí juegan un papel muy importante los contenidos de nitrógeno y elementos pesados. En el área forestal existe aún solo unos pocos proyectos de utilización de residuos (11 proyectos en USA), la capacidad de este sector es sin embargo muy grande para la reutilización de los mismos. En el último artículo sobre el futuro desarrollo de los campos de aplicación e investigación se enfatizan los desechos como fuentes de elementos nutritivos y agua para la agricultura, ganadería y silvicultura; como fuente de energía y metales en métodos de extracción factibles; como fuente de agua para el agua subterránea y como fuente alimenticia para el ganado, aunque igualmente se presentan las dificultades de índole económica, de control de calidad, de aceptación pública y reglamentación judicial.

En resumen se trata de una obra muy valiosa en un campo actual de investigación y de impacto de las ciencias del suelo en los países industrializados. Si bien los problemas de ese tipo en áreas tropicales están concentrados en las áreas urbanas metropolitanas, especialmente en América Latina, se debe pensar ya en soluciones futuras adecuadas al problema. Así el libro es una fuente adecuada de informaciones y una obra de consulta sin precedentes.

H. W. FASSBENDER
FACULTAD TECNICA FORESTAL
GOTINGA, REPUBLICA FEDERAL
DE ALEMANIA

TOUCEDO, GUILLERMO A. *El arte de herrar*. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1977. 155 p.

Si bien el herrado ha perdido importancia aun en el campo en la vida moderna, debido a los progresos en caminos y al automóvil (y a los tanques en los ejércitos), los nichos en que persiste el caballo, el hipódromo, las pistas de saltos y el campo de polo, exigen que la operación se considere importante, pues cualquier falla puede originar cojeras, llegando incluso a inutilizar a los animales. El autor de este libro sostiene que no se debe herrar un caballo sin la dirección de un veterinario experto. Pero hay que tener en cuenta también que el herrar es un arte y que cada vez

son más raros los técnicos herradores, y que es conveniente fortalecer su oficio

Por eso, el autor intenta en su libro sentar una base teórica sobre la anatomía de los miembros, la fisiología del pie, los aplomos, cuyo dominio se considera indispensable. Esto ocupa la tercera parte del libro, y se entra enseguida al herrado, a la herradura, a los tipos de herrados, según su uso (equitación, hipódromos, trote, tiro, polo), herrados correctivos. Tiene una modesta bibliografía y un índice de materias, que ocupa menos páginas que la tabla de contenido. Está profusamente ilustrado con buenos dibujos y el estilo es ameno, claro y pedagógico.

GILARDI, JAIME. Motores de combustión interna. San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978. 135p (Serie Libros y Materiales Educativos N° 33). US\$ 4,00.

Este nuevo libro de la Serie de Libros y Materiales Educativos, que publica el IICA, fue escrito para utilizarlo como texto en cursos universitarios de mecanización agrícola, motores y tractores. El autor, profesor de la Universidad Nacional Agraria del Perú, se ha esforzado en hacer un libro claro, de fácil lectura, que esté al alcance del que recién se inicia en el estudio de los motores. Esto no quiere decir que su nivel sea elemental, pues toca puntos como la medición del torque y el motor rotativo Wankel. Puede servir, por consiguiente, como obra de consulta para mecánicos, jefes de talleres, así como para centros de enseñanza de nivel medio. Para cumplir sus objetivos, hay 94 dibujos, en su mayor parte esquemas de los motores y de sus partes, incluso vistas expandidas para mostrar como se desarman piezas por pieza las distintas partes de un motor.

El libro comienza con los motores en general, sus clasificaciones, sus partes, y su funcionamiento. Siguen después los sistemas de alimentación (válvulas), de enfriamiento, de lubricación, de carburación, eléctrico, de encendido y de inyección, para terminar con la transmisión.

El texto es un complemento del libro "Reparación de Tractores Agrícolas", escrito por el mismo autor, publicado en la misma serie del IICA.

MARS, PENELOPE A. The small-scale manufacture of soap; an economic study. London, Tropical Products Institute, 1978. 46 p.

Esta es una de las publicaciones del Instituto de Productos Tropicales que están destinadas a ayudar a países tropicales a obtener mayores beneficios de sus recursos vegetales y animales. El folleto presente está dedicado a la transformación de aceites y grasas en jabón de lavar o de tocador, y trata de guiar a los empresarios locales y a las organizaciones de planeamiento económico a la asignación de recursos financieros escasos.

La cantidad de materiales grasos, base de la industria jabonera, que se producen en países tropicales es importante. Si bien la soya, el sebo y la semilla de algodón, que son las materias primas para jabón que ocupan los tres primeros lugares en las estadísticas mundiales, no son propiamente productos tropicales, se producen y están disponibles en los trópicos. Lo mismo puede decirse del maní y del aceite de pescado. En cambio, el coco y la palma aceitera son cultivos realmente tropicales cuyo producto principal se emplea principalmente en la industria del jabón.

Se describen modelos de costo para 11 escalas de producción desde 13,4 a 1250 toneladas por año. De estos modelos, 10 se supone que producen sólo jabón de lavar ropa, mientras que uno produce cantidades iguales de jabón de tocador y de lavar. Se comparan tres procesos diferentes, a saber, el proceso frío, el semi-hervido y el hervido completo.

El subproducto glicerol, que se produce usualmente en la industria petroquímica, puede ser obtenido como subproducto de la saponificación, y su recuperación se incluye en el diseño del modelo de mayor costo, que involucra una tecnología avanzada.

En forma detallada, en varios cuadros, se presentan las necesidades y costos de los factores de la producción para los once modelos, los que cubren también la gama de insumos necesarios para la fabricación de jabón, así como del equipo para la planta de refinar el glicerol.

Hay capítulos especiales que 1) describen las propiedades de las principales materias (grasas y aceites) empleadas en la industria, 2) describen el proceso de manufactura, con la ayuda de diagramas y figuras, y 3) describen los modelos de costo y sus implicaciones.