

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 30

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1980

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 30(1)1-126

<i>Efecto de la aplicación tardía del nitrógeno en el cultivar de caña H32-8560 III Acción de la misma con relación a la aplicación temprana, en la calidad y nutrimentos en la planta (en español), S Valdivia, J. Pinna, H. Tello</i>	3
<i>Temperatura del aire en un cafetal (en portugués), A. Tubelis, I.L. Foloni, F.J.L. do Nascimento, N.A. Villa Nova</i>	9
<i>Anacardium excelsum, especie forestal de los trópicos americanos (en español), Carlos Santander, W. Albertin</i>	17
<i>Respuesta de cultivares de maíz resistentes y susceptibles a la sequía a la aplicación de cloromequat (en inglés), J.R. Cáceres, M. Rojas Garcidueñas</i>	25
<i>Evaluación del efecto de dosis crecientes de nitrato sobre la actividad de la reductasa del nitrato; nitrógeno derivado del fertilizante en cafeto (en español), Edith Taleisnik, Rolando Pacheco</i>	29
<i>La predicción del rendimiento en la pimienta negra para la Carretera Transamazónica de Brasil (en inglés), Philip Fearnside</i>	35
<i>Nematodos asociados con los cultivos agrícolas en Honduras (en inglés), Jorge Pinochet, Oscar Ventura</i>	43
<i>Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (Phaseolus vulgaris, L.) I. Disponibilidad, composición y consumo del rastrojo de frijol (en español), M.E. Ruiz, R. Olivo, A. Ruiz, J. Fargas</i>	49
<i>Enfermedades de pudrición de la mazorca del cacao; evaluación de pérdidas en el cultivo (en inglés), A.A. Adebayo</i>	57
<i>Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (Phaseolus vulgaris, L.) II Balance metabólico a varios niveles de energía y proteína suplementaria (en español), E. Lozano, A. Ruiz, M.E. Ruiz</i>	63
<i>Cebos tóxicos producidos localmente para hormigas cortadoras de hojas en América Latina; Paraguay, un estudio de caso (en inglés), S.W. Robinson, A. Aranda, I. Cabello, H. Fowler</i>	71
<i>Influencia de la interrelación potasio-magnesio en la absorción y translocación del fósforo ³² en ajonjolí (Sesamum indicum L.) (en portugués), Celso Rossi</i>	77
<i>Variaciones estacionales en los índices de cultivo de caña de azúcar (en inglés), T.R. Srinivasan, Y.B. Morachan</i>	81
<i>Cambios en las proteínas en las semillas de frijol en germinación (en inglés), T.S.E. Lee, D.J. Crocomo</i>	87
<i>Mojadura foliar en un cafetal recepado y recopado (en portugués), F.J.L. do Nascimento, A. Tubelis</i>	93
<i>Efectos del entalado y del molibdeno sobre la nodulación y la fijación del nitrógeno de Phaseolus vulgaris L. en suelos ácidos del Brasil (en inglés), A.A. Franco, J.M. Day</i>	93
Comunicaciones:	
<i>Fenología de Melia azedarach L. en el sur de Brasil (en portugués), Antonia L.G. Piccolo, María I. Gregolim</i>	107
<i>Efecto de la infestación de frutos de café con diferentes poblaciones de Antestiopsis lineaticollis Stul. (Heteroptera: Pentatomidae) en Kenya (en inglés), F.M.E. Wanjala</i>	109
<i>Cariotipo somático de C-banded giemsa de la raza de maíz 'Sikkim primitive-1' (en inglés), S. Tara Mohan, R.N. Raut</i>	111
<i>Thyanopteros en Pinus radiata en Chile (en español), L.A. Cerda</i>	113
Notas y Comentarios	
15, 16, 24, 34, 42, 47, 48, 55, 56, 61, 62, 80, 86, 91, 92, 105, 106,	113
Reseña de libros	115



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Efecto de la aplicación tardía del nitrógeno en el cultivar de caña 'H32-8560'. III. Acción de la misma con relación a la aplicación temprana, en la calidad y nutrimentos en la planta^{*1/} ————— SERGIO VALDIVIA V.***, JORGE PINNA C***, HERNAN TELLO A.****

ABSTRACT

In Mocollope and Bolognesi fields of the Casa Grande Agrarian Production Cooperative, two experiments were done. Fields were located in Chicama valley, in the northern coast of Perú. N (urea) applications were made at rates of 100, 175, 250, 325 and 400 kg/ha in Mocollope field, and 235, 310, 385, 460 and 535 kg/ha in Bolognesi field. Early fertilization treatments were made by applying the total fertilizers 20 days after cutting and 48 days after planting in Mocollope and Bolognesi respectively. Late fertilization treatments were fractionated, applying 65 per cent at first irrigation and the remainder 35 per cent at 10.5 months cane age in Mocollope, and 74 per cent at seventh irrigation and the remainder 26 per cent at 10 months cane age in Bolognesi.

No significant differences between total early and late fractionated applications were found for non quality characteristics and for plant nutrient. High N rates did not influence significantly sucrose (determined by polarimetry, otherwise named pol), purity, refractometric index (brix), reducing sugars, fibre and humidity in Bolognesi field. High N rates significantly influenced pol percentage and brix per cent in Mocollope field.

Moreover, it was found a significant increment in plant humidity and a plant N content increment with N rates. Phosphorus in plant decreased with N applications in Mocollope but not so in Bolognesi. Absolute plant nutrient values at harvest are not good indicators of sugarcane yields; and at a larger plant humidity a greater juice dilution, which explains the N negative effect in sugarcane quality.

Introducción

EN la industria azucarera peruana, se tiene la duda sobre la necesidad de realizar aplicaciones tardías del abono nitrogenado a la caña de azúcar al igual que lo que sucede en otras latitudes donde se siembran cultivares de período vegetativo largo (4). A este respecto, Tello y Valdivia (13) han encontrado

que la aplicación tardía del nitrógeno no tiene ningún efecto en el rendimiento de la caña ni del azúcar; quedando el interrogante si dichas aplicaciones tardías afectan la calidad de la misma, ya que Fauconnier y Bassereau (2), Humbert (4) para Barbados, Lakshimikantham (7) y Thomas (14) indican que conforme aumentan las aplicaciones nitrogenadas al suelo, disminuye la calidad de la caña; Fauconnier y Bassereau (2) para Mauricio, y Borden, citado por Humbert (4) indican que a mayor cantidad de N se obtiene una mayor calidad; y por otro lado, Samuels *et al.*, citados por Humbert (4), Singh y Singh (11) y Rosario *et al* (10) afirman que las aplicaciones nitrogenadas no tienen ningún efecto en la calidad.

Humbert (4) explica la contradicción antes mencionada, anotando que la calidad de la caña se ve afectada cuando se hacen aplicaciones tardías del N, y que

* Recibido para publicación el 16 de abril de 1979.

^{1/} Los autores expresan su más preciado reconocimiento al Dr. G. Husz, por su ayuda en la consecución del presente experimento.

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

*** Jefe del Departamento de Suelos del ICIA, Apartado 22, Casa Grande, Trujillo, Perú.

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

cuando las mismas son tempranas no hay efectos nocivos. Fauconnier y Bassereau (2) concuerdan con esta afirmación, y Valdivia *et al.* (17) encontraron que cuando se hace una segunda aplicación de una pequeña dosis de N en forma tardía, la misma no afecta la calidad de la caña. Queda siempre el interrogante de lo que hubiera sucedido si no se hubiera hecho la aplicación tardía de la pequeña dosis, es decir, si se hubieran comparado las aplicaciones tempranas y tardías con relación a su efecto en la calidad, y qué sucedería si las aplicaciones tardías son en dosis relativamente importantes. El objetivo del presente experimento es obtener una respuesta a la inquietud últimamente mencionada.

Materiales y métodos

Se instalaron dos experimentos, en los campos Mocollope y Bolognesi de la Cooperativa Agraria de Producción Azucarera (CAP) Casa Grande situada en el valle bajo del río Chicama, en la costa norte del Perú. En ambos se empleó el cultivar de caña H32-8560. En el campo Mocollope la caña era de 3er corte, estando en desarrollo desde el 17 de febrero de 1969 al 27 de setiembre de 1970 (19,6 meses) aplicándosele 21 riegos con un total de agua de 36 740 m³/ha, habiéndose mantenido sin agua antes de la cosecha (agoste) durante 134 días. En el campo Bolognesi la caña era de 1er corte (planta), estando en desarrollo desde el 20 de marzo de 1969 al 27 de enero de 1971 (22,3 meses); habiéndose aplicado 24 riegos con un total de agua de 26 501 m³/ha, manteniéndose 113 días sin agua antes de la cosecha.

Los suelos donde se realizaron los experimentos son aluviales recientes, con perfiles que se encuentran en proceso de desarrollo, pobres en nitrógeno, pobres a medias en fósforo y bien provistos de potasio; de textura moderadamente fina, calcáreos, sin problemas de exceso de sales, y de alta capacidad de cambio.

Los experimentos fueron instalados con diseño factorial en bloques al azar con 4 repeticiones, y con parcelas de 0,25 ha. Las dosis aplicadas fueron 100, 175, 250, 325 y 400 kg N/ha en el campo Mocollope, y 235, 310, 385, 460 y 535 kgN/ha en el campo Bolognesi; usándose la urea como fuente de nitrógeno. El tratamiento de abonamiento tardío fue fraccionado, aplicándose el 65 por ciento al primer riego y el 35 por ciento restante a los 10,5 meses (315 días) en el campo Mocollope y el 74 por ciento al séptimo riego y el 26 por ciento restante a los 10 meses (299 días) en el campo Bolognesi; al inicio del 2º verano, siendo la segunda aplicación la que realmente fue tardía.

A partir de los 226 días (7,5 meses de edad) para el campo Mocollope y de los 296 días (9,8 meses de edad) para el campo Bolognesi, se tomaron 3 muestras de caña por parcela en forma más o menos periódica (cada 45-60 días) hasta su cosecha, con el fin de realizar los análisis de calidad por el método de desintegración húmeda (sacarosa determinada como polarización o pol, fibra, azúcares reductores, índice refractométrico o brix, pureza y humedad) y de los elementos químicos más importantes (N, P, K, Ca, Mg y Na).

Los análisis químicos se hicieron en la planta completa, incluyendo cogollos y tallos, al igual que todos los análisis de caña que se realizan por el Instituto Central de Investigaciones Azucareras (ICIA), para lo cual se trabaja con todas las plantas que se desarrollan en 55 cm de longitud de surco, constituyendo cada una de las muestras.

Resultados y discusión

El análisis de varianza muestra que para ninguno de los campos, y para ninguna de las características estudiadas, ya sea de calidad o nutrimentos de la caña, hay diferencias significativas entre la aplicación total y la fraccionada; lo que nos confirma los resultados obtenidos por Valdivia *et al.* (17).

En cuanto al efecto de las dosis ascendentes en las características estudiadas, se encontraron diferencias significativas según el análisis de varianza para por ciento de sacarosa o pol, y por ciento de brix o índice refractométrico, y altamente significativas para nitrógeno y fósforo en la planta para el campo Mocollope. Para el campo Bolognesi no se encontraron diferencias significativas para ninguna característica de calidad, pero se encontraron diferencias significativas para potasio y calcio en planta y altamente significativas para nitrógeno y magnesio en planta. El resto de las características no fueron afectadas significativamente por las aplicaciones nitrogenadas al suelo.

Si bien algunas características presentan diferencias significativas con las dosis de N al análisis de varianza de los promedios, su tendencia no es definida en alguno de los tratamientos, por lo que no se tomarán en cuenta para su discusión, haciéndolo en cambio con otras que si bien no muestran diferencias estadísticas, tienen un comportamiento con una tendencia definida.

Con el fin de confirmar lo mencionado en el párrafo anterior, se realizaron las correlaciones entre las dosis de nitrógeno y todas las características, tanto de calidad, como de los elementos químicos en las plantas, para ambos campos y separadamente para las aplicaciones total y fraccionada. En el Cuadro 1, se pueden ver las características de calidad que tuvieron un comportamiento estadístico por lo menos significativo en alguno de los campos o en algún tipo de aplicación y que serán las que discutiremos posteriormente, independientemente de su significación o no según el análisis de varianza, y los elementos de N y P que son los más importantes, no estudiando los otros, los que serán publicados en el próximo artículo de la presente serie.

Porcentaje de sacarosa en caña

Puede observarse en el Cuadro 1, que el campo Mocollope muestra una disminución del por ciento de sacarosa, determinada por polarimetría, conocida también como pol, conforme aumentan las dosis nitrogenadas, siendo su coeficiente de correlación altamente significativo para la aplicación total temprana, no así para la fraccionada. Es conveniente indicar que Tello y Valdivia (13) demostraron que la segunda aplicación de nitrógeno no fue utilizada por la planta, por

Cuadro 1.- ECUACIONES DE REGRESIÓN Y SUS RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE LAS DOSIS DE NITRÓGENO Y LAS CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS MÁS IMPORTANTES; TANTO PARA LA APLICACIÓN TOTAL TEMPRANA COMO PARA LA FRACCIONADA TARDÍA.

CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN	CAMPO MOCOLLOPE		CAMPO BOLOGNESI	
		E C U A C I Ó N	R	E C U A C I Ó N	R
POL	TOTAL	$\hat{Y} = 15,018 - 0,0048X$	-0,62**	$\hat{Y} = 14,1047 - 0,7818 \times 10^{-8} X^3$	-0,41
	FRACC.	$\hat{Y} = 14,044 - 0,1275 \times 10^{-7} X^3$	-0,40	$\hat{Y} = 13,8171 - 0,5326 \times 10^{-8} X^3$	-0,38
FIBRA	TOTAL	$\hat{Y} = 17,6023 - 0,00206X$	-0,30	$\hat{Y} = 17,6159 - 0,00599X$	-0,46*
	FRACC.	$\hat{Y} = 21,0864 - 0,01999X + 0,6553 \times 10^{-7} X^3$	-0,78**	$\hat{Y} = 16,899 - 0,00388X$	-0,51*
BRIX	TOTAL	$\hat{Y} = 19,5496 - 0,0000115X^2$	-0,58**	$\hat{Y} = 19,5683 - 0,39 \times 10^{-8} X^3$	-0,23
	FRACC.	$\hat{Y} = 19,1266 - 0,1602 \times 10^{-7} X^3$	-0,45*	$\hat{Y} = 19,5623 - 0,41 \times 10^{-8} X^3$	-0,26
HUMEDAD	TOTAL	$\hat{Y} = 65,8149 + 0,006299X$	0,57**	$\hat{Y} = 66,0655 + 0,005998X$	0,46*
	FRACC.	$\hat{Y} = 65,0564 + 0,007495X$	0,77**	$\hat{Y} = 67,3443 + 0,0000059X^2$	0,63**
NITRÓGENO	TOTAL	$\hat{Y} = 156,7 + 0,0005134X^2$	0,63**	$\hat{Y} = 162,9 + 0,239X$	0,59**
	FRACC.	$\hat{Y} = 156,4 + 0,1349X$	0,42	$\hat{Y} = 159,3 + 0,214X$	0,53*
FÓSFORO	TOTAL	$\hat{Y} = 56,9333 - 0,03213X$	-0,68**	$\hat{Y} = 58,4318 + 0,1624 \times 10^{-7} X^3$	0,08
	FRACC.	$\hat{Y} = 63,7833 - 0,05133X$	-0,67**	$\hat{Y} = 71,1558 - 0,02306X$	-0,26

lo que las verdaderas dosis en la aplicación fraccionada son diferentes a las estudiadas (varían entre 65 a 260 kg N/ha), y las correlaciones para dicha forma de aplicación son relativas, siendo sin embargo, las tendencias reales. La planta absorbió efectivamente sólo la primera dosis de N, que tiene una variación más estrecha la que posiblemente no sea suficientemente amplia en las condiciones peruanas, como para reducir el pol.

La disminución del pol con las aplicaciones nitrogenadas nos indicaría que el N contribuye a un deterioro de la calidad de la caña de azúcar, a pesar de hacerse las aplicaciones en la época adecuada, es decir, lo más temprano posible; pero como dicha respuesta es la primera vez que se encuentra en algún experimento para caña de azúcar en el Perú, y además va acompañada de un aumento altamente significativo de la humedad con las aplicaciones nitrogenadas, es que no concluimos lo anteriormente indicado, sino que durante la discusión del efecto del N en la humedad de la caña, se analizará exhaustivamente este punto.

En el campo Bolognesi no se observa un efecto significativo de las dosis de N en el por ciento de pol, lo que podría deberse a que quizás entre los límites de 235 a 535 kg N/ha no hay influencia negativa del N en el por ciento pol en caña. Esta falta de respuesta coincide con lo encontrado para el Perú por Husz (6), Macchiavello (8), Tello y Saldarriaga (12), Valdivia y Tello (15) y Valdivia *et al.* (17). Sin embargo, existe una tendencia negativa, que coincide con un aumento significativo de la humedad (Figura 1).

Porcentaje de fibra en caña

El campo Mocollope muestra una tendencia a la disminución de la fibra conforme se aumentan las dosis nitrogenadas (Fig 1). Dicha tendencia muestra diferenciación estadística altamente significativa para la aplicación fraccionada (Cuadro 1), pero se toma simplemente como una tendencia, según lo enunciado anteriormente con relación al pol en caña.

Para el campo Bolognesi se encuentra una disminución significativa según el coeficiente de correlación para ambas aplicaciones, coincidiendo con los resultados de Valdivia *et al.* (17) y cuya importancia discutiremos posteriormente.

Porcentaje de brix

En el Cuadro 1 se puede apreciar que el por ciento de sólidos solubles determinado con el refractómetro, conocido propiamente como brix, del campo Mocollope, se ve afectado en forma altamente significativa con las dosis de N, para las aplicaciones totales tempranas. Por otro lado, cuando la aplicación es fraccionada, se observa la misma tendencia. Se puede ver en la Fig. 1, que el comportamiento del brix es semejante al del pol, por lo que la importancia de su disminución será discutida en conjunto posteriormente.

En el campo Bolognesi no se encuentran respuestas a las aplicaciones de N, en cuanto al brix se trata,

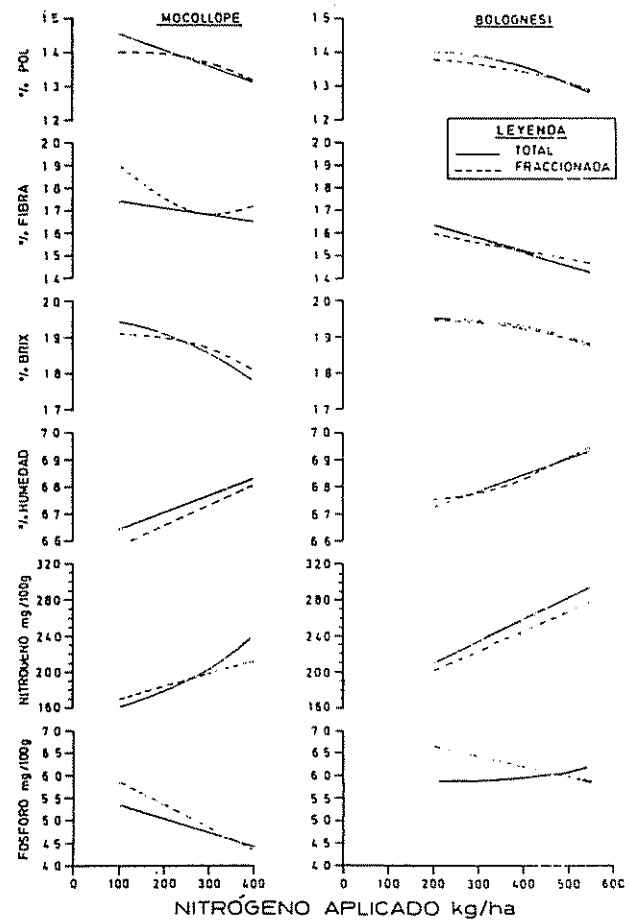


Fig. 1.—Efecto de la aplicación nitrogenada en forma total temprana y fraccionada tardía, en las más importantes características de la planta

pero se puede notar en la Fig. 1 que existe una ligera tendencia negativa.

Porcentaje de humedad en la planta

El coeficiente de correlación muestra un aumento, altamente significativo de la humedad conforme aumenta el N aplicado para el campo Mocollope y la aplicación fraccionada tardía de Bolognesi, y significativo para la aplicación total temprana del campo Bolognesi (Cuadro 1).

En la Fig. 1 podemos apreciar que el comportamiento de la humedad en función del N aplicado es similar al del N en planta, e inverso al del pol, fibra y brix. Este comportamiento, es decir, que el aumento del N del suelo afecte negativamente características de calidad tan disímiles como el por ciento del pol, el de fibra y el brix, podría explicarse por el aumento del por ciento de humedad en la planta, ya que todas se expresan en por ciento relativo, y un aumento en la humedad puede aparentar una disminución de la calidad de la caña. Con relación a lo mencionado, Fritz (3) afirma que conforme se aumentan las dosis de N,

el por ciento de sacarosa disminuye debido al mayor contenido de humedad, pero que si la sacarosa se expresa con base en materia seca, se mantiene constante; sucediendo lo contrario con el potasio, ya que si el mismo aumenta la sacarosa de la caña, lo hace en forma real, es decir, en base a materia seca.

El aumento de la humedad con las dosis nitrogenadas ha sido también encontrado por Valdivia *et al.* (17) confirmando así lo afirmado por Clements y Kubota, citados por Humbert (4), quienes indican que las aplicaciones nitrogenadas aumentan el contenido de humedad en las plantas, independientemente de la humedad del suelo.

Concentración de nitrógeno en la planta

El Cuadro 1 muestra que la concentración de N en la planta aumenta con las dosis nitrogenadas aplicadas al suelo, siendo el aumento altamente significativo para los campos Mocollope y Bolognesi en su aplicación total y solamente significativo para la aplicación fraccionada del último campo. Los resultados del presente experimento coinciden con los encontrados por Valdivia *et al.* (17), quienes afirman además que la concentración óptima de N en caña quemada varió entre 0,21 y 0,23 por ciento para obtener los rendimientos óptimos de caña y azúcar, y que en nuestro caso corresponderían a dosis aplicadas al suelo entre 320 y 380 kg N/ha para el campo Mocollope y entre 200 y 330 kg N/ha para el campo Bolognesi (Fig. 1). El rendimiento máximo de caña y el óptimo económico para el campo Mocollope se encuentran dentro de dicho ámbito de aplicación (13) por lo que la concentración óptima de N en caña quemada sería la misma que en el mencionado experimento. No se tienen mayores datos para el campo Bolognesi, que reafirmen o refuten esta afirmación.

Concentración de fósforo en la planta

Los resultados nos indican que el fósforo en la planta disminuye en forma altamente significativa con las aplicaciones nitrogenadas al suelo en el campo Mocollope, no siéndolo así en el campo Bolognesi (Cuadro 1). En el campo Bolognesi, se encuentra inclusive una ligera tendencia a aumentar cuando se hacen aplicaciones tempranas o a disminuir cuando las mismas son en forma fraccionada tardía (Fig. 1). Teniendo la aplicación fraccionada un coeficiente de correlación mucho más alto que el de la total, se puede afirmar que la tendencia es negativa, coincidiendo con lo encontrado por Valdivia *et al.* (17).

La disminución del contenido de fósforo en la planta al aumentar las dosis de N puede deberse a la existencia de un antagonismo iónico entre el nitrato y el amonio con el fosfato, a un contenido deficiente del P en el suelo (como puede apreciarse en la descripción de los suelos estudiados), o a un aumento de la materia seca con las aplicaciones nitrogenadas no acompañado de una mayor absorción de P, ya que si se expresa en kg/ha, hasta cierto límite, el P absorbido es

equivalente tanto para las altas como para las bajas dosis de N aplicado. Queda siempre el interrogante de lo que hubiera sucedido si se hubieran hecho aplicaciones fosfóricas

No deja de llamar la atención los contenidos de P en la planta del campo Bolognesi, los que son bastante mayores que los del campo Mocollope. En las otras características de calidad y nutrientes en la caña, para dosis de N equivalentes, el campo Bolognesi es igualmente mejor provisto, excepto en el por ciento de humedad en el que son iguales, en el pol donde solamente es ligeramente mayor, y en el por ciento de fibra donde es menor. Este comportamiento indicaría que a pesar de ser, a la cosecha, el campo Bolognesi mayor en dos meses y medio que Mocollope, es menor fisiológicamente, por tratarse de caña planta y por la acción del clima. Igualmente, los rendimientos finales son menores en el campo Bolognesi que en el campo Mocollope, a pesar de tener una mayor edad y ser caña planta, no habiendo inclusive presentado segunda generación o mamones (16); lo que muestra la inconsistencia de conocer los contenidos absolutos de los nutrientes minerales a la cosecha como indicadores de la producción de la caña, siendo mucho más importante conocer las relaciones de los mismos durante el período vegetativo del cultivo (1, 9).

Conclusiones

1. No existen diferencias significativas entre la aplicación total temprana y la fraccionada tardía del abono nitrogenado, para ninguna de las características de calidad, ni para los elementos nutritivos de las plantas.
2. Las dosis ascendentes de nitrógeno no influyen significativamente en la concentración de pol, la pureza, el brix, los azúcares reductores, la fibra, ni la humedad de la caña en el campo Bolognesi. Dichas dosis afectaron significativamente el por ciento de pol y el por ciento de brix en el campo Mocollope.
3. Se encuentra un aumento significativo de la humedad de la caña conforme aumenta el N aplicado.
4. A mayor humedad, hay una mayor dilución del jugo, lo que explica el efecto negativo del N en la calidad de la caña, que se observa en uno de los campos estudiados.
5. Existe un fuerte aumento del N en la planta conforme aumenta el N aplicado al suelo.
6. El fósforo en la planta disminuye en forma altamente significativa con las aplicaciones nitrogenadas al suelo en el campo Mocollope, no siéndolo así en el campo Bolognesi.
7. Los valores absolutos de los nutrientes minerales de la planta a la cosecha no son indicadores de la producción de la caña.

Resumen

Se realizaron dos experimentos en los campos Mocollope y Bolognesi de la Cooperativa Agraria de Producción (CAP) Casa Grande, situada en el valle bajo del río Chicama, en la costa norte del Perú. Se hicieron aplicaciones de N (urea) a las dosis: 100, 175, 250, 325 y 400 kg/ha en el campo Mocollope, y: 235, 310, 385, 460 y 535 kg/ha en el campo Bolognesi. El tratamiento de abonamiento temprano, fue realizado aplicándose el total del abono 20 días después del corte y 48 días después de la siembra en los campos Mocollope y Bolognesi, respectivamente. El abonamiento tardío fue fraccionado, aplicándose el 65 por ciento al primer riego y el 35 por ciento restante a los 10,5 meses en el campo Mocollope y el 74 por ciento al séptimo riego y el 26 por ciento restante a los 10 meses en el campo Bolognesi.

Se encontró que no existen diferencias significativas entre la aplicación total temprana y la fraccionada tardía, para ninguna de las características de calidad, ni para los elementos nutritivos de las plantas. Igualmente, que las dosis ascendentes de nitrógeno no influyeron significativamente en la concentración de sacarosa (determinada como polarización o pol), la pureza, el brix (índice refractométrico), los azúcares reductores, la fibra, ni la humedad de la caña en el campo Bolognesi. Dichas dosis afectaron significativamente el pol y el brix en el campo Mocollope.

También se encontró que hay un aumento significativo de la humedad, y un fuerte aumento del N en la planta conforme aumenta el N aplicado. El fósforo en la planta disminuye con las aplicaciones nitrogenadas al suelo en el campo Mocollope, no siéndolo así en el campo Bolognesi. Por último, que los valores absolutos de los nutrientes minerales de la planta a la cosecha no son indicadores de la producción de la caña, y que a mayor humedad, mayor dilución del jugo, lo que explica el efecto negativo del N en la calidad de la caña.

Literatura citada

1. BEAUFILS, E.R. y SUMNER, M.E. General relationship between sugarcane yield and soil, P, K, Ca and Mg as observed using the DRIS approach. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 16: 931-943. 1977.
2. FAUCONNIER, R. y BASSEREAU, D. *La Caña de Azúcar*. Barcelona Ed. Blume, 1975. 433 p.
3. FRIIZ, J. Effect of fertilizer application upon sucrose % cane. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 15: 630-632. 1974.
4. HUMBERT, R.P. *The Growing of Sugar Cane*. Amsterdam Elsevier, 1968. 799 p.
5. HUSZ, G. Influencia de dosis de nitrógeno aplicado sobre el azúcar recuperable en la Hda. Casa Grande. *Informes Estación de Investigaciones Agrícolas Casa Grande, Trujillo, Perú, Informe N° 4*. 1969.
6. HUSZ, G. Efectos de NPK y sus interacciones sobre el contenido de sacarosa en caña de primer corte. *Saccharum* 1(1): 12-26. 1973.
7. LAKSHMIKANTHAM, M. Applications of phosphate and potash and their effect on the juice quality of cane crops following heavy fertilization. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 15: 633-636. 1974.
8. MACCHIAVELLO R, J. Estudio de la aplicación de N, P, y K y del diagnóstico foliar en caña de azúcar. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima, Perú. 1968. 158 p.
9. MEYER, J.H. Avances en la interpretación del análisis foliar de la caña de azúcar en la industria azucarera sudafriicana. *Tecnología GEPLACEA Boletín* 6, 1978. 20 p.
10. ROSARIO, E.I., CHANTHA, N. y LOPEZ, M.B. Influence of fertility levels on yield determining physiological characteristics of some sugarcane varieties. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 16: 1865-1884. 1977.
11. SINGH, P.P. y SINGH, G. Soil moisture regimes and sugarcane. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 14, 1971. 6 p.
12. TELLO A, H. y SILDARRIAGA A, S. Respuesta del cultivar de caña H32-8560 a la aplicación de dosis ascendentes de nitrógeno. *Saccharum* 2(2): 30-54. 1974.
13. TELLO A, H. y VALDIVIA V, S. Efecto de la aplicación tardía del nitrógeno en el cultivar de caña H32-8560: I. Acción de la misma, con relación a la aplicación temprana, en el rendimiento. *Saccharum* 4(2): 1-18. 1976.
14. THOMAS, J.R. Sugar cane juice quality and nitrogen fertilization. Abstract of paper presented at eight annual meeting, ASSCT. *In Sugar y Azúcar* 73(6): p. 38. 1978.
15. VALDIVIA V, S. y TELLO A, H. Efecto del abonamiento NP en el rendimiento y calidad de la caña de azúcar. *Saccharum* 2(2): 55-69. 1974.
16. VALDIVIA V., S., TELLO A, H., ANGULO A., E y PINNA C., J. Influencia de la evapotranspiración potencial de la caña de azúcar en la acumulación de sacarosa y otras características de calidad. *Saccharum* 4(2): 43-62. 1976.
17. VALDIVIA V, S., TELLO A., H. y PINNA C., J. Efecto de la aplicación tardía del nitrógeno en el cultivar de caña H32-8560: II. Influencia de las dosis crecientes, en el rendimiento, calidad y nutrientes, así como en su variación con la edad. *Saccharum* 6(2): 146-177. 1978.

Temperatura do ar em cafezal^{*1/} _____ ANTONIO TUBELIS**

LUIZ LONARDONI FOLONI**, FERNANDO JOSE LINO DO NASCIMENTO**, NILSON AUGUSTO VILLA NOVA***

ABSTRACT

This paper studies the thermal regime of air inside an unshaded conventional coffee crop.

Measurements were made at five levels, corresponding to 20, 40, 60, 80 and 100 per cent of mean crop height.

Air temperature inside the coffee crop increased with height during nighttime and decreased during daytime. Inversions in the gradient occurred between 08 to 11 a.m. and 04 to 06 p.m. Extreme mean vertical gradients were 0,2°C/m under inversion condition and 1,3°C/m under normal gradient.

The region in coffee crop with higher heating and cooling occurred between 20 per cent to 40 per cent of plants height.

Air daily mean temperature inside the crop varied with height, showing a negative gradient of 0,4°C/m under 60 per cent of plants height and a positive gradient of 0,5°C/m above that level.

Inside the crop, daily air maximum temperature decreased and minimum temperature increased with height

Introdução

CADA cultura condiciona o seu próprio microclima em função de sua arquitetura, desenvolvimento, espaçamento, tipo e exposição do solo. Estes elementos atuam de maneira a modificar o balanço de energia da cultura, que é o gerador das condições microclimáticas.

As condições microclimáticas regulam o desenvolvimento das plantas e dos organismos a elas associados. Dentre os parâmetros microclimáticos, a temperatura do ar apresenta atuação preponderante.

Para a cultura cafeeira, são poucas as medições de temperatura do ar no seu interior, não permitindo o conhecimento de seu regime térmico.

O presente trabalho estuda o regime de temperatura do ar no interior de uma cultura convencional de café a pleno sol.

Revisão bibliográfica

Poucas são as medições da temperatura do ar no interior de cafezais com a finalidade primeira de se conhecer o regime térmico da cultura.

Excelente trabalho foi desenvolvido por Kirpatrick (4), que estudou o microclima de uma cultura de café no Quênia, África Oriental. Pela pouca disponibilidade instrumental o autor procedia a medição em apenas dois pontos, normalmente ao nível de 1,30 m acima do solo, dentro e fora da cultura.

Costa e Schröder (1) realizaram medições de temperatura do ar em cafezais não sombreados, em Ribeirão Preto-SP e Matão-SP. Foi registrada por termôgrafos convencionais, em quatro níveis, sendo dois no

* Recebido para publicação em 21 de agosto de 1979.

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.

** Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 18 600 Botucatu-SP, Brasil.

*** Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, 13 400 Piracicaba-SP, Brasil.

interior e dois acima da cultura. Simultaneamente eram feitas observações em um posto meteorológico próximo. Foram estudadas duas séries de dados, correspondentes a um período na estação seca e outro na chuvosa

Os trabalhos de Kirkpatrick (4) e de Costa e Schröder (1) não esclareceram adequadamente o regime térmico no interior da cultura pelo fato do número de níveis de observação ser insuficiente para o estudo da distribuição vertical da temperatura. Seria conveniente que se fizesse o estudo da distribuição vertical da temperatura do ar na cultura, com maior número de níveis de observação, com instrumental mais adequado

O presente trabalho faz parte de uma série em que se estuda as condições térmicas e higrométricas no interior de uma cultura de café. Em artigo anterior foram relacionadas as temperaturas do ar do interior da cultura com as medidas em um posto meteorológico (3). Neste trabalho analisa-se o regime térmico do ar no interior da cultura

Material e método

As informações referentes à cultura, instrumental e métodos de observação e de cálculo são os mesmos descritos por Foloni *et al* (3)

Curso Diário da Temperatura do Ar

Resultados e discussão

O curso diário médio da temperatura do ar nos cinco níveis no interior da cultura está representado na Figura 1.

A temperatura do ar no cafezal apresentou um curso diário semelhante ao que se observa em posto meteorológico. Este comportamento também foi constatado por Kirkpatrick (4) e Costa e Schröder (1). A temperatura mínima ocorreu entre 05 e 06 horas e a máxima entre 14 e 15 horas

Durante o período noturno, a diferença térmica entre os níveis foi pequena e relativamente constante, enquanto que em torno do meio dia foi grande e apresentou maior variação. No período entre 08 e 11 horas e entre 16 e 18 horas ocorreu intercepção das curvas da temperatura do ar nos diferentes níveis. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa e Schröder (1), que comparando as temperaturas do ar a 0,2 m e 4,0 m, verificaram intercepções às 10 e 14 horas para o período chuvoso e 10 e 16 horas para o período seco

No período noturno, os maiores valores de temperatura do ar ocorrem de 0,6 a 0,8 H, decrescendo em

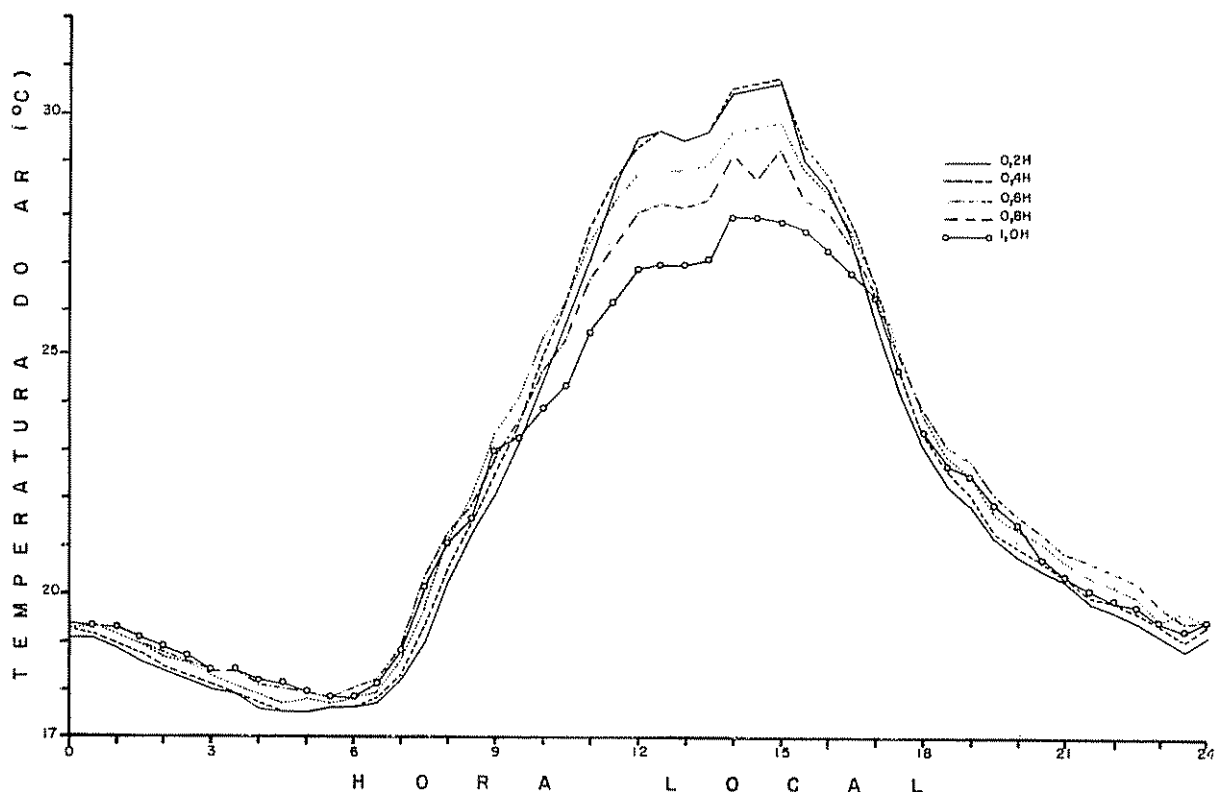


Fig. 1 — Curso diário da temperatura do ar em cinco níveis do interior do cafezal

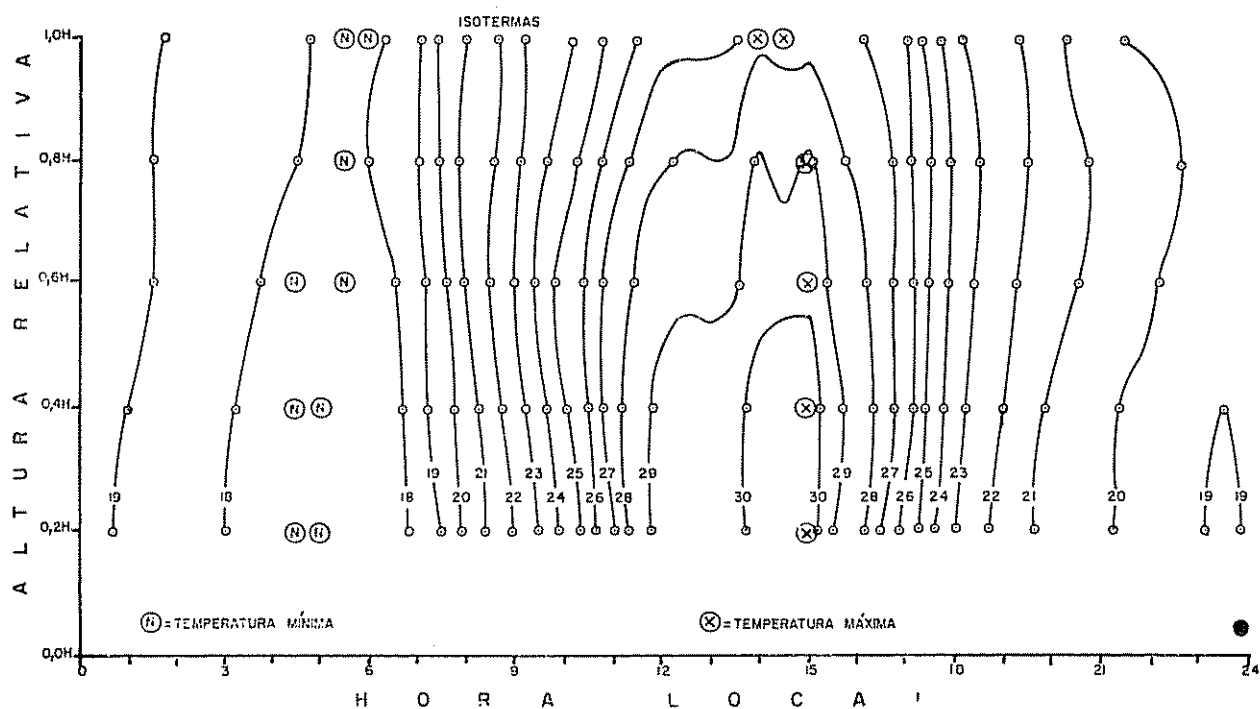


Fig. 2.—Seqüência espacial da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) no cafezal

direção ao sol ou ao topo das plantas. Durante o dia, a região mais quente situa-se em torno de 0,4 H, decrescendo pouco em direção ao solo e mais intensamente em direção ao topo das plantas

Seqüência Espacial da Temperatura do Ar

A seqüência espacial da temperatura do ar no cafezal é mostrada na Figura 2.

A Figura 2 mostra o caminhar das isothermas no decorrer do dia no interior da cultura, bem como os momentos de ocorrência das temperaturas extremas. Ocorreu um rápido incremento de temperatura entre 07 e 11 horas, atingindo uma variação de praticamente 10°C . Neste período as isothermas deslocaram-se aproximadamente em paralelo, evidenciando um aquecimento semelhante em todos os níveis. No período entre 11 e 16 horas ocorreu uma pequena variação de temperatura, de aproximadamente 3°C . As isothermas tenderam a formar elipsóides, com os maiores valores junto aos níveis de 0,2 e 0,4 H, evidenciando que nestes níveis ocorreram os maiores ganhos de energia, condicionando a região de maior aquecimento.

A partir das 16 horas, a temperatura sofreu um rápido decréscimo até as 18 horas, ocorrendo uma variação de aproximadamente 5°C . Neste período as isothermas deslocaram-se aproximadamente em paralelo, evidenciando um resfriamento semelhante em todos os níveis. Das 18 às 07 horas ocorreu uma pequena e lenta variação de temperatura, da ordem de 4°C . Entre 23

a 24 h as isothermas originaram um elipsóide, evidenciando que as menores temperaturas estavam entre 0,2 a 0,4H, mostrando que esta região é a de maior perda noturna de energia.

A localização da região de maior aquecimento aparentemente difere da encontrada por Kirkpatrick (4). Este autor constatou que, durante o dia, a temperatura do ar no topo das plantas de café foi em média 2°C maior que a 1,30 m no interior da cultura. A discordância deve residir na diferença de localização do nível de recepção de radiação solar. O cafezal estudado por aquele autor tinha um espaçamento de $2,4 \times 2,4$ m, que condicionaria uma cultura fechada, a qual apresenta o nível de recepção de energia no topo das plantas. No presente trabalho, pelo fato da cultura não ser fechada, o nível de recepção de radiação localizava-se no nível de 0,4 H, onde foram constatadas as maiores amplitudes de temperatura das folhas do cafeeiro (2)

Seqüência dos Tautócronos Horários de Temperatura do Ar.

A seqüência dos tautócronos horários de temperatura do ar no interior do cafezal é mostrada na Figura 3.

A seqüência obtida é semelhante à mostrada por Costa e Schröder (1) indicando que as menores temperaturas ocorreram entre 04 e 06 horas e as maiores entre 14 e 15 horas, nos cinco níveis

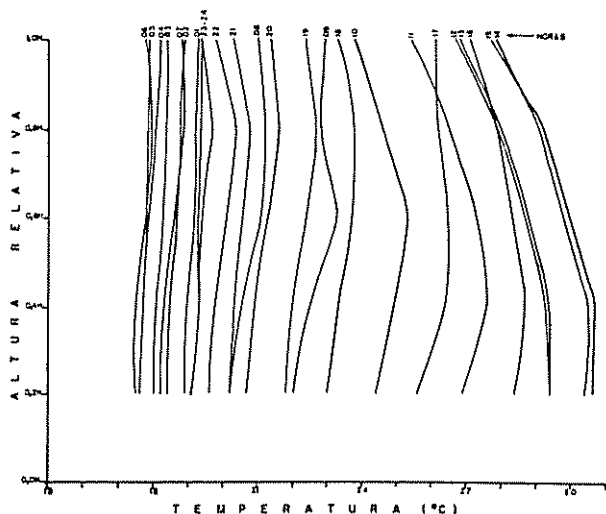


Fig. 3.—Sequência dos tautócronos horários de temperatura do ar no cafezal.

No período mais frio do dia ocorreu perfil inverso de temperatura, com um gradiente médio de $0,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$. A partir deste período, a temperatura do ar aumentou igualmente em todos os níveis até às 07 horas, porém persistindo a inversão. Entre 07 e 08 horas, a medida que os raios solares penetravam no interior da cultura, ocorria um maior aquecimento nos níveis de 0,6 H e 0,8 H, causando um perfil inverso entre 0,2 H e 0,6 H e um perfil normal acima deste nível. Das 08 às 09 horas, ocorreu um aquecimento em todos os níveis, mais pronunciado no nível de 0,6 H, e mantendo a mesma conformação do tautócrono da hora anterior. Entre 09 e 10 horas, a temperatura no nível de 0,2 H tornou-se maior que a 1,0 H, persistindo um perfil inverso abaixo de 0,6 H. Em torno das 11 horas, a região de maior aquecimento passou para 0,4 H, e o perfil continuou inverso abaixo deste nível.

Após as 11 horas, a região de maior aquecimento deslocou-se em direção ao solo, em função da incidência direta dos raios solares sobre a superfície do solo, eliminando a camada de inversão, continuando esta condição até as 13 horas, quando ocorreu isôtermia entre os níveis de 0,2 e 0,4 H. Embora a massa de ar no interior da cultura continuasse a sofrer um aquecimento, iniciou-se o aparecimento de uma leve inversão de temperatura entre os níveis de 0,2 e 0,4 H. Depois das 15 horas, a massa de ar resfriou-se em todos os níveis, porém mais acentuadamente nos níveis mais próximos ao solo, devido ao fato de que os raios solares não mais incidiam diretamente nele. Como consequência, a camada de inversão foi se pronunciando até às 16 horas no nível de 0,4 H, até às 17 horas no nível de 0,6 H, às 18 horas no nível de 0,8 H. Entre 16 e 17 horas a temperatura no nível de 0,2 H tornou-se menor que a 1,0 H.

A partir das 18 horas o ar resfriou-se como um todo, mantendo entretanto a forma do perfil, mais quente no nível de 0,8 H. Esta situação persistiu até

às 24 horas, com uma pequena taxa de queda de temperatura. Após às 24 horas, embora o ar continuasse se resfriando, ocorreu uma pequena variação de temperatura entre os diferentes níveis, predominando um tênue perfil inverso, com a tendência dos maiores valores ocorrerem no nível de 1,0 H.

O maior valor positivo do gradiente vertical de temperatura do ar foi observado às 15 horas, cujo valor foi de $1,3^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

Pela Figura 3 verifica-se que a maior amplitude térmica média ocorreu no nível de 0,4 H, com o valor de $13,2^{\circ}\text{C}$, decrescendo para $13,1^{\circ}\text{C}$ no nível de 0,2 H e $12,1^{\circ}\text{C}$, $11,4^{\circ}\text{C}$ e $9,9^{\circ}\text{C}$, respectivamente para 0,6 H, 0,8 H e 1,0 H.

Perfis Verticais de Temperatura Média Diária do Ar

A Figura 4 representa os perfis verticais médios diários da temperatura do ar no cafezal. Adotou-se o nível de 1,0 H como referência e cotou-se os desvios de temperatura nos demais níveis em relação a êle.

O perfil de temperatura do ar mostrou-se semelhante em todos os dias do ensaio, apresentando uma região com gradiente inverso, uma com gradiente neutro e outra com gradiente positivo.

A comparação entre os perfis revela que ocorreu um perfil inverso entre os níveis de 0,2 H e 0,4 H em todos os dias de ensaio. Entre os níveis de 0,4 H e 0,6 H ocorreram cinco dias com gradiente negativo, cinco dias com gradiente neutro e apenas três dias com gradiente positivo, revelando a predominância dos gradientes negativos e neutros. Entre os níveis de 0,6 H e 0,8 H ocorreram sete dias com gradiente positivo, dois dias com gradiente neutro e apenas quatro dias com gradiente negativo, evidenciando que nesta camada predomina o gradiente positivo. Entre os níveis de 0,8 H e 1,0 H o gradiente foi sempre positivo, com exceção de um único dia.

O perfil vertical médio do ensaio revela um gradiente inverso de temperatura abaixo de 0,6 H com um valor de $0,4^{\circ}\text{C}/\text{m}$, e um gradiente positivo acima desse nível, cujo valor foi de $0,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

Quadro 1.—Frequência de ocorrência diária dos gradientes verticais de temperatura do ar no cafezal, em porcentagem

Região	Gradiente		
	Positivo	Neutro	Negativo
0,2 H - 0,4 H	0	0	100
0,4 H - 0,6 H	24	38	38
0,6 H - 0,8 H	54	15	31
0,8 H - 1,0 H	92	0	8

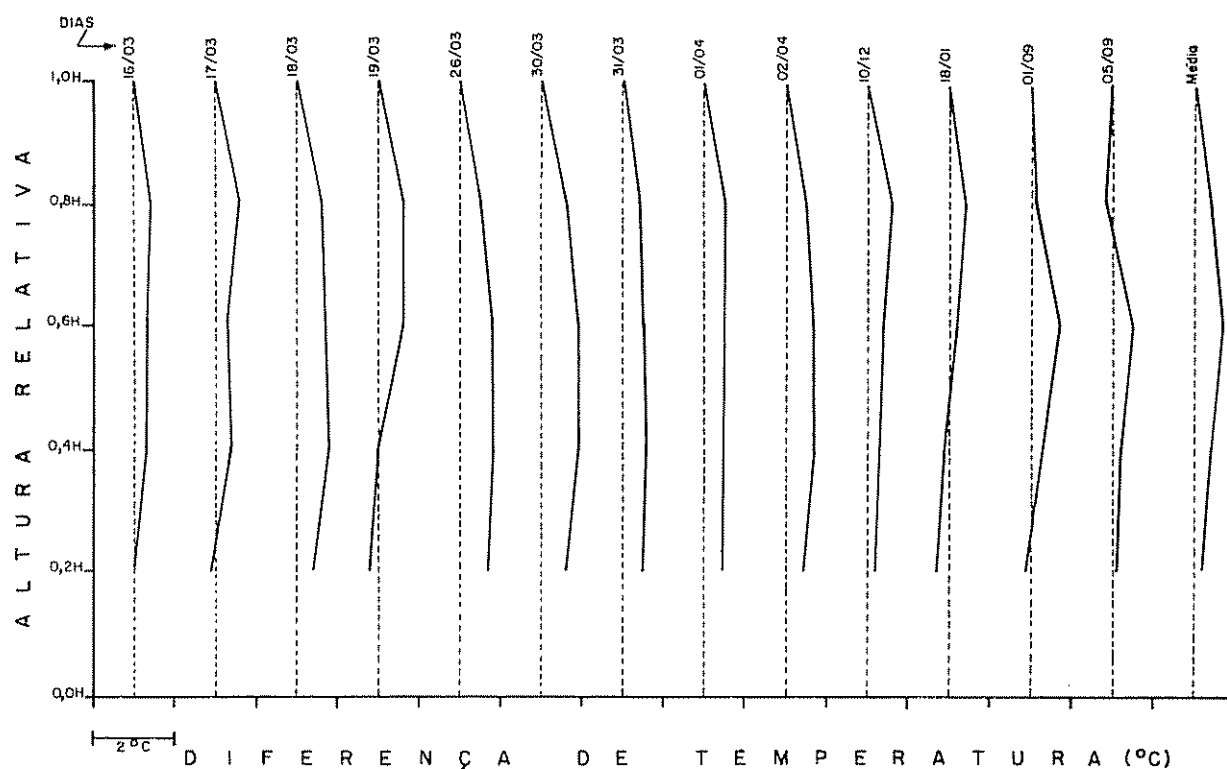


Fig. 4 — Perfis verticais de temperatura média diária do ar no cafezal, em relação à temperatura no nível de 1,0H

A frequência de ocorrência e a natureza do gradiente nas diversas regiões da cultura é mostrada no Quadro 1

Inferese desse Quadro que predominaram gradientes negativos na região 0,2H-0,4H com 100 por cento de frequência; neutro ou negativo na região 0,4H-0,6H com 38 por cento de frequência cada; positivo nas regiões 0,6H-0,8H e 0,8H-1,0H, respectivamente, com frequência de 54 e 92 por cento. De maneira geral, em termos de frequência de ocorrência, os gradientes são inversos abaixo de 0,4 H, positivos acima de 0,6 H e neutros ou negativos na faixa média das plantas 0,4-0,6 H.

A temperatura média do ar no cafezal, média dos 5 níveis, foi de 22,4°C para o período de ensaio, variando de 12,4 a 26,4°C. Tomando os dias como blocos e os níveis como tratamentos, procedeu-se a análise de variância segundo o delineamento de blocos ao acaso. A análise revelou significância entre blocos e entre tratamentos.

A significância entre blocos mostra que o período de ensaio abrangeu dias com temperatura média distinta. Com respeito aos tratamentos, a significância indica que a temperatura média diária variou com a altura na cultura.

A comparação das médias diárias, pelo teste de Duncan ao nível 5 por cento de probabilidade, mostra

que os 13 dias de ensaio englobaram 8 condições térmicas estatisticamente diferentes. A comparação das temperaturas médias nos cinco níveis mostra que não houve diferença significativa entre os níveis de 0,4 a 0,8 H e que estes valores diferem dos obtidos nos níveis de 0,2 e 1,0 H. Para o período de ensaio as temperaturas médias foram: 22,3°C, 22,6°C e 22,1°C, respectivamente para a saia, região central e tópo da planta.

Perfis Verticais de Temperatura Máxima Diária do Ar

Os perfis verticais de temperatura máxima diária do ar no interior do cafezal estão mostrados na Figura 5.

Esta Figura mostra que durante o período de ensaio houve uma gama muito grande de variação no valor de temperatura máxima. Os perfis mostraram uma variabilidade muito grande de forma, não definindo rigidamente o nível de ocorrência dos maiores valores.

A análise da frequência de ocorrência da temperatura máxima mostra que o maior valor ocorreu 50 por cento das vezes no nível de 0,2 H, 44 por cento no nível 0,4 H e 6 por cento no nível 0,6 H. Os menores valores de temperatura máxima ocorreram 100 por cento das vezes no nível de 1,0 H. De maneira geral, a

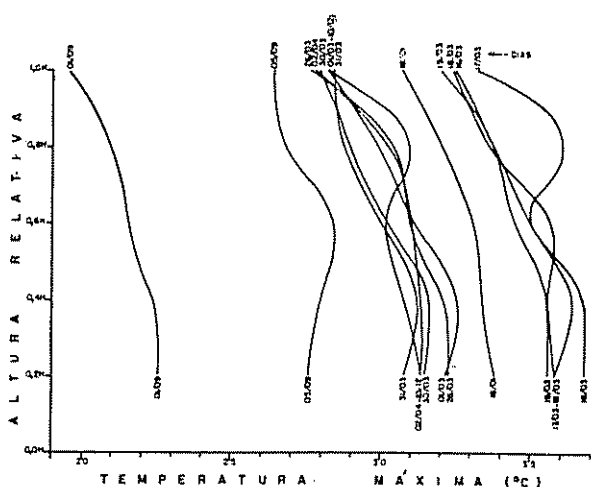


Fig. 5.—Perfis verticais de temperatura máxima diária do ar no cafezal.

freqüência de ocorrência da maior temperatura máxima decresce com a altura no interior da cultura.

O perfil vertical médio de temperatura máxima para o período de ensaio revela que ocorreu um gradiente positivo, cujo valor médio é de $1,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

A temperatura máxima média do ar no cafezal, média dos cinco níveis, foi de $31,0^{\circ}\text{C}$, variando de $21,4$ a $35,3^{\circ}\text{C}$. A análise de variância revelou significância para níveis e dias.

A significância entre dias mostra que os perfis diários de temperatura máxima diferiram entre si. A comparação das médias dos dias pelo teste de Duncan, mostra que ocorreram 7 condições estatisticamente distintas de temperatura máxima média diária do ar na cultura.

A significância entre níveis indica que a temperatura máxima diária variou com a altura na cultura. Comparando-se estas temperaturas, pelo teste de Duncan, verifica-se que não há diferença significativa entre os níveis 0,2 e 0,4 H e estes diferem dos demais níveis. Para o período de ensaio, as temperaturas máximas diárias foram $32,2^{\circ}\text{C}$ para a região entre os níveis 0,2 H a 0,4 H, $31,3^{\circ}\text{C}$ para o nível de 0,6 H, $30,5^{\circ}\text{C}$ para o nível de 0,8 H e $28,8^{\circ}\text{C}$ para o tópo da planta.

Perfis Verticais de Temperatura Mínima Diária do Ar

Os perfis verticais de temperatura mínima diária do ar no cafezal estão representados na Figura 6.

Esta Figura mostra que ocorreu uma grande gama de variação no valor da temperatura mínima. Os perfis mostraram pouca variação de forma, refletindo, em contraste aos de temperatura máxima, que as condições de ocorrência da temperatura mínima foram bastante semelhantes entre os dias. A forma dos perfis mostra uma pequena taxa de variação no valor da temperatura mínima com a altura, indicando uma condição homogênea de ocorrência.

A pequena variação nos valores de temperatura mínima no perfil gera uma grande variabilidade na ordem de sua ocorrência nos diferentes níveis. Contudo, em termos médios, os valores mais baixos de temperatura mínima ocorreram no nível 0,2 H e os mais altos no nível de 0,8 H.

Em ordem crescente de freqüência, as menores temperaturas mínimas ocorreram nos níveis de 0,2 H, 0,4 H, 0,6 H, 1,0 H e 0,8 H.

O perfil vertical médio de temperatura mínima para o período de ensaio revela que ocorreu um gradiente negativo, cujo valor médio é $0,2^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

A temperatura mínima média do ar no cafezal, média dos cinco níveis, foi de $17,4^{\circ}\text{C}$, oscilando de $6,6^{\circ}\text{C}$ a $21,6^{\circ}\text{C}$. A análise de variância mostrou que ocorreu significância entre níveis e entre dias.

A significância entre dias indica que os perfis diários de temperatura mínima diferiram entre si. A comparação das médias, pelo teste de Duncan, mostra que ocorreram 9 condições estatisticamente distintas de temperatura mínima média diária do ar na cultura.

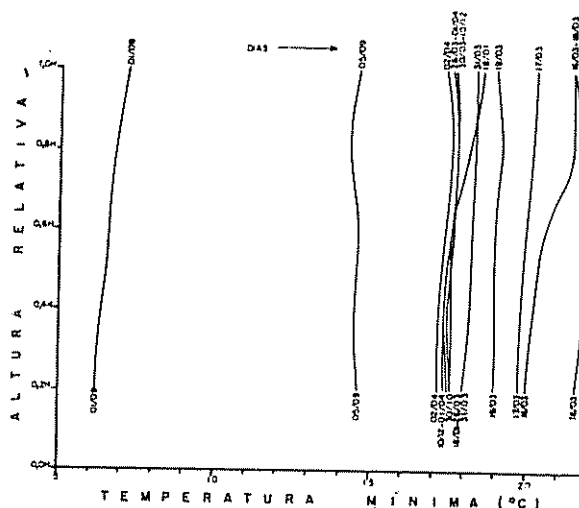


Fig. 6.—Perfis verticais de temperatura mínima diária do ar no cafezal.

A significância entre níveis mostra que ocorrem diferenças de temperatura mínima no perfil vertical. A comparação da distribuição vertical de temperatura mínima, pelo teste de Duncan, mostra que os valores não diferiram entre os níveis 0,8 H, 1,0 H e 0,6 H; entre os níveis 1,0 H, 0,6 H e 0,4 H e entre os níveis 0,6 H, 0,4 H e 0,2 H, e que estas regiões diferiram entre si. Os menores valores de temperatura mínima ocorreram na região mais baixa da planta, aumentando em direção ao nível 0,8 H e diminuindo em direção a 1,0 H. A temperatura mínima média do ensaio foi $17,2^{\circ}\text{C}$ e $17,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente nos níveis de 0,2 H e 0,8 H.

Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho levou às seguintes conclusões com respeito à temperatura do ar no interior da cultura:

- a) A temperatura do ar no cafezal aumentou com a altura durante a noite e diminuiu durante o dia. As inversões dos gradientes ocorreram das 08 às 11 horas e das 16 à 18 horas.
- b) Os gradientes verticais de temperatura do ar médios extremos foram 0,2°C/m para a condição de inversão e 1,3°C/m sob gradiente normal.
- c) A região do cafezal onde ocorreu o maior aquecimento e o maior resfriamento abrange os níveis de 20 a 40 por cento da altura das plantas.
- d) A amplitude térmica diária decresceu com a altura
- e) Os gradientes verticais médios diários de temperatura foram inversos abaixo de 40 por cento da altura das plantas, normais acima de 60 por cento e neutros ou inversos na parte média das plantas.
- f) O nível da inversão do gradiente vertical de temperatura variou no interior da cultura em função do deslocamento do nível de recepção de energia.
- g) A temperatura média diária do ar no cafezal variou com a altura, apresentando um gradiente negativo de 0,4°C/m abaixo de 60 por cento da altura da planta e acima desse nível, um gradiente positivo de 0,5°C/m
- h) A temperatura máxima diária do ar no cafezal diminuiu com a altura
- i) A temperatura mínima diária do ar no cafezal aumentou com a altura

Resumo

Este trabalho estuda o regime térmico do ar no interior de uma cultura convencional de café, a pleno sol.

As medições foram realizadas em cinco níveis, referentes a 20, 40, 60, 80 e 100 por cento da altura média das plantas.

A temperatura do ar no cafezal aumentou com a altura durante a noite e diminuiu durante o dia. As inversões dos gradientes ocorreram das 08 às 11 horas e das 16 às 18 horas. Os gradientes verticais médios extremos foram 0,2°C/m para a condição de inversão e 1,3°C/m sob gradiente normal.

A região do cafezal onde ocorreu o maior aquecimento e o maior resfriamento compreende os níveis de 20 a 40 por cento da altura das plantas.

A temperatura média diária do ar no cafezal variou com a altura, apresentando um gradiente negativo de 0,4°C/m abaixo de 60 por cento da altura das plantas e acima desse nível, um gradiente positivo de 0,5°C/m

A temperatura máxima diária do ar no cafezal diminuiu com a altura, enquanto que a temperatura mínima diária aumentou.

Literatura citada

- 1 COSTA, A. I. e SCHRÖDER, R. *O Microclima em cafezais não sombreados no Estado de São Paulo (1ª parte)* Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1956. 131 p
- 2 FOLONI, L. I. *Microclima em cafezal (Coffea arabica L.) Temperatura do ar e das folhas*. Piracicaba, SP, Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, 1977. 92 p.
- 3 FOLONI, L. L.; TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. e VILLA NOVA, N. A. *Estimativa da temperatura do ar diária em cafezal* Turrialba, 29(1): 45-51. 1979.
- 4 KIRKPATRICK T. W. - *The climate and eco-climates of coffee plantations* Amani, Tanganyika East African Agriculture Research Station, 1955 (Studies on the ecology of coffee plantations in East Africa, 1) 66 p.

Publicaciones

Informaciones Agrícolas, Ganaderas y Granjeras. Con fecha febrero de 1979, ha aparecido el primer número de *Informaciones Agrícolas, Ganaderas y Granjeras*, órgano de divulgación técnica del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB), de Uruguay. Está destinada a "transferir en forma ágil los resultados, progresos y aplicaciones prácticas de la investigación, así como también aquellos otros trabajos que, sin referirse estrictamente a tareas de investigación, tratan temas anexos a la ciencia agrícola".

El contenido del primer número es de alta calidad. La sección agrícola tiene cinco trabajos que se pueden catalogar de artículos de investigación. Un total de 13 artículos escritos por 20 técnicos tratan de trigo, soya, girasol, ganado bovino, forrajes, papas, arveja y cítricos. En tres de estos 13 artículos se usa el punto en vez de la coma para separar los decimales de los enteros, lo que puede indicar que ya está llegando al Cono Sur la influencia del inglés.

Notas y Comentarios

Publicaciones

Tablas de Contenido, Ciencias de la Información. La Asociación Interamericana de Bibliotecarios y Documentalistas Agrícolas (AIBDA) ha iniciado esta publicación en Julio de 1979. Reproduce las tablas de contenido de 22 revistas de ciencias de la información, desde *ASLIB Proceedings* hasta *Special Libraries*. El servicio de fotocopias es atendido conjuntamente por el IICA-CIDIA, en San José, Costa Rica y por el CIAT, en Cali, Colombia. El pago puede hacerse en moneda nacional (sólo en Colombia y Costa Rica). La dirección es AIBDA, CIDIA, Turrialba, Costa Rica.

La agricultura en los novecientos setenta

Al finalizar los novecientos sesenta, el título de un libro norteamericano alertaba al mundo sobre una hambruna en 1975 ("Famine 1975"). Sin embargo, aquí estamos todavía, si no contamos hambrunas locales debidas a la sequía en el Sahel, Etiopía y partes de la India (y a la guerra en Kampuchea). Esta pudo ser la década en la que Malthus fue puesto finalmente a descansar en paz. ¿Por qué?

La situación demográfica

En primer lugar, el crecimiento de la población se hizo más lento, inesperadamente: notablemente en los países asiáticos populosos (probablemente un crecimiento anual de 2,4 por ciento en los novecientos sesenta, 2,2 por ciento en los novecientos setenta), dramáticamente en los pequeños países asiáticos de ingresos medios (2,8 a 2,3 por ciento) (Cf. *Turrialba* 29:9 1979), y sobre todo en los países industrializados (1,1 a 0,7 por ciento). Algunos de estos últimos han alcanzado estabilidad, un hecho que puede afectar dramáticamente la planificación (los holandeses, que en 1970 tenían pesadillas de no encontrar espacio para 20 millones de habitantes en el año 2000, ahora esperan sólo 14 a 15 millones). Los estimados de la población mundial para ese año han bajado desde 1970 de 6,5 mil millones hasta 6 mil millones, lo que equivale a borrar a la India del mapa.

Las principales causas de las tasas de nacimientos más bajas fueron la disponibilidad de nueva tecnología de control de la natalidad y el crecimiento económico; una causa menor fue el apoyo gubernamental para el control de la natalidad, hasta en la católica América Latina, en donde México y Brasil fueron convertidos a la idea sólo en 1973 y 1974 respectivamente.

La producción de alimentos

En segundo lugar, la producción mundial de alimentos continuó creciendo, ligeramente por delante del crecimiento demográfico; un 20 por ciento bruto, 4,5 por ciento *per cápita*, en todo el mundo de 1970-72 a 1976-78. La subida de la producción de alimentos fue más rápida, sin embargo, en los países ricos que en los pobres (más 4 por ciento *per cápita* en total, pero menos 7 por ciento en África). En los países pobres prendió la "revolución verde" comenzada en la mitad de los novecientos sesenta. Debido a que necesitaban más agua y más fertilizante, esa introducción de nuevas variedades de alto rendimiento fue muy criticada (principalmente por gente de Europa) (Cf. *Turrialba* 28:13 1978) como un medio de enriquecer al agricultor rico pero no al pobre. Ciertamente o no, las nuevas variedades tuvieron efectos dramáticos en áreas de Asia, tales como el Punjab de la India, que eran lo suficientemente progresivas como para hacer un uso pleno de ellas.

Los países en desarrollo

Pero hubo también motivos de preocupación. En 1972-73 vino la gran jugada de los granos, cuando el fracaso de la cosecha de Rusia, dio lugar a grandes compras soviéticas en los mercados occidentales, y alzas mucho más grandes de precio con esas compras. Esto mostró que la cuestión no era si el mundo tenía suficiente grano si no quién lo tenía. La gente pobre no puede comprar alimento cuando el precio se duplica, una razón por la que en esos años de escasez, una gran proporción del grano mundial fue a los estómagos del ganado norteamericano, europeo y ruso. Al final de los novecientos setenta, existía amplio consenso de que el "problema de los alimentos" era uno de distribución y pobreza, y no uno de producción. Fue inquietante ver como América del Norte se había convertido en el granero mundial; los Estados Unidos en 1979 estaba exportando unos 35 millones de toneladas de trigo, alrededor de la mitad del comercio mundial más otros 60 a 70 millones de toneladas de otros cereales y 20 millones de soya.

Los países en desarrollo, más o menos autosuficientes en 1950, importaron en 1975 unos 20 millones de toneladas

(o 5%) de sus principales artículos alimenticios, y se esperaba que importasen 40 a 50 millones de toneladas 10 años más tarde. De allí los intentos, con éxito modesto, de poner a funcionar un sólido programa mundial, y, hasta ahora sin éxito, de armar una reserva de granos para nivelar y asegurar los precios.

¿Está muerto Malthus?

Los malthusianos no están muertos todavía. Ellos señalaban que los sorprendentes aumentos en la producción mundial (la de granos se duplicó en 30 años) estaban comenzando a ser más lentos durante los novecientos setenta, conforme se iba llegando a los límites de la tierra arable utilizable, y, más significativamente, conforme la respuesta a un mayor uso de fertilizantes pareciera estar disminuyendo. La pesca mundial más que se duplicó en los 20 años anteriores a 1970, y después se estancó. Los bosques se estuvieron explotando más allá de su capacidad.

Fue todavía posible al final de los novecientos setenta producir un cuadro de melancolía, y sin embargo, pensar que en manos de los genetistas, agrónomos y otros investigadores (y también de los admiradores de las fuerzas del mercado) quedaba el probar concluyentemente que ese cuadro era errado.

Premio Houssay para Johanna Dobreiner

La doctora Johanna Dobreiner, científica brasileña especializada en fisiología vegetal, ha ganado el Premio Bernardo A. Houssay, de US\$ 30.000, por su investigación de la fijación del nitrógeno por plantas de varias familias botánicas.

El premio fue establecido en 1972 por el Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura (CIECC) de la OEA, para honrar a investigadores latinoamericanos que hayan hecho importantes contribuciones en materias científicas.

Graduada en agronomía en la Universidad de Munich, trabaja desde 1951 para el Ministerio de Agricultura del Brasil, en los laboratorios de la Universidad Rural Federal de Río de Janeiro. Tiene grados académicos de las Universidades de Wisconsin y Florida.

Su interés especial ha sido la búsqueda de bacterias que ayuden a fijar el nitrógeno atmosférico a plantas no leguminosas. Entre 1958 y 1961, demostró que las bacterias fijadoras de nitrógeno se multiplicaban en las raíces de caña de azúcar y de arroz. Describió, entre otras bacterias, la *Beijerinckia fluminense* que ocurre casi exclusivamente en gramíneas tropicales. En 1966, descubrió la *Azotobacter paspali*, fijadora de nitrógeno en el pasto *Paspalum notatum*.

También ha trabajado con leguminosas, tratando de incrementar su capacidad de fijar el nitrógeno del aire. Gracias en gran parte a los estudios de la doctora Dobreiner, el Brasil pasó a dedicar millones de hectáreas al cultivo de la soya, con tanto éxito que hoy ocupa el segundo lugar entre los productores mundiales de este grano, después de los Estados Unidos (*Carta del Desarrollo, OEA* Vol. 2, N° 9), por lo que el gobierno brasileño le otorgó una de sus más altas honras, la Orden de Río-Branco. Una de las investigaciones sobre soya en la que intervino fue publicada en *Turrialba* (Vol. 20, p. 293, 1970).

En el Primer Simposio Internacional de Fijación de Nitrógeno, celebrado en 1974, en Pullman, Washington, la Doctora Dobreiner y el doctor Day discutieron la asociación intercelular de *Digitaria decumbens*, un forraje, con *Spirillum lipoferum*, bacteria oscura identificada en 1925 y luego olvidada. Investigadores de varias partes confirmaron la presencia de *Spirillum* en asociación con cereales y otras gramíneas, lo que ha abierto esperanzas de reemplazar los fertilizantes químicos con esta asociación biológica. En este proceso, se reclasificó la bacteria, cambiándosele su nombre a *Azospirillum brasiliensis*. Actualmente, grupos grandes de investigadores, bajo los auspicios de EMBRAPA, están trabajando intensamente con *Azospirillum* en un programa ambicioso para aumentar los rendimientos agrícolas.

Anacardium excelsum, especie forestal de los trópicos americanos^{*1/} ————— CARLOS SANTANDER**, WALDEMAR ALBERTIN***

ABSTRACT

Anacardium excelsum (Bert. & Balb.) Skeels, is a species semihard timber very utilized in the tropics.

This paper is published as a contribution to the study of the silviculture of the *Anacardium excelsum*, of which there is little data available. The study was conducted in an experimental plantation in the "Premontane Wet Forest", according to Holdridge's system of the life zones, located at the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), in Turrialba, Costa Rica.

The following relationships were analyzed: dbh/total and commercial heights, dbh/crown diameter, dbh without bark/dbh with bark. The following characteristics were also calculated: commercial volume with bark (m³), percentage of bark volume, plant mortality, mean annual growth rings.

The tree variables studied included: dbh, total and commercial heights, crown diameter, and bark thickness. The site factors measured included: altitude, precipitation, average temperature, and soil capacity for plant production.

Introducción

El *Anacardium excelsum* (Bert. & Balb.) Skeels, es una especie forestal de los trópicos americanos muy poco estudiada. Son raras las referencias silviculturales sobre esta especie; sin embargo, ésta presenta características de orden fitogeográfico y ecológico que la hacen digna de mayores esfuerzos de investigación por su aceptación en el mercado internacional.

Esta especie generalmente puede observarse en bosques tropicales secos y húmedos, también en bosques de galería, desde Costa Rica hasta el norte de Sudamérica, asociada a otras especies y a veces en bosques puros, en forma dominante o codominante.

Se ha exportado a los países de Centroamérica y Estados Unidos de Norteamérica en forma de madera aserrada, cepillada, machihembrada.

Teniendo en cuenta que en muchos países, la reforestación artificial ha fracasado con frecuencia y las esperanzas que se tenían en reforestación en una escala apreciable se frustraron por falta de conocimientos técnicos (23), se ha preparado el presente trabajo como una contribución para llenar en algo este gran vacío.

El objetivo del trabajo es observar el comportamiento en plantación de *Anacardium excelsum* bajo la condición de bosque tropical húmedo de la Zona Atlántica de Costa Rica. Se estudiaron relaciones entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) con la altura total y comercial; DAP con diámetro de copa; el volumen de corteza en porcentaje y relación entre el DAP sin corteza y el DAP con corteza; así también determinar el volumen del árbol y su crecimiento anual.

Aspectos botánicos

Nombre botánico: *Anacardium excelsum* (Bert. & Balb.) Skeels.

* Recibido para publicación el 5 de junio de 1979.

1/ Parte del trabajo de tesis del Estudiante Graduado Carlos Santander Flores, Escuela para Graduados, Turrialba, Costa Rica. Revisado y ampliado 1978-79.

** Especialista Forestal del Departamento de Investigaciones Forestales de la Dirección General Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Apartado 10094, San José, Costa Rica. Desde abril de 1979, destacado al Grupo de trabajo Gobierno de Costa Rica/AID - Proyecto Préstamo para la Conservación de los Recursos Naturales Renovables.

*** Dasonomo, Apartado 137, Turrialba, Costa Rica.

Familia ANACARDIACEAE

Nombres comunes: Espavel (Costa Rica, Panamá, Venezuela, Honduras, etc.); Caracolí (Venezuela, Colombia y Ecuador); Nariz (Cuba) (10, 12, 21)

Distribución natural:

Este árbol se encuentra ampliamente distribuido en los trópicos del Norte de América del Sur y en la América Central hasta Costa Rica (5, 12).

Crece hasta los 800 metros de elevación, mayormente en la formación "bosque tropical húmedo" y "bosque tropical seco",* siendo más frecuente en la última formación pero en la orilla de los ríos o cursos pequeños de agua, en buenos suelos, mantenidos húmedos. Es frecuente que bordee así algún curso de agua por largas distancias (5, 13). Es común en bosques de tierra caliente, tanto al lado Atlántico como en Guanacaste y Nicoya, especialmente a lo largo de las cuencas de agua (18).

Tanto en Colombia (27) y Venezuela (28), el "caracolí" o "mijao", crece con regular frecuencia, en el alto llano y pie de monte, en la formación "bosque seco tropical". En Colombia y Venezuela, la "caracolí" o "mijao" está dentro de las principales especies de la vegetación natural (climax) en la formación "bosque húmedo premontano" (27, 28). También ocurre en grandes cantidades en la costa del Pacífico de Costa Rica y Panamá (7).

Asociación natural

A veces se halla en rodales puros (Darién, Panamá) pero generalmente participa en el rodal con 5 a 10 árboles por hectárea. En los bosques tropicales pluviales del Paraná se la encuentra con *Carapa guianensis* Aubl., *Centrolobium patinense* Pittier, *Luehea seemanii* Tr y Pl, *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze (11). En la parte seca de Costa Rica, se ha observado que el espavel es hospedante de los monos aufladores o congos (*Ateles* sp) y junto a él crece asociado el "guácimo" (*Guzuma* spp) cuyos frutos sirven de alimentos a los monos indicados y peces de agua dulce **

Descripción general del árbol

Según Georg (13), bajo condiciones favorables en el bosque el "espavel" alcanza alturas de 125 - 150 pies (37,5 - 45 m), con un tronco limpio de 4 - 6 pies (1,20 - 1,80 m) de diámetro sobre el ensanchamiento basal, los troncos están libres de ramas en los primeros 40-50 pies (12 - 15 m), ocasionalmente 60 pies (20 m).

La base es recta, no presenta aletones; fuste circular, de color caoba claro, con lenticelas equidimensionales, de tamaño mediano, poco conspicuas. Ritidoma

de grosor medio. Corteza viva blanda, succulenta; capa externa de color rosado; capa interna de color amarillo rosado. El exudado es resinoso, poco espeso, de color rojo que fluye lentamente en poca cantidad (17, 20). Hojas simples, alternas, sin estípulas; coreáceas, glabras; las hojas jóvenes son alargadas, de ápice poco agudo, y las adultas son transovadas, de ápice redondeado y cuando secas son de color rojizo (17).

Las flores son pequeñas, blancas. El fruto es arriñonado, sostenido por un pedúnculo verde y, a veces, retorcido (10, 17)

Aspectos silviculturales

Clima

Región climática de 1 500 a 2 000 mm (60 a 80 pulgadas) de lluvia. Las precipitaciones son menores en invierno con una estación seca definida, pero no demasiado larga; la temperatura media es de 23°C (73°F) (11)

Suelos

Corrientemente alcanza el desarrollo óptimo en los suelos más bajos y bien drenados (11). Es frecuente que bordee así algún curso de agua por largas distancias (5).

Recolección y germinación de semillas

Debido a que las semillas de espavel tienen un endosperma grande, se hace difícil mantener su capacidad germinativa (16).

El número de semillas por kilogramos es de 370 (18).

Se obtuvo una germinación alta con esta especie, variando entre 60 y 80 por ciento (21). La semilla de espavel comienza a germinar a los 20 días de sembrada; como tratamiento pregerminativo se recomienda dejarlas 24 horas en agua. La semilla pierde su viabilidad rápidamente cuando se almacena sin ningún tratamiento especial; después de cuatro meses no germina (21). Para mayor duración de la semilla almacenada, se recomienda dejarla en un lugar seco.

Regeneración

La regeneración es vigorosa, desplazando a otras especies de la asociación (11). Los arbolitos obtenidos de la regeneración son más fuertes, de mejor apariencia y aparentemente más resistentes a la sequía que los obtenidos en vivero.*

Se cultiva en Ecuador, donde es exótica, en plantaciones de cacao y de café, especialmente en Pichilingue (11).

Espaciamiento

En Costa Rica (6) el espaciamiento usual adoptado es de 2 x 2 m y 2,5 x 2,5 m.

* Sistema de zonas de vida de Holdridge(15)

** ALFARO ULATE, VICTOR. Comunicación personal. Profesor del Liceo Nocturno Alfredo González Flores, Heredia, Costa Rica.

* BLANCO R., J. Comunicación personal. Asistente Técnico Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. Febrero, 1979

En los primeros años, el arbolito no desarrolla ramas laterales largas y la mitad del mismo está libre de ramas.*

Crecimiento

Se informa que esta especie es de crecimiento moderado, acusando a la edad de seis años y tres meses un promedio de 0,9 m de altura anual y el crecimiento en diámetro a la misma edad de 1,16 cm/año (6). El porcentaje de supervivencia para esta especie, a la misma edad, fue de 77,5% con una precipitación anual de 3,666 mm y temperatura media anual de 23,8°C y a una elevación de 500 m s n m.

Raleo

En una medición a la edad de seis años con tres meses se obtuvo un DAP medio de 4,53 cm sin raleo y 7,26 cm con raleo; una altura media de 3,75 m sin raleo y 5,67 m raleado, y una área basal de 4,59 m² sin raleo y 2,66 m² con raleo. El número de postes obtenidos por hectáreas fue de 222 (6).

Plagas y enfermedades:

No se cuenta con información en la literatura que el *A. excelsum* sufra ataques de insectos, hongos o bacterias.

Propiedades de la madera

Generalidades

Existe acentuada diferencia de coloración entre la albura y el durámen; en condición verde, la albura es rosada, mientras que el durámen es pardo amarillento. En condición seca, la albura es rosada y el durámen varía de pardo oscuro a pardo rojizo. Los anillos de crecimiento indiferenciados en condición verde, pero fácilmente visibles en condición seca; límites marcados por bandas finas regulares; irregularmente espaciados; 5-8/2,5 cm. Grano entrecruzado, textura gruesa, lustre regular a elevado, figura con bandas longitudinales inconspicuas en las superficies radiales, ligero olor a cuero que persiste en condición seca (13).

Propiedades físicas y mecánicas

La madera de espavel es moderadamente liviana, con un peso específico de 0,38 (0,34 - 0,42) basado en peso seco al horno y volumen verde. El peso verde de esta madera es de 960 kg/m³, aproximadamente 60 lb/pie³, a una humedad de 15,5%. Contracción moderada de acuerdo a su densidad. Es una madera fácil de secar y que puede secarse rápidamente sin daño apreciable; sin embargo, el espavel está clasificado como moderadamente difícil de secar en base a un estudio completo de secado al aire (14). La madera es fácil de trabajar pero tiene propiedades de cepillado y lijado pobres. La madera cepillada y lijada muestra

astilladuras y especialmente grano mechudo en madera de corte radial y tangencial. El contenido de sílice es bajo (0,09%) El durámen de espavel se considera como durable y es muy difícil de preservar (19).

La albura y el durámen son de dureza y flexibilidad media; secada al aire, la gravedad específica es de 0,56, no durable (20).

En el Laboratorio de Maderas del Instituto Tecnológico de Costa Rica se hicieron ensayos de peso específico y contracción volumétrica con productos obtenidos de un raleo en plantación de *A. excelsum* de seis años y tres meses de edad (6), obteniéndose un peso específico básico de 0,366, un peso específico seco al horno de 0,390 y una contracción volumétrica de 6,02.

Usos

Madera blanda, liviana; muy utilizada para hacer canoas que se hacen ahuecando los troncos. Se recomienda para interiores, triplex, cajas; tableros de fibra y de partículas, pulpa y papel, utensilios de madera, muebles de bajo costo, construcción en general, chapa y contrachapado (5, 10, 17, 19, 20). La madera aserrada es alanada y difícil de pulir (20).

Materiales y métodos

Las observaciones se realizaron en una plantación experimental de *Anacardium excelsum* del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), situada, según los datos meteorológicos (16) y el sistema Holdridge (15) en la zona de vida natural "bosque muy húmedo premontano".

Descripción del suelo

La plantación en estudio está ubicada en el lote. La Isla. Según Aguirre (1), la plantación corresponde a la serie La Margot, fase normal. Según la clasificación de los suelos por su capacidad de uso (1), esta serie está dentro de "tierras aptas para cultivos y ganadería en pastos cultivados".

Selección de la muestra

En la plantación se seleccionó el árbol que tuviera el "diámetro cuadrático medio" y la "altura media simple" exactos o más próximos (22).

El objeto de esta selección del árbol representativo del lote era determinar el factor volumétrico de forma (factor mórfico), el volumen comercial de cada uno de los árboles y el volumen comercial por hectárea. La cubicación de estos árboles se hizo por la fórmula de Smalian (4).

Variables medidas:

Se tuvieron en cuenta ocho variables (22): diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y comercial (hasta la primera rama viva o bifurcación del tallo principal), diámetro de copa, grosor de corteza, forma

* BLANCO R., J. Comunicación personal. Asistente Técnico Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. Febrero. 1979.

del árbol (se trabajó con el factor volumétrico de forma "f"), anillos de crecimiento, aspecto fitosanitario y espacio vital (para determinar el área de la plantación).

Se utilizó el "f comercial" con área basal a 1,30 m sobre el suelo y L = altura comercial.

Para estudiar las relaciones, se utilizaron cuatro modelos matemáticos: lineal, logarítmico, geométrico y cuadrático.

El criterio que se siguió para escoger cualquiera de los cuatro modelos en las relaciones estudiadas, estuvo dado por el coeficiente de determinación (R^2), que expresa el porcentaje de variación asociada entre variables. Se eligió el modelo que presentara el mayor R^2 y con mayor frecuencia.

Resultados

Los datos de las mediciones de campo de un total de 30 árboles de *Anacardium excelsum* de 23 años de edad, plantados 3,00 x 3,00 m en 1949, están indicados en el Cuadro 1.

Relaciones

a) Para la relación DAP-altura total y comercial, el modelo que dio mejor ajuste fue la ecuación logarítmica. En las Figuras 1 y 2 se muestran los resultados de esta relación.

El coeficiente de determinación de la relación DAP-altura aprovechable indica que es baja debido a que se dispuso que el límite comercial era hasta la primera rama viva o bifurcación del tallo principal y esto ocurría en la tercera parte de la altura total, en la mayoría de los árboles de la plantación.

b) La relación DAP-diámetro de copa está presentada en la Figura 3.

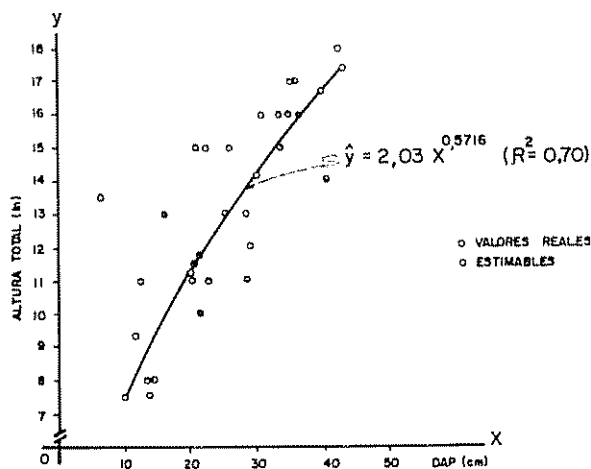


Fig. 1.—Relación DAP-altura total de *Anacardium excelsum* en Costa Rica.

Cuadro 1.—Datos sobre DAP, altura total, altura comercial, diámetro de copa y grosor de corteza a 1,30 m sobre el suelo de *Anacardium excelsum* de 23 años de edad (1972).

Nº	DAP (cm)	Altura Total (m)	Altura comerc. (m)	Diámetro de copa (m)	Grosor de corteza (cm)
001	29,2	12,00	4,30	7,62	1,40
002	33,8	16,00	2,75	7,70	1,35
003	20,9	11,50	5,20	2,75	1,15
004	33,8	15,30	7,30	7,87	1,30
005	25,5	13,00	4,00	3,65	1,00
006	34,5	16,00	4,80	4,93	1,30
007	13,7	7,50	2,50	3,75	0,95
008	21,0	15,00	6,20	4,55	1,10
009	36,7	16,00	3,20	7,48	1,60
010	16,1	13,00	3,70	3,25	1,00
011	28,5	13,00	4,00	6,67	1,30
012	20,2	11,00	4,80	4,40	1,10
013	40,9	14,00	3,50	11,39	1,80
014	20,2	11,00	3,40	4,75	1,50
015	13,5	6,50	2,10	4,60	1,00
016	22,9	11,00	2,80	5,05	1,40
017	26,1	15,00	2,50	5,73	1,60
018	34,9	16,00	3,10	8,65	2,00
019	21,5	11,70	5,00	6,26	1,40
020	14,4	8,00	2,75	4,35	1,20
021	42,7	18,00	3,00	11,52	1,80
022	31,1	16,00	2,10	6,25	1,60
023	11,5	9,30	2,40	3,65	1,00
024	35,6	17,00	4,80	7,68	1,80
025	12,2	11,00	4,60	3,20	1,00
026	21,5	10,00	2,70	7,05	1,10
027	41,2	17,00	2,80	9,65	1,60
028	22,5	15,00	5,70	3,75	1,00
029	13,5	8,00	3,00	5,85	1,00
030	28,8	11,00	3,50	6,73	1,10
Media	25,6	12,83	3,75	6,02	1,31

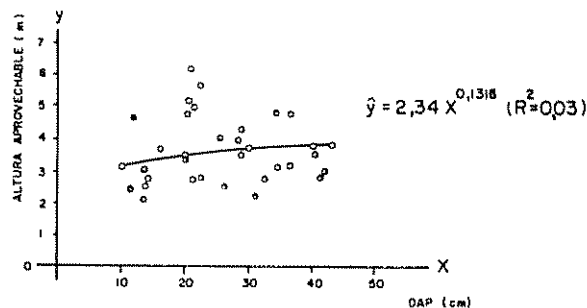


Fig. 2.—Relación DAP-altura comercial de *Anacardium excelsum* en Costa Rica.

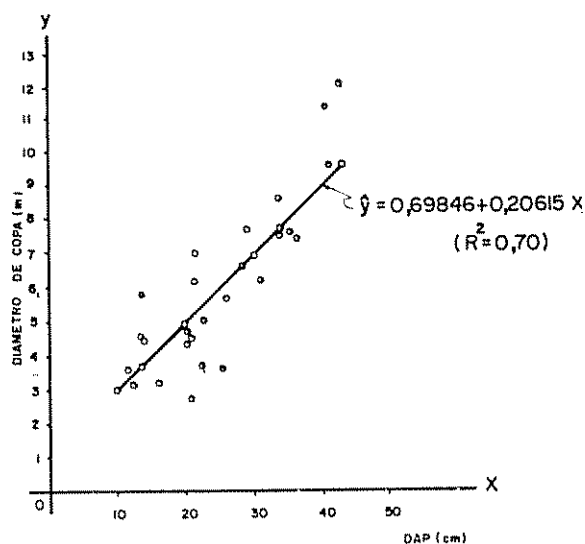


Fig. 3.—Relación DAP-diámetro de copa de *Anacardium excelsum* en Costa Rica.

La expresión matemática que mejor ajuste dio, fue la ecuación lineal, el coeficiente b es de 0,2061 m que aumenta el diámetro de copa al aumentar el DAP en una unidad.

c) Para la relación DAP-volumen de corteza en porcentaje (Vc%) el modelo que mejor ajuste dio fue la ecuación logarítmica. El resultado de esta relación se presenta en la Fig. 4.

El coeficiente b , que es la tasa logarítmica que indica la velocidad de crecimiento del volumen de corteza en por ciento por unidad de DAP, es negativo; su valor es de -0,5253 %/cm DAP.

Volúmenes

El volumen de cada uno de los árboles se determinó por la siguiente fórmula:

$$Va = AB \times Ac \times f$$

Donde: Va = Volumen del árbol (madera + corteza)

AB = Área basal calculada a base del DAP

Ac = Altura comercial limitada por la primera rama viva o bifurcación del tallo principal.

f = Factor mórfico

Los resultados de éste análisis se encuentran en el Cuadro 2.

Corteza

Para la determinación del volumen de corteza en porcentaje, se utilizó la fórmula: $Vc\% = (1-K^2) 100$.

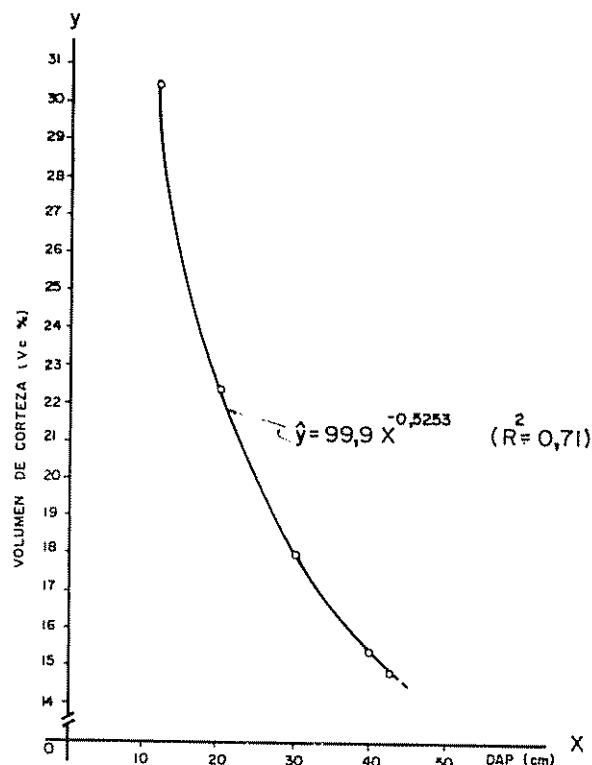


Fig. 4.—Relación DAP-volumen de corteza de *Anacardium excelsum* en Costa Rica.

$$\text{Donde: } K = \frac{\text{DAP sin corteza}}{\text{DAP con corteza}}$$

$Vc\%$ = Volumen de corteza en porcentaje.

Los resultados de este análisis se encuentran en el Cuadro 2. Se observa que la relación entre DAP sin corteza y DAP con corteza (K), varía de acuerdo al diámetro de la especie. El volumen promedio de corteza es de 20,91 por ciento por árbol.

Incremento y Supervivencia

Para la determinación del "incremento medio anual" se relacionó el volumen comercial con corteza por hectárea entre la edad de la plantación en años, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IMA} = \frac{\text{Volumen con corteza (m}^3/\text{ha)}}{\text{edad (años)}} = 7,006 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

El incremento medio anual en altura fue de 0,56 m y 1,11 cm en DAP. La supervivencia fue de 60 por ciento.

Cuadro 2.—Volumen comercial con corteza y volumen corteza en porcentaje de 30 árboles de *Anacardium excelsum* en 554, 30 m² de área

Nº codificado	Volumen con corteza m ³	Volumen de corteza %	K
01	0,391	18,258	0,897
02	0,335	15,338	0,920
03	0,242	20,798	0,890
04	0,889	14,792	0,923
05	0,277	15,071	0,922
06	0,609	14,504	0,924
07	0,048	26,347	0,861
08	0,291	19,854	0,895
09	0,460	16,678	0,913
10	0,102	23,301	0,876
11	0,346	17,413	0,909
12	0,209	20,596	0,891
13	0,624	16,829	0,912
14	0,148	27,497	0,851
15	0,041	27,434	0,852
16	0,157	22,959	0,878
17	0,182	23,017	0,877
18	0,403	21,609	0,885
19	0,246	24,350	0,870
20	0,061	30,555	0,833
21	0,583	16,151	0,916
22	0,217	19,520	0,897
23	0,034	31,758	0,826
24	0,649	19,202	0,899
25	0,073	30,099	0,836
26	0,133	19,418	0,898
27	0,507	14,930	0,922
28	0,308	16,987	0,911
29	0,058	27,434	0,852
30	0,309	14,694	0,924
Total 30 árb	8,932*		

* 8,932 m³ en 554,30 m² de área = 161,1402 m³/ha

K: DAP sin corteza /DAP con corteza

Anillos

Los anillos de crecimiento se observaron en muestras retiradas con el barreno de Pressler, cerca de la base. Fue difícil establecer si esos anillos eran verdaderos o falsos, a pesar de que en las muestras se hizo el pulido, tratándose con alcohol y observándose con lupa.

Sanidad

No hubo ataques de plagas y enfermedades.

Discusión

El incremento medio anual de 0,56 m en ésta especie es inferior al obtenido para la condición "bosque húmedo tropical" en Costa Rica (5). El crecimiento medio anual en diámetro de 1,11 cm es inferior al obtenido en la condición "bosque húmedo tropical" (6).

La supervivencia del *A. excelsum* muestra inferioridad con respecto a la misma especie en la condición "bosque húmedo tropical". La causa de la mortalidad que se ha observado se debe a que el espaciamiento es muy reducido. Muchos árboles no se midieron por no alcanzar el límite de 10 cm al DAP y estar eliminados en su crecimiento. Se vieron algunos árboles que tenían las copas dirigidas hacia los espacios libres. Por lo tanto, se puede recomendar un espacio más amplio, de 3,50 x 3,50 m, por ejemplo.

La forma y aspecto del crecimiento de los árboles de *A. excelsum*, en comparación con su habitat natural, son regulares. Fustes rectos y libres de ramas en los primeros 3,75 m hasta los 23 años de edad.

El incremento medio anual en volumen con corteza alcanzado por esta especie, en comparación a los obtenidos para las variedades de *Pinus*, es regular si tenemos en cuenta que su crecimiento es lento (22).

Conclusiones

1. La especie *Anacardium excelsum* tuvo un comportamiento regular en la condición ecológica de "bosque muy húmedo premontano", teniendo en cuenta el incremento medio anual en altura y en diámetro y al juzgar la forma y aspecto de los árboles en comparación con su habitat natural.

2. Los factores climáticos y edáficos han tenido influencia primordial sobre la altura y diámetro de los árboles. El mayor impedimento al crecimiento, en cuanto al factor suelo, parece ser el drenaje del suelo y sus efectos correlacionados, capa freática y profundidad de raíces.

3. Esta especie por tener un gran crecimiento y desarrollo, no prosperó bien con un espaciamiento compacto, como sucedió con la plantación de La Isla y esto contribuyó mayormente en la supervivencia.

4. Para la relación DAP/altura total, la tendencia de la curva que mejor ajusta es la logarítmica y servirá para estimar el año en que la plantación llegaría a producir la mayor cantidad de madera en el período más corto.

5. Para la relación DAP/diámetro de copa, la tendencia que mejor ajusta es la lineal y servirá para estimar el diámetro de copa en base al DAP en plantaciones mayores.

6. El coeficiente de determinación de la ecuación logarítmica indica que a medida que aumenta el diámetro, el volumen de corteza en porcentaje va disminuyendo. Este porcentaje de volumen de corteza depende sobre todo del diámetro.

Literatura citada

- 1 AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 139 p.
- 2 ALLEN, P. The rain forest of Golfo Dulce Gainesville, University of Florida, 1965. 417 p.
- 3 BEYER, W. H. ed. Handbook of tables for probability and statistics. Cleveland, Ohio, Chemical Rubber, 1966. pp. 441-449.
- 4 BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. Medición forestal. Trad. del inglés por Ramón Palazón y José Meza Nieto. 3a ed. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, 1955. 474 p.
- 5 BUDOWSKI, G. La identificación en el campo de los árboles forestales más importantes de la América Central. Tesis Mag. Agríc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1954. 326 p.
- 6 CAMACHO M., V. P. y CAMACHO E., W. Prácticas de raleo. Tesis Ingeniero Técnico Forestal, Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1978. 140 p.
- 7 COOPER, P. Espavé (*Anacardium rhinocarpus* DC.) Tropical Wood No. 22: 4-9. 1950.
- 8 CHAPMAN, H. H. y MEYER, W. H. Forest mensuration. New York, McGraw-Hill, 1949. 322 p.
- 9 DONALSON, P. et al. Forest of the Republic of Panamá. Washington, Greenacres, 1963. (Paginación irregular).
- 10 ESPINAL T., L. S. Varios árboles y arbustos que se encuentran en Colombia. Bogotá, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1963. 104 p.
- 11 FLINTA, C. M. Prácticas de plantaciones forestales en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de Fomento Forestal N° 15. 1960. 497 p.
- 12 FORS, A. J. Las maderas cubanas. La Habana, Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo, Dirección de Montes y Minas, 1929. pp. 3-98.
- 13 GEORG, H. R. Características generales macroscópicas y microscópicas de 113 especies panameñas. II. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Informe Técnico N° 3. s.f. 350 p. (FO:SF/PAN 6).
- 14 HESS, R. W., WANGAARD, F. F. y DICKINSON, E. Properties and uses of tropical woods, II. Tropical Woods N° 97: 31-35. 1950.
- 15 HOLDRIDGE, L. R. Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1966. 1 p.
- 16 INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS - AGRICOLAS DE LA OEA. Resumen de datos meteorológicos, desde la iniciación de observaciones hasta diciembre 31, 1970. Turrialba, Costa Rica, 1971. 1 p. (Mimeo).
- 17 JIMENEZ SAA, H. Los árboles más importantes de la serranía San Lucas Bogotá, Instituto de Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y Proyectos Forestales FAO-INDERENA-UNDP, 1970. 240 p.
- 18 LEMCKERT, D. Introducción en la silvicultura tropical. San José, Costa Rica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 47 p. (PNUD/FAO COS/72/013 Informe Divulgativo - N° 6).
- 19 LLACH C., L. Propiedades físicas y mecánicas de ciento trece especies. III, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Técnico N° 3. s.f. 299 p. (FO:SF/PAN 6).
- 20 MERKER, C. A. et al. The forests of Costa Rica. Washington, D. C., Department of Agriculture, 1943. 48 p. (mimeographed).
- 21 SALAZAR J., M. y GONZALEZ M., R. Pruebas de germinación de semillas forestales. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1973. 33 p.
- 22 SANTANDER F., C. I. Estudio de comportamiento de algunas especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 125 p.
- 23 SCHREUDER, E. J. Informe al gobierno de Honduras sobre la silvicultura hondureña en 1952-54. Roma, FAO, 1955. 93 p. (FAO-E AP N° 375).
- 24 SCHNEE, I. Plantas comunes en Venezuela. Caracas, Venezuela, Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Alcance N° 3, 1960. 663 p.
- 25 STANDLEY, P. C. Flora of Costa Rica. Chicago. Field Museum of Natural History, 1937-38. 4 v. (Botanical Series. V. 18).
- 26 STURROCK, D. and MENNINGER, E. Shade and ornamental trees for south Florida and Cuba. Printed in the United States of America by Stuart Daily News, Stuart, Florida, 1946, pág. 46 (176 p.).
- 27 VALDERRAMA, I. E.; MONTENEGRO, E. y GALINDO, J. Reconocimiento forestal del Departamento de Cundinamarca. Bogotá, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1964. 86 p.
- 28 VEILLON, J. P. Importancia económico-social de los bosques del Estado de Portuguesa, Venezuela. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales e Instituto de Silvicultura, 1971. 122 p.
- 29 WILLIAMS, L. L. Exploraciones botánicas en la Guayana Venezolana. Caracas, Venezuela, Servicio Botánico del Ministerio de Agricultura, 1942. 46 p.

Notas y Comentarios

Asperjadores electrostáticos

Unos nuevos asperjadores electrostáticos podrían pronto hacer que gotitas diminutas constituyan grandes noticias en las fincas agrícolas. Los artefactos, que usan un campo eléctrico para guiar a los plaguicidas o herbicidas hacia las plantas, suministran dos a cinco veces más del producto químico sobre los cultivos que los asperjadores convencionales. Este ahorro podría más que justificar el costo extra de los aparatos.

Una de las compañías que está trabajando en la idea, la Imperial Chemical Industries (ICI), recientemente anunció el desarrollo de un asperjador llamado el "Electrodin". Es sostenido en las manos, no tiene partes móviles, funciona con pilas de linterna, y coloca más del 90 por ciento del producto sobre el cultivo (en comparación con el 20 por ciento típico de los asperjadores convencionales).

Inicialmente, será vendido en los países del Tercer Mundo, donde la simplicidad es importante y donde, se supone, la ICI espera que la eficiencia de la nueva máquina aumentará (más bien que reducirá) el uso de los productos químicos que la ICI también elabora (*The Economist*, December 15th, 1979, pp. 80, 82).

El Electrodin funciona como sigue:

— Usando energía de pilas, circuitos de estado sólido crean una carga positiva de alto voltaje sobre un electrodo colocado cerca de la boquilla del asperjador. Este electrodo hace dos tareas

— Conforme un plaguicida (diluído en un solvente) pasa delante del electrodo, extrae iones negativos del solvente. Los iones positivos dejados en el solvente se repelen unos a otros de tal manera que el líquido "explota" en gotitas pequeñas, cargadas positivamente, que tienen el diámetro de un cabello humano. Las gotitas son también repelidas por el electrodo, el que las rechaza vigorosamente hacia afuera.

— Al mismo tiempo, la carga positiva en el electrodo "induce" una carga negativa en las plantas cercanas al asperjador. Esto ocurre debido a que los iones negativos en la propia savia de las plantas son atraídos hacia el electrodo mientras que los iones positivos (como las gotitas) son repelidos. El resultado de este campo eléctrico de "tira y jala" es una fuerza (de dos veces la fuerza de la gravedad) que dirige las gotitas del plaguicida hacia las plantas, depositándolas en una capa uniforme. Los plaguicidas y los herbicidas alcanzan su mayor eficacia cuando se aplican uniformemente en una niebla fina. El principio fue utilizado en Hong Kong en 1973 por Ron Coffee, de la Universidad de Hong Kong (Cf. *Turrialba* vol. 23, p. 125).

Las ventajas de la técnica son:

Compatidad. Para obtener una capa uniforme de sustancias químicas sobre las plantas, un asperjador convencional tiene que diluir el plaguicida necesario por hectárea en unos 225 litros de agua; el Electrodin puede hacer el mismo trabajo con una solución (de plaguicida y petróleo) de sólo 350 mililitros de volumen. Esto por sí mismo será un punto a favor en zonas en las que el plaguicida tiene que ser transportado al campo en la espalda de una persona.

Economía en los plaguicidas y herbicidas. Con una mayor cantidad de la sustancia que llega realmente a las plantas (y en la forma más eficaz), será necesario usar menor cantidad. La ICI no ha dicho cuánto se ahorrará con el uso de Electrodin, pero los investigadores de la FMC Corporation en los

Estados Unidos, que también están trabajando en un asperjador electrostático (algo menos sofisticado), creen que se puede alcanzar un 50 por ciento de ahorro. Esto es importante: los plaguicidas típicamente cuestan de 25 a 28 dólares por galón; los herbicidas pueden ser más caros.

Menor riesgo de polución. Más sustancias químicas lanzadas hacia las plantas significa menos caída al suelo, donde pueden ser transportadas a la napa acuífera. También, hay menos riesgo de que una aspersión eléctricamente dirigida sea arrastrada por el viento a la vegetación circunvecina.

Mayor seguridad para el agricultor. Nuevamente, debido a que la sustancia química está eléctricamente dirigida al cultivo, hay menos riesgo de que el agricultor sea asperjado accidentalmente. Tampoco el electrodo es peligroso. Aparte de estar bien protegido, lleva muy poca corriente. Así, cualquiera que lo toque sólo recibiría una débil descarga.

¿Y las desventajas? Un problema es la necesidad de mezclar el producto químico con petróleo; el agua no es lo suficientemente resistente a la electricidad como para mantener dispersos los iones positivos y asegurar de esta manera una aspersión fina. Obtener la mezcla correcta no es fácil; probablemente tendrá que ser hecha por los mismos fabricantes de plaguicidas.

Hay también el hecho de que el asperjador dependa del petróleo. Esto podría ser una desventaja cuando la competencia se intensifique por un premio más grande, el mercado para asperjadores más grandes montados en tractores. La ICI espera tener una versión montada en tractor de su Electrodin en el mercado dentro de unos tres años. Sin embargo, otras compañías, notablemente la FMC, están también trabajando con asperjadores que usan el principio electrostático. Principalmente, ellas esperan llegar en compromisos que permitirán usar agua en vez de petróleo. Esto daría al sistema mayor flexibilidad; los agricultores podrían seguir mezclando sus propias recetas. Pero la tecnología práctica no sería tan fina.

Amenaza climática al granero del mundo

Las praderas norteamericanas, la "canasta de pan" del mundo, han sido desarrolladas durante un período de clima insólitamente favorable. La perspectiva inmediata es de un retorno a condiciones más severas y una reducción, quizás a cero, de la cantidad de granos disponibles para la exportación a países necesitados. Este mensaje fue presentado en la 141ª reunión anual de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, que se celebró en setiembre de 1979 en la Heriot-Watt University, Edinburgo, Escocia, por el Dr. I. Y. Ashwell, de la Universidad de Salford.

Ashwell sostiene que los exploradores pioneros, en los ochocientos cincuenta, encontraron una vasta área en las praderas interiores de América del Norte que era entonces demasiado fría (en el norte) o demasiado seca (en el sur) para la agricultura y colonización europea. Pero una mejora del clima, que provocó condiciones más calientes y húmedas, siguió y coincidió con el empuje hacia el oeste de los ferrocarriles en la segunda mitad del siglo XIX.

Condiciones más secas en los novecientos veinte y treinta provocaron un desastre en Canadá así como las familiares tempestades de polvo en los Estados Unidos, y miles de fincas marginales fueron abandonadas. Desde entonces, condiciones más favorables han permitido un incremento de la producción de granos, hasta el punto en que hoy América del Norte es el único exportador grande de grano en el mundo, y hay una universal creencia que con la tecnología moderna, los granos norteamericanos estarán siempre presentes para salvar áreas en crisis tales como el Sahel. Pero si el cuadro que pinta Ashwell de variaciones pseudocíclicas en el clima norteamericano es correcto, podremos esperar más sequías, lo que resultará en "posibles consecuencias sociales y políticas por poner tantos de los huevos del mundo en tal canasta tan variable climáticamente".

Response of drought - resistant and drought - susceptible maize cultivars to chlormequat application*

JOSE ROBERTO CACERES, M. ROJAS GARCIDUEÑAS**

COMPENDIO

Cultivares de maíz (Zea mays L) resistentes y susceptibles a sequía se trataron con chlormequat 5000 ppm sumergiendo la semilla durante 24 horas; luego se sembraron en bolsas de plástico con 1 kg de suelo en el invernadero. Al llegar a la 5a hoja se cerraron las bolsas de modo que el agua se perdiera solamente por transpiración. Se efectuaron dos experimentos teniéndose resultados similares. El chlormequat determinó una reducción en la tasa de transpiración pero solamente en los cultivares susceptibles. La reducción de la transpiración no puede adscribirse a diferencias en el área de la hoja ni a la relación tallo/raíz. Tampoco hubo diferencias en la recuperación del "stress" por sequía ni en la capacidad de germinar en soluciones de alta molaridad. Por tanto las diferencias de comportamiento entre cultivares susceptibles y resistentes se suponen ser debidas a factores intracelulares en conexión con los materiales de la pared celular.

Introduction

CHLORMEQUAT, also known as CCC, is a plant growth regulator; chemically is chloroethyl-triethyl ammonium chloride. Its effects on cold and drought resistance and in general on the capacity to increase yields under adverse conditions have been studied for several years. In an experiment (5) it was demonstrated that the effect is a differential one, since it induces a greater water economy in drought-susceptible plants but not in drought-resistant ones.

This paper is a further demonstration of such differential effect and also of other responses of drought resistant and susceptible cultivars to chlormequat application related to water economy.

General Material and Methods

This research was performed in the laboratories and greenhouse of the Instituto Tecnológico de Monterrey (México). Cultivars of maize (*Zea mays* L) were used; both drought-resistant: Sintético Precoz (SP) and Nuevo León Var. Sintética 1 (NL VS1),

and drought-susceptible: Nuevo León Híbrido 3 (NL H3) and Nuevo León Híbrido 5 (NL H5). Values for field capacity and permanent wilting point of the soil used were investigated. There were 6 bags per treatment.

The following aspects of plant response to chlormequat were studied: rate of transpiration, plant height, foliar area, stem/root ratio, capacity of recovery from drought-stress, capacity of germination in solutions of high molarity and chlorophyll content per leaf weight

Effects on Height and Transpiration Rate

Methodology

Two experiments were performed. Maize "seeds" were immersed in chlormequat 5000 ppm for 24 hrs; controls were immersed in water equal time. Then seeds were put in plastic bags with 1 kg. soil and grown in the greenhouse. When the 5th. leaf was beginning to develop the bags were watered to field capacity and closed so that water was lost only by transpiration. The bags were weighed every 5 days until the first plant reached the permanent wilting point. At that time they were measured and two days later the last weights were taken.

* Received for publication October 6th, 1979.

** Respectively graduate student and Professor, Depto. de Biología, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores, Sucursal de Coahuila, Monterrey, N. L., México.

Table 1.—Effect of chlormequat (CCC) on height and transpiration of maize (*Zea mays* L.) cultivars drought-susceptible and drought-resistant. First Experiment. Summer 1978. Data from 6 bags/treatment.

Response to drought	Cultivar and Treatment	Water (g) transpired at:		Height at 20 days
		10 days	20 days	
Resistant	SP CCC	67 ab	108 b	38 ab
	SP-Test	68 ab	102 b	40 ab
	NL VS1-CCC	69 ab	104 b	31 c
	NL VS1-Test	60 b	104 b	33 bc
Susceptible	NL H3-CCC	77 ab	117 ab	41 a
	NL H3-Test	82 ab	136 a	42 a

Treatments with the same letter had not significant difference after Duncan.

Both experiments were performed using the same methods but in the second one the soil was characterized in a pressure chamber to know its water potential during the experiment.

Experimental Results

Results of the First Experiment are in Table 1. It can be seen that drought-resistant cultivars treated

with chlormequat transpired as much, or even more than the controls. On the other hand, NL H3, susceptible to drought reduced transpiration in 15% when chlormequat was applied. Differences among treatments were masked because the plants had strong individual behaviour but, that notwithstanding, differences between treated and non-treated NL H5 were clear.

The same response was found in the Second Experiment. In this case the experiment ended when the first plants used up the available water in the soil; these were NL H5 susceptible to drought. It was clear that NL H5 treated with chlormequat lost water more slowly than the control; statistically NL H5 with chlormequat lost as much water as SP which is a drought-resistant cultivar. The values of transpiration (Fig 1A) were corroborated by values of soil water potential (Fig 1B).

Effects on Leaf Area, Stem/Root Ratio and Drought-Stress

Methodology

Plants from the First Experiment were weighed. In plants from the Second Experiment the area of the 5th leaf was measured. In both experiments water was added to the soil 48 hrs after having reached the permanent wilting point and recovery from drought-stress condition observed during 8 days.

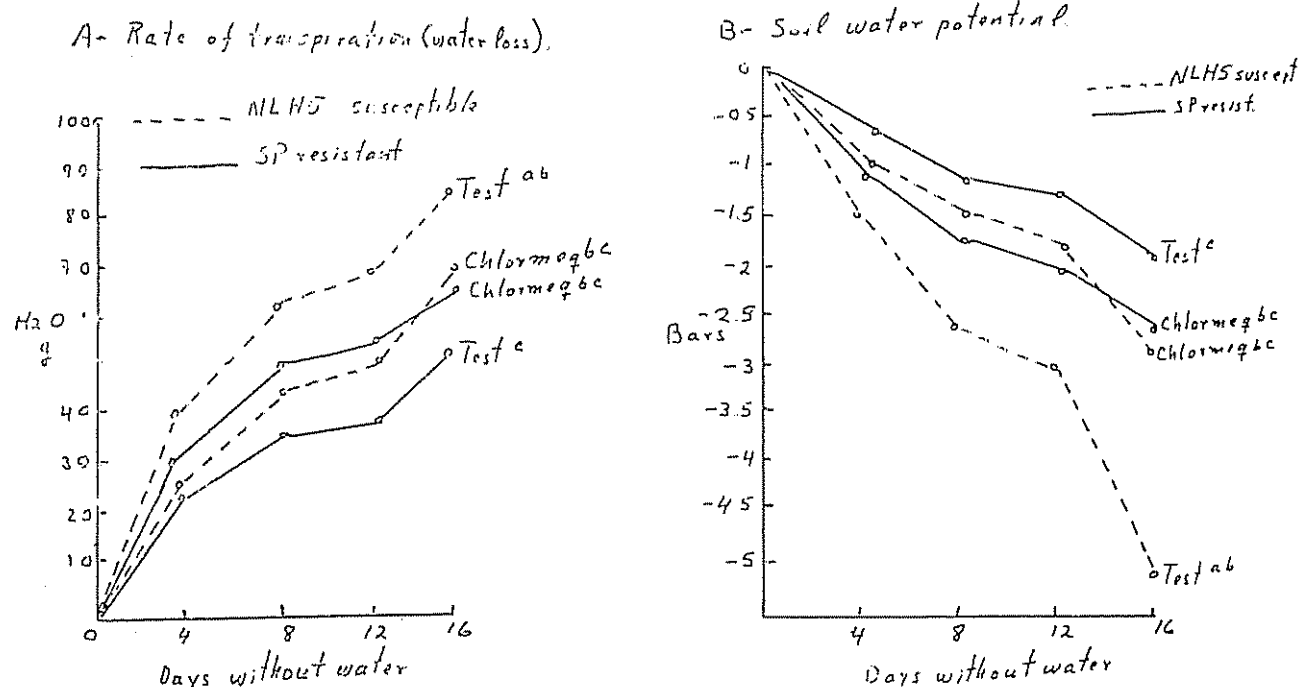


Fig. 1.—Effect of chlormequat on water economy of two cultivars of maize (*Zea mays*).

Table 2.—Effect of chlormequat (CCC) on leaf area, root/stem ratio and recovery from drought-stress condition of maize (*Zea mays*) cultivars drought-susceptible and drought-resistant. Second Experiment. Spring 1979. Data from 6 bags/treatment.

Response to drought	Cultivar and Treatment	Foliar area 5th leaf (cm)	Root/stem Ratio (g)	Recovery from Stress	
				1st Exp	2nd Exp.
Resistant	SP-CCC	57.6	0.4	Yes	No
	SP-Test	76.5	0.6	No	Yes
Susceptible	NL H3-CCC	—	0.5	No	—
	NL H3-Test	—	0.5	No	—
	NL H5-CCC	44.1	—	—	Yes
	NL H5-Test	66.0	—	—	Yes

Experiments Results.

Table 2 shows that chlormequat reduced leaf area in all cultivars about 20 per cent. On the other hand no effect was apparent on root/stem ratio. Results on the capacity of recovery from drought-stress condition are very inconsistent.

Effect on Germination in Solutions of High Molarity

Methodology

Experiments on the capacity of germination in solutions of high molarity were performed by placing seeds in Petri dishes with 20 cc of saccharose solutions: 0, 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 M.

Dishes were sealed with plastic tape to prevent water loss and therefore change in molarity, and were kept in an incubator at 25°C. The criterium for germination was that the radicle measured 5 mm.

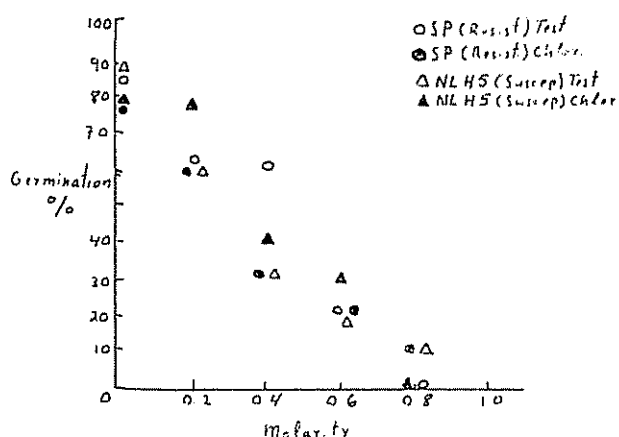


Fig. 2.—Effect of chlormequat on germination of maize (*Zea mays*) cultivars in solutions of different molarities.

Experimental Results

Results are presented graphically in Figure 2. The effect of the solution osmotic potential is clear, and it is inversely related to germination. There were no differences due to chlormequat; those found in the 0.4 M solution were not consistent with the other values.

Effects on Chlorophyll Content

From plants in the 5th leaf stage 10 g of leaves were taken. The pigments were extracted with acetone 80 per cent, until total extraction by a vacuum-pump and then acetone was added to make up 300 cc. The extraction and investigation of the chlorophyll content was performed after the method in Ross (6). Fig. 3

Discussion

The effects of chlormequat can be different in the several cultivars of a given species. In the case here presented it was confirmed that, as shown in a previous paper (5), the transpiration rate of drought-susceptible plants is lowered by the regulator whereas the drought-resistant plants remain unaffected.

The cause of the lower transpiration can not be ascribed to the reduction in leaf area since this effect was found in both types of cultivars. It has been reported that chlormequat determines a higher value of leaf water potential in some cultivars (3, 4, 7) but it is doubtful that it applies in the case here reported because, even though this value was not investigated, there was evidence that chlormequat did not increase the germination percentage of seeds placed in solutions of high molarity, which would be expected if the water potential of embryo cells would have been increased.

It was found too that the effects of chlormequat on the capacity of recovery from drought stress condition are quite erratic and that the effect on the stem/root ratio is non-existent or negligible. As suggested

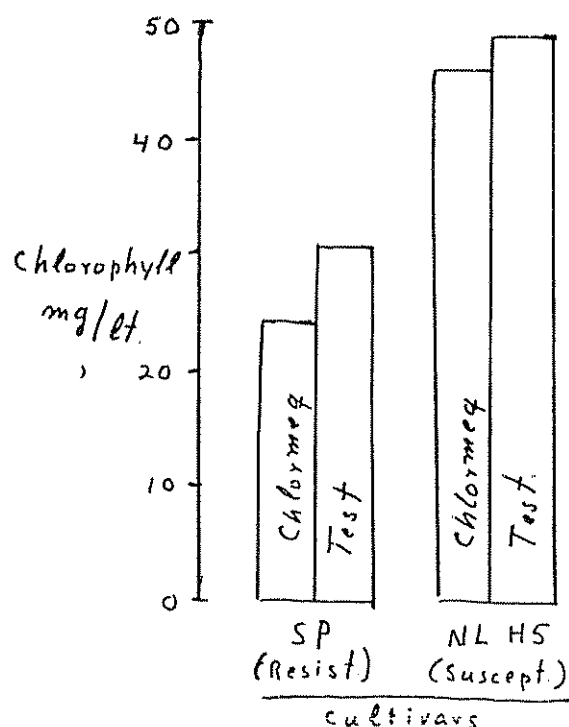


Fig. 3.—Effect of chlormequat on chlorophyll concentration of maize (*Zea mays*) cultivars in 5th-leaf stage

by Ginzo *et al.* (2) the transpiration could be lowered due to some change in the cell walls, possibly by interacting with gibberellic acid on the calcium metabolism after the mode of action proposed by Castro and Malavolta (1).

Contrary to expectation chlormequat diminished chlorophyll content per gram of leaf. However this effect is in accordance with the report of Zakaryan and Vibarbyan (8) who state that the regulator inhibits chlorophyll synthesis during the growing period and retard degradation in later stages, since in the experiments here reported chlorophyll content was evaluated in plants in the 5th leaf stage.

Summary

Maize (*Zea mays* L) cultivars, both drought-resistant and drought-susceptible were treated with chlor-

mequat 5000 ppm by immersing seed in the solution during 24 hrs. and then were grown in bags with 1 kg. soil in the greenhouse. At 5th leaf-stage the bags were closed so that water was lost by transpiration only. Chlormequat determined a reduction in the transpiration rate but only in drought-susceptible cultivars. Reduction in transpiration can not be ascribed neither to differences in leaf-area nor in stem/root ratio. Also, no differences were observed in recovering from water-stress nor in the capacity to germinate in high-molarity solutions. Differences in behaviour between drought-susceptible and drought-resistant cultivars are probably due to intracellular factors

Literature cited

1. CASTRO, P.R. and MALAVOLTA, E. Ocorrência da podridão estilar em tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill) sob o efecto de reguladores de crescimento. Anais da ESA. "Luiz de Queiroz" 33: 173-189 1976.
2. GINZO, H.D., CARCELLER, M.S. and FONSECA, E. CCC (2 chloroethyl) trimethylammonium chloride) and the regulation of plant water status in wheat (*Triticum aestivum* L). Phytion Argentina) 35:85-92. 1977.
3. KHRISTOV, Kh and PAVLOV, P. Greenhouse carnation growth in relation to soil moisture and chlorocholine chloride treatment. Priroda, Bulgaria 1977 (Ref. 1979).
4. PARICHA, P.C., GHOSH, B.K. and SAHOO, N.C. Further studies on the significance of Cycocel in enhancing drought resistance in rice. Science & Culture 43:230-231: 1977 (Ref. in: Plant Growth Regulator Abstracts 4: 206 (1584) 1978).
5. ROJAS-GARCIDUEÑAS, M. and GAMEZ, H. Efectos del clormequat en cultivares resistentes y susceptibles a sequía de cereales de primavera. Turrialba 28: 307-310. 1978.
6. ROSS, C.W. Plant physiology laboratory manual. Belmont (California) Wadsworth, 1974. pp. 2-6.
7. VOROBEIKOV, G.A. and ANIKINA, R.D. Effects of growth regulators on resistance of soy beans to soil flooding. Soviet Plant Physiology 24: 1022-1027. 1978 (Ref. in: Plant Growth Regulator Abstracts 5:57 (448) 1979).
8. ZAKARYAN, N. and VIRABYAN, A. Effect of CCC on chlorophyll metabolism in potato leaves. Uchenye Zapiski Erevanskogo Universiteta, 1976. (Ref. in: Plant Growth Regulator Abstracts 4:51 (410). 1978).

Evaluación del efecto de dosis crecientes de nitrato sobre la actividad de la reductasa del nitrato; nitrógeno derivado del fertilizante en café^{*1/}

EDITH TALEISNIK**, ROLANDO PACHECO***

ABSTRACT

Deficient Coffea arabica L. plants were treated with CaNO_3 (11.4%¹⁵N) in doses ranging from 25 to 200 kg/ha of N. The effect of the treatments on the activity of nitrate reductase and on Nitrate Assimilation Potential was evaluated. Both parameters were equally sensitive to the nutritional status of the plants, but the use of the Nitrate Assimilation Potential is preferred as a diagnostic tool for it compensates for fluctuations in activity due to environmental factors. Nitrate Assimilation Potential values lower than 1.6 were evidenced by adequately nourished plants, while deficient ones presented values higher than 2.

In leaves, 25 per cent of the N was derived from the fertilizer when a dose of 100 kg/ha was supplied, and 40 per cent was derived from it when supplying 200 kg/ha. At 150 kg/ha of N, an incipient saturation of the nitrate absorbing system was evidenced, while the activity of the nitrate assimilation system became stable from the 100 kg/ha dose on.

Introducción

El análisis del contenido en minerales, en base seca, de una muestra foliar es uno de los métodos más corrientemente utilizados para evaluar el estado nutricional de una planta. Sin embargo, este método no discrimina entre la cantidad total de un elemento y su fracción metabólicamente activa.

En el caso del nitrógeno son bien conocidas las tendencias a las fluctuaciones estacionales en el contenido total de los compuestos de este elemento, así como su distribución desigual en los órganos del vegetal (7). Por lo tanto, el porcentaje de nitrógeno total o sus fracciones resultan de valor relativo para evaluar el estado nutricional de las plantas, o como guía de la fertilización.

El primer paso en la asimilación del nitrato (fuente principal de nitrógeno en muchos cultivos) por las plantas superiores es su reducción a nitrito. Esta reacción está catalizada por la nitrato reductasa y controla la asimilación de este elemento.

Se conoce que la síntesis *de novo* de esta enzima es inducible por el sustrato (NO_3^-) y que en la regulación de su actividad intervienen tanto factores endógenos como ambientales. Su nivel en un tejido varía según la edad fisiológica del mismo, su estado hídrico, la intensidad lumínica a que está expuesto, el flujo de nitrato que recibe, la presencia de molibdeno, etc. (6).

Bar-Akiva y colaboradores (1) sugirieron que la actividad de esta enzima podría proveer información acerca de la capacidad de asimilación de nitrógeno en hojas de cítricos. Encontraron que al asperjar o infiltrar una solución acuosa de nitrato en un tejido se induce la síntesis de la referida enzima. En estudios posteriores estos autores señalaron que el cociente aRN inducida RN inicial (aRNi/aRNb) (2,9) puede servir para evaluar el requerimiento de N en pastos y cítricos.

En trabajos efectuados en el laboratorio del Centro de Investigaciones Agronómicas se indicó que en café y en algunas otras especies agrícolas, la actividad de esta

* Recibido para publicación 10 de octubre de 1979.

^{1/} Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. José Fco. Carvajal por su valiosa colaboración en la planificación inicial del trabajo y la revisión del manuscrito y al Ing. Víctor Quiroga por su ayuda en el análisis estadístico de los resultados.

** Escuela de Ciencias Biológicas Universidad Nacional, Heredia Costa Rica.

*** Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica Ciudad Universitaria, San José, Costa Rica

enzima, así como el índice aRNi/aRNb guardaban efectivamente relación con el estado nutricional de las plantas (3, 11), y con la dosis de nitrógeno suministrada con el fertilizante.

El propósito del presente trabajo fue investigar la respuesta de la enzima a dosis crecientes de fertilización nitrogenada y establecer los valores del índice que distingan claramente entre estados de deficiencia y normales de nitrógeno en la planta de café.

Material y métodos

Material vegetal

El ensayo se llevó a cabo en invernadero utilizando plantas de café (*Coffea arabica* cv. 'Caturra') de dos años de edad, con síntomas visuales de deficiencia de nitrógeno.

Las plantas fueron sembradas en tiestos plásticos rellenos con 15 kg de suelo de Carrizal de Alajuela, seleccionado por su bajo contenido en N soluble inorgánico. El período de adaptación previo al ensayo fue de tres meses. Durante este lapso se les aplicó a las plantas una fertilización carente de N cuya composición se indica en el Cuadro 1.

Semanalmente se suministraron 20 ml/maceta de solución de micronutrientes, según Hoagland y Arnon (8). También fueron asperjados con un fungicida a base de Cu al comienzo del ensayo.

Fertilización nitrogenada:

Transcurrido un mes de la fertilización mencionada, las plantas se dispusieron en lotes de cuatro plantas cada uno, subdivididos en parcelas de dos plantas. En ese momento se les aplicaron los tratamientos que se consignan en el Cuadro 2.

Actividad de la Reductasa del Nitrato (aRN)

La actividad de la reductasa del nitrato (aRN) se determinó según la técnica de Dirr, Barker y Maynard

Cuadro 1.—Fertilización suministrada durante el período de adaptación.

Elemento	Fuente	Cantidad equivalente
P	Ca(PO ₃) ₂ H ₄	500 kg/ha
K	K ₂ SO ₄	300 kg/ha
Mg	MgSO ₄ · H ₂ O	70 kg/ha

Cuadro 2.—Fertilización nitrogenada.

Tratamiento	Dosis de N
I (testigo)	0 kg/ha
II	25 kg/ha
III	50 kg/ha
IV	100 kg/ha
V	150 kg/ha
VI	200 kg/ha

El N en forma de Ca (NO₃)₂ suministrado una única vez en las dosis indicadas. La solución de drenaje de cada maceta fue recogida y devuelta a la misma. El Ca (NO₃)₂ contenía un 11.4% de ¹⁵N.

modificada, descrita por Villalobos y Carvajal (14, 15). En este trabajo, 500 mg de discos de hojas, de 2,5 mm de diámetro, provenientes del segundo y tercer par a partir del ápice de la rama, y preferentemente la mitad inferior de la planta, fueron incubados durante una hora en la oscuridad determinándose luego la cantidad de nitrito producido según el método sugerido por Snell y Snell (12).

Las determinaciones de actividad enzimática se efectuaron inmediatamente antes de la fertilización con nitrato, y luego de ésta, a intervalos de aproximadamente 15 días, por espacio de tres meses.

En cada ocasión se realizaron dos análisis por par de hojas:

—aRN inicial (aRNb) en muestras provenientes de uno de los miembros del par.

—aRN inducida (aRNi), al tomar la muestra para determinar aRNb se asperjó la hoja opuesta con una solución 0,15 M de KNO₃ conteniendo Tween 20 al 0,1 por ciento. A las 24 hrs. las hojas fueron separadas de la planta y se lavaron intensivamente con agua destilada. Acto seguido se efectuó la determinación de actividad enzimática.

Potencial de Asimilación de Nitrato

Se considera como Potencial de Asimilación de Nitrato al cociente entre la actividad inducida e inicial de la RN: aRNi/aRNb.

Determinación del porcentaje de nitrógeno total

Finalizando el ensayo, las plantas provenientes de cada tratamiento se disectaron y se procedió a analizar separadamente la raíz, el tallo y la hoja, para determinar el por ciento de Nitrógeno total por el método de microkjeldal modificado (8).

Determinación del por ciento de ¹⁵N proveniente del fertilizante

El material vegetal seco se molió y una vez determinado el por ciento de N total se procesó por el método del hipobromito (4). Las muestras así preparadas se leyeron en un espectrógrafo de emisión NOI-5, según técnica convencional. El por ciento de nitrógeno proveniente del fertilizante se obtuvo según la fórmula:

$$\frac{\% \text{ } ^{15}\text{N en exceso en la muestra} \times 100}{\% \text{ } ^{15}\text{N en el fertilizante}}$$

Resultados y discusión

Evaluación de parámetros

Los Cuadros 3, 4 y 5 muestran los valores de actividad inicial de RN, de actividad inducida de RN y de Potencial de Asimilación de nitratos para cada uno de los tratamientos.

Al correlacionar los valores de cada uno de estos parámetros con los tratamientos nitrogenados se obtuvieron coeficientes de correlación altamente significativos para los parámetros Actividad Inicial y Potencial de Asimilación, no así para Actividad Inducida.

Esto concuerda con lo observado anteriormente acerca del comportamiento de estos parámetros (3). La actividad inducida de la nitrato reductasa tiende a alcanzar un nivel parejo en todos los casos, independientemente del nivel de la actividad inicial.

Cuadro 3—Actividad inicial de la Nitrato Reductasa^{a/} (aRNb).

Muestra Tratamiento nitrogenado (kg/ha)	Días a partir de la fertilización nitrogenada						
	-1	15	28	35	49	63	77
I: 0 kg/ha	153	185	211	278	82	129	77
II: 25 kg/ha	147	272	291	356	83	116	86
III: 50 kg/ha	168	297	363	421	220	186	105
IV:100 kg/ha	160	278	568	414	276	186	231
V:150 kg/ha	216	391	469	379	352	189	285
VI:200 kg/ha	179	311	489	428	307	230	346

a/ Los valores indican el promedio de la actividad determinado en el lote en cada oportunidad. La actividad está expresada en nm de NO₂/h por 500 mg de discos foliares. El R² de aRNb con respecto a los tratamientos es de 0.271556**

Cuadro 4—Actividad inducida de la Nitrato Reductasa^{a/} (aRNi)

Muestra Tratamiento nitrogenado (kg/ha)	Días a partir de la fertilización nitrogenada						
	0	16	29	36	50	64	78
I: 0 kg/ha N	483,3	621	384	488	288	352	266
II: 25 kg/ha N	436	640	383	434	280	237	224
III: 50 kg/ha N	366	485	470	476	408,5	240	311
IV:100 kg/ha N	404	565	383	476	369	304	277,5
V:150 kg/ha N	387	640	443	321	468	309	362
VI:200 kg/ha N	387	454	396	469	490	332	384

a/ Los valores indican el promedio de la actividad determinado en el lote en cada oportunidad. La actividad está expresada en nm de NO₂/h por 500 mg de discos foliares. El R² de aRNi a los tratamientos fue de 0.00819 (n.s.)

Los parámetros sensibles a los tratamientos nitrogenados fueron la actividad inicial de la reductasa del nitrato y el cociente entre la actividad inducida e inicial. Si bien ambos son igualmente sensibles, a los fines prácticos es preferible utilizar el cociente como herramienta, debido a que en él se ven compensadas las fluctuaciones de actividad atribuibles a factores ambientales, que afectan en alto grado a esta enzima (11).

El análisis de la varianza de los valores de Potencial de Asimilación en los distintos tratamientos durante el tiempo del ensayo indican que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos y que los valores varían significativamente en los sucesivos muestreos.

La prueba de Tukey realizada sobre las medias de los cocientes aRNi/aRNb provenientes de los diversos tratamientos indica que las respuestas al tratamiento testigo I y al tratamiento II difieren entre sí y también del resto de los tratamientos con un alto nivel de significación. Las respuestas a los tratamientos IV, V y VI no difieren significativamente entre sí. Es factible separar la respuesta al tratamiento III de las demás, en base a su inestabilidad. Como se aprecia (Cuadro 5), las respuestas a los tratamientos IV, V y VI tienden a permanecer más estables que las del tratamiento III, aunque éste difiera significativamente solo de los tratamientos I y II.

En las condiciones del ensayo, donde no afectó el factor lixiviación, una dosis mayor de fertilizante (trat. IV, V y VI) resultó en un aporte más estable del nutriente, y ello incidió en la estabilidad del cociente aRNi/aRNb, que tendió a permanecer por debajo de 1,63 luego de la fertilización.

Cuadro 5.—Potencial de asimilación de Nitrato^{a/}.

Muestra Tratamiento nitrogenado	Días a partir de la fertilización nitrogenada						
	0	15	28	36	50	64	78
I: 0 kg/ha	3,20	3,37	1,81	1,75	3,54	2,73	3,5
II: 25 kg/ha	3,00	2,37	1,35	1,20	3,39	2,05	2,6
III: 50 kg/ha	2,25	1,64	1,29	1,14	1,87	1,82	2,3
IV: 100 kg/ha	2,50	2,05	1,00**	1,15	1,34	1,63	1,3
V: 150 kg/ha	1,82	1,74	1,00**	1,00**	1,33	1,63	1,3
VI: 200 kg/ha	2,17	1,36	1,00**	1,13	1,63	1,43	1,4

a Los datos indican el valor del cociente aRNi/aRNb

** En los casos que el cociente fue inferior a la unidad, se aproximó a 1 00. El R² de aRNi/aRNb con respecto a los tratamientos fue de 0,345, altamente significativo).

Respuesta de las plantas a la fertilización nitrogenada en función del tiempo.

La Figura 1 muestra los porcentajes de $\frac{aRNi}{aRNb}$ con

respecto al testigo no fertilizado para cada uno de los tratamientos nitrogenados. La respuesta de este parámetro a la fertilización se manifiesta ya a los 15 días de aplicado el fertilizante. Se evidencia aquí también que las respuestas a los tratamientos IV, V y VI tienden a exhibir valores más estables que las de los tratamientos III y II.

Valores del cociente aRNi/aRNb que reflejan estados de insuficiencia.

A partir del tercer muestreo, los tratamientos IV, V y VI no presentaron valores de Potencial de Asimilación superiores a 1,80 (Cuadro 5). La mayoría de los valores son inferiores a 1,40. Estas magnitudes coinciden con lo observado anteriormente (13,14). Se puede considerar por lo tanto el valor de 1,80 como de transición entre estados carenciales y no carenciales. Aparentemente valores que se mantienen consistentemente alrededor de 1,2 son característicos de estados nutricionales adecuados con respecto a nitrógeno

Los resultados presentados en el Cuadro 6 indican que el contenido de nitrógeno total en tallos y raíces no está correlacionado con la dosis de este elemento suministrada.

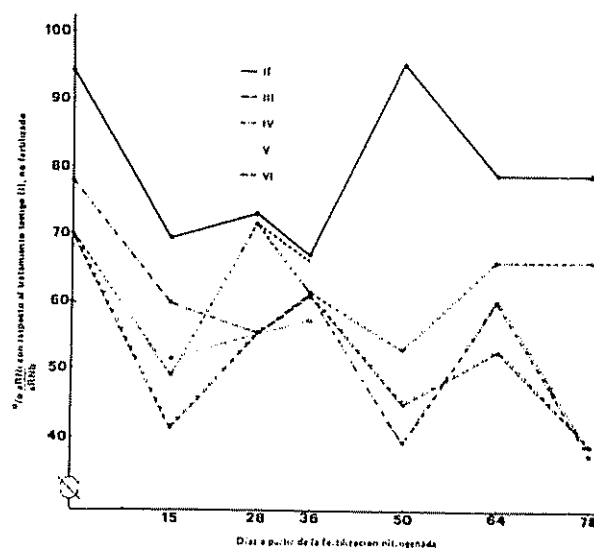


Fig. 1.—Porcentaje de aRNi/aRNb con respecto al testigo no fertilizado

Sólo se correlaciona con la dosis de fertilizante, el contenido de nitrógeno total foliar. Los niveles de nitrógeno total foliares correlacionaron en forma altamente significativa con la actividad inicial de la Reductasa del Nitrato analizada inmediatamente antes, y en forma significativa con el Potencial de Asimilación de Nitrato. Resultaría de interés verificar si esta correlación responde a una relación causal.

Efectividad de la dosis de fertilizante

El porcentaje de nitrógeno derivado del fertilizante en las raíces y tallos guarda estrecha correlación con la dosis suministrada. El comparar tratamientos sucesivos, los incrementos verificados en los porcentajes de N derivado del fertilizante corresponden aproximadamente a los incrementos en el suministro, salvo en el caso del tratamiento VI, donde los incrementos son de un 18 y 15 por ciento en raíces y tallos respectivamente, mientras que el aumento en la dosis fue de un 30 por ciento. Esto parecería indicar una saturación incipiente en la capacidad de absorción de NO_3^- por parte de las plantas a partir de la dosis de 150 kg/ha de N.

En las hojas, el tratamiento VI registra un aumento del 8 por ciento con respecto al tratamiento V en el porcentaje de N derivado del fertilizante. Es decir, que este incremento es menor en un 50 por ciento al observado en tallos y raíces.

Si se analiza en las hojas el porcentaje del N proveniente del fertilizante, se observa que en la dosis de 200 kg/ha (trat. VI) fue de un 40 por ciento. Tomando el cociente aRNi/aRNb como guía de la asimilación, se aprecia que el aprovechamiento en la dosis considerada óptima (100 kg/ha en este caso) es de un 25 por ciento. Un incremento en un 50 por ciento en esta dosis se ve reflejado exactamente en

Cuadro 6.—Por ciento de N total, ^{15}N y N derivado del fertilizante en raíz, tallo y hojas para los distintos tratamientos

Dosis kg/ha	Raíz			Tallo			Hojas		
	% N total	% ^{15}N	% N derivado del fertiliz.	% N total	% ^{15}N	% N derivado del fertiliz.	% N total	% ^{15}N	% N derivado del fertiliz.
I 0	1,36	—	—	0,56	—	—	1,48	—	—
II 25	1,03	0,67	6	0,53	0,62	5	1,46	0,65	6
III 50	1,41	1,26	11	0,60	1,25	11	1,61	1,92	17
IV 100	1,16	1,96	17	0,64	2,25	20	1,80	2,87	25
V 150	1,14	2,49	22	0,68	3,12	27	2,05	4,17	37
VI 200	1,04	2,97	26	0,83	3,58	31	2,30	4,39	40

El R^2 de aRNB (último muestreo) con respecto al % de N total foliar fue de 0.96301**.

El R^2 de aRNi/aRNB (último muestreo) con respecto al % de N total foliar fue de 0.64504**.

el por ciento de N derivado del fertilizante a nivel foliar.

Al duplicar la dosis de 100 kg/ha se observa un incremento de un 60 por ciento en el porcentaje de N derivado del fertilizante (tratamiento VI). Esto es un indicio de saturación incipiente del sistema de absorción de nitrato, que se manifiesta a una dosis más alta de fertilizante que la saturación del sistema de asimilación (aRNB) ya que a partir del tratamiento IV este parámetro (aRNB) no registra incrementos significativos.

De los resultados de este trabajo se deduce que efectivamente la planta de café tiene un límite en su capacidad de absorber y asimilar nitrógeno y que en las condiciones de este ensayo ese límite se sitúa alrededor de los 100 a 150 kg/ha de N suministrado con el fertilizante.

Los datos presentados permiten afirmar que los parámetros analizados (aRNB y Potencial de Asimilación de N) son efectivamente sensibles al estado nutricional por N de las plantas de café y que podrían constituirse en una herramienta eficaz para su evaluación, si se verifica su concordancia con datos de producción. Asimismo, si bien las condiciones del ensayo, una dosis de 100 kg/ha resultó óptima con respecto a la actividad del sistema asimilador de nitrato a nivel foliar, la decisión definitiva en cuanto a dosis adecuada de fertilización deberá ser corroborada con datos de producción.

Resumen

Plantas de café (*Coffea arabica* L.) de dos años de edad, deficientes en N fueron tratadas con CaNO_3 (11,4 por ciento ^{15}N) en dosis de 25, 50, 100, 150

y 200 kg/ha de N en un ensayo de invernadero. Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la actividad de la reductasa del nitrato y sobre el Potencial de Asimilación de Nitrato (cociente entre actividad inducida e inicial de dicha enzima). Ambos parámetros resultaron sensibles al estado nutricional de las plantas, prefiriéndose el uso del Potencial de Asimilación como herramienta auxiliar de diagnóstico y como guía de la fertilización pues en él se hallan compensadas fluctuaciones de actividad atribuibles a factores ambientales.

Los valores del cociente que reflejaron estados adecuados de nutrición nitrogenada fueron inferiores a 1,6. Las plantas con deficiencias de N presentaron valores de Potencial de Asimilación superiores a 2.

Suministrando ^{15}N con el fertilizante se observó que el por ciento de N proveniente del fertilizante en las hojas fue de un 25 por ciento en el tratamiento de 100 kg/ha, alcanzando un máximo de 40 por ciento en el de 200 kg/ha. La saturación incipiente del sistema de absorción de nitrato se manifestó en el tratamiento de 150 kg/ha de N, mientras que a partir de la dosis de 100 kg/ha no se registraron incrementos significativos en la actividad del sistema asimilador de N a nivel foliar.

Literatura citada

1. BAR AKIVA, A. y STERNBAUM, J. Possible use of nitrate reductase activity of leaves as a measure of the nitrogen requirement of citrus leaves. *Plant and Cell Physiology* 6: 575-577. 1965.
2. BAR AKIVA, A., SAGIV, J. y LESHEM, J. Nitrate reductase activity as an indicator for assessing the nitrogen requirement of grass crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 21: 405-407. 1970.

- 3 BREALEY, O. y CARVAJAL, J.F. La actividad de la reductasa del nitrato como guía de la fertilización nitrogenada del café. IV Simposio Latinoamericano de Fisiología Vegetal Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú Programa y Resúmenes 1971 pp. 44-45
- 4 BREMNER, J.M. *In* Methods of soil analysis (C.A. Black, ed.) Part. 2, pp 1149-1178 American Society of Agronomy 1965
- 5 DIRR, M.A., BARKER, A.V. y MAYNARD, D.N. Nitrate reductase activity in the leaves of the highbush blueberry and other plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 27: 329-331 1972
- 6 HEWITT, E.J., HUCKLESBY, D.P. y NOTTON, B.A. Nitrate metabolism *In* Bonner, J. and J.E. Varner, *Plant Biochemistry*, 3rd Edition, New York, Academic Press. 1976
- 7 HEWITT, E.J. y SMITH, T.A.P. *Plant mineral nutrition* London, English Universities, Press, 1975 298 p
- 8 HOAGLAND, D.R. y ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil *University of California Agr. Exp Sta Circ* 347, 1950. (cit por Carvajal, J.F. "Manual de Laboratorio para Fundamentos de Fisiol. Vegetal". Publicaciones de la UCR, Serie Textos N° 92, 1972)
- 9 MÜLLER, I. Un aparato Microkjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materiales vegetales *Turrialba* 11(1): 25-29 1961.
- 10 SHAKED, A., BAR AKIVA, A. y MENDEL, K. L'activité de la nitrate-réductase: une indication de l'état nutritionnel et des besoins en azote d'agrumes en vergers *Fruits* 30(2): 125-128, 1975.
- 11 SHAKED, A., BAR- AKIVA, A. y MENDEL, K. Effect of water stress and high temperature on nitrate reduction in citrus leaves. *Journal of Horticultural Science* 47: 183-190 1972.
- 12 SNELL, F.D. y SNELL, C.T. *Colorimetric methods of analysis* New York Van Nostrand, 1949 v 2, 943 p
- 13 TALEISNIK, E., BRICEÑO, J.A. y CARVAJAL, J.F. Variación estacional de la reductasa del nitrato en el café, *In* III Congreso Agronómico Nacional. San José, Costa Rica Resúmenes, Vol 1, 1978.
- 14 VILLALOBOS, E. y CARVAJAL, J.F. La actividad de la reductasa del nitrato como guía de la fertilización nitrogenada de cinco especies agrícolas. *Agronomía Costarricense* 1(1): 57-63 1977.
- 15 VILLALOBOS, E. y CARVAJAL, J.F. Un método para analizar la actividad de la reductasa del nitrato en condiciones de campo *Agronomía Costarricense* 2(1): 69-81, 1978.

Notas y Comentarios

Cambios en la conservación de la Amazonia

Un viraje casi completo de la política del Brasil de "abrir" la parte que le corresponde la selva amazónica de 5 millones de kilómetros cuadrados está urgiéndose por un comité nombrado por el gobierno. El informe del comité recomienda que no se otorgue más tierra boscosa a compañías comerciales, y que unos 1,6 millones de kilómetros cuadrados deben ser designados como parques nacionales y reservas ecológicas y 800 mil kilómetros cuadrados como bosques nacionales (*The Economist*, December 8th p 58)

Aunque poderosos intereses se opondrán a este cambio drástico de política, lo probable es que tenga un fuerte apoyo del presidente Figueiredo. Cuando asumió el poder en marzo, no perdió tiempo en nombrar el comité de política forestal, y desde entonces ha creado tres nuevos parques nacionales en la región del Amazonas. Los intentos ambiciosos de los anteriores gobiernos brasileños de abrir los bosques concluyeron en fracasos espectaculares, principalmente por la creencia errada de que el suelo era prodigiosamente fértil. Los científicos que han estudiado los bosques tropicales podrían haberles advertido sobre esto, pero aparentemente no fueron consultados.

Los tributarios del Amazonas han resultado ser formados de agua casi tan pura como la destilada, lo que mostraba que el suelo de la región apenas contiene nutrientes para las plantas. La vegetación exuberante es producida por un sistema de cerrado de reciclaje, en el que los nutrientes de la vegetación que se descomponen se reabsorben por las raíces de los árboles sin crear capa arable fértil profunda. Hasta la mitad de la lluvia es suministrada por la humedad de la misma floresta tropical.

Por eso no han prosperado ni los ranchos ganaderos ni las pequeñas fincas. Entre 1966 y 1976, la agencia oficial de desarrollo amazónico, Sudam, (Superintendencia do Desenvolvimento da Amazônia) aprobó la formación (principalmente por hombres de negocios de São Paulo) de 354 ranchos con una superficie promedio de 20 mil hectáreas. Muchos de ellos encontraron que los pastos africanos que plantaron en los terrenos libres de árboles crecieron pobremente después de los primeros años, y que se enfrentaban con grandes gastos en fertilizantes y en insumos contra la lixiviación y las malezas venenosas.

La misma Sudam se ha alarmado por el impacto dañino del proceso que iniciara. Desde 1976, ha aprobado sólo cuatro nuevos proyectos ganaderos. En 1976, también el gobierno abandonó el programa de colonización que intentaba asentar un millón de familias a lo largo de la carretera amazónica de 5000 kilómetros, construida en 1970. Solamente unas 6000 familias se han mudado a la región como colonizadores oficiales. Sin embargo, cientos de miles de extraoficiales han invadido todo lo largo de la nueva carretera, ocupando selvas vírgenes de propiedad de terratenientes ausentistas. Sólo unos pocos de los conflictos consecuentes han aparecido en los periódicos, pero cientos de "posseiros" han muerto resistiendo el desalojo y muchos miles han tenido que fugarse del lugar.

Se estima que una décima parte del bosque amazónico del Brasil ha sido ya cortado, y que la destrucción continúa en una tasa de 20.000 kilómetros cuadrados al año. La sequía sin precedentes de 1979 en Manaus fue probablemente el primer signo de cambio climático causado por la destrucción de bosques cerca de esa ciudad. La destrucción de la mayor parte de la zona remanente de bosques tropicales más grande del mundo no sólo transformaría el clima local sino que también afectaría el de todo el planeta, al producirse una inyección masiva de dióxido de carbono en la atmósfera. Se ha calculado que, después de considerar que la mitad de este dióxido de carbono sea absorbido por los océanos, el total mundial aumentaría por lo menos en 8 por ciento. Esto sería en adición al 16 por ciento causado en el siglo pasado por la destrucción de bosques y la quema de carbón y petróleo.

Black pepper yield prediction for the Transamazon Highway of Brazil^{1/} _____ PHILIP M. FEARNSIDE**

COMPENDIO

Se predicen los rendimientos que se esperan de la pimienta negra (Piper nigrum) que se está plantando por los colonos cerca de Altamira a lo largo de la Carretera Transamazónica del Brasil, basándose en las relaciones entre rendimiento de la pimienta, y la fertilidad del suelo y el efecto del hongo Fusarium solani f. piperi. Esto, combinado con información sobre la calidad del suelo en la zona, los efectos de la fertilización y otros factores sobre la fertilidad del suelo, y la probabilidad de que los colonos usen fertilizantes, permite la construcción de una simulación de computadora de los rendimientos de pimienta en la zona. La simulación del rendimiento es una parte de un esfuerzo más grande de aplicación de modelos dirigido a estimar la capacidad del área en estudio para sustentar poblaciones humanas. El alto costo de los fertilizantes, unido a la baja prioridad asignada a la fertilización por los colonos, hace improbable el alcanzar las predicciones oficiales de rendimientos. La expansión actual de la enfermedad causada por Fusarium hace sumamente remota la posibilidad de obtener rendimientos sostenidos de pimienta negra.

Introduction

BLACK pepper (*Piper nigrum* L.) has assumed a central place in government plans for encouraging perennial crops among colonists of the Transamazon Highway (2). Pepper, along with cacao, is one of the only crops for which the potential yields have a sufficiently high market value to justify the extremely high cost of fertilizer in the Amazon (1). Because of this, it is the focus of a major part of the extension efforts of EMBRAPA (Brazilian Enterprise for Technical Assistance and Rural Extension, formerly ACAR-PARÁ: Association for Credit and Rural Assistance of Pará) in the Altamira Colonization Area. Unfortunately, black pepper is doomed as a long-term mainstay of colonist cash cropping due to its susceptibility to a number of devastating diseases. This will

be documented in the discussion of black pepper diseases included in this paper.

Despite the highly probable demise of pepper growing in the Transamazon area, it is important to develop a model for predicting pepper yields for two reasons: a) black pepper is currently being planted by many colonists and therefore has been included in a computer simulation aimed at producing estimates of human carrying capacities for the area under a variety of assumptions (9, 10), and b) great emphasis is being placed on pepper by agricultural planners and extension personnel as a means of obtaining high yields on poor soils.

Predicting pepper yields from soil fertility

Pepper is recognized as being highly demanding of fertile soil. Even in fertile areas it is necessary to use fertilizers two or three years after planting (8). Soil pH must be maintained in the range of 5.5 to 6.5 through liming if good yields are to be expected (6, p. 98).

Not enough pepper plantations were producing yet at mature plant levels during the principal period of fieldwork for this study (1974-1976) to be able to predict yields from soil samples and field data on actual colonist yields. Recourse had to be made to

* Received for publication December 19th, 1978.

1/ I thank the Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária for the chemical analysis of soil samples. Funds came from National Science Foundation Dissertation Improvement Grant GS-42869, Resources for the Future, the Institute for Environmental Quality, the University of Michigan, and the Programa do Trópico Úmido of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. None of the views expressed in this work are the responsibility of the organizations which have supported the project.

** Division of Biological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109, U.S.A. Present address: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA) Caixa Postal 478; 69.000 Manaus, Amazonas, Brasil.

data available in the literature. Such a relationship between pepper yield and soil fertility, when combined with the information obtained from field sampling on the Transamazon Highway on initial soil quality, soil fertility changes, land use allocation behavior, etc. (10), allows the simulation of pepper production in the area.

No published study exists providing the necessary equations for making quantitative predictions of pepper yields based on the levels of soil nutrients, but such equations can be derived using published data on pepper fertilizer trials in Belém. The data come from a report by the Albuquerque and Condurú (6, p. 110) giving three years of field data for seven different combinations of fertilizers plus an unfertilized control. The yields had to be estimated from a bar graph of the results. The levels of the soil nutrients had to be estimated in a rather indirect way, since this information was apparently not gathered in the experiment. The soil nutrient levels in the control plot can be estimated from the nutrient levels in the control plot in another experiment which was being conducted at the same time on the same soil type in another part of IPEAN (Institute for Agriculture and Cattle Ranching Research of the North, now CPATU: Center for Research on Agriculture and Cattle Ranching in the Humid Tropics) compound in Belém. The control plot in this experiment (14, p. 10) had a pH of 4.7, aluminum (Al+++) of 1.2 meq/100 g, carbon of 0.94%, nitrogen of 0.07%, and exchangeable phosphorus of 4 ppm. The nutrient levels in the fertilized plots must also be deduced from nutrient levels in fertilized plots in other IPEAN experiments which received the same dosages. One can be fairly safe in assuming that pH in the limed plots (444 kg/ha lime) was over the black pepper critical value of 5.5 (6, p. 98), since limed plots in the other experiments exceeded this value (14, Fig. 6). Phosphorus in the fertilized (333 kg/ha phosphorus) plots was assumed to have a value of 10 ppm, since similarly fertilized plots in the other experiments (14, Fig. 6) climbed at least to this level and 10 ppm is considered as a dividing line between low and high fertility for pepper by CPATU when making fertilization recommendations for farmers (3). A value of 2.0 per cent was estimated for the carbon level in the plots receiving manure, since large (2222 kg/ha) dressings of manure were applied and the initial carbon level of 0.94 per cent is relatively high. Using an estimate of 2 per cent for the critical level of carbon above which no further response would occur in pepper is safely above the critical levels for most crops: the Brazilian Soil Testing Service for Minas Gerais, cited by the North Carolina State University Soil Science Department (13, p. 149), classifies soils as high in organic matter if this exceeds 1.5 per cent (corresponding to a carbon level of about 0.87 per cent), and general references on Brazilian soil fertility evaluation classify soils as "high" in carbon if carbon levels exceed 1.2 per cent (4, p. 33). Pepper requirements are probably higher than most crops judging from the good responses to manuring obtained. A critical value for

carbon as high as 2 per cent therefore seems prudent. Unfortunately, nitrogen and potassium effects could not be separated from phosphorus since all three of these elements were supplied together in the same proportions of NPK fertilizer in all of the plots receiving chemical fertilizer. It was decided arbitrarily to use phosphorus of these three fertility indicators

The appropriate soil nutrient estimates were assigned to the plots receiving the various combinations of lime, manure, and NPK fertilizer, yields were expressed as proportions of the maximum yield for the appropriate year in order to minimize year effects from weather and plant age, and a multiple regression was performed on the resulting 24 data points. A highly significant regression ($P < 0.0001$) was obtained explaining 74 per cent of the variance in the pepper yields. The regression is summarized in Table 1, and the observed and predicted pepper yields, expressed as proportions of the maximum yield, are plotted in Figure 1. The result that higher yields are obtained with increasing soil fertility is nothing new, but the ability to predict pepper yields in a quantitative manner based on soil fertility is.

The yield results produced by the regression in Table 1 have to be scaled to reflect the maximum (fertilized) yields expected under the conditions of the Transamazon Highway. The official estimate for "mean" yield of mature fertilized pepper at the three meter by three meter spacing used in the Belém experiments (which is also the most common spacing on the Transamazon Highway) is 5500 kg/ha (8, p. 26). It should be noted that this figure is fairly optimistic given that the highest yield obtained in the completely fertilized plot during the three years of observation in Belém corresponds to only 3913 kg/ha,

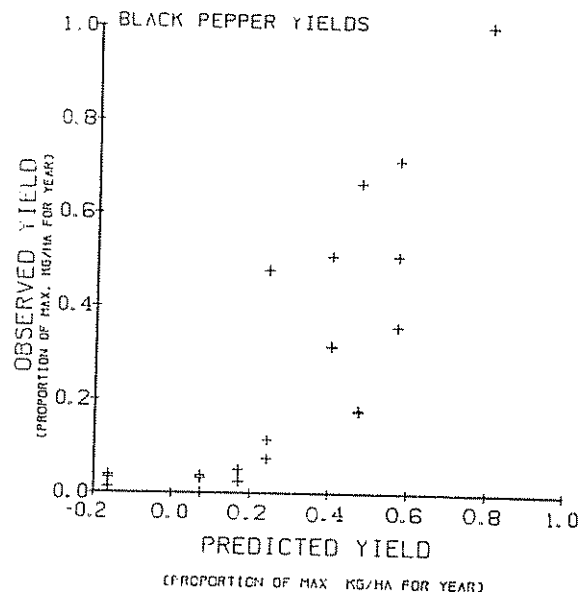


Fig. 1—Observed vs predicted black pepper yields from soil fertility values.

Table 1.—Multiple regression of black pepper yields on soil fertility

Regression	Y =	-2 119 + 0 292 A	+ 0 382 B	- 0 0552 C
Standard Errors		0 506 0 0952	0 0719	0 0127
t statistics		-4 185 3 065	5 320	-4 351
Significance		<0 001 <0 01	<0 0001	<0 001
Partial Correlations		0 565	0 765	0 697
		R ² = 0 74	F statistic = 18 88	
		N = 24	Multiple R = 0 86	
		P < 0 0001	Standard error = 0 187	

Abbreviations: Y = Pepper Yield (proportion of maximum yield for year)

A = pH

B = carbon (% dry weight)

C = phosphorus (ppm)

and the mean yield for the three years corresponds to 3592 kg/ha (6, p. 110), or 65 per cent of the official figure. The figure based on actual data of 3592 kg/ha for mean annual pepper yield under ideal conditions, with a standard deviation of 517 kg/ha, probably represents a more realistic value both for the average fertilized yield and the variability that can be expected from year to year. The critical importance of variability in yields has been emphasized throughout the carrying capacity modeling effort (9, 10)

Fertilization of black pepper

Probability of Fertilization

All government plans for pepper development assume that colonists will follow the advice of extension agents and fertilize their pepper plantations. Each colonist that receives financing for pepper also receives a schedule for fertilizer applications based on the results of a soil sample which must be submitted as a precondition for financing. Alvim (1) points out that fertilizing pepper always pays and that some pepper growers in Amazonia use almost double the officially recommended fertilizer dressings on their own initiative. This is undoubtedly true, but I would hazard the guess that the farmers Alvim was referring to were Japanese in origin. The same cultural differences which lead to markedly different behavior with respect to the use of fertilizer between Japanese and non-Japanese colonists in the case of cacao (11) also applies to pepper. Of seven colonists with pepper planted as of 1976 in the 177 colonist sample for the carrying capacity study, the only colonists I know of using any fertilizer were the two Japanese in the sample. Several of the non-Japanese colonists expressed the opinion that no fertilization would be necessary, and that they did not intend to use fertilizers in the

future. There were some cases of non-Japanese colonists acquiring fertilizer through bank credit and then re-selling it to Japanese colonists rather than using it on their own pepper. One colonist had several bags of financed fertilizer in a shed on his lot and had never bothered to put any on his pepper! In addition to the low priority placed on fertilizers, there was a notable lack of planning among colonists planting pepper as to where the money would come from which would be needed for the expensive fertilizer and chemical treatments recommended for this crop. Rather than plant a small area that could be maintained with the colonist's limited resources, he would plan on as large an area as possible.

In view of these facts, it is clear that the probability that a given colonist will fertilize his pepper is far less than the government-assumed probability of one. Both the assumed probability of one and more realistic values less than this can be used in runs of the carrying capacity simulation models to gauge the effects on pepper yields and on carrying capacity.

Soil Changes from Pepper Fertilization

The fertilizer dosage schedules which the colonists receive from EMBRATER at the time of financing are based on calculations made by the personnel in the CPATU soils laboratory in Belém based on the scheme presented in Table 2.

Equations have been developed for predicting the changes in soil nutrient levels per kilogram of fertilizer active ingredient applied (9, p. 548-558). These have been used in the carrying capacity simulation models to predict soil changes under fertilized pepper using the dosages given in Table 2. Equations representing

Table 2—Government fertilizer recommendations for pepper

Initial Soil Analysis	Fertilizer Active Ingredient	Kg/ha active ingredient			
		pepper age (years)			
		1	2	3	4 or more
P \leq 10 ppm	P ₂ O ₅	70	100	150	300
P \geq 10 ppm	P ₂ O ₅	30	40	50	100
K \leq 45 ppm	K ₂ O	60	80	100	200
K $>$ 45 ppm	K ₂ O	0	0	25	50
N all levels	N	40	60	80	100
C all levels	Cotton cake*	2222	2222	2222	2222
Al ⁺⁺⁺ \leq 0.3 meq/100 g and: Ca ⁺⁺ & Mg ⁺⁺ $>$ 4 meq/100 g	dolomitic lime	0	0	140	280
Al ⁺⁺⁺ \leq 0.3 meq/100 g and: Ca ⁺⁺ & Mg ⁺⁺ \leq 4 meq/100 g	dolomitic lime	122	140	280	560
Al ⁺⁺⁺ $>$ 0.3 meq/100 g	dolomitic lime	**	0	0	0

SOURCE: Brasil, Ministério de Agricultura, IPEAN (3)

* 571 kg manure is equivalent to 1 kg cotton cake (6, p. 110)

** 2000 kg/ha lime per unit of Al⁺⁺⁺ expressed in meq/100 g

other soil changes under pepper, such as those resulting from erosion and from the combined effects of uptake and leaching are also derived and included in the simulation models (9, 10)

Pepper diseases

Disease susceptibilities

The ultimate fate of black pepper plantations on the Transamazon Highway appears to hinge on the susceptibility of pepper to a wide variety of diseases rather than the problems associated with the financial and cultural impediments to maintaining soil fertility with expensive fertilizers. All of the black pepper in the Brazilian Amazon comes from only two clones (5) and one of these accounts for most of it (8). Since the pepper is propagated from cuttings rather than the seeds, all of the plants are genetically identical and all equally susceptible to the many different diseases which attack it. Despite continuous efforts since the late 1960's to breed a variety resistant to the main killer, the fungus *Fusarium solani* f. *piperi*, no such variety has been found to date.

No less than twelve different diseases are described in the EMBRATER manual on pepper growing (8). Two of these, *Fusarium* and the cucumber mosaic virus,

have been increasing in frequency dramatically in Pará in recent years (6). *Fusarium* was first reported in 1960 (7) and the cucumber mosaic virus began in 1967. Both of these diseases lead inexorably to the death of the pepper plants. Chemical treatments can slow the progress of attack, but cannot stop it completely. Of all the pepper diseases it is *Fusarium* which has caused the most damage, and only this has been included in the carrying capacity simulation models for the Transamazon Highway study.

Modeling *Fusarium* Attack

The devastating power of the *Fusarium* fungus is immediately apparent to any visitor to Tomé-Açu, Pará, the Japanese colony where black pepper was first introduced from Singapore in 1933 (8), and where *Fusarium* got its start in Brazil in 1960 (7). When I visited Tomé-Açu in 1975 the area looked like nothing so much as a gigantic graveyard, with the bare posts on which the pepper had grown stretching out to the horizon. Some colonists had planted other crops such as pasture, cacao, passion fruit, or manioc in the devastated fields. Others on the edges of the pepper growing area were still trying to replace the pepper plants as they died and hoping for a couple of years of production before the disease ran its course again.

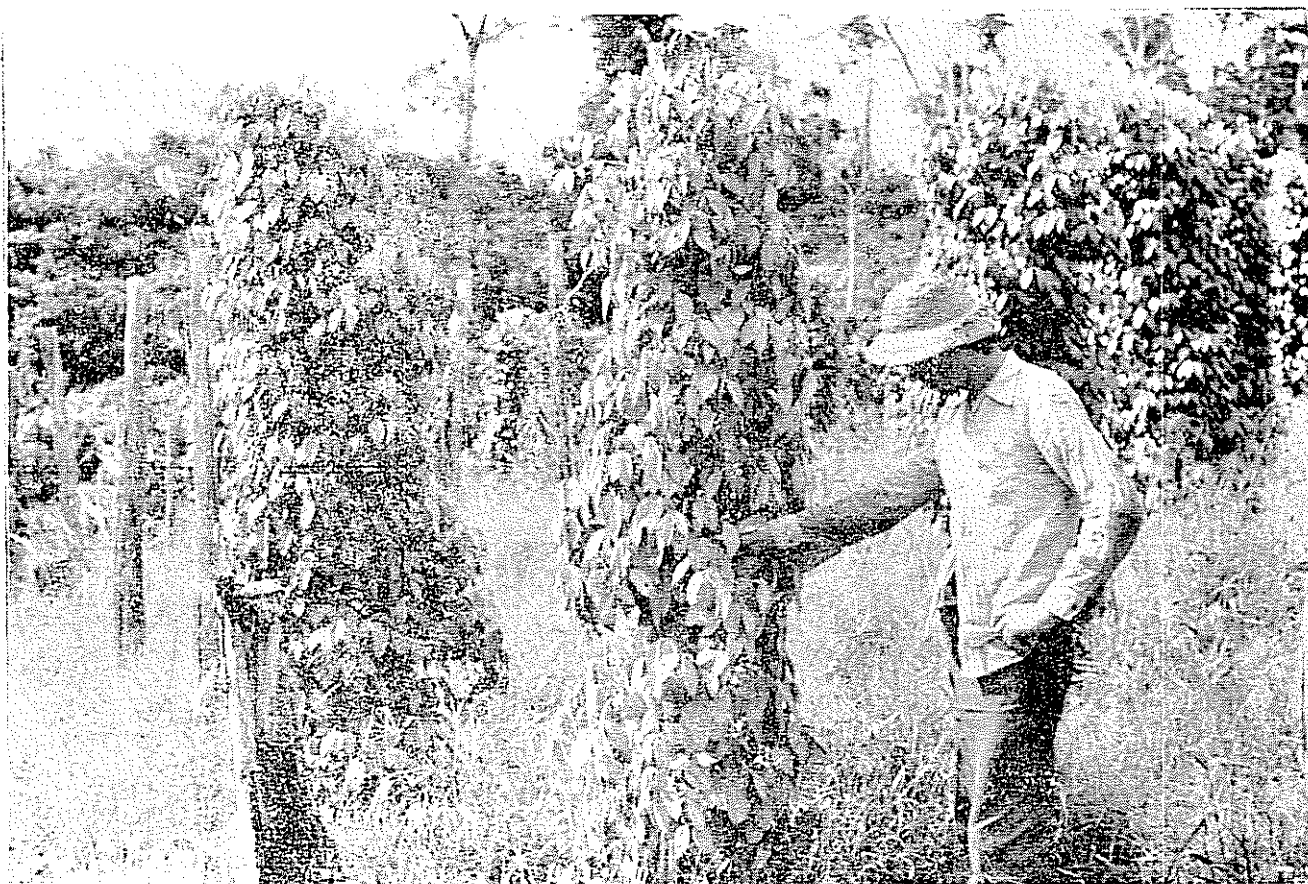


Fig. 2 —Black pepper showing symptoms of *Fusarium* attack. Note the empty posts in the background where plants have died. This February 1975 photograph documents the arrival of the fungus in the Altamira Colonization Area (Gleba 15, Lot 28). There is no effective chemical treatment and no resistant pepper varieties exist to date.

Colonists told of the losing battle that had been fought using fungicides, with several farmers suffering from chemical poisoning in the process.

Fusarium has now spread to other areas in Pará. The plantations near Castanhal on the Belém-Brasília Highway were dead or moribund, and the disease tapered off in intensity with distance from this center in the newer areas between the Belém-Brasília and Bragança when I visited these areas in late 1975. On the Transamazon Highway a demonstration pepper plot at a SAGRI (Pará State Agriculture Secretariat) agricultural station 35 km from Marabá had already lost ten of its 700 two-year-old pepper plants at the time of my first visit to the station in 1975, with many more plants moribund but not yet dead. In the Altamira Colonization Area 500 km further to the west, I found the first case of *Fusarium* attack within the colonization area (where the first pepper was planted in 1971) in February 1975. This is shown in Figure 2. An older plantation located outside of the colonization area on the outskirts of the town of Altamira had already had *Fusarium*-attacked plants for about two years previous to this. During 1975 and 1976 the disease spread in the infected pepper in the colonist's lot, destroying about half of his plants by May 1976.

Between 1976 and 1978 the disease appeared in many other lots, as would be expected given the quick dispersal of the durable wind-dispersed *Fusarium* spores.

If *Fusarium* attack is to be modeled, probabilities must be estimated for: 1) the entry of the disease into a virgin area in any given year, 2) the attack of any given patch of healthy pepper within the area in any given year given that the disease has already entered the area, 3) the death of a patch of pepper in a given year given that it is diseased, and 4) the availability of a new resistant variety given that the resistance of the current variety has been broken. The proportion of the healthy plant production expected from diseased plants must also be estimated.

The first of these probabilities—the probability of entry into a virgin area—can be estimated from the times needed for entry in the cases already discussed. The two year time in Marabá and the four year time in Altamira give a mean time to first appearance of three years. From this one can calculate the yearly probability from Equation 1 (11).

$$P = 1 - 0.5^{1/t} \quad [\text{Equation 1}]$$

Where:

P = the yearly probability of the disease entering a virgin area

t = the average number of years needed for the disease to make its first appearance

The second probability, the probability that a given patch is attacked given that the disease has entered the area, will vary with how many other patches of pepper have been attacked. The average time for any given patch to be attacked throughout the course of a *Fusarium* epidemic must be very short. An estimate of two years seems reasonable given the quick dispersal of the disease, especially in the later years of an epidemic as in the plantations of Tomé-Açu and Castanhal.

The third probability, the probability of killing a patch given that it is diseased, also varies with time. Colonists interviewed in Tomé-Açu said that the time needed for *Fusarium* to kill a pepper patch has declined steadily since the disease first entered the area. Judging from the speed with which the disease has spread in the infected lot in Altamira an estimate of three years seems within reason.

The probability of a new disease-resistant variety becoming available seems very small indeed, given the difficulties in breeding pepper, the lack of success so far, and the number of other diseases that could easily kill pepper plants even if a *Fusarium*-resistant variety were found. The problem of disease organisms overcoming varietal resistance discussed with reference to witches' broom disease in cacao (11) also applies to the diseases attacking pepper.

The proportion of full production obtainable from diseased plants can be estimated to be approximately equal to 0.5, if one assumes that the pepper plants in a patch are killed at a constant rate during the course of an attack, and that the individual pepper plants die instantaneously. Actually the disease probably begins slowly at first, then spreads exponentially through the patch, and then approaches complete destruction asymptotically. This would give much the same result.

The estimated parameters for *Fusarium* attack are summarized in Table 3. These probabilities have been incorporated at decision points in the carrying capacity simulation models in the subroutine dealing with crop disease.

Age effects on pepper yields

In the years before a pepper plant reaches its full levels of production, a predictable fraction of the mature level of production can be expected. The values for age effects used in the simulation models have been calculated from the official production expectations given by de Albuquerque *et al.* (8, p. 26). Expressed as the proportion of the maximum (mature) yield expected, the values are 0.00, 0.40, 0.80, and 1.00 for years 1, 2, 3, and 4 or more respectively.

Table 3.—Probable parameters for *Fusarium* attack.

Item	Average years to occur	Probability per year
1) Establish in area given not in area	3	0.206
2) Attack patch given established in area	2	0.293
3) Kills patch given diseased	3	0.206
4) New resistant variety available given current resistance broken	∞	0
5) Proportion of healthy production if diseased = 0.5		

One would expect that as the pepper plants aged and approached their productive life expectancy of ten to fifteen years (12, p. 7.5), there would be a decline in yield due to senescence. Unfortunately, *Fusarium* attack may well prevent many of the plants from entering this age group. Senescence effects have not been included in the simulation models.

Modeling the pepper production system

The various aspects of the pepper production system discussed in the preceding sections have been incorporated into the carrying capacity simulation models (9, 10), and can be simulated either as a part of the full KPROG2 model for estimating human carrying capacity, or as a part of the smaller AGRISIM model which permits individual parts of the agricultural system to be examined independently. In addition to the effects of soils on yields, disease effects, and the effects of fertilizers, leaching, uptake, and erosion on soils discussed, other parts of the model include the current pepper financing arrangements and the labor and fixed cost requirements both for installing and maintaining pepper.

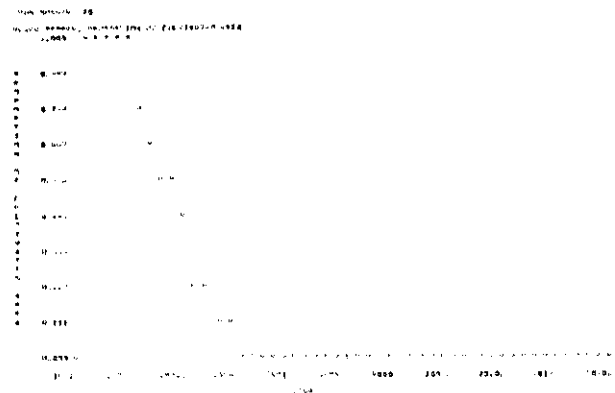


Fig. 3.—Black pepper survival in stochastic AGRISIM run. The death of the pepper is due to *Fusarium* fungal attack.

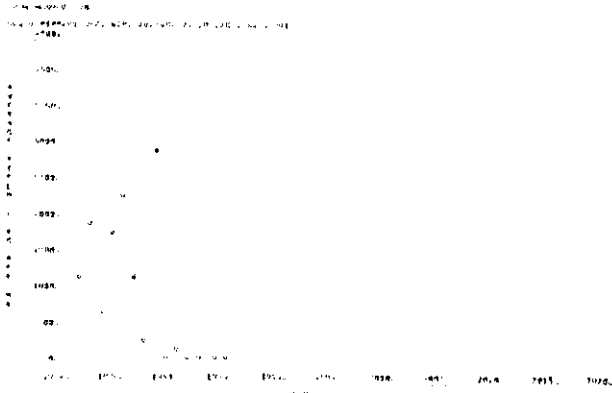


Fig. 4.—Average black pepper yields in stochastic AGRISIM run

Figure 3 shows the demise of a simulated area of pepper which results from the attack of *Fusarium* in a typical stochastic run of AGRISIM. It is essential to remember that the scale of years given on the simulation outputs is not intended to imply that the results constitute a projection for pepper survival or yields for particular years. The scale does serve to orient the reader with respect to the simulated time span, beginning with the start of the colonization project in the intensive study area in 1971. The fact that the simulated pepper fields last only a few years before being destroyed by *Fusarium* is the result in all of the stochastic runs, and does not bode well for the future of pepper in the area. The variability in yield during the few years that pepper lasts in the same AGRISIM run can be seen in Figure 4.

In conclusion, the prospects for pepper in the Transamazon Highway Colonization Area are bleak. Revenue from growing this very valuable crop cannot be counted on to appreciably raise the carrying capacity of the area on a sustained basis. Inclusion of the pepper production system in the carrying capacity models has nonetheless been indicated by the prominence of this crop in present plans. The high hopes placed on this crop by planners and colonists alike are due to its rare position as a crop which is sufficiently valuable to warrant being sustained on poor soils through the use of fertilizers. It is unlikely that these hopes will prove justified.

Summary

The yields to be expected from black pepper (*Piper nigrum*) being planted by colonists near Altamira on Brazil's Transamazon Highway are predicted based on relationships between pepper yields and soil fertility and the effect of the fungus *Fusarium solani* f. *piperi*. This, combined with information on soil quality in the area, effects of fertilization and other

factors on soil fertility, and the probability of colonists using fertilizers, allows the construction of a computer simulation of pepper yields in the area. The pepper yield simulation is a part of larger modeling effort aimed at estimating the carrying capacity of the study area for human populations. The high cost of fertilizers, together with the low priority placed on fertilization by colonists, makes the attainment of official yield predictions unlikely. The current spread of disease caused by *Fusarium* in the area makes the chance of obtaining sustainable yields from black pepper extremely remote

Literature cited

1. ALVIM, P. de T. Desafio agrícola da região amazônica. *Ciência e Cultura* 25(5): 437-443 1973.
2. BRASIL, Ministério de Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Projeto Integrado de Colonização Altamira-1 Brasília, INCRA. 1972. 217 p.
3. BRASIL, Ministério de Agricultura, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN). Sugestões para adubação (1966) 2a. aproximação (rascunho). Manuscript 1966.
4. CATANI, R.A. and JACINTHO, A.O. Avaliação da Fertilidade do Solo: Métodos de Análise. Piracicaba, São Paulo, Livroceres, Ltda. 1974 61 p.
5. COSTA, A.S., de ALBUQUERQUE, F.C., IKEDA, H. and CARDOSO, M. Molestia da pimenta do reino causada pelo vírus mosaico do pepino. Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (IPTAN) Série: Fitotécnica 1(1): 1-18. 1970.
6. de ALBUQUERQUE, F.C. and CONDURU, J.M.P. Cultura da pimenta do reino na região amazônica. Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (IPEAN) Série: Fitotécnica 2(3): 1-149. 1971.
7. de ALBUQUERQUE, F.C. and DUARTE, M. de I.R. Relação entre *Fusarium solani* f. *piperi* e o mal de mariquita da pimenta do reino. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) Indicação Preliminar de Pesquisa. Comunicado N° 18. 1972. 2 p.
8. de ALBUQUERQUE, F.C., DUARTE, M. de I.R., SILVA, H.M. and PEREIRA, R.H.M. A cultura da Pimenta do Reino Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) e Associação de Crédito e Assistência Rural do Pará (ACAR-PARÁ) Circular N° 19. Belém, IPEAN/ACAR-PARÁ. 1973. 42 p.
9. FEARNESIDE, P.M. Estimation of Carrying Capacity for Human Populations in a Part of the Transamazon Highway Colonization Area of Brasil. (University of Michigan Ph.D. Dissertation, Ann Arbor) Ann Arbor, University Microfilms International. 1978 624 p.
10. FEARNESIDE, P.M. The simulation of carrying capacity for human agricultural populations in the humid tropics: program and documentation. (In press, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) 1979.
11. FEARNESIDE, P.M. Cacao yield prediction for the Transamazon Highway of Brasil. To be published 1980.

- 12 MORAIS, V.H.F. Factores condicionantes e prespectivas atuais de desenvolvimento de cultivos perenes na Amazônia brasileira. In Reunião do Grupo interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 2. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) 1974. pp 7 1-7 37
- 13 NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY SOIL SCIENCE DEPARTMENT. Agronomic-Economic Research on Tropical Soils. N.C.S.U. Soil Science Department Annual Report for 1974. Raleigh, N.C.S.U. Soil Science Department. 1974. 230 p.
- 14 SERRÃO, E.A.S., CRUZ, E. de S., NETO, M.S., de SOUZA, G.F., BASTOS, J.B., and GUIMARÃES, M.C. de F. Resposta de três gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard e *Pennisetum purpureum* Schum.) a elementos fertilizantes em latosolo amarelo textura média. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) Série: Fertilidade do Solo 1(2): 1-38 1971

Notas y Comentarios

Premio Nobel de Química 1979

El premio Nobel de Química ha sido ganado en 1979 por Georg Wittig y Herbert Charles Brown por desarrollar el uso de compuestos que contienen fósforo y boro como reactivos importantes en la síntesis orgánica. La profesión química ha celebrado este galardón como un triunfo por el esforzado trabajo de estos dos hombres, que han dedicado sus vidas a diseñar nuevas maneras de hacer productos químicos orgánicos. Su labor dio lugar a métodos elegantes y eficientes para la producción de compuestos útiles, como productos farmacéuticos, colorantes, fertilizantes y productos para protección vegetal.

Wittig, que tiene 82 años, y Brown, que tiene 67, están ambos formalmente retirados, pero todavía activos en investigación. A comienzos de los novecientos cincuenta, Wittig obtuvo un compuesto inesperado de fósforo que contenía un nuevo tipo de ligazón que Wittig llamó "ylid". El nuevo compuesto, y otros en su clase, resultaron capaces de llevar a cabo un tipo de reacción muy útil en la síntesis orgánica: se combinan con compuestos que contienen un grupo carbonil ($C=O$), en tal manera que forma un nuevo enlace carbón-carbón con doble ligazón ($C=C$).

La introducción de la doble ligazón en esta forma significó abrir una inmensa ruta química por el hecho de que muchísimos compuestos orgánicos importantes en la medicina tienen ligazones dobles. Entre las más tempranas aplicaciones de la técnica estuvo la síntesis artificial de la Vitamina A. Las prostaglandinas, una gama de productos químicos similares a las hormonas con muchas aplicaciones como drogas, y los esteroides también usados en medicina, pueden ser hechos de la misma manera.

Herbert Brown ha hecho dos contribuciones mayores a la química. Como resultado de trabajos iniciados para mejorar la preparación del uranio para su uso en armas nucleares, se dio cuenta del potencial de los compuestos del boro en la síntesis orgánica. Introdujo el borohidruro, un reactivo de significación fundamental. También llegó a métodos simples de elaborar diborano, otro reactivo importante, e introdujo una nueva reacción, la hidroboration, que da lugar a compuestos orgánicos cuya conformación geométrica puede ser predicha con confianza. Por ejemplo, las feromonas de los insectos (hormonas sexuales atrayentes), que se usan ahora ampliamente en el control de plagas, son compuestos que deben tener la configuración correcta para ser eficaces.

Wittig y Brown, trabajando en la esfera teórica experimental, han creado un asombroso arsenal de reacciones originales que hoy se utilizan en la industria para sintetizar numerosos productos de interés económico y biológico. De la creatividad y del rigor de estos científicos puros se han beneficiado desde la agricultura hasta la medicina. Han abierto también un campo de investigación que ha representado una verdadera carrera para repetir en el laboratorio, cada vez con

mayor seguridad, los caprichos que la naturaleza creía haber ocultado en la estructura de sus más complicadas sustancias químicas. Esta carrera ha dado lugar a otros premios Nobel. Así, por ejemplo, en la síntesis de las prostaglandinas, Corey, de Harvard aplicó el tris-amilborohidruro de litio, procedimiento creado por Brown, a una de estas síntesis, mientras que Woodward, también de Harvard, empleó la llamada reacción de Wittig en una de las etapas más avanzadas de otra. El equipo que dirige Woodward ha logrado la síntesis de sustancias como quinina, cortisona, ácido lisérgico, reserpina, colchicina y clorofila, por lo que Woodward recibió el premio Nobel de Química 1965 (Cf. *Turrialba*, 16:3).

Como dice el Dr. Fernando Durán, uno de los vicerrectores de la Universidad de Costa Rica (*La Nación*, 28 de octubre 1979, p. 5C), la "Separación conceptual entre ciencia pura y la tecnología es, no imposible, improductiva... El prejuicio de la aplicabilidad nos hace olvidar que la técnica depende de un fundamento que la precede: el conocimiento científico. Estos dos científicos puros nos demuestran con su creatividad que, si la tecnología es una cara del progreso, la ciencia es su motor".

Mejorando el sabor de la proteína de soja

Aquellos que compran un sustituto de carne de vacuno o de ave a base de soja, encuentran que el sabor no responde a las expectativas del espíritu vegetariano. Los expertos en alimentos han encontrado que es muy difícil eliminar el sabor "frijoloso" de la proteína de soja antes de agregarle los deliciosos jugos que puedan simular los sabores a carne muy eficazmente. Pero el futuro puede cambiar; un grupo de científicos japoneses parecen ahora haber superado el problema (*Agricultural and Biological Chemistry*, vol. 43, p. 1883).

H. Chiba, N. Takahashi y R. Sasaki, del Departamento de Ciencias y Tecnología, en Kyoto, sabían que el sabor se origina de una familia de compuestos químicos, los aldehídos, en especial el *n*-hexanal. En consecuencia, trataron un extracto desengrasado de soja con la enzima aldehído dehidrogenasa, que convierte los aldehídos en los ácidos correspondientes. Un panel adiestrado de 10 expertos en sabor de menestras, declararon que se había obtenido una gran reducción en el poco aceptable sabor. Y no se detectó ninguna tendencia significativa de que el sabor retornaba al ser almacenado el producto. Los ácidos formados por el tratamiento, también poseen el sabor extraño, pero felizmente se necesita un millón de veces más ácido que aldehído para que el sabor se note.

Los aldehídos se encuentran en muchas clases de alimentos, de manera que este método de eliminación de sabor podría encontrar una amplia aplicación comercial; no reduce el contenido de proteína, a diferencia de otros métodos usados en la actualidad, y es más eficaz que estos métodos.

Nematodes associated with agricultural crops in Honduras*

JORGE PINOCHET**, OSCAR VENTURA***

COMPENDIO

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

Introduction

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

Materials and Methods

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

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

* Received for publication April 30th, 1979

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

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

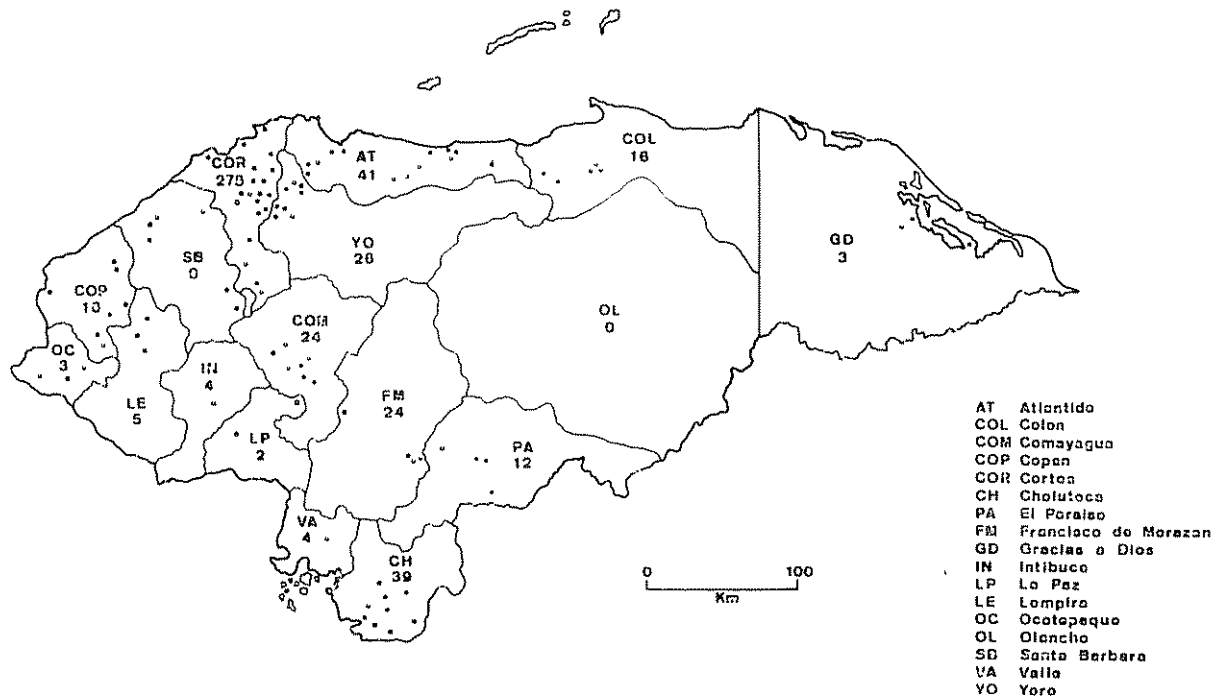


Fig 1—Map of Honduras. Dots represent agricultural areas that were sampled; the numerals are the number of samples collected in each Department.

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

Results and Discussion

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Summary

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

Acknowledgement

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

Literature cited

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

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

Notas y Comentarios

Ultra-susceptibilidad adquirida a insecticidas

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

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

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

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

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

Notas y Comentarios

Helecho flotante y el arroz inundado

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

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

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

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

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

Análisis de alcaloides en muestras diminutas

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

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

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

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

Horno portátil para fabricar carbón de palo

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

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

Desarrollo de sub sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). I. Disponibilidad, composición y consumo del rastrojo de frijol^{1/}_____

M.E. RUIZ, R. OLIVO, A. RUIZ, J. FARGAS**

ABSTRACT

An experiment was effected to determine the production of common black bean residue under different cropping situations found in Central American small farms. Laboratory analyses were carried out to characterize the chemical composition and in vitro digestibility of this residue. Finally, a switchback design was used to test the voluntary intake of the bean residue by six yearling steers weighing 223 kg, and fed three rations differing in blackstrap molasses content (0.6, 8.8 and 17.9 per cent on dry basis) but kept isonitrogenous (8 per cent crude protein) by additions of urea (1.24, 1.30 and 1.32 per cent, correspondingly). The remaining ration component was the crop residue. It was found that when bean is grown as a single crop, a production of 700 to 1,151 kg dry matter (DM)/ha/crop of the residue can be expected. In multiple cropping (usually associated with corn and/or cassava), the bean residue output varies between 527 and 1,225 kg DM/ha/crop. The residue produced is well dried (90 per cent DM) and as such, could be stored for long periods. Its chemical analysis showed a low content of crude protein (4.1%), while the cell wall constituents accounted for 68.8 per cent of the total DM. It is also characterized by a high lignin content (17.0%), associated with a 46.0 per cent in vitro DM digestibility. Considering that the bean residue is made up by 55.2 per cent of stems and 44.8 per cent empty pods, comparative analyses were also carried out. No differences were found in crude protein content, but a lower lignin concentration (12.8 vs. 19.8 per cent) and a higher DM digestibility (56.5 vs. 37.0 per cent) was found in the empty pod component. The animals preferred the empty pods to such an extent that physical analysis of the remaining feed in the trough showed a proportion of 8.1 per cent empty pods and 91.9 per cent stems, with little variation due to the level of supplementary molasses. Total DM and black bean residue intakes were 2.53 and 2.48; 2.63 and 2.36; and 2.96 and 2.39 kg DM/100 kg liveweight/day, corresponding to molasses levels of 0.6, 8.8 and 17.9 per cent of the ration.

It is concluded that black bean residue is well accepted by bovines and that with small additions of an inexpensive source of N it could allow the feeding of animals during the dry season to at least maintain body weight.

Introducción

DEBIDO a la estacionalidad en la producción forrajera, base de la producción ganadera en el trópico, y a las fluctuaciones y limitaciones en la disponibilidad de los productos que se utilizan en la alimentación animal, el productor debe considerar una

* Recibido para publicación el 11 de julio de 1979

1/ Los autores desean expresar sus sinceros agradecimientos al Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, de Canadá, por el apoyo y aliento brindados en la ejecución de este trabajo.

** Nutricionista, estudiante graduado. Asistente de Investigación y Fisiólogo, respectivamente, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

serie de alternativas que le permitan solucionar parcialmente este problema, evitando así pérdidas en la productividad. Una de estas alternativas es la utilización de residuos de cosecha como base de la alimentación animal.

La importancia de la utilización de los residuos de cosecha radica en la magnitud del volumen en que se producen y en que no son utilizados directamente por el hombre y, así, su uso por el bovino no significa competencia con la alimentación humana.

Las leguminosas de grano ocupan un lugar predominante en la dieta en muchos países de América tropical (8). Entre ellas se destaca el frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.), el cual es ampliamente cultivado, ya sea en monocultivo o en asociación con otros cultivos. América Latina es la región de mayor producción de frijol, con un 34 por ciento de la producción mundial (12). Esta producción proviene en su mayor parte de pequeñas parcelas (menores de 50 ha) explotadas por los mismos miembros de la familia (11), quienes consumen el 36 por ciento del frijol producido (9). Dado este volumen de producción se esperaría que la disponibilidad de rastrojo no sea un factor limitante para su uso en la alimentación animal. Se ha demostrado que los sub-productos de cosecha tales como rastrojo de maíz, paja de arroz y cáscara de algodón son aceptados, en diferente medida, por los animales (4, 19, 20).

En un estudio comparativo de rastrojos de nueve leguminosas (20) se indica que la composición química es intermedia entre un heno de baja calidad y paja de cereales, destacándose altos contenidos de fibra cruda (32 a 44 por ciento), y lignina (6 a 10 por ciento) y bajos contenidos en proteína cruda (6 a 9 por ciento).

El rendimiento de frijol, tanto de grano como de rastrojo, está afectado por el sistema de siembra y el nivel de fertilización que se le aplique (8), existiendo una estrecha relación entre la biomasa total producida y el rendimiento en grano. En el valle de Turrialba se indican valores de producción de biomasa total que varían entre 200 y 2.600 kg de materia seca por hectárea/cosecha que corresponden a rendimientos de grano entre 15 y 1.260 kg.* El rastrojo de frijol está compuesto por los tallos, raíces y vainas y, generalmente, se quema o se abandona en el campo.

En vista de lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron: a) Evaluar la producción de materia seca del rastrojo de frijol en diferentes sistemas de cultivo; b) Determinar la composición química y la digestibilidad *in vitro* del rastrojo de frijol; y c) Estimar en bovinos, el consumo voluntario del rastrojo de frijol y como éste es afectado por la adición de melaza.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en las fincas experimentales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, donde se realizaron las siguientes fases del estudio:

Producción de materia seca, composición química y digestibilidad in vitro del rastrojo de frijol

La producción de materia seca/ha se calculó a partir de datos de producción total de rastrojo provenientes de 16 parcelas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) cv CATIE 1, de 68 m² cada una, con diferentes niveles de fertilización y en asociación con otros cultivos como se describe en el Cuadro 1.

De dichas parcelas se tomaron muestras de rastrojo para la determinación de su contenido de materia seca al aire y al vacío, y proteína, según Bateman (6); los análisis de pared celular, contenido celular, hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas totales se realizaron según el método propuesto por Goering y Van Soest (10). Para la determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca se usó la técnica de dos fases propuesta por Tilley y Terry (22).

Consumo voluntario

Para la estimación del consumo voluntario del rastrojo de frijol se utilizaron seis novillos encastados con Romo Sinauano, de 11 meses de edad, y con un peso vivo promedio de 223 kg, a los cuales se les suministró una vez al día tres raciones isonitrogenadas *ad libitum*, cuyo ingrediente principal fue el rastrojo de frijol, tal cual se obtiene del campo, junto con melaza y urea, según se observa en el Cuadro 2. Además, se permitió el consumo libre de agua y sales mineralizadas. La variable independiente fue el nivel de melaza, impartiendo variación en la aceptabilidad y contenido energético metabolizable de las raciones.

Los animales fueron desparasitados interna y externamente, y encorralados en forma individual, dando 24 m² de espacio por animal. En esta forma se mantuvieron durante 15 días, en los que fueron adaptados al consumo de rastrojo de frijol con la ración 1 (Cuadro 2).

Transcurrido el período de adaptación se procedió con la fase experimental, la cual consistió en tres períodos de 15 días cada uno, durante los cuales cada animal recibió en forma individual dos raciones alternadas según se presenta en el Cuadro 3.

Este arreglo corresponde a un diseño de reversión, según el modelo propuesto por Lucas (16) distribuyéndose al azar los animales a los tratamientos.

El consumo de materia seca (MS) se midió durante los últimos 10 días de cada período, dejándose los primeros cinco como etapa de adaptación a las raciones en estudio. Con este fin, diariamente se tomaron datos de MS ofrecida y MS rechazada. Por diferencia entre ellos se calculó la MS consumida.

* Comunicación personal de José Fargas; Unidad de Fisiología, CATIE, 1979.

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos agronómicos

Tratamiento	SEGUNDA FERTILIZACION ^{a/} (cifras en kg/ha)	ASOCIACION CON OTROS CULTIVOS EPOCA DE SIEMBRA ^{b/}												
		N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
		1976						1977						
A	25 Nitrato de Amonio (NA)+ 23 Clorato de Potasio (CP)	F												
B		M												
C	125 NA + 23 CP	F												
D	379 NA + 112 CP	C												
E	170 NA + 4,5 CP	F			C			M						
F		F						M						
G	81 NA + 4,5 CP	F						C						
H		M						M						
I	96 NA + 4,5 CP	F						M						
J	125 NA + 33 CP	F						Y			C			
K		F						Y			C			
L	221 NA + 102 CP+90 (20-10-6-5)	F						M						
M	125 NA + 4,5 CP	F						M			C			
N		M						Y						
O	125 NA + 4,5 CP	F						C						
P		F						C						

a/ Todos los tratamientos fueron fertilizados al inicio de la siembra con 220 kg/ha de 15-30-8

b/ F= Frijol común (Phaseolus vulgaris, L.); C= Camote (Ipomea batatas (L) Lam); M= Maíz (Zea mays, L.)
Y= Yuca (Manihot esculenta, Crantz)

Cuadro 2—Raciones experimentales, proporciones en base seca.

Ración ^{a/}	Rastrojo %	Melaza %	Urea %
1	98,12	0,61	1,24
2	89,93	8,77	1,30
3	80,78	17,90	1,32

a/ Todas las raciones contienen 8 por ciento de proteína cruda, con un nivel de 45,5 por ciento de sustitución de nitrógeno proteico por nitrógeno no proteico

Cuadro 3—Arreglo de los tratamientos a/

		Bloques					
		A			B		
Animal		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
Período I		1	2	3	1	2	3
Período II		2	3	1	3	1	2
Período III		1	2	3	1	2	3

a/ Los números arábigos corresponden a las raciones del Cuadro 2

Cuadro 4.—Producción de MS de rastrojo de frijol en parcelas de 68 m² y por ha

Tratamiento	Número plantas/parcela	% MS de rastrojo	Producción de rastrojo	
			kg MS/parcela	kg MS/ha
A	659	89,8	4,3	627
B	721	90,3	4,3	631
C	700	89,5	4,1	606
D	694	89,5	8,3	1.225
E	633	89,3	5,9	867
F	650	89,1	5,0	741
G	693	91,0	7,8	1.150
H	673	91,1	6,2	905
I	707	89,4	4,8	700
J	705	90,7	3,6	527
K	714	90,2	6,0	888
L	684	90,0	4,0	566
M	622	90,3	4,1	601
N	653	90,0	4,2	615
O	746	90,2	4,8	700
P	648	90,2	3,9	568

Resultados y discusión

Producción de materia seca, composición química y digestibilidad *in vitro* del rastrojo de frijol

Los datos de producción de rastrojo se presentan en el Cuadro 4, los cuales variaron entre 700 y 1.150

kg MS/ha/cosecha cuando se sembró solo, con un promedio de 906 kg, y entre 527 y 1.225 kg de MS/ha, con un promedio de 708 kg, cuando se sembró asociado a otros cultivos; es decir, en promedio, los rendimientos de rastrojo de frijol disminuyen al estar asociado con otros cultivos como resultado de una competencia por la radiación solar. Esto último como consecuencia de que la densidad de siembra del frijol fue constante en todas las parcelas.

En el mismo Cuadro 4 se observa que existe una notable respuesta del cultivo, en términos de biomasa, a la fertilización nitrogenada. Lo anterior se explica por el hecho de que los suelos donde se realizó el ensayo habían sido cultivados por largo tiempo y que se caracterizan por poseer un buen drenaje; esto, aunado a las condiciones de alta precipitación de la zona (2 600 mm/año), producen una fuerte lixiviación de nitratos. En consecuencia, se esperaría una respuesta a la fertilización nitrogenada. De hecho, la máxima producción de rastrojo (1 225 kg MS/ha) se obtuvo con el mayor nivel de fertilización, no obstante estar éste asociado con camote (tratamiento D en los Cuadros 1 y 4). Los datos sugieren que el principal nutrimento es N, al comparar, por ejemplo, los tratamientos J y M en los que a un mismo nivel de N, pero diferente tasa de aplicación de K, e igual combinación de cultivos, prácticamente no existen diferencias en producción de biomasa de frijol. Los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por otros autores (8, 12), quienes indican que tanto la producción de grano como de biomasa de frijol está ampliamente influenciada por la fertilización nitrogenada.

En el Cuadro 5 se muestra la composición química y digestibilidad *in vitro* del rastrojo. Se observa que el contenido de proteína cruda del rastrojo entero, como también de sus componentes (tallos incluyendo raíces y hojas) es bajo. Esto indica que su uso en la alimentación de rumiantes puede estar restringido a aquellos casos en que se suministre una fuente adicional de nitrógeno, ya que se ha demostrado que el consumo de

Cuadro 5.—Composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIMS) del rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Material	% MS aire	% MS vacío	% Proteína cruda	DIMS	% Pared celular	% Contenido celular	% Hemicelulosa	% Celulosa	% Lignina	% Cenizas
Rastrojo entero (n = 16)	90,03 ±0,38	94,35 ±0,69	4,13 ±0,55	46,01 ±2,44	68,78 ±1,35	31,22 ±1,35	14,47 ±0,97	37,05 ±0,76	17,02 ±1,23	0,21 ±0,10
Tallos (n = 4)	91,75 ±0,36	94,97 ±0,41	4,00 ±0,12	37,05 ±1,37	78,22 ±1,27	21,78 ±1,27	16,12 ±0,35	42,03 ±0,26	19,78 ±0,33	0,29 ±0,07
Vainas (n = 4)	91,50 ±0,25	93,26 ±1,41	3,50 ±0,58	56,48 ±1,22	60,49 ±1,05	39,51 ±1,05	13,50 ±0,48	34,12 ±0,31	12,83 ±0,41	0,05 ±0,01

forrajes tropicales disminuye notablemente cuando el tenor proteico de estos materiales es menor de 7 por ciento en base seca (17), como consecuencia de una limitación en la cantidad de nitrógeno disponible para los microorganismos del rumen (7). Bajo estas condiciones, la tasa de crecimiento microbial y de fermentación de los alimentos disminuye, lo que resulta en un mayor tiempo de retención de los alimentos en el rumen y menor nivel de consumo.

En el mismo Cuadro 5 también se puede notar que la digestibilidad de la MS del rastrojo es relativamente baja, lo que podría ser el resultado de un bajo contenido de PC y un alto contenido de lignina. Esta última observación concuerda con datos obtenidos por otros investigadores (14), quienes en términos generales encontraron que los rastrojos de leguminosas tienen un mayor contenido de lignina que los rastrojos de cereales.

Comparando la digestibilidad de los dos principales componentes del rastrojo de frijol (Cuadro 5) se puede notar que las vainas tienen una mayor digestibilidad que los tallos. La diferencia entre la digestibilidad de estos dos componentes radica principalmente en diferencias en cuanto al contenido de pared celular y, principalmente, el de lignina. A este respecto, se ha encontrado que la lignina está inversamente relacionada con la digestibilidad de la materia seca (1, 5, 18), debido a una combinación o conjugación de la lignina con celulosa, disminuyendo así, la digestibilidad de ésta (1, 15). Los valores de los parámetros de composición química y digestibilidad obtenidos en el presente trabajo son menores a los reportados por Johnson y Pezo (13) y Johnson *et al.* (14), al analizar el mismo material.

Analizando la composición física del rastrojo ofrecido y del rastrojo no consumido, se encontró que existen grandes diferencias en cuanto a las proporciones de vainas y tallos, encontrándose estos últimos en mayor proporción en el material rechazado (Cuadro 6). Estas diferencias son el resultado de una alta selectividad por

Cuadro 6.—Composición física del rastrojo de frijol ofrecido y no consumido

Material	% Vainas vacías	% Tallos
Ofrecido a/	44,8	55,2
Rechazo Ración 1 b/	9,5	90,5
Rechazo Ración 2 b/	13,3	86,7
Rechazo Ración 3 b/	9,6	90,4

a/ Promedio de 4 muestras tomadas durante 4 días distintos

b/ Promedio de 6 animales durante 6 días distintos

Cuadro 7.—Consumo de materia seca total y de rastrojo de frijol

Ración	Consumo kg MS/100 kg peso vivo/día	Consumo de rastrojo kg MS/100 kg peso vivo/día
1	2,53	2,48
2	2,63	2,36
3	2,96	2,39

parte de los animales, la cual podría deberse a características de gustocidad aceptables al bovino (2). Además, tanto la composición química como la digestibilidad *in vitro* de las vainas presentan valores nutricionalmente más deseables (Cuadro 5), principalmente por su menor contenido de lignina. Es de notar que existe una alta correlación negativa entre el contenido de lignina del alimento y el consumo voluntario (1).

Asociado a las observaciones previas, el consumo total de las raciones en estudio fue alto (Cuadro 7). Se puede notar en el Cuadro 7 que el consumo de MS total tiende a aumentar conforme aumenta el contenido de melaza en la ración; sin embargo, este aumento no fue estadísticamente significativo. El consumo de MS de rastrojo tiende a disminuir conforme aumenta el nivel de melaza en la ración, indicando efectos sustitutivos (23) entre estos alimentos.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten concluir lo siguiente:

1. La producción de rastrojo de frijol es poco afectada si éste se cultiva sólo o en asociación con otros cultivos, aunque el nivel de nitrógeno aplicado influye positivamente en la cantidad de rastrojo producido.
2. Los valores de digestibilidad *in vitro*, y el consumo de rastrojo de frijol, observado con raciones que contienen 8 por ciento de PC, indican el alto potencial de este residuo como alimento para rumiantes.
3. El hecho de que el rastrojo de frijol se produce los inicios de la época seca y la facilidad de su conservación durante esta época, posibilitan su uso como forraje estratégico en la época de escasez de los pastos.

Resumen

Se realizó un experimento para determinar la producción de residuo de cosecha de frijol negro común

bajo diferentes situaciones de cultivo encontradas en pequeñas fincas de América Central. Se llevaron a cabo análisis de laboratorio para caracterizar su composición química y digestibilidad. Finalmente, usando un diseño de reversión se estimó el consumo voluntario del residuo de frijol con seis novillos añejos con un peso de 223 kg; se estudiaron tres raciones que diferían en contenido de melaza de caña (0,6; 8,8 y 17,9 por ciento en base seca), pero con igual concentración proteica (8 por ciento proteína cruda) logrado con adiciones de urea (1,24; 1,30 y 1,32 por ciento, correspondientemente). El resto de las raciones estuvo constituido por el residuo de cultivo. Se encontró que, cuando se trata de monocultivos, se puede esperar una producción de residuo de 700 a 1.151 kg de materia seca (MS)/ha/cosecha. En el caso de cultivos múltiples (comúnmente en asociación con maíz o yuca), la producción de residuo varía entre 527 y 1.225 kg MS/ha/cosecha. El residuo es seco (90% MS) y en tal forma podría almacenarse por períodos prolongados. Su análisis químico mostró un bajo contenido de proteína cruda (4,1%) y que la pared celular constituía el 68,8 por ciento de la MS total. También se caracterizó por un alto contenido de lignina (17,0%) asociado con un 46,0 por ciento de digestibilidad de MS *in vitro*. Considerando que el residuo está compuesto por 55,2 por ciento de tallos y 44,8 por ciento de vainas (vacías), se realizaron también comparaciones analíticas. No se encontraron diferencias en el contenido de proteína cruda, pero sí una menor concentración de lignina (12,8 vs. 19,8%) y mayor digestibilidad de la MS (56,5 vs. 37,0%) en la porción de vainas. Los animales prefirieron las vainas a tal grado, que un examen del alimento que quedaba en el comedero mostró una proporción de 8,1 por ciento de vainas y 91,9 por ciento de tallos, con poca variación debida al nivel de melaza suplementaria. Los consumos de MS total y de residuo de frijol fueron 2,53 y 2,48; 2,63 y 2,36; y 2,96 y 2,39 kg MS/100 kg peso vivo/día, correspondiendo a los niveles de melaza de 0,6; 8,8 y 17,9 por ciento de la ración. Se concluye que el residuo de frijol es bien aceptado por los bovinos y que con pequeñas adiciones de una fuente barata de N podría servir para alimentar animales durante la época seca, por lo menos para mantener el peso.

Literatura citada

1. ALLISON, D.W. y OSBOURN, D.P. The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. *Journal of Agricultural Science* 74:23-36. 1970.
2. ARNOLD, G.W. The special senses in grazing animals. II. Smell, taste, and touch and dietary habits in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 17:531-542. 1966.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11th ed. Washington, D.C., 1970. 1 015 p.
4. BACIGALUPO, A., VARA, M., PEREA, J. A., LESCANO, A., DELZO, F. y AGUILAR, T. S. Digestibilidad en ovinos, utilización por vacunos de broza de algodón sin procesar y procesada con hidróxido de sodio. *Memoria ALPA* 3:39-48. 1973.
5. BAILEY, R.W. y JONES, D.I.H. Pasture quality and ruminant nutrition. III. Hydrolysis of ryegrass structural carbohydrates with carbohydrases in relation to rumen digestion. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 14:847-857. 1971.
6. BATEMAN, J.V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, Herrero, 1971. 469 p.
7. CAMPLING, R.C., FREER, M. y BALCH, C.C. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 3. The effect of urea on the voluntary intake of oat straw. *British Journal of Nutrition* 16:115-124. 1962.
8. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Sistemas de producción agrícola probados en el CATIE, Turrialba. Aspectos agronómicos y económicos. *In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios*, 22a, San José, 1976. Memoria San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1976 v. 3. p. irr.
9. COSTA RICA. Dirección General de Estadística y Censos. Censos Nacionales de 1973. *Agropecuario* 3. 1974. p. CR-154.
10. GOERING, H.K. y VAN SOEST, P.J. Análisis de fibra de forrajes. Trad. del inglés por D. Pezo. La Molina Universidad Nacional Agraria, Programa de Forrajes y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. *Boletín* N° 10, 1972. 41 p.
11. GUTIERREZ, U., INFANTE, M. y PINCHINAT, A. Situación del cultivo de frijol en América Latina. Cali, Colombia, CIAT, Serie ES-19. 1975. 33 p.
12. INFANTE, M.A., SCOBIE, G.M. y GUTIERREZ, U. Producción y consumo de frijol seco y su contribución a la oferta de proteína cruda a nivel mundial. *In Programa Centroamericano de Cooperación para el Mejoramiento de Cultivos Agrícolas*, 20a, San Pedro Sula, Honduras, 1974. Memoria v. 2 pp. 69-70. 1974.
13. JOHNSON, W.L. y PEZO, D. Cell wall fractions and *in vitro* digestibility of Peruvian feedstuffs. *Journal of Animal Science* 41:187-194. 1975.
14. JOHNSON, W.L., PEZO, D. y JUSTO, V. Composición química y digestibilidad *in vitro* de algunos subproductos agrícolas fibrosos. *Memoria ALPA* 10:99-109. 1975.
15. JOHNSTON, M.J. y WAITE, R. Studies in the lignification of grasses. I. Perennial ryegrass (S24) and cocksfoot (S27). *Journal of Agricultural Science* 64: 211-219. 1965.
16. LUCAS, H.I. Switch back trial for more than two treatments. *Journal of Dairy Science* 39:146-154. 1956.
17. MILFORD, R. y MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. *Proceedings of the IX International Grassland Congress Sao Paulo, Brazil* v. 1:815-822. 1965.

18. MOWAT, D. N., KWAIN, M. I. y WINCH, J. E. Lignification and *in vitro* cell wall digestibility of plant parts. *Canadian Journal of Plant Science* 49: 499-504. 1969
19. OH, J. W., WEIR, W. O. y LONGHUPST, W. M. Feed value for sheep of corn stalks, rice straw and barley straw as compared with alfalfa (Compendio) *Journal of Animal Science* 32:343. 1971
20. OVEJERO, M. y JAVIER, F. Digestible energy and metabolizable energy of leguminous straw for sheep. *Anales de la Facultad de Veterinaria, Universidad de León (España)* 13: 304-307. 1967
21. ROJAS, S. W. y REVALLOS, J. M. Utilización de coronta y cáscara de algodón en raciones para vacas lecheras (Compendio) *Memoria ALPA* 3:176. 1968
22. ILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111. 1963
23. VOHNOUT, K. y JIMENEZ, C. Supplemental by-product feeds in pasture livestock feeding systems in the tropics. *ASA, Special Publications Bulletin* 2-1: 71-82. 1975.

Notas y Comentarios

La ingeniería genética y la vacuna contra la aftosa

El Comité Consultivo sobre RNA-recombinante, que asesora sobre ingeniería genética en los Estados Unidos, ha recomendado la aprobación de estudios sobre el virus de la aftosa, con el objeto de obtener eventualmente una vacuna contra la enfermedad, conforme lo anuncia Charles Marwick en *New Scientist* (December 13th, 1979, p. 853). Al mismo tiempo, algunos miembros del comité están visiblemente nerviosos sobre la propuesta: el comité también votó por nombrar un subcomité para mantener una supervisión sobre los estudios y revisar más detalladamente algunos aspectos del trabajo.

La recomendación del comité, hecha a comienzos de diciembre de 1979, ha sido descrita como "una acción importante". Antes de que se ponga en efecto, la recomendación tiene que ser aprobada por el Director de los Institutos Nacionales de Salud. Si la aprueba, constituirá un paso significativo en la regulación de la investigación sobre DNA-recombinante en Estados Unidos.

Las autoridades de salud pública de los Estados Unidos registran al virus de la aftosa como agente de la clase cinco, la más peligrosa. Los estudios de DNA-recombinante con todos los patógenos de clase cinco están actualmente prohibidos. En el caso del virus de la aftosa, no son permitidos ni estudios ordinarios de laboratorio; la única excepción es el Centro de Enfermedades Animales del Departamento de Agricultura en Plum Island, aguas afuera del extremo de Long Island, Nueva York. Los estudios propuestos sobre el virus de la aftosa tendrán lugar aquí. Como es sabido, sólo América Central, América del Norte, Australia y Nueva Zelanda están libres de la aftosa.

Las vacunas actuales contra el virus se preparan en cultivos de tejidos y son inactivadas con acetiltilenimina. Sin embargo, son menos que satisfactorias. La inmunidad es relativamente transitoria, durando sólo tres a seis meses. Esto quiere decir que son necesarias vacunaciones frecuentes. Existen siete tipos mayores y 53 subtipos del virus, por lo que las vacunas no siempre protegen contra el virus que está circulando en ese momento.

La fabricación misma de la vacuna tiene sus riesgos. Se necesitan grandes cantidades de virus y la contención es un problema. Algunos brotes de aftosa han sido atribuidos ya sea a un virus impropriamente inactivado o a un virus escapado del lugar de elaboración, manifestó al comité el Dr. J. J. Callis, director del laboratorio de Plum Island.

El uso de técnicas de DNA-recombinante para producir un antígeno significaría una vacuna más segura y más barata que se podría almacenar por periodos prolongados, haciendo posible planificar estrategias para combatir epidemias.

Una propuesta que aprobó el comité es un esfuerzo cooperativo entre los científicos de Plum Island, encabezados por Howard I. Bachrach, una reconocida autoridad en el virus, y la empresa comercial Genentech Inc de San Francisco, California. En los últimos dos años los científicos de Genentech han tenido éxito en desarrollar métodos moleculares para producir insulina, hormona humana de crecimiento y somatostatina.

Sin embargo, el trabajo propuesto es mucho más complicado que el de estas síntesis anteriores. Inicialmente, los investigadores de Plum Island aislarán la sección de la biblioteca genética del virus de la aftosa que es responsable de inducir la respuesta de inmunidad en los animales infectados (este es un gen que codifica a una de las cuatro proteínas, VP-3, del virus).

Los pasos finales abarcarán la prueba de la proteína producida en su potencia antigénica e inmunogénica. Esto será hecho en animales en Plum Island. Si los resultados son satisfactorios, entonces la VP-3 de otros tipos de aftosa será similarmente producida e incorporada en la sub-unidad de la vacuna.

Todos los experimentos de clonaje serán hechos en los laboratorios del Foreign Animals Disease Control en Plum Island. Estas instalaciones son mantenidas en condiciones que exceden los requerimientos para P-3 establecidas en las guías sobre DNA recombinante. El trabajo sobre los clones subgenómicos y la producción de DNA sintético será hecho por Genentech en California a un nivel de contención mucho más bajo.

Varios miembros del comité expresaron su preocupación por el bajo nivel de contención que habrá en Genentech. Se discutieron niveles más altos de contención, pero el comité finalmente acordó, por nueve votos a siete con dos abstenciones, que el nivel bajo sugerido era suficiente para fragmentos del genoma vírico los que era altamente improbable que produjeran un virus infeccioso. Los fragmentos serán probados en Plum Island para determinar falta de infección antes de ser llevados a California. Con todo, el comité formó un subcomité para examinar los datos conocidos en la actualidad sobre la infectividad del genoma vírico y de los clones subgenómicos que serán extraídos de Plum Island.

Publicaciones

Planta Daninha. La Sociedad de Herbicidas e Ervas Daninhas está publicando desde 1978 la revista *Planta Daninha* destinada a publicar los resultados de trabajos sobre malezas. Contendrá trabajos originales de investigación, revisiones de literatura y notas técnicas. El primer número, de fecha enero de 1978, contiene seis artículos y una nota técnica. Aunque la mayor parte de ellos trata sobre la acción de herbicidas sobre malezas, cultivos y suelos, hay un trabajo sobre nematodos asociados a malezas y otro sobre lixiviación de herbicidas. De periodicidad cuádrimestral, la dirección es: Planta Daninha, Caixa Postal 70, 13 100 Campinas, SP, Brasil.

Notas y Comentarios

Hacia una vacuna contra los tripanosomas

Los tripanosomas constituyen un obstáculo en el futuro de África. Estos protozoarios flagelados diezman a los animales domésticos en ciertas partes de ese continente, impidiendo el establecimiento de una ganadería próspera, por la terrible enfermedad nagana, por no mencionar la enfermedad del sueño (y la de Chagas en América) del hombre. Son, por consiguiente, un objetivo primordial de la campaña de la Organización Mundial de la Salud para encontrar nuevas formas de controlar los parásitos que asolan al Tercer Mundo. Ahora, el esfuerzo científico auspiciado por la OMS ha comenzado a producir resultados. Estos hallazgos pueden tener significación para otros flagelados parásitos del hombre y de los animales en otros continentes como América.

Un equipo de biólogos del Laboratorio Internacional de Investigación en Enfermedades Animales (ILRAD) en Nairobi, Kenya, ha dado un importante paso en la comprensión de uno de los principales obstáculos para erradicar la enfermedad. Esta es la ingeniosa estrategia del parásito de evadir las defensas naturales de inmunidad de sus víctimas, que hace impracticable la vacunación.

El nudo del problema está en la cubierta exterior del parásito, una capa de glicoproteína que adquiere cuando entra en la corriente sanguínea de un animal. Esta glicoproteína es la que el sistema de inmunidad del animal reconoce, y para la cual fabrica anticuerpos que deberían destruir al parásito. La infección se aplaca por poco tiempo ante el ataque de los anticuerpos. Pero el tripanosoma tiene un truco para evadir la captura; se pone a cambiar su capa proteínica, de manera que el sistema inmune no lo puede reconocer. Esto sucede una y otra vez, en una prolongada serie de batallas que el animal no puede ganar. Los científicos que han estado observando los cambios de cubierta en el laboratorio han contado más de 100 variantes. Claramente, ninguna sola vacuna podría dar protección.

Si los biólogos pudieran encontrar la forma cómo los tripanosomas operan esta desconcertante diversidad, ellos creen que podrían encontrar una manera de enfrentarse a los parásitos. Richard Williams y sus colegas John Young y Phelix Majiwa, del ILRAD han aplicado a este problema las herramientas más sofisticadas que se conocen en biología, las de la ingeniería genética (Cf *Turrialba* 20: 139; 21: 373), para ver si pueden encontrar la respuesta en los genes del animal (*Nature* vol 282, p. 8-17).

Tenían ya una idea de lo que estaban buscando. Por ejemplo, sabían que los cambios no se realizaban mediante mutaciones al azar, porque un parásito que ha sufrido variación revierte a su tipo original si se le usa para infectar un animal fresco. Tenían también sospechas de que el tripanosoma podría ser como otra célula infinitamente variable. Esa es la misma célula a la cual el tripanosoma ha evolucionado para vencer: el glóbulo blanco sanguíneo que produce la variedad sin fin de anticuerpos que reconocen las variantes sin fin de las cubiertas proteínicas del tripanosoma.

Se sabe que la variedad de células productoras de anticuerpos es el resultado del reordenamiento de genes anticuerpos. Para encontrar si los tripanosomas adoptan la misma táctica, Williams y sus colaboradores usaron procedimientos de ingeniería genética. Primero, extrajeron el mensaje genético, el RNA mensajero que especifica las cubiertas proteínicas, de cuatro diferentes variantes de una línea de tripanosomas, tomadas de un animal en diferentes etapas de una infección. Entonces usaron una enzima que maneja la maquinaria genética hacia atrás para hacer una copia DNA radiactiva del *gen* en el molde del RNA mensajero. Después usaron la copia radiomarcada como un sondeo en los cromosomas del tripanosoma.

Hicieron esto para los genes de las proteínas en las cubiertas de cuatro diferentes variantes, y entonces compararon los genes cromosómicos que los sondeos les habían identificado. Buscaron diferencias en el DNA de las distintas variantes. Hasta ahora, sólo han hecho un análisis algo crudo basado en los resultados de revolver el DNA cromosómico con enzimas que lo cortan en sitios específicos químicamente reconocibles. Estas enzimas son muy útiles para decidir si dos pedazos de DNA son idénticos porque si lo son, los cortarán en pedazos de idéntico tamaño.

Cuando Williams y sus colegas revolvieron el DNA que contenía los genes de la cubierta de proteína de cuatro diferentes variantes de tripanosomas, no consiguieron pedazos de tamaño idéntico. Esto les indicó no sólo que había habido cambios en el DNA sino que esos cambios eran en gran escala. Los pequeños cambios que no ocurrieron directamente en los sitios de corte simplemente no afectarían la disposición general de los fragmentos del DNA. Le podrían encontrar tales diferencias notables por un reordenamiento general del DNA. De tal manera que para producir nuevas cubiertas de proteínas, los tripanosomas parece que reordenan su DNA.

¿Podría este conocimiento conducir a una forma de vencer al parásito y eliminar su dominio sobre África? Esto no se sabrá hasta que los biólogos encuentren más sobre los mecanismos y sobre los cambios reales involucrados. Esto no es probable que tome mucho tiempo. El trabajo continúa a un paso furioso en varios laboratorios y hay buenas probabilidades de que el tripanosoma tendrá pocos secretos al finalizar 1980.

Buenas noticias sobre el dióxido de carbono

La compleja historia del efecto de invernadero del dióxido de carbono efectuó un nuevo viraje recientemente, con una afirmación de Sylvan Wittwer, de la Michigan State University, de que cualquier posible incremento en el dióxido de carbono en la atmósfera, en el futuro inmediato, hará más bien que mal a la agricultura del globo. Wittwer, quien es jefe de la Estación Experimental Agrícola de su universidad, desarrolló este tema en una de las sesiones de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia en San Francisco (*New Scientist*, 31 de enero de 1980, p. 317).

Argumentó que cualquier que fuera el efecto de un aumento de dióxido de carbono sobre el clima, los agricultores ya enfrentan fluctuaciones mucho más grandes, año a año, en el clima. Pero un resultado seguro de una atmósfera enriquecida con dióxido de carbono es que los rendimientos de los cultivos mejoran, a veces dramáticamente. Así, un mundo hambriento podría estar menos hambriento conforme se acumule más dióxido de carbono en la atmósfera.

Desde 1860, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado de 290 partes por millón (ppm) a 335 ppm, un aumento de un 13 por ciento. Desde 1948 la tasa de liberación de CO₂ ha aumentado anualmente en 4 por ciento, pero sólo la mitad del CO₂ liberado permanece en la atmósfera. Algo del resto debe disolverse en los océanos, pero algo puede muy bien ser absorbida en tasas mayores de crecimiento de los cultivos y de los bosques tropicales, aunque los bosques mismos están rápidamente destruyéndose por las actividades del hombre. La tasa actual de incremento del CO₂ atmosférico es de 1,5 ppm por año.

Los cultivos en invernadero en condiciones experimentales responden a niveles aumentados de CO₂, con rendimientos aumentados de 20 a 600 por ciento, con una fotosíntesis aumentada en 0,5 por ciento por cada 1 por ciento de aumento en el CO₂, hasta con concentraciones de 100 a 300 ppm por encima del nivel atmosférico actual. "Un incremento adicional hasta 400 ppm", dice Wittwer, "probablemente resultaría en un 20 por ciento de aumento en las tasas de fotosíntesis".

C O M P E N D I O

*Con el siempre creciente precio de los fungicidas y el alto costo de la mano de obra, una medida económicamente viable para el control de la enfermedad de la podredumbre del fruto del cacao sólo puede ser desarrollada si las pérdidas pueden ser estimadas con exactitud. Para este propósito se debe hacer una distinción entre la incidencia de la enfermedad y las pérdidas del cultivo. Los registros de incidencia de la enfermedad se refieren sólo a la presencia física del patógeno en las mazorcas, mientras que lo que vale en consideración económica es si las almendras dentro de la mazorca son fermentables o no. Siendo esto así, la infección de la mazorca no es de importancia económica sino cuando las almendras están afectadas. La presente investigación muestra que no es siempre que una mazorca es infectada que las almendras se vuelven infermentables y, en consecuencia, no comerciables. Alrededor de 90 por ciento de todas las mazorcas que son infectadas ya sea por *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. o *Botryodiplodia theobromae* se pierden. Por el contrario, menos de un tercio de todas las mazorcas que están infectadas por *Fusarium* spp. se pierden. Un argumento existe así contra hacer una conversión directa de incidencia de la enfermedad a pérdidas del cultivo pues hay un margen de error hasta de 10 por ciento aún en podredumbre negra (*Phytophthora*) y podredumbre parda (*Botryodiplodia*), en que los dos valores se consideran ser cercanos. El margen de error en tal conversión directa también dependerá de las incidencias relativas de las tres enfermedades en la plantación en la que se toman los registros.*

Introduction

MOST of the records on the economic importance of the pod rot diseases of cocoa have been extrapolations based on direct substitutions of disease incidence figures for pod losses. It is common knowledge however that it is not every time there are pod infections that the pods are so rotten that all the beans have to be discarded. Beans in pods which are infected after they have started to ripen physiologically are classified as black pod fermentable. It is recognised also that failure to harvest such pods within a few days of infection can result in total loss of the beans. Judicial note of blackpod fermentables is hardly taken in extrapolating crop losses from disease incidence figures. Opeke and Gorenz (5) recognised the

shortcoming in making a straight conversion of disease incidence to crop loss but arbitrarily fixed crop loss at 20 per cent for a disease incidence of 35 - 40 per cent. Their attempt at solving the problem thus appears not based on any known scientific principle. Ashiru and Jacob (2) showed that cherelle wilt caused by insects and diseases account for the greater part of cherelle loss. However, Adebayo (1) showed that most diseased cherelles are never harvested. Such diseased cherelles which would have developed into normal mature pods are automatically left out of the figures for total production and, of course, never feature in records of disease incidence or crop loss. Since records of disease incidence often fail to differentiate between fermentable and non-fermentable beans and since there are evidences that cognisance of diseased cherelles is hardly taken in such records it will appear that the records are not only inadequate but cannot form a reliable basis for a true assesment of crop loss. The present investigation is an attempt at making detailed records of disease incidences and crop losses with the ultimate aim of relating one to the other

* Received for publication November 14th, 1978

1/ The author is grateful to the Cocoa Research Institute of Nigeria for permission to publish these research findings.

** Cocoa Research Institute of Nigeria, P M B 5244, Ibadan, Nigeria

Table 1.—Cocoa pods harvested in farmers plantation

	Number of pods	
	Healthy	Diseased
Farmers's gang	467	87
CRIN harvesters	11	42
Total	478	129

Materials and Methods

On 6th September, 1977 a farmer and his four helpers were requested to harvest all ripe and diseased cocoa pods in a farm. Later that day five trained harvesters were asked to go round the farm to harvest all ripe and diseased pods.

In another experiment 200 mature cocoa trees were selected in each of plot E10 at the Gambari Experimental Station Ibadan (GES) and the 'C' clone plot at Ibule in January 1976. At monthly intervals throughout the year all diseased pods were counted and categorised as young, immature or mature. Diseased pods in each age group were again classified in accordance with the infecting pathogen viz: *Phytophthora palmivora*, *Botryodiplodia theobromae* or *Fusarium* spp. The number of infections starting from wounded areas of pods was also noted in each case. After harvesting, diseased pods were separated into those whose beans were good enough for fermentation (blackpod fermentables) and non-fermentable ones.

The third experiment was conducted in 1977 using three sub-plots of 50 trees each in plot N4/2 at GES. Ripe and diseased pods were harvested at fortnightly intervals between January and December. Diseased pods were separated in accordance with the pathogen involved. As in the preceding experiment all pods with non-fermentable beans were regarded as lost to the infecting pathogen.

Results

Table 1 shows that the farmer's gang left 11 healthy pods unharvested. This represents 2.3 per cent of all healthy ripe pods. Similarly, 42 diseased pods representing 32.8 per cent of all diseased pods were left on the trees. 38 of those diseased unharvested pods were cherelles or immature.

Table 2 shows that beans in all young and immature *P. palmivora* infected pods were non-fermentable. Similarly, 83.3 per cent of all *P. palmivora* infected mature pods including all pods in which infections started from wounded areas were lost. Beans in all pods in which *B. theobromae* infections started from wounded areas were non-fermentable. Only 2 of all the pods that were infected by *B. theobromae* contained beans that were fermentable. On the contrary beans in all mature pods which were infected by *Fusarium* spp. were fermentable. Beans in 89.7 per cent of all *Phytophthora* infected pods were non-fermentable. Similarly beans in 94.3 per cent of all *Botryodiplodia* infected pods were non-fermentable while beans in only 31.0 per cent of all *Fusarium* infected pods were non-fermentable. Table 2 indicates disease incidences of

Table 2.—Diseased cocoa pods in plot E10

	<i>P. palmivora</i>			<i>B. theobromae</i>			<i>Fusarium</i> spp		
	Y	Im	M	Y	Im	M	Y	Im	M
Diseased	1 1+(0)	10 10+(0)	18 6+(12)	8 4+(4)	25 10+(15)	2 (2)	72 22+(50)	8 0+(8)	4 0+(4)
Fermentable	0 0	0 0	3 3+(0)	0 0	2 2+(0)	0 0	47 20+(27)	7 0+(7)	4 0+(4)
Non-fermentable	1 1+(0)	10 10+(0)	15 3+(12)	8 4+(4)	23 8+(15)	2 0+(2)	25 2+(23)	1 0+(1)	0 0
% lost when diseased	100	100	83.3	100	92.2	100	34.7	12.5	0
% lost (Average)		89.7			94.3			31.0	

Y = Young or cherelles; Im = Immature; M = Mature

() denotes infections starting from wounded areas of pod

Table 3.—Diseased cocoa pods in Ibule.

	<i>P. palmivora</i>			<i>B. theobromae</i>			<i>Fusarium</i> spp		
	Y	Im	M	Y	Im	M	Y	Im	M
Diseased	60	51	88	6	3	2	72	16	28
	47+(13)	45(6)	79+(9)	5+(1)	3+(0)	0+(2)	14+(58)	11+(5)	19+(9)
Fermentable	0	0	20	0	1	0	61	10	22
	0	0	18+(2)	0	1+(0)	0	10+(51)	8+(2)	19+(3)
Non-fermentable	60	51	68	6	2	2	11	6	6
	47+(13)	45+(6)	61+(7)	5+(1)	2+(0)	0+(2)	4+(7)	3+(3)	0+(6)
% lost when diseased	100	100	77.3	100	66.7	100	15.3	37.5	21.4
% lost (average)		89.9			90.1			19.8	

() denotes infections starting from wounded areas of pod

Y = Young or cherelles; Im = Immature; M = Mature

19.6 per cent, 22.6 per cent and 56.8 per cent for *P. palmivora*, *B. theobromae* and *Fusarium* spp respectively. Beans in 57.4 per cent of all diseased pods were non-fermentable. Of this amount 30.6 per cent, 38.8 per cent and 30.8 per cent were ascribed to *P. palmivora*, *B. theobromae* and *Fusarium* spp respectively.

Table 3 shows that beans in all *P. palmivora* infected young and immature pods at Ibule were non-fermentable. As in plot E10 in all *Botryodiplodia* infected young and mature pods were non-fermentable. Beans in 85.0 per cent, 62.5 per cent and 78.6 per cent of all *Fusarium* infected young, immature and mature pods respectively were fermentable. Beans in 89.9 per cent and 90.1 per cent of all pods infected by *P. palmivora* and *B. theobromae* respectively were non-fermentable while beans in only 19.8 per cent of all *Fusarium* infected pods were non-fermentable. 61.0 per cent, 3.4 per cent and 35.6 per cent of all diseased pods at Ibule were ascribable to *P. palmivora*, *B. theobromae* and *Fusarium* spp respectively.

Table 4 shows that 62.5 per cent of all diseased pods in plot N4/2 were infected by *P. palmivora* while *B. theobromae* accounted for only 8.0 per cent. A total of 6107 pods were harvested in the plot within the experimental period. About 7.4 per cent of this number were diseased with annual incidences of 4.6, 0.6 and 2.2 per cent for *P. palmivora*, *B. theobromae* and *Fusarium* spp. respectively. The annual losses were 4.3, 0.5 and 0.6 per cent for *P. palmivora*, *B. theobromae* and *Fusarium* spp. respectively giving an annual total loss of 5.4 per cent. Differences between the number of pods with fermentable beans and those with non-fermentable beans were severally and collectively significant at 0.1 per cent level.

Table 4.—Diseased cocoa pods in plot N4/2

	<i>P. palmivora</i>	<i>B. theobromae</i>	<i>Fusarium</i> spp
No. of diseased pods	280	36	132
No. of fermentable diseased pods	15	4	96
No. of non-fermentable diseased pods	265	32	36
% diseased pods lost	9.6	88.8	27.2
Annual incidence (%)	4.6	0.6	2.2
Annual loss (%)	4.3	0.5	0.6

$$\chi^2 = (\sum p_{ij} - p_{i.}p_{.j}) = 217.75^{***}$$

Discussion

Any farmer will naturally want to harvest all healthy ripe pods since the beans in them are products which he will sell to retrieve his capital outlay on the farm. That about 2.3 per cent of such healthy ripe pods were not harvested can be treated as oversight. This figure compares favourably with 3.1 per cent which is the level of oversight exhibited by failing to harvest 4 of the diseased mature pods. On the contrary failure to harvest 38 diseased cherelles or immature pods could not be due only to oversight. Rather, as Adebayo (1) pointed out there is usually no urge on the part of farmers to harvest diseased young and immature pods. The farmer's records gave disease incidence at 18.6 per cent which is considerably lower than the actual figure of 27.0 per cent. With this type of si-

tuation it is clear that the farmer is likely to underestimate his losses to the disease. His decisions to control the diseases which will normally be based on such under-estimation will in most cases be inappropriate for the situation.

Results in Tables 2 and 3 appear to show that there is total loss whenever cherelles or immature pods are infected by *P. palmivora*. Similarly, only a few of those pods which were infected at maturity became ripe enough for the beans in them to be fermentable. The situation is no less serious with the charcoal (*Botryodiplodia*) pod rot which causes beans in almost all diseased pods to be non-fermentable irrespective of the age at infection. The high loss level exhibited by these two diseases can be traced to the fact that *P. palmivora* and *B. theobromae* invade tissues of susceptible cocoa pods very quickly. Usually tissues of infected pod are completely permeated by the pathogens within 10 days. Full coverage is in fact accomplished in less than five days any time infections start from wounded areas of pods. Thus only beans in pods that have become physiologically ripe before they are infected usually remain fermentable. Even in such cases pods must be harvested and the beans removed for fermentation within a few days of infection. It is thus desirable that weekly inspection tours of plantations be undertaken during the rainy season when all diseased pods should be harvested to save beans in physiologically ripe pods from becoming non-fermentable. This practice will also go a long way in reducing the build-up of inoculum for secondary spread of the diseases in the plantation. Contrary to the rapid tissue colonisation observed for *P. palmivora* and *B. theobromae* tissue invasion is usually very slow in fusarial rot except when infections start from wounded areas of the pods. Unfortunately as shown in Tables 2 and 3 most fusarial infections started from wounded areas and since young pods are usually most vulnerable infections of this category of pods accounted for more than 60 per cent of all fusarial infections in each of the two locations. There are usually two types of wound infections. In the first group the pathogen is restricted to a small area. This is common in infections which start from shallow wounds caused by mealybugs or mirids which feed on pods. Such infections do not appear to be of serious economic problems excepting in cases where there are numerous feeding wounds on a single pod and especially when the insects feed on the pod at cherrille stage. In such cases the cherrille becomes badly deformed and withers although in some cases the diseased condition persists till the pods eventually ripen and the beans therein are reasonably fermentable though fewer in number than in healthy pods. It is thus clear that heavy mealybug or mirid spots infections results in loss of yield but this is not easy to estimate without carrying out artificial inoculations of simulated or real mealybug or mirid wounds on pods of various age groups and assessing the resultant reduction in bean number and/or bean weight per pod. Entwistle (1) showed that by feeding on pods mirid can reduce yield by as much as 25 per cent. The situation could be worse if the mirid feeding spots are infected by

any of the common pod rotting pathogens. No matter what the age of the pod is all the beans are lost when fusarial infections start from wounds or holes made by the cocoa husk miner, *Mammara* sp.: Lithocolletides or by the larvae of the moth *Characoma stictigrapta*, Noctuidae. Such burrowing and tunnelling activity of *Characoma* has been reported to greatly dispose cocoa to attack by *P. palmivora* and other related disorders (2). Loss is generally heavy in this second group of wound infections.

Table 2 shows that more pods carried fusarial rot than *Phytophthora* rot in plot E10 giving the erroneous impression that the former is a more important disease than the latter. A closer look at the data shows however that equal number of pods, 26, were lost to each of the two pathogens. That figure represents 89.7 per cent of the *Phytophthora* infected pods but only 31.0 per cent of the *Fusarium* infected pods. A similar situation was observed in Ibule where 89.9 per cent of all *Phytophthora* infected pods were lost as against a loss of 19.8 per cent in *Fusarium* infected pods. It is apparent therefore that although records of disease incidence seem to suggest that fusarial rot is a more important disease than *Phytophthora* pod rot the reverse is in fact true when one considers crop loss. A consideration of results in Table 4 makes the situation even clearer. While incidence of fusarial rot and charcoal rot in the plot is 2.2 and 0.6 per cent respectively crop losses are only 0.6 and 0.5 per cent respectively. The two diseases were thus at about the same level of economic importance. *Phytophthora* pod rot was however economically more important (4.6 per cent crop loss) than the other two diseases combined.

There is not much difference between disease incidence (4.6 per cent) and crop loss (4.3 per cent) in *Phytophthora* pod rot infections. The corresponding figures which suggest a similar trend for the charcoal pod rot are 0.6 and 0.5 per cent. On the contrary there is a wide margin between disease incidence (2.2 per cent) and crop loss (0.6 per cent) in fusarial pod rot infections. Records of disease incidence will thus not give a true assessment of crop loss which should form the basis of any form of disease control. There is thus no doubt that the age long practice of equating disease incidence to crop loss is defective. As desirable as it is, the separation of diseased pods into blackpod fermentables and blackpod non fermentables is a laborious exercise and almost impracticable for a farmer with large acreages of cocoa. However, for the purpose of estimating annual crop losses for the country, it is desirable that such distinctions be made. This will entail taking records in a number of selected sample plantations in the cocoa growing areas over a number of years after which a correction factor can be calculated for each of the pod rot diseases. As an example results of the present investigation seem to suggest a correction factor of 0.9 for *P. palmivora* and *B. theobromae* and 0.25 for *Fusarium* spp. A general or overall factor of 0.7 is indicated for a combination of the three diseases. As pointed out above more detailed recordings will be necessary before definite correction factors can be obtained.

Summary

With the ever increasing prices of fungicides and high cost of labour an economically viable measure for the control of the pod rot disease of cocoa can only be worked out if crop losses are accurately assessed. For this purpose a distinction should be made between disease incidence and crop loss. Records of disease incidence refer only to the physical presence of the pathogen on the pods whereas what counts in economic consideration is whether or not the beans within the pods are fermentable. That being so, infection of the pod is of no economic consequence except the beans are affected. The present investigation shows that it is not every time a pod is infected that the beans become nonfermentable and consequently unmarketable. About 90 per cent of all pods that are infected by either *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl or *Botryodiplodia theobromae* Pat are lost. On the contrary less than a third of all pods that are infected by *Fusarium* spp. are lost. A case is thus made against making a straight conversion of disease incidence to crop loss for there is up to 10 per cent margin of error even in *Phytophthora* pod rot and charcoal rot

where the two values are considered to be close. The margin of error in such a straight conversion will also depend on the relative incidences of the three diseases in the plantation where the records are taken.

Literature cited

1. ADEBAYO, A.A. The neglected side of black pod control. East African Agricultural and Forestry Journal 40 (1): 72-76. 1974.
2. AKOTOYE, N.A.K. Biology of *Characoma stictigrapa* Hamps. Proceedings 11th Conference of West African Entomologists, Ghana. 1974 pp 150-159.
3. ASHIRU, G.A. and JACOB, W.J. Potential pod production and pod loss in cocoa. Journal of Horticultural Science 36 (1): 95-102. 1971.
4. ENTWISTLE, P.F. Pests of cocoa. London, Longman. 1971. 779 p.
5. OPEKE, I.K. and GORENZ, A.M. *Phytophthora* pod rot; symptoms and economic importance. In Gregory, P.H. (ed) *Phytophthora* disease of cocoa. London, Longman, 1974. pp. 117-124.

Notas y Comentarios

Los bancos y la transferencia de tecnología

Como secuela de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (UNCSTD), está tomando forma lentamente un proyecto internacional para determinar el papel preciso de los bancos de desarrollo internacionales y locales, y las firmas de capital de riesgo, en la transferencia de tecnología al Tercer Mundo. En una reunión reciente en París, organizada por la Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico (OCDE), los economistas del Banco Mundial, agencias de ayuda, como por ejemplo el Centro Internacional para la Investigación y Desarrollo (CIID) de Canadá, y la Organización de Estados Americanos, discutieron la forma en que instituciones financieras tales como el Banco de Desarrollo Industrial de la India pueden impulsar el desarrollo de tecnología mediante sus políticas de préstamos. Jairam Ramesh, consultor del OCDE y coordinador del proyecto informó que uno de los objetivos del estudio será ayudar a los bancos locales de desarrollo del Tercer Mundo a promover el crecimiento de la tecnología en sus propios países, estudiando los esfuerzos realizados en el pasado (*New Scientist*, Vol. 84, p. 331).

El estudio se enfocará sobre los países en desarrollo que han avanzado bastante en el camino del desarrollo industrial: Argentina, Brasil, Colombia, Corea del Sur, Costa de Marfil, India, Malasia, México y Perú. Equipos nacionales de economistas evaluarán hasta qué nivel las instituciones financieras nacionales e internacionales han promovido el desarrollo de empresas tecnológicas nuevas. De mayor importancia es el

hecho de que los equipos verán si estos organismos han estimulado el crecimiento de los mecanismos financieros necesarios, el adiestramiento de la mano de obra especializada y la administración necesaria para llevar a cabo una revolución tecnológica basada en recursos locales. La formación de esa confianza en sí mismos para adquirir y manejar nuevas tecnologías fue una de las muy pocas demandas del Tercer Mundo calurosamente acogidas por los países desarrollados en la UNCSTD.

Ramesh afirma que el papel crítico que han desempeñado los bancos de desarrollo y comerciales, y las firmas de inversiones, en el desarrollo de la tecnología del Tercer Mundo es considerable pero "no reconocida, aun por las mismas instituciones financieras". Por ejemplo, estima que en la India, aproximadamente el 50 por ciento de los activos fijos de las compañías anónimas públicas medianas y grandes viene de instituciones financieras y del gobierno cada año. Si la India es representativa del Tercer Mundo, como parece serlo, entonces un 50 por ciento, o sean 150 mil millones de dólares, de los 300 mil millones estimados como la inversión total anual en el Tercer Mundo, está canalizada a través de los bancos.

El Banco Mundial ha hecho cada vez más uso de las corporaciones financieras de desarrollo locales, especialmente para constituir empresas de pequeña escala. Desde fines de los novecientos sesenta, 6 mil millones, o sea un sorprendente 10 por ciento de todo lo prestado por el Banco Mundial desde su formación, ha ido a esas instituciones financieras locales para empresas pequeñas.

El estudio de 18 meses se iniciará en marzo de 1980, siempre que se encuentren los fondos necesarios. La meta es US\$ 500 000 que puede venir del Banco Mundial, las agencias de ayuda y los mismos gobiernos del Tercer Mundo que participan. Esto puede resultar no ser tan difícil, y es la idea ha recibido ya un fuerte apoyo entre los senadores de los Estados Unidos.

Notas y Comentarios

Un cambio importante en el comercio internacional

Por primera vez, en 1978, el comercio total de los Estados Unidos con países en Asia oriental (incluyendo Australia y Nueva Zelanda) excedió su comercio total con Europa occidental. La brecha probablemente se hará más ancha gracias a las altas tasas de crecimiento económico de muchos países asiáticos (Cf *Turrialba* vol 29, p 9). En la primera mitad de 1979, las exportaciones de EE UU al Asia oriental subieron en casi 30 por ciento; las importaciones, sin embargo, se elevaron en sólo 7 por ciento (*The Economist*, December 1st, 1979).

Naturalmente, los países agrupados en Asia oriental tienen una amplia variación en sus esquemas de comercio. Estados Unidos y Japón son comerciantes globales. Corea del Sur y Formosa están tratando de hacerlo. Nueva Zelanda y Australia están forjando rápidamente lazos con sus vecinos geográficos. En 1978, más de la mitad de las exportaciones de Australia fueron a Asia oriental; una tercera parte de sus importaciones vienen de allí, reemplazando su tradicional dependencia de Europa.

Los países recientemente industrializados de la región (Corea del Sur, Formosa, Hong Kong, Singapur) son todavía parcialmente dependientes del comercio con la región, pero conforme se eleva la calidad de sus productos, están dependiendo menos. Los países menos desarrollados (Malasia, Tailandia, Indonesia y Filipinas) permanecen más grandemente dependientes de la cuenca del Pacífico.

China puede haberse reincorporado a la comunidad internacional pero, en 1978, el 70 por ciento de sus exportaciones todavía fue con los otros países de Asia oriental y la mitad de sus importaciones vino de allí. Esto puede estar ahora cambiando. En los primeros siete meses de 1979, las exportaciones de EE UU a China fueron de 1000 millones de dólares, contra 874 millones en todo el año de 1978.

Los dirigentes de Estados Unidos están luchando por convencer a los hombres de negocios que hay mayor provecho en comerciar e invertir en países con economías en rápido crecimiento, que el que hay en erigir barreras proteccionistas contra sus exportaciones. El caso de Corea del Sur se usa como ejemplo. El déficit comercial de Estados Unidos con Corea del Sur de 600 millones de dólares en 1978 se convirtió en un superavit de 200 millones en los primeros seis meses de 1979.

Publicaciones

Food and Nutrition Bulletin. El Programa Mundial contra el Hambre, de la Universidad de las Naciones Unidas está distribuyendo una publicación trimestral, *Food and Nutrition Bulletin*. Incorpora y continúa el *PAG Bulletin* del Protein-Calorie Advisory Group de las Naciones Unidas. El número 3 del volumen 1, que tenemos a la mano, contiene nueve artículos, sobre los campos de Política de Alimentos y Nutrición, y de Conservación de Alimentos Poscosecha, además de notas y noticias. Notamos que la mayor parte de los trabajos son adaptados o resumidos de publicaciones previas. El primer artículo, de Lowell Lynch del MIT, hace una revisión interesante de metodología de planificación nutricional. No hay "abstracts" que faciliten el examen rápido del valor de los trabajos. Aun algunas de las conclusiones son poco informativas: un trabajo del jefe del grupo de trabajo sobre tecnología de poscosecha, sobre el beneficio inesperado de un proyecto lechero, en la conclusión sólo expande el título sin revelar cuáles fueron esos logros no esperados. La dirección es: United Nations University, 29th floor, Toho Seimei Building; 15-1, Shibuya 2-chome, Shibuya-ku; Tokio 150, Japón.

La okra como productora de aceite

La okra (*Hibiscus esculentus*) puede ser un día una potente fuente de proteína y aceite para los países de la zona tropical (*Agricultural Research*, July 1979). La Universidad de Puerto Rico y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos han encontrado que la okra tiene un potencial de producción de proteína superado sólo por el trigo y la soya. La okra también podría competir con el alazor (*Crotalaria tinctoria*) en la producción de aceite.

La mayoría de los estudios sobre producción de okra se ocupan de la cápsula inmadura, usada como verdura. El primer estudio para determinar los efectos del espaciamiento sobre la producción de semilla, proteína y aceite de okra tuvo lugar en Puerto Rico. Allí, Gerardo Mangual Crespo y F. W. Martín encontraron que la producción de semilla era comparable a la de muchos cultivos oleaginosos de las zonas templadas y tropicales.

En producción de aceite, el cultivar 'Clemson Spineless', con 612 kg por hectárea era superado sólo por la palmera aceitera africana (2200), que es reconocida como la planta que más aceite produce por unidad de superficie. Los cultivares 'Evergreen Velvet' y 'Red Okra' compitieron o superaron a la soya, girasol, sésamo, maní y ricino.

Las plantas de okra crecen hasta llenar el espacio que se les ha asignado, expresa Martín. Las plantas que tienen hasta un metro de espacio de crecimiento se vuelven muy grandes y producen muchos frutos. Conforme la densidad del cultivo aumenta, se incrementa el rendimiento total de frutas pero disminuye el rendimiento por planta. Por consiguiente, debe encontrarse una densidad de plantío óptima.

Los máximos rendimientos de semilla pueden ser obtenidos, en el caso de 'Clemson Spineless', con 58 mil a 86 mil plantas por hectárea. 'Clemson Spineless' puede tolerar los espaciamientos más estrechos y es la variedad de mayor rendimiento, variando desde un minimum de 1,18 hasta 4 toneladas por hectárea en Puerto Rico, es decir 25 por ciento más que en Louisiana, donde se cultiva la okra en gran escala.

En algunos países, como en Brasil, la okra es tan libre de males que se conoce como el cultivo que siempre paga. Las semillas de okra se producen en abundancia y es fácil cosecharlas, limpiarlas y almacenarlas, ya sea en pequeña como en gran escala. Pueden ser molidas y cernidas para producir un alimento útil para los animales, o después del molido pueden ser tratadas con agua. La proteína y el aceite pueden entonces precipitarse mediante técnicas simples.

Publicaciones

Resumen de Investigaciones en Café

Aunque ya hemos comentado la aparición del primer número de este anuario (*Turrialba*, Vol 29, p 19), desearíamos hacer constar que el segundo número (Año II, Nº 2, 1978-79), aparecido en octubre de 1979, constituye una mejora en relación con el primero. El Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café (ISIC), de Sta. Tecla, se ha esmerado en presentar, clara y oportunamente, los últimos logros de la investigación en el país. Se nota una preocupación por la adecuación de los cafetales, mediante pruebas de variedades e híbridos resistentes a la roya, y de insecticidas que se usan para la broca, para un eventual control de *Hemileia* y de *Hypothenemus*, cuando aparezcan en El Salvador. En el caso de la roya esto ha sucedido al escribirse esto (diciembre 1979), conforme lo ha anunciado el ISIC.

Una innovación que se nota en este número es el poner los nombres de los responsables de cada investigación, lo que facilitará la intercomunicación entre los especialistas del hemisferio (y más allá por cierto). Felicitamos al ISIC, en la persona de su Director General, Francisco A. Fischner, por mantener y mejorar esta útil publicación.

Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). II. Balance metabólico a varios niveles de energía y proteína suplementaria*

E. LOZANO, A. RUIZ, M. E. RUIZ**

ABSTRACT

In order to effectively develop cattle feeding systems based on the use of common black bean crop residue, a nitrogen balance and digestibility study was conducted using 15 Romo Simons bull calves averaging 150 kg in liveweight (LW) and 12 months of age. During 35 days, the animals were gradually adapted to management in individual cages and feeding regimes consisting of bean straw ad libitum, blackstrap molasses and a protein supplement containing 92 per cent crude protein (CP). The latter two feed ingredients were varied such that at the end of the adaptation period 13 treatments resulted from the modified factorial combination of the following levels: 0, 100, 200, 300, and 400 g CP/100 kg LW/day (variable X_1) and 0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 kg of molasses, as fed./100 kg LW/day (variable X_2). Daily records of feed intake were kept. In addition, feces and urine were collected during 7 days. The chemical analyses were conventional. Bean straw consumption, in the absence of both protein and molasses supplementation, was 1.82 kg/100 kg LW/day. The intake tended to increase with additions of X_1 and slightly diminish as X_2 increased. The maximum value for total dry matter consumption was 3.7 kg/100 kg LW/day. The variable X_1 was transformed to Z (total CP intake, g/100 kg LW/day) considering the N contributed by all feed ingredients. Absolute N retention increased nearly linearly due to direct effects of both variables Z and X_2 according to the function $Y_1 = -13.65 + 0.13Z + 4.38X_2 - 0.00002Z^2 - 0.006ZX_2$ ($R^2 = 0.99$, $P \leq 0.01$), where $Y_1 =$ g N retained/100 kg LW/day. The efficiency of this retention is described by the function $Y_2 = -14.36 + 0.21Z + 9.37X_2 - 0.0002Z^2 - 0.03ZX_2$ ($R^2 = 0.93$, $P \leq 0.01$), where $Y_2 =$ N retention as % of the N consumed. At an intake of 365 g CP/100 kg LW/day, the efficiency of retention was 33 per cent regardless of the molasses level. At higher CP intakes, the efficiency increased when molasses was absent or fed at low levels but decreased when molasses was fed at high levels. This result could be attributed to the laxative effect imparted by the molasses, decreasing the CP digestibility. This was supported by the CP digestibility data showing improvement as CP consumption was increased although the extent of it was attenuated by increments in molasses intake. Since 60 per cent of the supplementary CP was of non-protein nature (mea) the increases noted in apparent CP digestibility are explainable by an increase of the N solubility in the rumen. It is concluded that in cases like this the evaluation of N sources should be based on N retention parameters. The relatively high intakes obtained and the data on N retention allow the conclusion that the common bean crop residue is a roughage that could be utilized advantageously in ruminant feeding.

* Recibido para publicación el 11 de junio de 1979

** Estudiante graduado, Asistente de Investigación y Nutricionista, respectivamente. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba. Costa Rica

Introducción

ES práctica del pequeño productor que, paralelamente a la actividad ganadera, desarrolle algún tipo de actividad agrícola, caracterizada generalmente por la producción de granos básicos para autoconsumo y venta. De estos cultivos resulta un volumen considerable de residuos de cosecha que bien podrían ser utilizados en la alimentación animal. De los diferentes cultivos que realiza el pequeño productor, destacan las leguminosas de grano que ocupan un lugar predominante en la dieta del campesino latinoamericano (8).

El valor nutritivo del rastrojo de frijol y su potencial para la producción de carne y leche son ignorados; por consiguiente el desarrollo de sistemas apropiados de alimentación con este material implica la generación secuencial de información básica, partiendo desde estimaciones de disponibilidad y caracterizaciones físicas y químicas, hasta llegar a pruebas de producción (16).

La producción de este residuo, su composición física y química, como también su digestibilidad *in vitro* y aceptación por parte del animal fueron determinados en un experimento previo (18). Con base en este trabajo se concluyó que los animales realizan un consumo adecuado de este residuo (2,4% del peso vivo), siempre y cuando se le suplemente de tal manera que el contenido de proteína cruda de la ración ofrecida sea por lo menos de 8 por ciento. Estos resultados demostraron que no existen barreras de aceptabilidad del material por parte del ganado bovino.

Uno de los posibles ingredientes en raciones a base de rastrojo de frijol es la urea; sin embargo, la eficiencia con que los rumiantes usan este suplemento depende de una serie de factores tales como la cantidad y calidad de proteína verdadera en la dieta (3) y la naturaleza y cantidad de carbohidratos fácilmente fermentables (2, 9). Por tal motivo, se planteó el presente trabajo con el propósito de evaluar el balance de nitrógeno de toretes alimentados a base de rastrojo de frijol suplementado con proteína cruda y melaza.

Materiales y métodos

Se utilizaron un total de 15 toretes con un peso y edad promedio de 150 kg y 12 meses, respectivamente. Dichos animales fueron desparasitados interna y externamente, dosificados con vitaminas A, D y E, según recomendaciones del NRC (14), y alojados en jaulas metabólicas. Luego de un período de 15 días de adaptación al manejo en jaulas y consumo de rastrojo de frijol, tanto los animales como los tratamientos se distribuyeron utilizando un diseño irrestricto al azar, con dos variables (proteína y melaza) y cinco niveles dentro de cada variable, de acuerdo a un arreglo factorial modificado, según se presenta en el Cuadro 1.

Dado que sólo se contaba con 15 animales para estudiar 13 tratamientos, la prueba se realizó en dos fases de 27 días cada una. Durante la primera fase, se aplicaron los tratamientos I al VII y, durante la segunda, los tratamientos restantes. De esta manera, algunos animales fueron utilizados dos veces lográndose así dos repeticiones y un sólo período de recolección por tratamiento.

Los primeros 20 días de cada fase se utilizaron para adaptar a los animales a los niveles de suplementación planeados, los cuales se lograron por medio de la administración de una mezcla de melaza y un suplemento proteico, constituido por 78,5 por ciento de harina de carne, 20,5 por ciento de urea, 0,5 por ciento de sal y 0,5 por ciento de harina de hueso, en base fresca. Dicho suplemento contenía 91,5 por ciento de proteína cruda, de la cual 60 por ciento era aportada por urea. El rastrojo (4,8% PC) fue ofrecido tal cual se obtiene del campo, sin límites de consumo. También se ofreció a discreción agua fresca y minerales traza.

El período de recolección de heces y orina se realizó durante los últimos siete días de cada fase. Tanto las muestras de heces y orina, como las de alimento fueron analizadas para determinar su contenido de PC por el método de microKjeldahl y el contenido de humedad por deshidratación al vacío (1).

Cuadro 1.—Arreglo de tratamientos

X ₁ \ X ₂		Proteína cruda suplementaria, g/100 kg PV/día				
		0	100	200	300	400
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	I		II		III
	0,5		IV		V	
	1,0	VI		VII		VIII
	1,5		IX		X	
	2,0	XI		XII		XIII

Resultados y discusión

Consumo de alimentos

Aunque no fue propósito del trabajo el evaluar el consumo de alimento, se considera conveniente hacer alguna mención al respecto. Cabe destacarse que los suplementos fueron consumidos en su totalidad en todos los tratamientos, lográndose así los niveles de suplementación inicialmente planeados.

En ausencia de suplementación, el consumo de materia seca (MS) fue de 1,82 kg/100 kg de peso vivo (PV). Este consumo se consideró satisfactorio para el tipo de material en estudio, y es el resultado de la alta selectividad que ejerce el animal en favor de las vainas, cuando se le presenta rastrojo de frijol a discreción. La explicación a este comportamiento está dada por los resultados obtenidos por Ruiz *et al.* (18), quienes encontraron que el consumo de las vainas era mayor que el de los tallos, considerándose que esta preferencia estaba dictada por factores de aceptabilidad, aunque las vainas son más digeribles que los tallos (56% vs. 48%).

El consumo de MS total alcanzó 3,7 kg de MS/100 kg de PV cuando la suplementación fue máxima. Este aumento en el consumo de MS se debió principalmente al consumo del suplemento, aunque el consumo de rastrojo de frijol tendió a aumentar conforme aumentó el nivel de suplementación proteica. En contraste, la melaza causó ligeras disminuciones en el consumo de rastrojo. Estos resultados están sujetos a comprobación ya que el número de animales empleados en el trabajo se considera muy bajo como para poder evaluar el consumo voluntario de alimentos en forma confiable, especialmente si se consideran también las condiciones de restricción de movimiento de los animales en las jaulas metabólicas.

Balance de nitrógeno

En estudios estrictos de balance metabólico es necesario tomar en cuenta la ingestión total de N. Con-

secuentemente, se transformó X_1 (g de PC suplementaria/100 kg PV/día) a Z (g de PC total consumida/100 kg PV/día). Esta transformación fue lineal, dado que el consumo de PC total se mantuvo en relación directa con el consumo de PC suplementaria ($r=0,95$). Como resultado de un consumo similar de rastrojo, en función del nivel de proteína suplementaria, el aporte de N del rastrojo fue de solamente 96, 107, 95, 120 y 108 g/100 kg PV, para los niveles correspondientes de 0,100, 200, 300 y 400 g de PC suplementaria.

La retención de N, expresada como retención absoluta ($Y_1 =$ g de N retenido/100 kg PV/día), como por ciento del N consumido (Y_2) y como por ciento del N absorbido (Y_3), se presenta en los Cuadros 2, 3 y 4, respectivamente. Los análisis de varianza mostraron un efecto altamente significativo ($P \leq 0,01$) de Z sobre los tres parámetros mencionados. La melaza afectó en forma significativa ($P \leq 0,05$) la retención absoluta de N y a la retención expresada como por ciento del N absorbido ($P \leq 0,01$). La interacción melaza/proteína no afectó la retención absoluta de N, aunque sí se encontró un efecto sobre Y_2 y Y_3 ($P \leq 0,01$).

El análisis de regresión para retención absoluta de N concordó con el análisis de varianza. Los efectos de la suplementación energética y consumo de PC total sobre la retención absoluta de N, se describen en la función Y_1 (Figura 1); se puede notar que ésta aumenta conforme aumentan Z y X_2 , predominando el efecto lineal de ambas variables, con una pequeña influencia de la interacción. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros trabajos (2, 4, 9, 10), los cuales indican mayores retenciones de N cuando se aumentan el nivel de PC y de energía consumidos. Es de destacar el hecho de que la PC tuvo un efecto de mayor magnitud sobre la retención absoluta que la melaza (Figura 1), indicando que en el rastrojo de frijol el contenido de PC es el factor más limitante. Por ejemplo, en ausencia de suplementación energética, a niveles crecientes de proteína consumida, se nota que la retención de N aumenta rápidamente, lo que podría conducir a la interpretación de que la energía

Cuadro 2—Retención absoluta de N, g/100 kg PV/día, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía

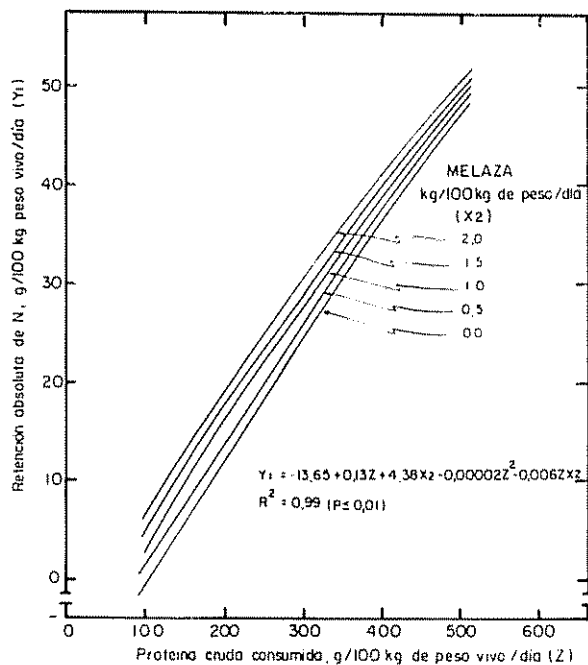
Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	1,1		26,4		49,5	25,7
	0,5		9,6		37,9		23,8
	1,0	1,6		24,6		49,2	25,1
	1,5		17,4		41,5		31,0
	2,0	7,1		30,8		50,1	29,4
Promedios		3,3	13,5	27,3	41,2	49,7	27,0

Cuadro 3 —Retención total del N, % de N consumido, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

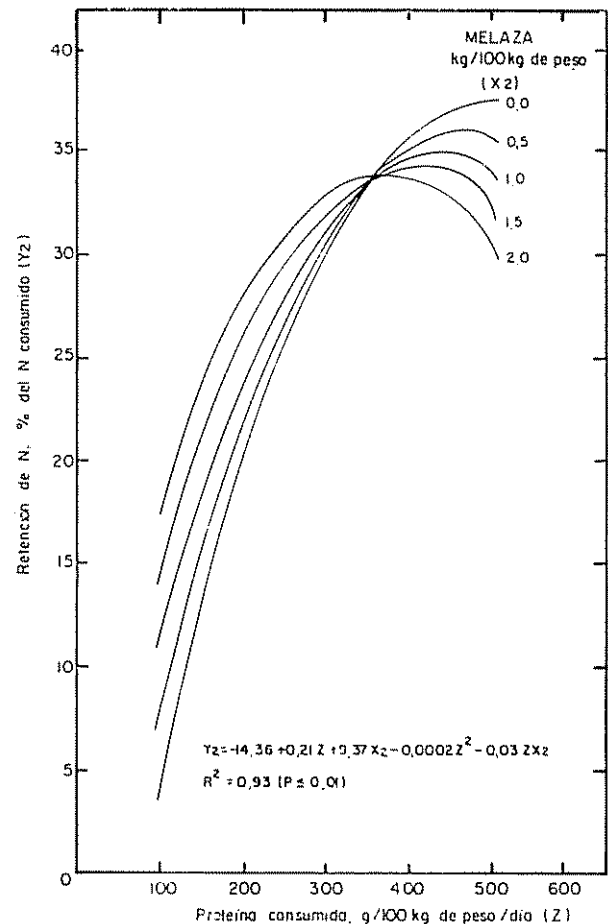
Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	5,2		33,8		35,5	24,8
	0,5		19,4		33,7		26,6
	1,0	6,3		32,0		36,4	24,9
	1,5		36,2		30,6		33,4
	2,0	20,9		32,1		31,1	28,0
Promedios		10,8	27,8	32,6	32,2	34,3	27,5

contenida en el rastrojo (celulosa) pudiera no estar asociada a su alto contenido de lignina (18); es decir, que la disponibilidad de la celulosa, como fuente energética para el rumiante, sería adecuada.

Usando el mismo modelo matemático de la función Y_1 se obtuvieron las funciones que describen el efecto de Z y X_2 sobre Y_2 y Y_3 . Dada la gran similitud hallada entre estas dos funciones, únicamente se muestra la correspondiente a la retención relativa al consumo (Y_2), la cual se muestra en la Figura 2.

Fig. 1.—Efecto del consumo P C total ($N \times 6,25$) y de melaza al natural, sobre la retención de N en animales alimentados a base de rastrojo de frijol.

Los consumos de PC y de energía (melaza) tuvieron un efecto positivo sobre la retención de N relativa al consumo total de N, aumentándola hasta un

Fig. 2.—Efecto del consumo de P C total (Z) y del nivel de melaza suplementaria (X_2) sobre la retención de N en animales alimentados a base de rastrojo de frijol.

Cuadro 4—Retención total de N, % del N absorbido, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	11,6		42,8		42,6	32,3
	0,5		29,6		39,2		31,4
	1,0	13,1		40,1		43,0	32,2
	1,5		42,5		40,8		41,6
	2,0	40,4		41,1		37,9	40,9
Promedios		21,8	36,0	42,1	40,0	41,2	36,3

punto a partir del cual la retención tiende a disminuir (Figura 2). La magnitud de la máxima retención disminuyó al incrementarse el nivel de melaza. Esto, a su vez, ocurre a niveles de PC cada vez más bajos.

Al nivel de 365 g de PC/100 kg PV/día, la retención relativa de N parece ser independiente del nivel de energía suplementaria. La explicación de este fenómeno escapa a la comprensión del tema, aunque podría significar el punto de Y_2 en el cual se obtiene el óptimo estado nutricional tanto de los microorganismos del rumen, como del animal mismo. A este fin valdría recalcar que este parámetro (Y_2) es en realidad el indicador de cuán eficientemente se utiliza el N total ingerido.

Con niveles superiores a los 365 g de PC consumida/100 kg PV/día, la suplementación con melaza tuvo efectos negativos, haciendo disminuir la retención de N conforme se incrementaba la cantidad ofrecida al animal (Figura 2). Aparentemente, este comportamiento fue causado por la extremada rapidez de fermentación de la melaza en el rumen, impidiendo, de este modo, que niveles altos de N consumido sean retenidos, a pesar de que el animal continúa en capacidad de retener mayores cantidades según se desprende de la Figura 1. Por otro lado, si aunado a la rápida fermentación de la melaza está ocurriendo una disminución en el consumo de rastrojo (la otra fuente importante de carbohidratos en la dieta), la retención relativa de N estaría siendo limitada por una falta de carbohidratos más lentamente fermentables, que permitan una mayor eficiencia en la utilización del N recirculante (9, 11).

Aunque la función Y_2 indica cambios muy marcados en la retención relativa de N al suplementar con N el rastrojo de frijol, se hace la salvedad que en el Cuadro 3, donde se presentan los valores observados, existen muy pocas diferencias entre los tratamientos que incluyen N suplementario. Es más, la diferencia que resalta es aquella entre el nivel con cero de suplementación nitrogenada (96 g de N total ingerido) y los demás niveles. Se podría derivar de esto que, en comparación con la eficiencia de retención de N su-

plementario, el N del rastrojo es de apenas 30 por ciento disponible. Ante tal situación y en consideración al bajo contenido de PC en el rastrojo, la suplementación de éste con N es crítica.

Digestibilidad de la proteína

Los datos sobre la digestibilidad de la PC en la ración se presentan en el Cuadro 5. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) debidas a los niveles de Z y X_2 observados, como también de la interacción de ambas variables. Las relaciones que existen entre Z y X_2 con la digestibilidad de la PC (DPC) están descritas en la función Y_3 , la cual se presenta en la Figura 3.

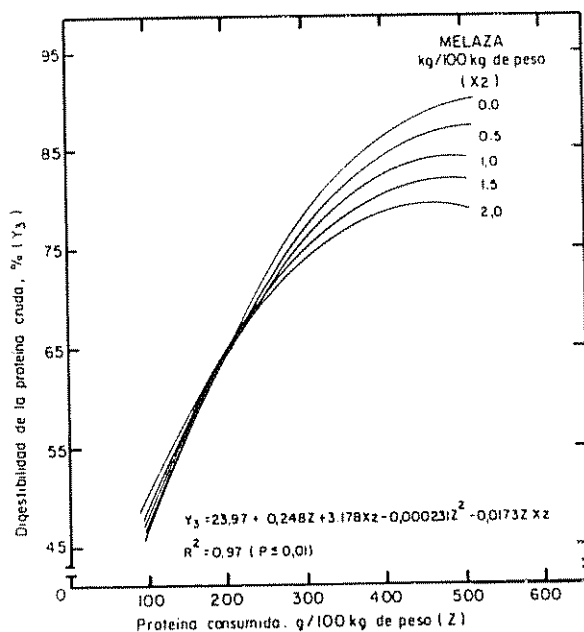


Fig. 3.—Digestibilidad de la PC en función del nivel de Z (PC consumida) y X_2 en animales alimentados a base de rastrojo de frijol.

Cuadro 5.—Digestibilidad aparente de la proteína cruda, %, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

Z X ₂		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	44,6		79,0		88,3	70,6
	0,5		65,4		85,9		75,7
	1,0	46,9		79,6		84,8	70,4
	1,5		58,2		78,1		68,2
	2,0	51,8		72,8		80,7	68,4
Promedios		47,8	61,8	77,1	82,0	84,6	70,7

Pareciera que, hasta el nivel de aproximadamente 250 g de PC/100 kg PV/día, poca o ninguna influencia tiene la cantidad de melaza ingerida sobre la DPC, aunque sí es muy notable el efecto positivo de la PC total ingerida. Se propone que esto es debido a que el rastrojo *per se* no provee la cantidad de PC necesaria para que las bacterias del rumen puedan proliferarse adecuadamente para efectuar un nivel de digestión ruminal concordante. A través de la suplementación proteica (promoviendo un mayor consumo de PC) esta situación es subsanada lográndose así una mejor utilización de la PC en la ración.

Es necesario ejercer cautela en la interpretación de datos de DPC, especialmente cuando se utiliza nitrógeno no proteico (NNP) como fuente de PC, ya que el NNP es complementamente hidrolizado en el rumen y no aparece en las heces, por lo que su digestibilidad aparente es muy cercana al 100 por ciento (7). En el presente estudio, 60 por ciento de la PC suplementada estaba en forma de NNP (urea), lo que podría estar elevando los valores de DPC observados. Por otro lado, el suplementar el rastrojo de frijol con proteína verdaderas (40 por ciento en el presente estudio) podría haber mejorado las condiciones fermentativas y actividad sintetizadora en el rumen (3).

El efecto positivo de la proteína suplementaria sobre la digestibilidad de la PC total tiende a alcanzar un máximo para luego comenzar a disminuir (Figura 3). El punto de máxima respuesta está en función del nivel de melaza utilizado, disminuyendo el valor máximo a medida que aumenta la cantidad de melaza suplementada. Con respecto a la melaza, se encontró que su efecto se manifiesta a niveles de PC consumida superiores a 250 g/100 kg PV/día. A partir de este punto hay un decaimiento en la tasa de mejoramiento de la DPC con incrementos en el nivel de melaza (Figura 3). Esta disminución en la DPC puede ser el resultado del efecto laxante de la melaza (13) disminuyendo, así, el tiempo de retención de la PC en el tracto digestivo y su digestibilidad.

Digestibilidad de la materia seca

En contraste a lo obtenido para la DPC, el análisis de regresión para la digestibilidad de la materia seca (DMS), mostró un efecto significativo lineal ($P \leq 0,05$) de la PC consumida y un efecto cuadrático altamente significativo ($P \leq 0,01$) de la melaza, según se muestra en la función Y_n (Figura 4). Es evidente que la DMS sufre cambios muy pequeños cuando el nivel de X_2 no excede 1,0 kg/100 kg PV/día. En principio, esta observación pareciera incongruente pues el 92 por ciento de la melaza es fermentada en el rumen según Geerken y Sutherland (6). Es decir, se debería esperar aumentos en la digestibilidad de la MS total al añadir un ingrediente tan digerible como la melaza. Sin embargo, también se conoce que adiciones de melaza pueden disminuir la digestibilidad de la fibra (15, 17), probablemente debido a cambios en la composición de la población bacteriana ruminal (5). Considerando los efectos de la adición de melaza a un nivel no superior al 1,0 kg, pareciera que los dos aspectos recién mencionados son de igual importancia y, consecuentemente, no hay cambios en los valores de DMS.

Con niveles superiores a $X_2 = 1$, se observa una tendencia definida hacia un mejoramiento de la DMS. Según Ruiz y Aragón (17), el decaimiento en la digestibilidad de una fuente de fibra como la punta de caña de azúcar, al añadir melaza, alcanza un punto asintótico después del cual no ocurren cambios adicionales en la digestibilidad de la fuente de fibra. Si la digestibilidad del rastrojo de frijol se mantuvo constante a partir de $X_2 = 1$, entonces al adicionar más melaza se estaría aumentando, por simple promedio matemático, la DMS total.

Con niveles bajos de melaza, la influencia positiva de la PC sobre la DMS es evidente (Figura 4). La relación directa entre estas dos variables se mantiene a niveles altos de X_2 aunque su importancia disminuye.

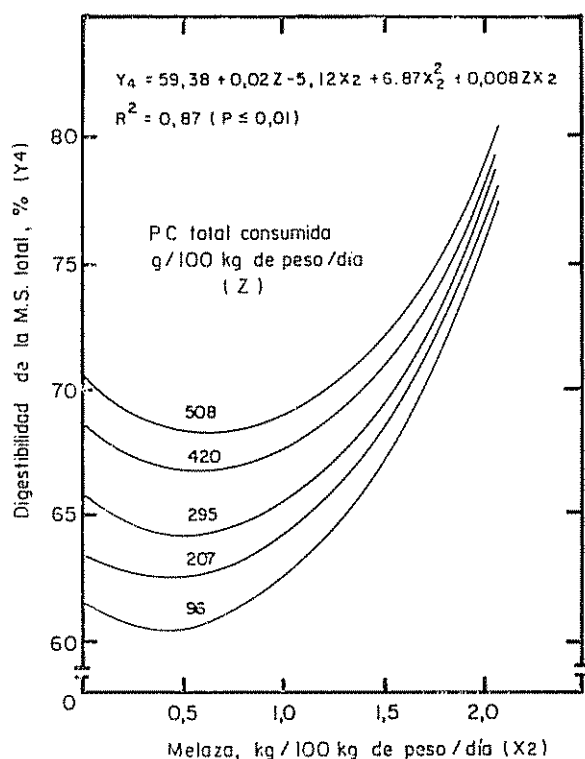


Fig. 4.—Digestibilidad de la M.S. de raciones a base de rastrojo de frijol en relación al consumo de PC total y melaza suplementaria.

Esto último probablemente es causado por una situación de aproximación a la capacidad fermentativa del rumen con referencia a los alimentos estudiados.

Una apreciación del valor de 61,3 por ciento de DMS, en ausencia de melaza y PC suplementaria (es decir, con consumo de PC total = 96 g/100 kg PV) permitiría clasificar el rastrojo de frijol como un forraje de buena calidad. Este valor es comparable al obtenido en condiciones *in vitro* para las vainas del rastrojo (18); esta similitud se hace comprensible si se toma en cuenta la alta selectividad que demuestra el bovino en favor de las vainas (18). Con adiciones moderadas de PC al rastrojo y con bajos niveles (o ausencia) de melaza, la DMS puede incrementarse hasta niveles superiores a 65 por ciento. Con alimentos con esta proporción de MS digerible se podría esperar un rendimiento animal comparable a los que pueden observarse con pastos tropicales de excelente calidad (12).

Conclusiones

Con base en los resultados de este estudio, se elaboraron las siguientes conclusiones:

1. El rastrojo de frijol sin tratamiento químico o físico es apetecido por el bovino.

2. El nutriente limitante en el rastrojo de frijol es la proteína. Consecuentemente, su suplementación con nitrógeno causa altos aumentos en retención de N y digestibilidad de materia seca.
3. La suplementación del rastrojo con melaza mejora la retención de N aunque en una magnitud claramente inferior al efecto de la proteína cruda suplementaria. Sólo con niveles de melaza superiores a 1,0 kg/100 kg de peso vivo/día se mejora la digestibilidad de la materia seca total de la ración.
4. La digestibilidad de la materia seca de raciones basadas en rastrojo de frijol es adecuada y permite proponer que este residuo sea usado en la alimentación de rumiantes.

Resumen

Para el desarrollo efectivo de sistemas de alimentación de bovinos, a base del residuo de la cosecha de frijol común, se realizó una prueba de balance de nitrógeno y determinación de digestibilidad usando 15 toretes Romo Sinuano, promedio 150 kg de peso vivo y 12 meses de edad. Durante 35 días, los animales se adaptaron gradualmente al manejo en jaulas individuales y al consumo *ad libitum* del rastrojo de frijol, un suplemento proteico conteniendo 92 por ciento de proteína cruda (PC) y melaza de caña. Estos dos últimos ingredientes se variaron de tal manera que al final del período de adaptación se contaron con 13 tratamientos resultantes de la combinación factorial modificada de los siguientes niveles: 0; 100; 200; 300 y 400 g PC/100 kg peso vivo/día (variable X_1) y 0; 0,5; 1,0; 1,5; y 2,0 kg de melaza al natural/100 kg de peso vivo/día (variable X_2). El período de recolección de heces y orina fue de 7 días. Además, se registraron los consumos diarios de alimento. Los análisis químicos fueron convencionales. El consumo de rastrojo sin suplementación proteica y energética fue de 1,82 kg/100 kg PV/día. Este consumo tendió a aumentar con adiciones de X_1 y a disminuir ligeramente con adiciones de X_2 . El nivel de máximo consumo de materia seca (MS) total fue de 3,7 kg/100 kg PV/día. La variable X_1 se transformó a Z (consumo de PC total, g/100 kg PV/día) tomando en cuenta el aporte de N de todos los ingredientes alimenticios. La retención absoluta de N aumentó casi linealmente por efecto directo de ambas variables de acuerdo con la función $Y_1 = -13,65 + 0,13Z + 4,38X_2 - 0,00002Z^2 - 0,006ZX_2$, ($R^2 = 0,99$; $P \leq 0,01$), donde $Y_1 =$ g N retenido/100 kg PV/día. La eficiencia con que ocurrió esta retención se describe con la función $Y_2 = -14,36 + 0,21Z + 9,37X_2 - 0,0002Z^2 - 0,03ZX_2$, ($R^2 = 0,93$; $P \leq 0,01$), donde $Y_2 =$ retención de N, % del N consumido. Con un consumo de 365 g PC/100 kg PV/día, la eficiencia de retención de N es de 33 por ciento sin importar mayormente el nivel de melaza. Con mayores niveles de PC consumida, la eficiencia aumenta con ausencia, o bajos niveles, de melaza, pero disminuye con altos niveles

de melaza atribuyéndose este resultado al efecto laxativo de este alimento, disminuyendo así la digestibilidad de la PC. Esto se corroboró al estudiar la digestibilidad de la PC, la cual aumentó con incrementos en PC total consumida, aunque la magnitud del aumento estuvo atenuada por incrementos en el nivel de la melaza. Dado que el 60 por ciento de la PC suplementaria era de origen no proteico (urea), los aumentos en digestibilidad aparente son explicables por la mayor solubilidad del N en el rumen. Ante estos casos, se concluye que la evaluación de fuentes nitrogenadas debe hacerse basándose en parámetros de retención de N. Los relativamente altos consumos logrados y los datos de retención del N total permiten concluir que el rastrojo de frijol es un forraje que podría aprovecharse ventajosamente en la alimentación de rumiantes.

Literatura citada

- 1 BATEMAN, J. Nutrition animal; Manual de métodos analíticos México, Herrero, 1971. 468 p
- 2 BELL, M., GALLUP, W y WHITEHAIR, C. Utilization by steers of urea nitrogen in rations containing different carbohydrate feeds. Journal of Animal Science 10: 1037-1044 1951
- 3 BURROUGHS, W., NELSON, D.K. y MERIENS, D. R. Evaluation of protein nutrition by metabolizable protein and urea fermentation potential. Journal of Dairy Science 58: 611-619 1975
- 4 DEVENDRA, C. Studies on the utilization of rice straw by sheep. IV Effect of carbohydrate source on the utilization of dietary urea and nitrogen retention. Malaysian Agricultural Journal 50: 358-370 1976
- 5 ELIAS, A. Bacterias ruminales de animales alimentados con altos niveles de melaza-urea. I. Bacilos Grampositivos (Compendio) Producción Animal Tropical 3: 91-92 1978
- 6 GEERKEN, C. M y SUTHERLAND, T. M. Rumén liquid volume, liquid outflow, and the onward passage of soluble carbohydrate from this organ in animals fed high molasses diets. Revista Cubana de Ciencia Agrícola (ed en inglés) 3: 217-223 1969.
- 7 HELMER, C. G y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants: a review. Journal of Dairy Science 54: 25-51 1971
- 8 JAFFE, W. G. Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en América Latina. In Recursos proteínicos en América Latina. M. Béhar y R. Bressani (eds) Guatemala, INCAP, 1971 pp 228-241
- 9 JOHNSON, R. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in the ruminant. Journal of Animal Science 43: 184-191 1976.
- 10 KROFF, J., JOHNSON, R., MALES, J y OWENS, F. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: Isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. Journal of Animal Science 46: 837-854 1977.
- 11 LOOSLI, J. y McDONALD, I. El nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudios Agropecuarios No 75 1967 107 p.
- 12 MINSON, D. J. The nutritive value of tropical grasses. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 37: 225-263 1971
- 13 MORRISON, F. B. Feeds and feeding, 22 ed. Ithaca, N. Y., Morrison, 1956. 1165 p
- 14 NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Nutrient requirements of domestic animals, N° 4. Nutrient requirements of beef cattle. 5a. ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1970. 56 p.
- 15 ROSEMBERG, Y. y FLORES, M. Influencia de la melaza de caña sobre la digestibilidad y retención nitrogenada (Compendio). Memoria ALPA 13: 45. 1978
- 16 RUIZ, M. E. New animal feeding systems based on the intensive use of tropical by-products. In First international symposium, feed composition, animal nutrient requirements, and computerization of diets. P. V. Fonnesbeck, L. E. Harris y L. C. Kearn (eds). Logan, Utah State University, 1976. pp. 660-666.
- 17 RUIZ, M. E. y ARAGON, M. A. Digestibilidad de la punta de caña (*Saccharum officinarum*) en bovinos (Compendio). Memoria ALPA 15: en prensa 1980
- 18 RUIZ, M. E., OLIVO, R., RUIZ, A. y FARGAS, J. Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). I. Disponibilidad, composición y consumo del rastrojo de frijol. Turrialba 30(1): 49-55. 1980
- 19 SCHNEIDER, B. E. y FLATT, W. P. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Ateas, de frijol. Turrialba 30(1) 49-55. 1980.

Notas y Comentarios

Publicaciones

Revista de ALEAS. La Asociación Latinoamericana de Educación Agrícola Superior (ALEAS), cuya actual sede es el Ecuador, ha iniciado en 1979 la publicación de un órgano oficial, *Revista de ALEAS*, destinada a servir de foro de discusión de los problemas de la educación agrícola de América

Latina, así como también difundir conocimientos científicos referidos a la educación agrícola a nivel latinoamericano. Los editores son Jaime Rojas, como presidente, Julio Valle M., como Director y Michael F. I'Annunziata y Fausto Maldonado, como consultores científicos.

En el primer número hay tres artículos, y una información sobre el VIII Congreso Panamericano de la Enseñanza de la Ingeniería. Los artículos deben ser inéditos, aunque hay uno que ha sido publicado en *Desarrollo Rural en las Américas* (vol. 11, N° 1, 1979). La dirección es: Universidad Técnica de Ambato, Casilla 334, Ambato, Ecuador

Locally produced toxic baits for leaf-cutting ants for Latin America; Paraguay, a case study^{*1/}

S.W. ROBINSON***, AMERICO ARANDA**, LUIS CABELLO**, HAROLD FOWLER****

COMPENDIO

Los principios de la fabricación de cebos tóxicos para controlar hormigas cortadoras indican que pueden utilizarse materiales locales y baratos. Como ejemplo, se trata el desarrollo de un programa para el control de las hormigas cortadoras en el Paraguay. Se describen los constituyentes de cebos tóxicos fabricados localmente, y se dan a conocer los resultados de ensayos llevados a cabo con los mismos. Se estima que los costos de producción local de cebos tóxicos para hormigas cortadoras pueden ser de 50 a 90 por ciento de los gastos de importación de cebos tóxicos comerciales. Se subraya que los materiales disponibles para la producción de cebos tóxicos variarán de país a país, pero los principios indicados pueden aplicarse a cualquier condición.

Introduction

MANY developments in toxic baits for leaf-cutting ant control have been reported since the early 1960's, when initial trials were performed. A brief history of toxic bait development has been given by Cherrett and Lewis (2). Phillips and Lewis (9) have discussed current trends in bait development, based largely on laboratory studies, and have also listed the requirements of a good bait. A more comprehensive reference list can be found in Cherrett and Lewis (2). A series of papers by Lewis and his co-workers (5, 6, 7) have described experimental results of general broadcasting of locally developed and manufactured baits

Many commercial baits are now available for leaf-cutting ant control. Of the 39 reported commercial baits, 21 have aldrin as the toxicant, 10 have heptachlor, 4 have mirex, 2 have nonachlor and 2 are not

given (3, and unpublished personal observations). Of the commercial baits available, 'Mirex' (previously produced by Allied Chemical International, although continued production is now in doubt) is generally thought to be the most widely used (3)

Phillips and Lewis (9) list eight characteristics as being necessary for a good bait, and although they mention cost, it is not included as one of these characters. For countries where agriculture is still developing, cost is one of the prime factors. In Paraguay, cost of commercial baits tend to be high enough to prevent effective use by small farmers. In countries with a still developing agriculture, we believe that the immediate future for leaf-cutting ant baits lies in the utilization of locally available materials at a low cost. Small units formed under the general umbrella of the various Ministries of Agriculture where leaf-cutting ants are pests could produce cheap baits that are then made available to farmers at cost of production.

This paper describes the development of locally produced baits in Paraguay. We believe that the principle discussed here will prove useful elsewhere where leaf-cutting, and possibly other ants, are pests.

Previous Schemes and the Development of a Scheme for Paraguay

Four previous schemes to control leaf-cuttings have been proposed for Paraguay. So far, none of these has

* Received for publication April 26th, 1979

^{1/} Work supported in part by the British Ministry for Overseas Development, the Paraguayan Ministry of Agriculture, and the Universidad Nacional de Asunción

** Servicio de Extensión Agrícola y Ganadera, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Lorenzo, Paraguay

*** Present address: Technical Assistance Office, CIBA-GEIGY, P O Box 2643, Khartoum, Sudan

**** Present address: Department of Biology, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico 88003 USA

had any lasting success. An "eradication" scheme run by the USAID in the early 1960's, using powdered insecticides pumped down nests, killed many nests in a few areas throughout the country, but when massive USAID financing was withdrawn, the scheme collapsed and leaf-cutters rapidly reinfested the areas from which they had been 'eradicated'. Indeed, in just 12 years, no evidence can be seen of this scheme in the areas that were treated.

In 1968, in an unpublished report, Oviedo and Fleitas* estimated the annual loss to Paraguayan agriculture due to these ants was between 6.3×10^6 and 7.9×10^6 \$US/ year, a figure we believe to be high. They suggested a scheme of 10 years of duration with the aim of killing 1.5 million nests per year at a total cost of 4.7×10^6 \$US, of which \$3,000,000 was to be spent on pesticides. No action was taken on their proposal. Amante* proposed a third scheme to the Paraguayan Ministry of Agriculture in 1971, but again no action was undertaken and no costs were estimated.

In 1972, Jonkman* proposed yet another scheme based on the massive purchase of commercial baits. Although he discounted the 'eradication' of leaf-cutters from Paraguay, he suggested a five year campaign and the purchase of 6.4×10^6 \$US of "Mirex" (although Jonkman wrongly estimated the cost of "Mirex", and quoted a total cost of only 1.92×10^6 \$US) as the amounts he suggested would be needed, plus other expenses amounting to 3.5×10^6 \$US.

None of the above mentioned schemes were effective in Paraguay, and indeed none could have been put into operation due to the high costs that would be involved, and the general shortage of funds within the Paraguayan Ministry of Agriculture. If a control scheme is to have a realistic chance of operation in a country with a still developing agriculture, such as Paraguay, then certain principles should be followed:

1. Baits must be of local manufacture from locally available materials, in so far as possible, as clearly most countries will have to import toxicants.
2. Manufacture should be by Ministry of Agriculture extension service personnel or other non-profit bodies, with charges for the baits being made only to cover costs.
3. The scheme need only be a small scale operation to produce cheap baits for farmers who feel the need to purchase them and to protect specific crops. Attempts at complete eradication are unpractical as well as possibly undesirable.
4. The scheme should not be considered as having a specific duration, but should be thought of as a permanent part of the agricultural extension service, and may be terminated when it no longer becomes useful.
5. The baits should be distributed through, and as part of, the normal agricultural extension services that are present.

The present control scheme in Paraguay

A leaf-cutting ant control scheme based, as far as possible, on the principles outlined above, was started in Paraguay in 1974. Locally formulated toxic baits were developed and tested, and a small scale scheme has begun using these baits. As these or similar baits, or the principles on which they were developed, may be useful in other countries where leaf-cutting ants are pests, their development and manufacture is given below as an example of what can be done.

Availability of commercial baits in Paraguay

The only commercial bait available in Paraguay in any quantity is "Mirex", produced by Allied Chemicals do Brasil. This is imported and sells for 400 Guaranies/kilogram (US\$ 3.17). Using about 250 grams (US\$ 0.79) of this bait, good kill rates can be obtained for all the pest species of *Atta* that occur in Paraguay. However, because of the high cost of the baits, farmers generally tend to underdose the nests giving less than the suggested 5-10 g/m² of nest surface. This results in low kill rates, wastage of money, and the reluctance to reuse the product. A reversion to poison dusts or an acceptance of ant produced crop losses results from these practices.

Development of locally produced alternative baits presently in use

Although commercial "Mirex" bait is effective for both leaf and grass-cutters, we were not able to develop a local bait suitable for both types of ants. The two separate baits developed will be discussed separately below.

Baits for use against grass-cutting ants

A range of products and formulations were tested for their suitability as a matrix for a grass-cutter bait. Suitable bait acceptance and pickup was eventually obtained with shredded and dried grass which had sugar cane molasses added to it. An effective bait for the control of grass-cutting ants was made as follows:

Ingredients	Approximate composition
5 kg of dry chopped elephant grass	83%
500 ml of soy bean oil	8%
500 ml of sugar cane molasses	8%
0.05 kg of technical "Aldrin"	1%

The dry grass is used as a matrix with the sugar cane molasses acting as an arrestant and pickup inducer. The soy bean oil is used to dissolve and ensure an even distribution of the toxicant "Aldrin" throughout the bait.

* Unpublished report, 1972

Method of manufacture

The elephant grass is cut and shredded using a rotary chopper. This grass is then dried to remove excess moisture, either in a hot air tray dryer that we have locally built especially for this job, or, if the weather permits, it can also be sun dried.

The dry elephant grass is then placed in a cement mixer and is mixed with the 500 ml of sugar cane molasses. It is convenient to dilute the molasses with an equal volume of water to ensure a thorough mixing.

Once mixed, the grass is once again dried. At this stage an extremely thorough drying is essential. Once dry, the grass is again returned to the mixer where the aldrin, dissolved in the soy oil, is added. Once the oil is thoroughly mixed, the bait can be placed into bags, sealed, and stored until needed.

The cost of the grass-cutter bait described above can be kept very low. If all the materials are bought locally, the bait can be produced for less than 20 Guaranies/kilogram (excluding labour and capital expenditure). Thus, the cost in materials of killing a large *Atta* nest becomes less than 15 Guaranies (US\$ 0.01). The cost of materials and insecticides, traditionally the most expensive part of any control scheme, become small compared to labour costs, which in any case, tend to be low in developing countries.

Baits for use against leaf-cutting ants

As with grass-cutting ants, a range of products and formulations were tested as a suitable bait matrix for a leaf-cutting ant bait. It was found that an effective bait for use against leaf-cutting ants could be made from the following:

Ingredients	Approximate composition
25 kg of dry soy bean pellets	96%
900 ml of soy beans oil	3.5%
0.1 kg of technical "Aldrin"	0.4%
25 ml of propionic acid	0.1%

The soy bean pellers are used as the basic arrestant and matrix for the bait, the soy bean oil is used to dissolve the "Aldrin", and to ensure an even distribution of the toxicant, and the propionic acid is added to prevent fungal growth on the bait during storage (8).

Method of manufacture

Broken pieces of soy bean meal can be bought from a company that commercially processes soy bean products (CAPSA - Compañía Algodonera Paraguaya Sociedad Anónima) at Capiatá. These pieces are already sieved between 3 and 8 mm, and this size was found to be suitable.

A 25 kg sample of soy bean pellets is placed in the cement mixer. 900 ml of soy bean oil is heated gently, and the 100 g of "Aldrin" and 25 ml of propionic acid is added to this. This solution is then poured

directly into the 25 kg sample of pellets whilst the mixer is in operation. Previous trials with dyed soy bean oil indicated a complete and even mixing is obtained in this way.

When thoroughly mixed, the 25 kg sample can be removed from the mixer and initially stored in large samples in sealed polythene bags until it is required for final packaging in smaller bags for distribution to farmers.

It is perhaps interesting to note that the smaller dust particles that we can sieve from the bait has also proved to be an effective bait for the control of *Solenopsis uasmanni*, which is a nuisance pest in Paraguay, and is closely related to the imported fire ant of the southern USA.

At the present prices, 84% of the cost of this bait is the price of the soy bean meal. Since the start of the control scheme, the price we have had to pay for soy bean meal has gone from 16 to 34 Guaranies/kg. The price of soy bean meal is likely to increase again in the future. Thus, it is important that the staff of the scheme should continue to search for products that can be used as a bait matrix in the future. At present, we can produce this bait for about 40 Guaranies/kg, which is about 10% of the cost of the commercial alternatives.

*Field Trials Using the Locally Produced Baits**1 Grass-cutter baits with *Atta vollenweidei**

Mature nests (122) of *Atta vollenweidei* were marked with numbered stakes. Bait was prepared as previously described and was sealed in polythene bags in lots of approximately 60 g. To treat the nests, the contents of a 60 g bag of bait was spread around each nest by walking around the nest mound and putting bait on each of the foraging trails radiating from the nest. The amount of bait placed on each trail was roughly in proportion to its size. Nests were treated with either freshly made bait, or with bait that had been produced and stored in sealed polythene bags for six months. A further set of nests were left untreated to serve as controls. All 122 nests were treated on the same day. After treatment, the nests were examined six weeks later. Nests were recorded as alive if any evidence of ant activity could be seen (i.e., fresh digging or foraging) or if ants could be provoked to emerge by banging the nest surface. The results of this trial are given in Table 1.

A similar field trial was run in which three bags of bait, each sufficient to treat 10 nests, together with a plastic glove for each bag, were given to farmers. The farmers were asked to treat nests without supervision by spreading a handful of bait (approximately 60 g) around each nest. From a total of 33 nests treated, 28 (85%) were killed outright, with 5 (15%) still showing signs of activity after three weeks. Although a 2 x 2 Chi squared test (1) gave no significance difference in kill rate between 'expert' and farmer applied baits ($X^2 = 0.58$, with 1 d.f., $P < 0.3$), the

Table 1—The effect of treating *Atta vollenweideri* nests with 60 g of a locally produced bait.

	Nests treated with		control	Total
	fresh bait	old bait		
Number of nests treated on 16/11/77	57	48	17	122
Number of nests dead on 28/3/77	52	44	1	97
Number of nests alive on 28/3/77	5	4	16	12
% Kill rate	91.2	91.6	5.9	

A 2 x 2 chi squared test of the kill rates between old and new baits gave a $X^2 = 0.073$ with 1 d.f. $P < 0.7$ (1)

farmers did report that the last few nests treated with each packet were the ones that were not killed, as the remaining bait was neither sufficient in quantity nor quality to treat these nests properly. The first few nests treated were overtreated, and the final nests were treated with bait that consisted of a large proportion of fine powder that the ants will not carry back to the nest.

A second trial was planned giving the farmers baits packaged in lots of 60 g, or one bag for each nest to be treated. In this case, 36 separate packets of bait were given together with 36 small stakes so that the treated nests could be marked. The nests were again treated by ranch personnel without supervision. Examination of the treated nests by us 20 days after bait application showed that all treated nests were dead. Three untreated nests in the same area that were used as controls were still actively foraging.

2. Grass-cutter baits with *Acromyrmex landolti*

On previous small trials, we had shown that when treated individually, 1g of the grass-cutter bait placed around a *Acromyrmex landolti* nest was sufficient to obtain nest kill rates in excess of 95%. However, as infestation of this species can be up to 6000 nests/ha (unpublished data), treatment for individual nests in any large scale control effort is not practical. A fertilizer spreading apparatus driven from a power take off attachment when towed behind a suitable vehicle was used to test the possibility of general broadcasting of the bait to control *A. landolti*.

The outflow control of the bait spreading machine could be set at various openings, arbitrarily labelled from 0 to 30, with 30 being the most open. The spreader was charged with bait and driven once

through a field with a proportion of the nests marked with small wooden stakes. The spreader was set to spread at either 10, 20 or 30. Previous tests had shown that these settings corresponded to bait distribution patterns of 1.54, 7.77 and 17.98 g/m² respectively. All of these amounts were uniformly spread over a strip of approximately 1.2 m wide. After a period of 2 weeks, the marked nests within 8 m of the path taken by the bait spreader were examined. Nests were recorded as dead or alive, and in each case, the distance from the path taken by the spreader was noted. The results of this trial are given in Table 2.

A second trial was designed to give a more complete cover, the opening on the bait spreader was set to 10. A series of 400 nests were marked in an open field to be tested, and 50 were marked in a similar field nearby to be used as controls. Both sets were traversed with the bait spreader, with each path taken 4 m from the preceding one. This would give a bait distribution at a rate of approximately 3.8 kg/ha. After two weeks, the nests were examined. Unfortunately, the majority of the stakes marking the nests had been removed or scattered around the field. Although many dead nests were seen, only nests which still had stakes in them were recorded. The results of this trial are given in Table 3

Table 2.—The effectiveness of elephant grass/"Aldrin" bait in killing nests of *Acromyrmex landolti* when spread evenly in a strip 1.2 m wide at three different release rates.

Distance (m) from path of bait spreader	Spreader setting*					
	10		20		30	
	Number of nests present	% kill	Number of nests present	% kill	Number of nests present	% kill
0-1	5	100	3	66	5	100
1-2	6	100	2	100	4	100
2-3	5	80	5	80	8	100
3-4	5	80	10	70	6	100
4-5	8	75	8	25	6	50
5-6	6	50	5	0	8	75
6-7	1	0	5	0	5	10
7-8	3	0	3	0	4	0

* Rates of release of bait for each setting are 10 = 1.54 g/m, 20 = 7.77 g/m, and 30 = 17.98 g/m

Table 3—The effect of grass bait on nests of *Acromyrmex landolti* when spread automatically from a bait spreading machine in strips 4 m apart at an outflow rate of 1.54 g of bait per meter (3.5 kg/ha).

	Treated area		Untreated (control) area	
	Dead nests	Living nests	Dead nests	Living nests
Number	99	13	5	33
% of total	88.4	11.6	8.5	91.7

A 2 x 2 chi squared test of living and dead nests between test and control areas gave $X^2 = 77.82$ with 1 d.f. $P < 0.001$ (1).

3 Leaf-cutter baits with *Atta sexdens subbropilosa*

The attempted large scale field trials with soy bean bait to control *Atta sexdens* have been disappointing. Large mature nests have proved difficult to kill. Good kill rates can be obtained, but the baits must be applied carefully and at the correct time. This is probably due to the size and structure of the nests (they are extremely large and probably well spread out under the ground), and to the fact that "Aldrin" is not a very suitable toxicant. It is probably not possible to bait effectively more than 3 nests at any one time. This is adequate for the farmer, but makes large scale testing a difficult and time consuming process.

The recent trials with the final bait had to be done in winter, not a suitable time for baiting as foraging is reduced to a minimum. Attempts to bait large numbers of nests in one day by either spreading bait around or on the nest mound or by baiting trails as found produced only very poor kill rates. Bait spread on or around the nest mound was not collected, and bait placed on trails when the ants were not foraging was not necessarily collected as particular trails are not used every day or for even several days in winter.

In a series of trials in which individual nests were carefully treated, rather as a farmer would treat them, 11 of 14 nests treated were killed. Two of the remaining three had an activity that was so reduced that either they were dying, or had stopped activity to the point where they were no longer pestiferous. The remaining nest was reduced to about half its original size and activity. This could be probably have been killed with another dose of bait.

In areas with heavy populations of older nests, it is often not possible to determine which trail serves which particular nest, thus further complicating field trials. However, in field trials when trails' rather than nests have been baited, activity on the treated trails has always ended, even if the nest itself has not been totally killed.

An encouraging response was obtained in a trial when bait was sent to various extension officers for testing. Approximately 450 packets of bait, of about 350 g each, were sent to 7 officers in the field. All seven officers distributed the bait to farmers, and then reporter, without exception, that the bait has given excellent results.

Discussion

Trials with locally produced baits described above were highly encouraging. Both *Atta vollenweideri* and *Acromyrmex landolti* can be easily and cheaply controlled with the chopped grass/aldrin baits. Contrary to the results with *Atta sexdens*, nests of *Atta vollenweideri* were easily killed. If a total of 60 g of bait, approximately one handful, is placed on the trails leading out from a nest, excellent kill rates can be obtained. No fall off in efficiency with bait stored up to 6 months before use was observed. Bait stored for one year was readily accepted by *Atta vollenweideri*, and, although kill rates were not tested, there is no reason to suppose that the kill rates should be reduced.

Kill rates on several previous large scale trials with the soy bean/"Aldrin" baits for *Atta sexdens subbropilosa* were poor (unpublished data), and was probably due to a low pickup of bait in these trails. The initial samples of soy bean pellets were extremely variable in quality. Old, badly stored soy bean pellets were not attractive to the ants, and also tended to develop a slow growing fungal cover. Fungus growth of this type seems common in stored soy beans in Paraguay. However, if the soy bean is bought fresh from the factory, and 0.1% propionic acid is added, baits made with this fresh material can be stored without problems of fungal degradation.

Throughout the range where grass and leaf-cutting ants are a problem, similar baits could easily be made locally. It is likely that any dried grass would be sufficient for the grass-cutter bait, and this could conceivably be cut and collected by standard domestic lawn mowers. Molasses or sugar solution should easily be available, or any suitable vegetable oil could be used as a solvent for the toxicant. To produce a leaf-cutter bait, various agricultural and industrial waste products could be tried, depending upon what is locally available and cheap. Also, it has been demonstrated that material such as sugars, orange juice and citrus pulp extract can be added to inert materials and thus cause to be picked up by the ants in both laboratory (4) and in the field (10).

Nests of the leaf-cutter *Atta sexdens* have, in general, proven difficult to kill. Using the baits produced a good kill rate when care was taken when the baits were applied. The existence of any trails that are causing problems are generally known to farmers. The nests need not be found in order to treat the trails. It is important, however, that the trails are treated when the ants are foraging. This implies that summer is generally better than winter treatments. Also, cold or wet days should be avoided when treating nests.

These restrictions place undesirable constraints on farmers. Robinson *et al.* (unpublished) have shown that with other species of *Atta*, 'Mirex' is a far better toxicant than either 'Aldrin' or one of the better alternatives tested by Phillips and Etheridge (8). Therefore, for large nests of *Atta*, when baits are not critically placed, it would seem that, especially for *Atta sexdens rubropilosa*, it would be advantageous to change the toxicant from 'Aldrin', with its unsuitable rapid contact action, to 'Mirex'.

The possibility of producing a 'one pack' of sugars, or other suitable arrestants, attractants or pickup inducers, with an insecticide emulsion that can be produced and mixed with any locally available suitable matrix is already being tested (Phillips and Etheridge, personal communication). Ideally, this 'one pack' should be manufactured locally again as part of a local small bait production scheme in areas where leaf-cutters are pests.

When control is carried out by baits, environmental problems should be minimized due to the small amounts of toxicants spread into the environment. For example, Jonkman^a gives the average density of *Atta vollenweideri* at 0.4 nests/ha, which would mean spreading 'Aldrin' into the environment at a rate of 2.40 mg of toxicant/ha. With *Acromyrmex landolti*, this rate would be equivalent to 38 g of toxicant/ha. With *Atta sexdens rubropilosa*, nest density is highly variable, but approximately 1.5 g of toxicant are used to kill each nest. In all cases, the toxicant is quickly carried underground, thus minimizing unwanted side effects in the areas treated.

Conclusions

By the publication of details of locally produced baits suitable for Paraguay, we do not want to suggest that identical baits would be suitable for all areas where leaf-cutting ants are a problem. Rather, we believe that the principle of toxic bait manufacture from locally available products can be most suitable for countries with a developing agriculture and economy. Secondly, we suggest that if funds for research into methods of control of leaf-cutting ants are limited, then emphasis should be placed on the development of novel toxicants or 'one pack' attractant toxicant formulations rather than novel matrices that may have only a more limited application.

Summary

Principles for the production of toxic baits for leaf-cutting ants are discussed. Emphasis is placed on the

utilization of locally available and cheap matrix material. As an example, the development of a control program for leaf-cutting in Paraguay is illustrated. The production and constituents of locally fabricated toxic baits used in Paraguay are discussed. The usage of locally produced baits can reduce the cost to the farmer to 50 to 90% that of what he must pay for an imported commercial bait. Special attention should be focused on country by country needs and the availability of suitable bait matrices, but the principles that have been developed in Paraguay can be applied to any Latin American country where leaf-cutting ants are a problem, even if the specific baits developed in Paraguay may not, due to the presence of cheaper alternatives in other countries.

Literature cited

1. BAILEY, N.T.J. *Statistical Methods in Biology*. London, English Universities Press, 1959. 200 p.
2. CHERRETT, J.M. and LEWIS, T. Control of insects by exploiting their behaviour. *In* *Biology in Pest and Disease Control Symposium at Oxford 4-7th January, 1974*. Oxford. Blackwell Scientific Publications, 1974. pp. 130-146.
3. CHERRETT, J.M. and PEREGRINE, D.J. A review of the status of leaf-cutting ants and their control. *Annals of Applied Biology* 84: 124-128. 1976.
4. ETHERIDGE, P. and PHILLIPS, F.T. Laboratory evaluation of new insecticides and bait matrices for the control of leaf-cutting ants. *Bulletin of Entomological Research* 66: 569-578. 1976.
5. LEWIS, T. Aerial baiting to control leaf-cutting ants in Trinidad II. Field application, nest mortality, and the effects on other animals. *Bulletin of Entomological Research* 63: 275-287. 1973.
6. LEWIS, T. and NORTON, G.A. Aerial baiting to control leaf-cutting ants in Trinidad. III. Economic implications. *Bulletin of Entomological Research* 63: 289-303. 1973.
7. LEWIS, T. and PHILLIPS, F.T. Aerial baiting to control leaf-cutting ants in Trinidad I. The bait, its production, and the effects of weathering on attractiveness and persistence of its toxicants. *Bulletin of Entomological Research* 63: 263-173. 1973.
8. PHILLIPS, F.T. and ETHERIDGE, P. Report on the use of propionic acid as a mould suppressant in leaf-cutting ant bait. Unpublished report to the O.D.M. 1973.
9. PHILLIPS, F.T. and LEWIS, T. Current trends in the development of baits against leaf-cutting ants. *PANS* 19: 483-487. 1973.
10. PHILLIPS, F.T., ETHERIDGE, P. and SCOTT, G.C. Formulation and field evaluation of experimental baits for control of leaf-cutting ants (Hymenoptera, Formicidae) in Brazil. *Bulletin of Entomological Research* 66: 579-585. 1976.

^a Unpublished report

Influência de interrelação potássio-magnésio na absorção e translocação de fósforo³² em gergelim (*Sesamum indicum* L.)*

CELSO ROSSI**

ABSTRACT

The aim of this work was to study absorption and translocation of phosphorus ³²P in sesame (Sesamum indicum, L). For this to be done the plants were allowed to absorb ³²P, which was added to the nutrient solution containing different relations K/Mg. The roots, shoots and aerial parts were analyzed for ³²P after absorption time of 15, 30, 60 and 120 minutes. The results indicated that the nutrient solution with K/Mg relations in the order 1,5:1; 3:1; 6:1, 0,2 and 6,0 presented decrease in the level of radioactivity in the aerial part. In the roots the level of radioactivity increased in the order relation K/Mg in the nutrition solution of 6,0; 3:1; 6,1,1,5,1 and 0,2.

Introdução

SABE-SE que existem relações ideais entre os nutrientes a serem absorvidos pelas plantas. O aumento no fornecimento de um deles resulta na diminuição da absorção de outro, fato esse conhecido como antagonismo. É conhecido o problema de deficiência de magnésio, mesmo em condições onde os níveis são adequados, induzida por altos níveis de potássio (4, 13). Em couve, aumentando-se o potássio fornecido, geralmente decresce o nível de cálcio e magnésio da planta (10). A deficiência de magnésio induzida pelo excesso de potássio na adubação é comum em culturas como algodoeiro, bananeira, cafeeiro e tomateiro (6, 12). Em plantas jovens de laranjeira, o potássio tem ação antagonística sobre o cálcio e o magnésio (7). Em tomateiro ocorre melhor desenvolvimento quando os fornecimento de magnésio e fósforo são diretamente proporcionais (2). Em gergelim observou-se um aumento no teor de fósforo por unidade de matéria seca quando o fornecimento de potássio na solução nutritiva é nulo (1, 11). Em raízes destacadas de cevada (5), a absorção de fósforo cresceu quando a concentração externa de magnésio aumentou até 5×10^{-3} M; ao nível de 1×10^{-4} M, a absorção de fósforo foi prejudicada, sendo esse efeito atenuado com a elevação do teor de fósforo na solução. Neste trabalho procurou-se estudar o efeito de variações da relação K/Mg na absorção de fósforo ³²P em plantas de gergelim.

Material e métodos

Cultivo das Plantas:

Sementes seleccionadas de gergelim (*Sesamum indicum* L.), previamente tratadas com neantina pó seco (3 g/kg de semente) foram semeadas em areia lavada e regadas com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (3), completa, diluída 1/10. A germinação ocorreu em estufa com temperatura a 30°C. Plantinhas com dois pares de folhas foram transferidas para recipientes de plástico, contendo solução nutritiva correspondente aos diversos tratamentos. O arejamento foi constante, sendo o experimento realizado em casa de vegetação.

Solução Nutritiva e Tratamentos

As plantinhas receberam a solução nutritiva N° 1 de Hoagland e Arnon (3), variando-se as doses de K e Mg conforme descrito no Quadro 1. O ferro foi fornecido como quelato de Fe EDTA.

Absorção de Fósforo ³²P

Plantas provenientes dos vários tratamentos após lavagem das raízes com água destilada foram colocadas em recipiente contendo solução de Na_2HPO_4 10^{-8} M, pH -1,0, com a solução final apresentando $0,04 \mu\text{Ci/ml}$ (5). As plantas foram retiradas desta solução contendo radiofósforo após os tempos de 15, 30, 60 e 120 minutos.

* Recebido para publicação em 15 outubro 1979

** Instituto Básico de Biología Médica e Agrícola, Caixa Postal 109, 18.600 Botucatu, S. P. Brasil

Quadro 1.—Variações na solução nutritiva para potássio e magnésio:

	Meq/l		Relação K/Mg
	K	Mg	
a Solução Nutritiva Completa	6,00	2,00	3 : 1
b 0% K e 100% Mg	0,00	2,00	0 : 2
c 100% K e 0% Mg	6,00	0,00	6 : 0
d 33% K e 67% Mg	1,98	1,34	1,5 : 1
e 67% K e 33% Mg	4,02	0,66	6 : 1

Preparo das amostras para detecção da radioatividade

Após descontaminação das raízes, com solução diluída de Na_2HPO_4 e água destilada, cada planta foi dividida em folha, caule e raiz; colocou-se essas partes em sacos de papel e manteve-se em estufa ventilada a 70°C até peso constante. As amostras, já secas, foram reduzidas a cinzas em mufla a 400°C , dissolvidas em HCl 3,8% e a radioatividade detectada em cintilador líquido da Nuclear Chicago utilizando o efeito de Cerenkov (8, 9).

Resultados e discussão

Sintomas de Deficiência

Sintomas típicos de deficiência de potássio e de magnésio apareceram após uma semana de tratamento

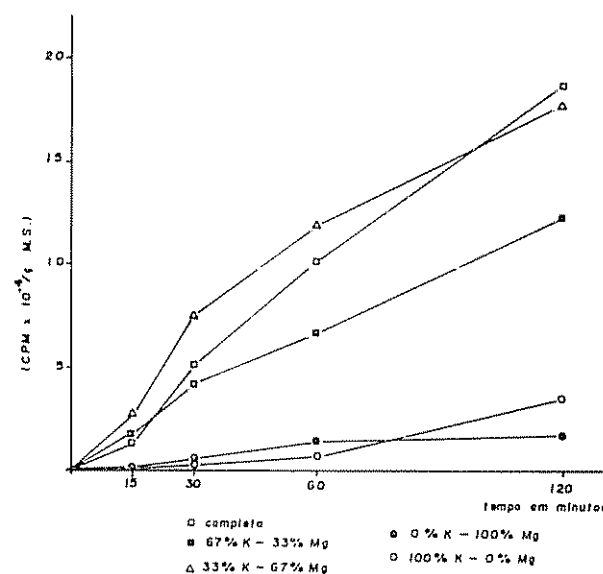
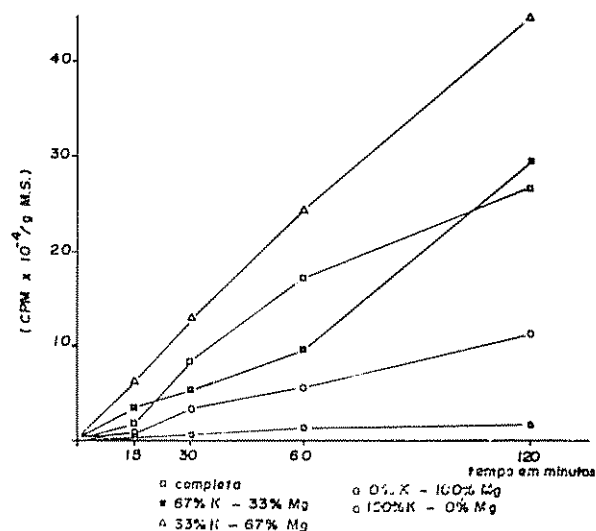
Quadro 2.—Variação no peso seco em plantas de gergelim (*Sesamum indicum*, L.), em miligramas, em função da relação K/Mg

Relação K/Mg	Órgão	Idade da Planta em semanas		
		1ª	2ª	3ª
3 : 1	folha	115,33	176,00	1334,00
	caule	68,33	208,00	803,66
	raiz	94,66	250,66	346,66
0 : 2	folha	66,00	172,66	512,00
	caule	27,60	37,66	91,00
	raiz	36,66	46,00	144,66
6 : 0	folha	54,00	58,33	92,33
	caule	21,00	24,00	101,00
	raiz	25,66	19,00	93,33
1,5 : 1	folha	195,00	757,00	2642,00
	caule	80,00	258,33	1770,00
	raiz	81,00	260,33	813,00
6 : 1	folha	100,66	507,66	1954,00
	caule	64,00	234,00	1036,33
	raiz	57,33	149,66	708,33

nas plantas que receberam 0% K e 0% Mg. A deficiência de potássio caracterizou-se pela formação de áreas necróticas nas margens das folhas e a de magnésio pelo amarelecimento do limbo foliar. Essas plantas tiveram seu desenvolvimento bem reduzido em comparação com os outros tratamentos (Quadro 2).

Absorção e Translocação de ^{32}P

Podemos observar pelas Figuras 1, 2 e 3 que o fósforo radioativo foi absorvido pelas raízes de gergelim. Translocou-se pelo caule, chegando às folhas. Nestas

Fig 1.—Radioatividade em folhas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) expressa em CPM/g de matéria secaFig 2.—Radioatividade em caules de gergelim (*Sesamum indicum* L.) expressa em CPM/g de matéria seca

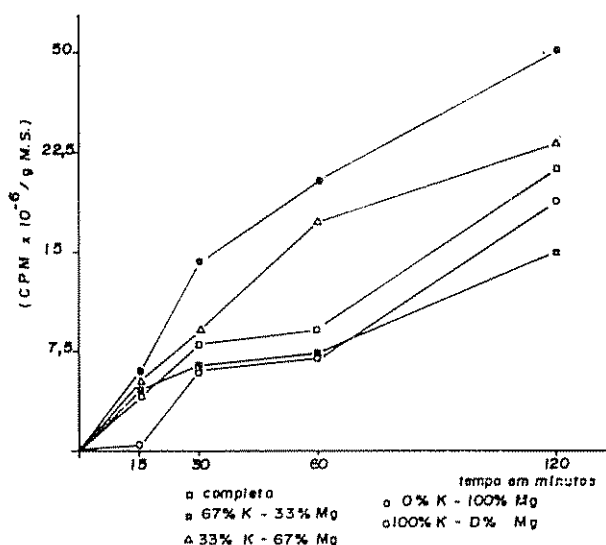


Fig 3 —Radioatividade em raiz de gergelim (*Sesamum indicum* L.) expressa em CPM/g de matéria seca

(Fig. 1), os tratamentos com soluções 33% K e completa, apresentaram maior absorção de ^{32}P , vindo logo em seguida o tratamento com 67% K. As plantas submetidas a 0% K e 0% Mg, mostram baixo teor de radioatividade nas folhas. No caule (Fig 2), maior radioatividade foi detectada em plantas cultivadas em 33% K, seguindo-se 67% e completa; 0% Mg demonstrou maior presença de ^{32}P que 0% K. Nas raízes (Fig 3), o maior índice de radioatividade foi encontrado no tratamento 0% K, seguindo-se 33% K, completa, 0% Mg e 67% K. Estes dados mostram que a ausência de potássio é mais crítica que a do magnésio na absorção e nível de radioatividade foi crescente a partir do tempo zero, até o final do experimento.

Os resultados mostraram que tanto condições extremas de deficiência de potássio como de magnésio interferem na absorção de fósforo. Assim é que nesses casos o fósforo foi absorvido pelas raízes mas pouco se translocou para o caule, ocasionando baixo nível de radioatividade nas folhas. Nos demais tratamentos (completo, 33% K e 67% K) foi satisfatória a absorção e translocação de ^{32}P .

Resumen

El objetivo de este trabajo fue estudiar la absorción y el transporte del fósforo ^{32}P en el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Para esto, se permitió a las plantas absorber ^{32}P , el que fue agregado a una solución nutritiva que contenía diferentes relaciones K/Mg. Las raíces, brotes y parte aérea fueron analizadas por ^{32}P después de un tiempo de absorción de 15, 30, 60 y 120 minutos. Los resultados indicaron que la solución nutritiva con relaciones de las órdenes de 1,5:1; 3:1; 6:1;

0:2 y 6:0 presentaron una disminución del nivel de radioactividad en la parte aérea. En las raíces, el nivel de radioactividad aumentó en el orden de relaciones K/Mg de la solución nutritiva de 6:0; 3:1; 6:1; 1,5:1 y 0:2.

Literatura citada

- ANDREW, C.S. e ROBINS, M.F. The effects of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. II Potassium, calcium, magnesium, sodium, nitrogen, phosphorus, and chloride. Australian Journal of Agricultural Research 20: 1009-1021. 1969
- HIPP, W. e GERARD, C. J. Magnesium - phosphorus interrelations in tomatoes. Agronomy Journal 61:403-405. 1969
- HOAGLAND, D. e ARNON, D. I. The water - culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experimental Station, Circular 374. 1950.
- HOHLT, H.E. e MAYNARD, D.N. Magnesium nutrition on spinach. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 89:478-482. 1966.
- LOURENÇO, S. Absorção de fósforo por raízes destacadas de cevada (*Hordeum vulgare*) em presença de magnésio. Piracicaba, 1976, 26 pág. (Tese Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" da Universidade de São Paulo)
- MALAVOLTA, E. Notas do Tradutor. In EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas; Princípios e Perspectivas. Tradução e Notas de E. Malavolta. Editora da Universidade de São Paulo, 1975, 341 p.
- MELLO, F.A.F., HAAG, H.P.; BRASIL, M.O.C.S. e MONTENEGRO, H.W.S. A relação K/Mg em plantas jovens de laranjeiras (*Citrus sinensis* L. var 'D.A.Ç.'). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" da Universidade de São Paulo, 23:95-107, 1966
- NASCIMENTO F., V.N. Uso de uma fonte externa (^{60}Co) para determinação da eficiência da detecção pelo efeito Cerenkov em extratos de solo. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 151 p. 1975.
- NASCIMENTO F., V.N. Fitting a ^{60}Co external source to a liquid Scintillation System for the estimation of the ^{32}P Cerenkov effect detection efficiency. International Journal of Applied Radiation and Isotopes 28: 789-790. 1977
- PECK, N.H. e STAMER, J.R. Plant response to concentrated superphosphate and potassium chloride fertilizers: III Cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata*). New York Agricultural Experimental Station-Geneva Bulletin 830: 3-47. 1970.
- ROSSI, C. Efeito dos íons K e Mg em alguns processos metabólicos de gergelim (*Sesamum indicum* L.). Anais da V Jornada Científica da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu 28. 1975
- WARD, G.M. e MILLER, M.J. Magnesium deficiency in greenhouse tomatoes. Canadian Journal of Plant Science 49:53-59. 1969.
- WEIJE, E. e WERNER, W. Potassium-magnesium antagonism in soils and crops. Journal of the Science of Food and Agriculture 14:180-186. 1963

Notas y Comentarios

Un remedio herbal para la malaria

Recientemente, investigadores médicos chinos revelaron el notable éxito de un remedio herbal contra algunas de las formas más virulentas de la malaria, incluyendo aquellas que ahora son resistentes al tratamiento convencional. Nueve unidades de investigación, algunas afiliadas a la prestigiosa Academia Sínica, estudiaron los efectos del qinghaosu sobre 2099 pacientes de malaria. Su informe (*Chinese Medical Journal*, vol 92, p. 811), muestra que la preparación es de acción más rápida y menos tóxica que la cloroquinona, la droga para el tratamiento convencional de la malaria. De mayor importancia fue el hecho de que la preparación puede matar los parásitos maláricos resistentes a la cloroquinona. Desafortunadamente, la enfermedad recude más pronto que con la cloroquinona, a pesar de la completa desaparición de los parásitos de la sangre de la víctima.

La preparación herbal, un nuevo tipo de lactona sesquiterpeno, se está probando como sustituto de la cloroquinona, la droga desarrollada durante la Segunda Guerra Mundial. Desafortunadamente, después de un éxito inmediato contra la enfermedad, el parásito se volvió resistente a la cloroquinona durante las dos décadas siguientes. Al mismo tiempo, el mosquito anófeles, que acarrea al parásito, también desarrolló resistencia al DDT, el insecticida usado comúnmente en todo el trópico para matarlo. Consecuentemente, la malaria está otra vez creciendo. Se calcula que cada año mueren de la enfermedad hasta un millón de personas.

La hierba qinghao de la cual se extrae el qinghaosu, ha sido usada en China como medicina durante 2000 años. Un manual de recetas la recomendaba para la malaria en el año 341 AD. Pero su eficacia fue descubierta sólo recientemente.

En la prueba clínica, el qinghaosu fue administrado como tableta o como inyección muscular (la inyección tuvo una tasa mucho más baja de recidivas). Los pacientes infectados con *Plasmodium vivax* y con el mucho más virulento *Plasmodium falciparum* fueron enteramente curados. Al mismo tiempo, pacientes con el *P. vivax* resistente a la cloroquinona fueron también curados con inyecciones de qinghaosu, con 3,2 a 11,1 por ciento de recidivas al mes de curados.

El Grupo Coordinador de Investigaciones Antimaláricas Qinghaosu también manifiesta que no hubo reacciones adversas obvias o efectos secundarios. También afirma que la droga es segura para gente con enfermedades del corazón, hígado y riñones, así como para mujeres en estado de embarazo.

Publicaciones

Ciencias Veterinarias. La revista *Ciencias Veterinarias*, de periodicidad cuatrimestral, ha aparecido en noviembre de 1979 en Costa Rica. Está al servicio de la profesión Médico Veterinaria de Costa Rica y es auspiciada conjuntamente por la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, el Colegio de Médicos Veterinarios, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, y el Ministerio de Salud Pública de Costa Rica. Pretende elevar el nivel cultural científico-técnico de los profesionales y divulgar los trabajos que realizan los investigadores del país. El primer número tiene secciones científica (resultados de investigación) (4); comunicaciones (1); revisiones bibliográficas (1); bibliografías, que comprende traducciones y resúmenes (8); comentarios de libros (3); informaciones; documentación fotográfica; y legislación. Los artículos tratan de una cepa de garrapata susceptible a acaricidas, de papilomatosis bovina; supervivencia del virus de la rinotraqueitis bovina. La comunicación trata del incremento de la enfermedad Marek en Costa Rica y la revisión bibliográfica sobre infecciones de las estructuras profundas del pie de los bovinos. Se anuncian para el segundo número trabajos sobre plantas tóxicas para el ganado de Costa Rica (de Lorena

San Román); sobre anaplasmosis y piroplasmosis; y sobre toxoplasmosis.

Con un comité editorial amplio, en el que están representados los organismos auspiciadores, la Secretaria General es Clarisa Mardones. La dirección es: Biblioteca Escuela de Medicina Veterinaria, Apartado 86, Heredia, Costa Rica.

Se trata de un encomiable esfuerzo, que merece ser alentado y desearse continuidad. Tiene resúmenes en español y en inglés, y las bibliografías tienen todos los datos de publicación como debe ser. Los pequeños defectos que presenta el primer número son susceptibles de mejorarse en el futuro próximo. Señalaremos dos de ellos: a) a pesar de establecerse en las "Instrucciones a los autores" que se debe presentar el nombre completo de la revista, esta regla casi no se cumple (aparentemente sólo en el artículo de H J Garita); predominan las abreviaturas las que aparentemente no siguen ningún modelo reconocido. Así, la abreviatura ampliamente usada en la revista, JAVMA, debería ser *J. Am. Vet. Med. Assoc.* según las normas de la American National Standard Institute (ANSI) y la International Standards Organization (ISO), universalmente aceptadas. Igualmente, *At. Dis.* (pág. 49) debe ser *Avian Dis.*, y *J. Comp. Path.* debe ser *J. Comp. Pathol.* b) las notas de pie en la primera página de cada artículo debe dar la dirección completa de los autores para facilitar la intercomunicación entre los científicos.

Riego automático

El inventor francés Charles Ayme de la Chevreliere, de Neuilly-sur-Seine, ha patentado en Inglaterra (British Patent 1 549 993) un sistema de control electrónico simple, pero probablemente eficaz, para irrigar plantas automáticamente en un jardín. El inventor dice que puede proveer un irrigador de goteo que suministra el preciso minimum de agua que la planta necesita, sólo con dos electrodos ingeniosamente colocados.

El inventor ha observado que cuando se aplica el agua por notas al área radical de una planta, el volumen de suelo humedecido es primero ovoide y después se vuelve alargado. El jardinero puede controlar el tamaño de este volumen humedecido colocando un electrodo al lado de la raíz de la planta y el otro diagonalmente debajo y al otro lado de las raíces.

El agua siempre se esparcirá alrededor de la planta en el mismo espacio bulboso. Así los dos electrodos quedaran unidos por contacto húmedo cuando el espacio mojado alcance el tamaño del bulbo específicamente definido por su separación diagonal. Cuando los electrodos hacen ese contacto, el riego cesa y se reanuda solamente cuando el suelo se ha secado, y deja a los electrodos nuevamente desconectados eléctricamente.

Publicaciones

Technology in Society, es una revista internacional dedicada a una gama de campos interdisciplinarios más simplemente identificados por los términos: evaluación de tecnología; ciencia, tecnología y sociedad; manejo de la tecnología; tecnología y política; la economía de la tecnología; la transferencia de tecnología; tecnología apropiada; implicaciones éticas de la ciencia y la tecnología; predicción tecnológica. El enfoque común a todos estos campos es el papel de la tecnología en la sociedad, esto es, su economía, su dinámica política y cultural; las fuerzas sociales que conforman las decisiones tecnológicas; y las opciones disponibles a la sociedad con respecto al uso de la tecnología. El segundo número del primer volumen de esta revista trimestral, correspondiente está dedicado a la United Nations Conference on Science and Technology for Development (UNCSTD), con nueve artículos sobre el tema, y tiene como fecha el verano de 1979. La revista está publicada por Pergamon Press, impresa en los Estados Unidos y tiene como editores a George Buglarelli y A. George Shillinger, del Polytechnic Institute of New York, y como editora ejecutiva a Martha Miller Willett, del mismo Instituto.

Seasonal variations in crop indices of sugar cane^{*1/}_____

_____ T R SRINIVASAN**, Y B MORACHAN***

COMPENDIO

Se condujo un experimento en Coimbatore, India (11° N y 77° E, 498 m sobre NM) por dos años, realizando cuatro cultivos de caña en diferentes fechas. El objetivo era encontrar el efecto de los parámetros climáticos sobre los índices de cultivo de la caña de azúcar. Los resultados indicaron que cuando el cultivo era sometido a una temperatura baja severa durante la fase de crecimiento tardío, el nitrógeno foliar era bajo. Una cantidad más alta de lluvia aumentó el contenido de nitrógeno. El clima afecta la tasa máxima de absorción en relación con la edad del cultivo. Similantemente, el contenido de fósforo era muy afectado también por la lluvia y la temperatura. El contenido de fósforo se redujo con la edad avanzada. Las lluvias más intensas tuvieron un efecto adverso sobre el contenido de potasio de la vaina foliar, mientras que fue el reverso con el índice primario

Introduction

AMONG the factors that influence the stepping up of crop production mineral nutrition plays a major role. In recent years, tissue or foliar analysis of the plant to assess the adequacy of its nutritional needs is gaining importance. The final yield alone may not give a true measure of limiting conditions of any one period during the growth cycle. Hence, logging or periodical studies of the plant, throughout its life, was found most appropriate. This gives a correct insight into the relative effects of different factors individually or in combination on the ultimate crop performance. In this regard, the utilisation of foliar analysis has been found to be practically successful in sugarcane.

Based on the foliar diagnosis, optimum values of nitrogen index have been fixed for various stages of growth for maximum yield of cane. However, it is not the only nitrogen index alone that has to be considered. The moisture index, phosphorus, potassium as well as

primary index (total sugars) also contribute to the final yield. These indices are inter-related to each other and variation in any one will affect the other. A detailed study on this aspect was carried out at the Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore and the results are presented in this paper.

Materials and Methods

The field experiment was laid out in the farm of Agricultural University, Coimbatore during the years 1971-73 by raising four plant crops (January, May, September and December '71 planting and harvesting in 1972-73). The variety was Co 419 which is a late maturing high yielding one. The soil type was clay loam, medium in available nutrients.

The experiment was laid out in split plot design replicated twice with gross and net plot sizes of 56.7 and 31.5 sqm respectively. The treatments for individual crops included three irrigation levels in main plot and 24 combinations of times of application of nitrogen, phosphorus and potassium and chemical ripeners. For crop log samples, the procedures suggested by Clements (4) and Lakshmikantham (8) were adopted. Total nitrogen in the leaves was estimated by micro kjeldhal method (6) and phosphorus and potassium by triple acid digestion method (7). The primary index (Total sugars) was estimated by the

* Received for publication February 27th, 1979

1/ Formed part of PhD thesis by the senior author, submitted in 1976. The senior author acknowledges with thanks the permission granted by the Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, for the publication of this paper which formed part of the PhD theses submitted in 1976

** Scientist, Sugarcane Breeding Institute, Coimbatore, India

*** Professor of Agronomy, Tamil Nadu Agricultural University Coimbatore 641003 India.

method suggested by Yoshida *et al* (10). Samplings were done at monthly intervals from 90th day onwards upto 240 days and thereafter at fortnightly intervals. The mean of individual crops for the particular stage over all the 72 combinations of treatments has been utilised for assessing the effect of climate on the crop indices which is discussed in the present paper.

Results and Discussion

During the early growth phase, the mean nitrogen per cent was found to be the maximum for May planted crop (1.705 per cent) the lowest being 1.682 per cent for September planted crop (Table 1). The differences were found to be significant. Similarly, considerable differences in the nitrogen content at late growth and maturity phases were also observed. During the late growth phase also, May planted crop recorded the highest amount of leaf nitrogen per cent of 1.880 followed by December (1.850), January (1.820) and September crop (1.810). In the case of maturity phase, the lowest amount was recorded for December crop with highest for January crop. These differences in the leaf nitrogen content within the same age group under different seasons can be largely attributed to the seasonal conditions. The effect of fertilisers on cane crop is generally influenced by the climatic factors. Temperature particularly affects the nitrogen status of the plant. According to Baver (1) reduction in temperature from 83 to 64°F reduced the nitrogen uptake by thirty six per cent. Similarly, excess rainfall reduced the leaf nitrogen content. According to Evans, (5) this effect is mainly due to reduced uptake as a result of leaching of available nitrogen and reduced microbial activity resulting in reduced rate of nitrogen mineralisation. In the present study also, crop planted during September received very low temperature conditions during the early growth phase which would have brought down the absorption of nutrients. This was also reflected in the reduction of growth as explained in earlier paper (9).

During the late growth phase, the effect of rainfall seems to be more pronounced. May and December planted crops received 140.4 and 92.0 mm of rainfall respectively in course of 60 days as against 45.5 and 29.7 mm for January and September crops respectively. This higher quantity of rainfall may be the reason for the increased nitrogen content during the late growth phase of the crop planted in May and December. Similar trend has been observed in case of the maturity phase also.

The effect of season in relation to age of the crop on the nitrogen content in leaf was also found to be significant at all the three stages of the crop growth.

In all the four crops, the effect of age was found to be on the higher order. There was increased nitrogen per cent in the leaf upto the late growth phase after which there was considerable reduction. However, the age of the crop at which the nitrogen

content was maximum differed from crop to crop (Fig 1). In the case of crop planted in January, the maximum nitrogen content of 1.86 per cent was observed at 240 days, while for May and December crops, it was on 210 days. On the other hand, the September crop recorded maximum nitrogen content of 1.83 per cent at 180 days itself. This increased and prolonged absorption of nitrogen in case of May crop can be attributed to the adequate amount of rainfall from 90 to 240 days, the temperature also being optimum. In case of the September crop, particularly, there was no rainfall between 120 and 240 days. Further, this part of the growth phase experienced low temperature also (Mean minimum experienced low temperature also (Mean minimum temperature = 17.0°C). This would have restricted the growth rate as well absorption of nitrogen from the soil. This is also seen from the reduced leaf nitrogen content. However, within certain limits of observation, in general it was observed that the nitrogen content increased upto around 195 days after which there was fall in the same. This was also confirmed by the quadratic equation being the best fit for all the crops in relation to age and leaf nitrogen content. The corresponding equations are given in Fig 1 for all the four plant crops.

Sheath phosphorus

As in the case of nitrogen, the sheath phosphorus was also found to be influenced by the season. In general, the trend was towards reductions in the content of sheath phosphorus with increase in age (Table 1 and Fig 2).

During the early growth phase, when the rainfall was maximum (430.8 mm) for May crop, the sheath phosphorus was found to be the maximum (188 mg). In the other months of planting, due to low temperature (17.0°C) the phosphorus content was found to be the lowest. During the late growth phase, the variation in sheath phosphorus was found to be altered by the rainfall pattern. Increased rainfall during late growth phase increased the rate of drop in the phosphorus content. The rainfall was moderate (84.5 mm) between 180 and 270 days for the crop planted in January in which case there was a gradual drop in the phosphorus. On the other hand, May crop received 384.2 mm of rainfall due to which there was a steep fall in the phosphorus content (140 to 88 mg). September and December crops received practically no rainfall during this part of the growth phase resulting in maintenance of the same amount.

Sheath phosphorus values were generally high in the initial stages and thereafter gradually reduced till harvest.

Sheath Potassium

The seasonal effect on the sheath potassium content during the early growth phase was significant. The crop planted during January recorded the maximum value of 1.91 per cent followed by May crop

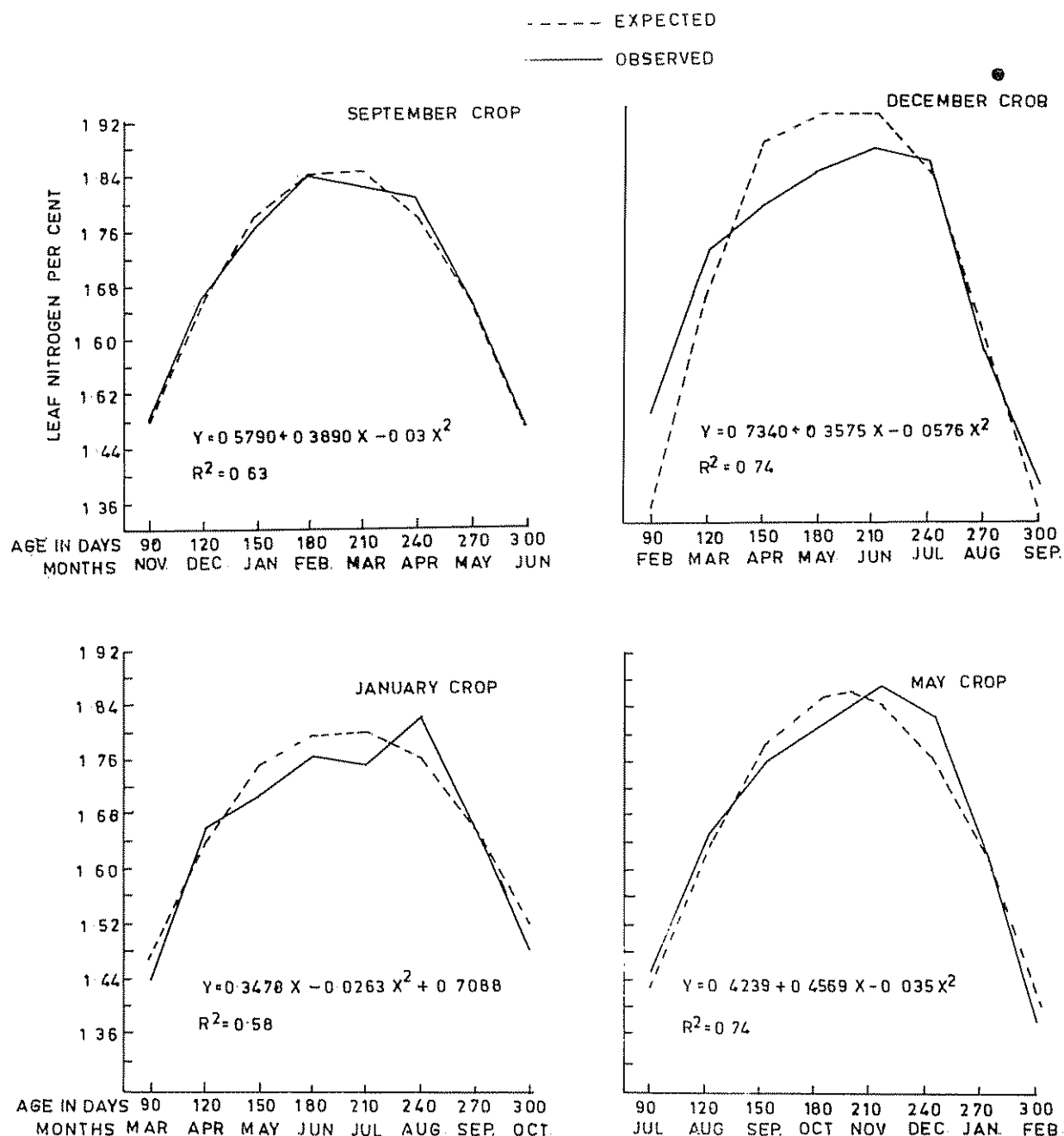


Fig. 1—Seasonal effect in relation to age of crop on leaf nitrogen per cent.

1.89 per cent (Table 1 and Fig. 2). There was not much difference between September and December crops (1.84 and 1.85 per cent). During late growth phase, the potassium content was maximum for September crop followed by December and May crops 2.46 and 2.45 per cent respectively. The influence of climate was found to be slightly different from that of

nitrogen as seen from the above. With increasing rainfall, there seems to be reduction in the potassium content of the plant Clements (3) and Borden (2) had reported that adverse climatic conditions like heavy rainfall did not permit the full utilisation of potassium absorbed

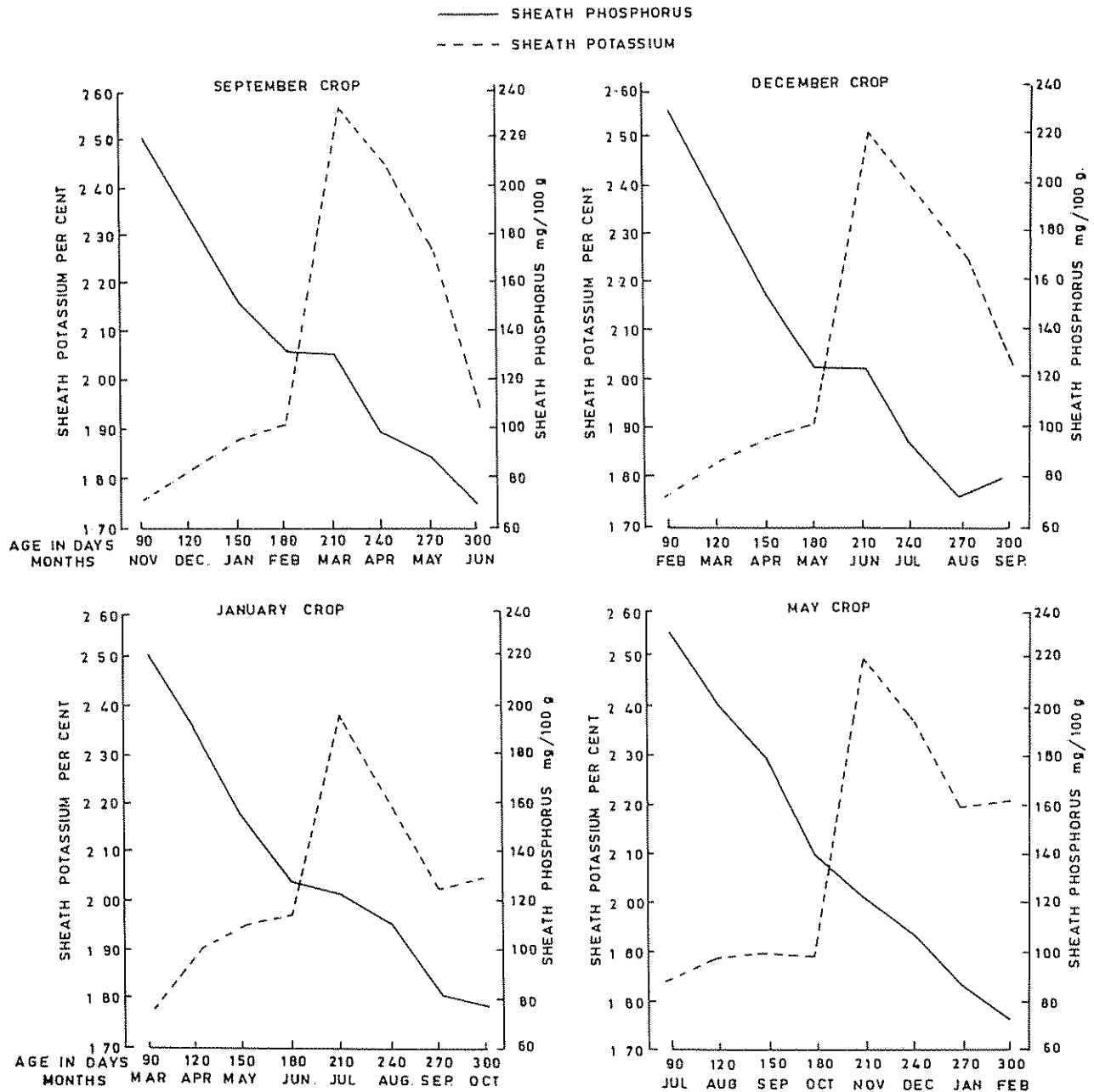


Fig. 2—Seasonal effect in relation to age of crop on sheath phosphorus and potassium content

In all the crops, the maximum content of sheath potassium was seen at 210 days. The potassium values increased gradually from 90 to 180 days and thereafter, there was sudden increase. This was maintained upto 240 days. The increased absorption of potassium followed the pattern of nitrogen. Since maximum growth of crop is seen between 180 and 240 days, more of nitrogen was absorbed which would have increased the absorption of potassium also. Further, potassium is

required for the translocation of sugars synthesised especially during the peak growth phase of the crop which would have warranted the absorption of the same larger quantities.

Primary Index

Production of sugars is mainly governed by solar energy in the form of heat and light while utilisation

Table 1—Effect of season on crop indices

Crop	Period of observation	Age in days	Mean climatic data				Mean value of			
			Maximum Temperature °C	Minimum Temperature °C	Relative humidity %	Rain-fall mm	Leaf nitrogen per cent	Sheath phosphorus mg/100 gm	Sheath potassium percent	Primary index percent
January	March - June	90 - 180	32.7	22.1	75	177.6	1.688	175.41	1.91	13.93
	July - August	181 - 240	30.3	21.9	78	45.5	1.825	118.83	2.30	12.37
	Sep - Nov.	241 - 315	29.9	20.9	93	444.4	1.610	83.82	2.07	12.45
May	Nov - Dec.	90 - 180	30.4	21.8	80	430.8	1.705	188.07	1.89	13.59
	July - Oct.	181 - 240	27.4	18.7	79	140.4	1.880	116.28	2.45	12.19
	Jan - March	241 - 315	30.4	16.8	88	—	1.540	83.81	2.24	12.43
September	Nov - Feb.	90 - 180	28.8	17.9	73	141.7	1.680	170.34	1.84	14.07
	March - April	181 - 240	34.4	19.8	62	29.7	1.810	114.20	2.50	12.65
	May - July	241 - 315	31.3	22.9	86	211.3	1.550	84.20	2.15	12.09
December	Feb - May	90 - 180	33.2	20.3	66	148.3	1.698	175.08	1.85	14.10
	June - July	181 - 240	30.7	22.6	73	92.0	1.850	102.81	2.46	12.14
	Aug - Oct.	241 - 315	30.7	22.3	90	273.0	1.468	83.55	2.18	13.51
Ratoon	Feb - May	90 - 180	33.2	20.3	66	148.3	1.656	180.34	1.95	13.94
	June - July	181 - 240	30.7	22.6	73	92.0	1.933	128.47	2.96	13.33
	Aug - Oct.	241 - 315	30.7	22.8	88	273.0	1.678	83.00	2.10	13.43

C. D. at 5% level

0.016

6.50

0.019

0.16

Table 2—Effect of season in relation to age of crop on primary index

Month of	Age in days											
	90	120	150	180	210	240	255	270	285	300	315	
<i>Primary index</i>												
January	15.0	14.2	15.6	13.0	12.8	12.0	12.3	12.5	12.7	12.4	12.4	
May	14.9	14.1	13.1	12.2	12.8	11.6	13.4	13.5	13.7	13.2	13.4	
September	14.9	14.6	13.8	13.0	13.1	12.3	12.1	12.2	12.2	11.9	12.0	
December	15.2	14.3	13.7	13.3	12.7	11.6	13.5	13.7	13.8	13.2	13.3	

C. D. at 5% level = 0.06.

of sugars depends largely on moisture and growth. The balance between production and utilisation is reflected in the sugar content and is termed as primary index. When the primary index of the crop drops below a certain level, it is apparent that the growth rate is higher. As the growth was influenced significantly by the climatic parameters, it is also anticipated that these effects can also be seen in respect of primary index.

The primary index values varied with climatic variations. (Table 2). When the climatic variables are more favourable, i.e., adequate rainfall and higher temperature, more of sugars are utilised for growth which was reflected by lesser amount in the indicator tissues. Such a beneficial effect of climatic variables was seen in the present study also. The total rainfall was higher for May crop during the early and late growth phases which induced more growth. For the production of fresh vegetative tissues, more energy is required which has to be released by the breakdown of the photosynthetic material viz., sugars. Hence, as the growth rate is increased, there was considerable reduction in the sugars in the tissues. This was also indicated by the negative correlation between leaf nitrogen and primary index (-0.7188).

Summary

A study was conducted at Coimbatore (11.0°N and 77.0°E, 498 meter above MSL) for two years raising four crops at different times. The objective was to find out the effect of climatic parameters on crop indices of sugarcane. The results indicated that when the crop was subjected to severe low temperature during late growth phase, leaf nitrogen was low. Higher quantity of rainfall increased the nitrogen content. Climate affect the peak rate of absorption in relation to age of the crop. Similarly, phosphorus content was also affected much by the rainfall and temperature

Phosphorus content was reduced with advancing age. Higher rainfall had adverse effect on sheath potassium content while it was reverse with primary index.

Literature cited

1. BAVER, I.D. A decade of research progress 1950-59. Hawaiian Plant Research 57: 1-18 1963.
2. BORDEN, R.J. A search for guidance in the nitrogen fertilisation of sugarcane crop. Hawaiian Plant Research 46:191-238. 1941.
3. CLEMENS, H.F. Integration of climatic and physiological factors with reference to the production of sugarcane. Hawaiian Plant Research 44:201-203. 1940.
4. CLEMENS, H.F. Crop logging of sugarcane in Hawaii. Plant Analysis and fertilizer problems. American Institute of Biological Sciences. Publications, 1961. pp. 131-141.
5. EVANS, H. Tissue diagnostic analysis and their interpretation in sugarcane. Proceedings of the International Society of Sugarcane Technologists 12: 156-180 1965.
6. HUMPHRIS, E.C. Mineral components and ash analysis. In Modern methods of plant analysis. Berlin. Springer, 1956 pp. 468-502.
7. JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Madras, India, Asia Publishing House, 1956.
8. IAKSHMIKANTHAM, M. Crop logging in sugarcane around the world. In Proceedings of the Biennial Conference of Sugar Research and Development Workers, India 5: 306-317 1964.
9. SRINIVASAN, T.R. Effect of irrigation, nitrogen, phosphorus, potassium and chemical ripeners on cane and sugar yield of sugarcane. Indian Sugar 1978. (in press).
10. YOSHIDA, S., FORNO, D.A. and COCK, J.H. Laboratory manual for physiological studies of rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, IRRI, 1971. 61 p.

Notas y Comentarios

Harina destoxificada de jojoba

El interés en el aceite de jojoba se ha intensificado por la escasez del aceite de cachalote (*Physeter catodon*), que se ha vuelto más aguda porque este tipo de ballena ha sido colocado en la lista de especies en peligro. Consecuentemente, la importación de aceite de cachalote a los Estados Unidos ha sido prohibida (Cf. *Turrialba* 24: 3-40).

La harina de jojoba es el residuo producido cuando el aceite es separado de la semilla. Desafortunadamente, la harina de jojoba no puede ser consumida por los rumiantes y otros animales porque es tóxica. Como resultado, los animales instintivamente no comen la harina. Con el aumento de interés en el aceite de jojoba, hay una abundancia de harina de jojoba, que contiene proteína y otros nutrimentos valiosos para la alimentación animal.

C.A. Elliger, A.C. Waiss, Jr., y A.N. Booth (US Patent 3,919,432, asignada al U.S. Secretary of Agriculture) describen un proceso para tratar la harina de jojoba de tal manera que su toxicidad sea sustancialmente reducida, y pueda ser usada para la alimentación animal.

Según el proceso, la harina de jojoba es tratada con amoníaco para ser destoxificada. Generalmente, la harina se pone en contacto con 5 a 10 por ciento de amoníaco en peso. El contacto debe ser mantenido por 25 a 35 días. Varios métodos pueden ser usados; por ejemplo, la harina puede ser tratada con hidróxido de amonio acuoso para suministrar las cantidades correctas de amoníaco y agua, en un recipiente, que puede ser de plástico, que evite la evaporación del amoníaco. También, la harina puede ser tratada con una cantidad apropiada de agua en el recipiente; entonces, se aplica amoníaco gaseoso hasta que se obtenga el porcentaje apropiado.

Una ventaja adicional es que la harina se hace más digestible mediante la aplicación de amoníaco, lo que aumenta su valor nutritivo.

Copias de las patentes pueden obtenerse en la U.S. Patent Office, en Washington, D.C., al precio de 50 centavos de dólar cada una.

Protein pattern changes in the germinating bean seed* —

T. E. G. LEE**, O. J. CROCOMO***

COMPENDIO

Se investigaron los cambios de proteínas solubles totales, glicoproteínas y sus respectivas subunidades en los cotiledones de granos de Phaseolus vulgaris L. en germinación. Se usaron técnicas de electroforesis de gel poliacrilamida para detectar estas proteínas y subunidades. La desaparición de estas bandas de proteína se encontró estar en secuencia con la proteína tipo legúmina como la primera que es hidrolizada, seguida por la vicilina-I, y finalmente por la vicilina-II. La síntesis de proteínas nuevas en los cotiledones de las semillas de frijol en germinación fue también detectada.

Introduction

It has been known for many years that seed germination involves the breakdown of storage protein and their conversion into smaller, more soluble nitrogenous compounds, such as amides and amino acids. These compounds are then translocated to the growing embryo where they are utilized (9). In the *Phaseolus vulgaris* beans, the protein component generally make up about 20 to 25 per cent of the dry weight in which 55-60 per cent are storage proteins (11). They are vicilin-like protein (which include vicilin-I and vicilin-II) and legumin-like protein (11). The proportion of vicilin-like protein to legumin-like protein was estimated as 7 : 1 and vicilin-I to vicilin-II as 1 : 8 (11). The remaining proteins are mainly albumins (20-25%) and glutamins (10-15%)† Various proteases and peptidases have been demonstrated in different germinating seeds (4). Although the physiological role of these enzymes is still not apparent, the observations that proteolytic activity increased as germination proceeds and as protein decreases in the cotyledons suggests that they may preferentially hydrolyze the storage protein such as vicilin and legumin (1, 9). The study described herein was performed to evaluate the changes in protein patterns that occur in the total soluble protein and glycoprotein during germination of bean seeds.

Materials and Methods

Plant material: Seeds of *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'Goiano precoce' were soaked in a 20 per cent Q-Boa solution which is a germicide containing 5.2 per cent of active Cl for one hour and rinsed 3 to 4 times in distilled water. The seeds were then sown in moist silicon and maintained in a growth chamber. The germination conditions were controlled with a day temperature as 28 C. and night temperature as 22 C. A combination of 2500-3000 ft-c of fluorescent and incandescent light was provided for 13 hr each day with the remaining hr in dark. The germination was carried out for periods of 3, 6 and 10 days. The germinating seeds were sprayed daily with distilled water and abnormal seedlings were discarded. At the end of each germinating period, samples of seedlings were collected and after removal of the seed coat and seedling axis, the cotyledons were ground directly in a mortar with addition of liquid nitrogen. Ungerminated seeds with the seed coat and axis attached, about the same size as the seeds used for germination, were ground in a ball-mill (Spex Mixer-Mill N° 8000).

Protein samples: A crude total soluble protein preparation was obtained by extraction of the cotyledon mills (1 g) with 20 ml of 0.2 N NaCl in 0.05 M tris (hydroxymethyl) aminomethane buffer (pH 8.1) in the cold for 30 min. The homogenates were centrifuged at 23000 g for 30 min at 0 C. and the resulting supernatants were then dialyzed overnight against excess tris-NaCl buffer in a cold room. Protein content was determined by the Lowry's method (12) and the volume of each sample necessary to give approximately 300 µg of protein for electrophoresis was calculated.

* Received for publication February 26th, 1979

** Visiting professor, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciência e Tecnologia, Campus de Areia, 58397, Areia, PB, Brazil

*** Head, Seção de Bioquímica de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 13400, Piracicaba, SP, Brazil

† Lee and Crocorno, unpublished data.

Disc electrophoresis: Polyacrylamide gel columns (7%) were prepared as described by Davis (6). Electrophoresis using about 0.3 mg protein sample was usually carried out for 50 min in a tris-glycine buffer with a current of 5 mA per gel column. Detection of the separated protein components was achieved by staining the gels for 2 hr with 0.5 per cent aniline blue black in 7 per cent acetic acid and destained by diffusion with several changes of 7 per cent acetic acid.

SDS gel electrophoresis and molecular weight determination: SDS gel electrophoresis was performed by the method of Laemmli (10) using 10 per cent gel. Electrophoresis was carried out with a current of 1 mA per gel until the bromophenol blue marker reached almost to the bottom of the gel (about 4 hr). The gels were then cut at the tracking dye band and stained overnight with 0.05 per cent coomassie brilliant blue R-250 in methanol: acetic acid: water (25:7:68 by volume) and diffusion-destained by repeated washing in the same solvent.

Molecular weight of the subunits were estimated from the positions of the polypeptides on the gels in relation to the marker protein as described before (11)

Detection of glycoproteins. The periodic acid-Schiff (PAS) technique was applied for the detection of glycoproteins following electrophoresis on acrylamide gels. The procedures used were mainly according to the method of Zacharius *et al.* with slightly modifications (16). Gels derived from electrophoresis were first immersed in a 12.5 per cent Trichloroacetic acid (TCA) solution for 30 min (50 ml/gel), rinsed lightly with distilled water and then immersed again in 1 per cent periodic acid (made in 7 per cent acetic acid) in dark for 60 min at 31 C. The gels were then washed overnight with distilled water with constant shaking and a few changes (100 ml/gel) to remove the periodic acid remained in the gels. After exhausting washing, the gels were stained with fuchsinulfite reagent (4) in dark at 31 C for 50 min. The gels were then washed with freshly prepared 0.5 per cent metabisulfite 3 times for 10 min each (50 ml/gel) and washed again with distilled water with frequent changes and motion until excess stain is removed. After this step, the gels were stored in 7 per cent acetic acid.

Sample weight: Fresh weight was taken immediately after the sample was collected. Dry weight was measured after the sample was dried in a 70 C oven for 3 days. Ten samples were randomly collected each time for the weight determination.

Results

The seeds start to emerge after 3 days. The increase in fresh weight of the cotyledons occurs at this time too (Fig. 1-B). The fresh weight then start to decline mainly caused by a loss of water in the tissue. Dry weight is constantly decreasing during the whole germination period (Fig. 1-B).

Changes in protein content: Figure 1-A shows the protein content changes during the germination of bean seeds. The content of this tris-NaCl extractable protein in the cotyledons of seedling decreased with increasing of the germination age. Steady decline of protein was found during the first 3 days of germination followed by a more rapid loss.

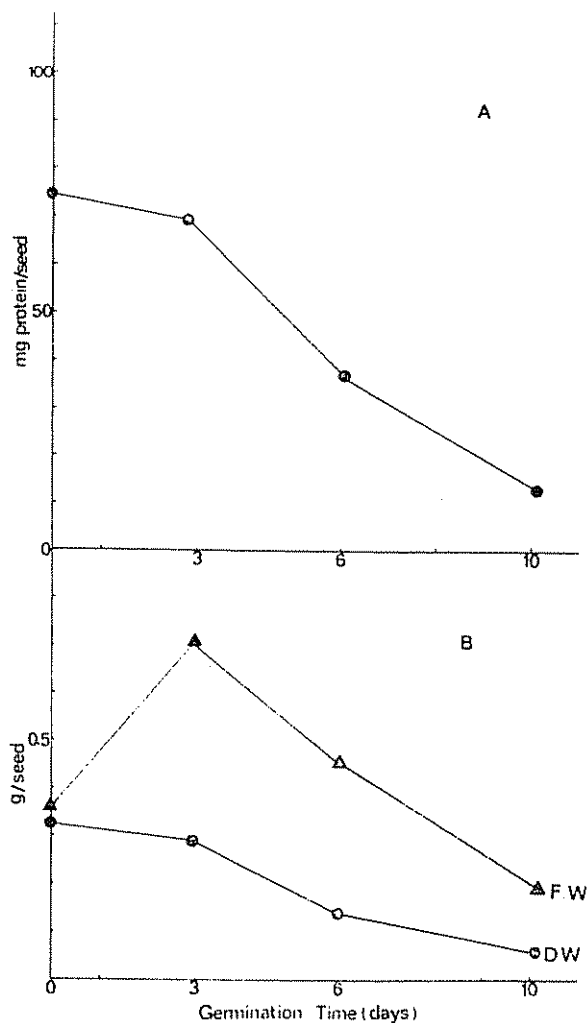


Fig. 1 - A — Protein changes occurring in germinating cotyledons of *Phaseolus vulgaris* beans

B — Weight changes occurring in germinating cotyledons of *Phaseolus vulgaris* beans (F.W.: Fresh weight; D.W.: Dry weight).

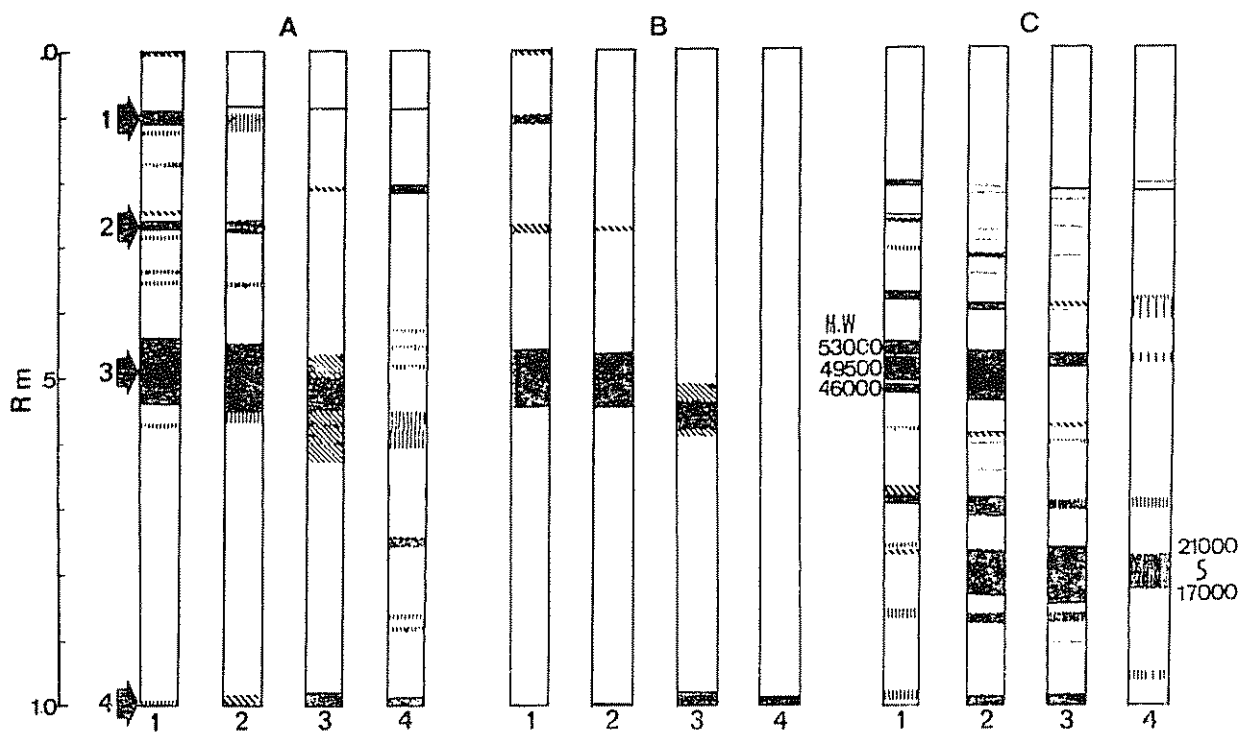


Fig. 2—A—Disc gel electrophoretic patterns of total soluble protein components in *Phaseolus vulgaris* beans following germination
 B—Disc gel electrophoretic patterns of glycoproteins in *Phaseolus vulgaris* beans following germination

C—Subunit patterns of total soluble proteins in *Phaseolus vulgaris* beans following germination 1) 0 days germination; 2) 3 days germination; 3) 6 days germination; 4) 10 days germination M.W.: Molecular weight

Changes of the total soluble protein patterns: Nineteen distinguishable tris-NaCl buffer extractable protein bands were observed in ungerminated seeds by disc gel electrophoresis (Fig. 2, gel A1). This was used as a reference to represent the total soluble protein pattern. It was observed that most of the bands were relatively slow-moving proteins situated in the upper part of the separation gels. Four major bands were named by the number (N^o 1 to 4). The darkest bands were found to be band 1, 2 and 3. These bands were the major storage proteins existed in the Brazilian beans (11). Band 1 (Rm=Relative mobility to the front band; 0.10) is legumin-like protein. Band 2 (Rm=0.27) is vicilin I and band 3 (Rm=0.50) which contains the greatest amount is vicilin II (11).

With increasing age of the seedlings, the number of protein bands and their concentration in the cotyledons decreased (Fig. 2, gel A2, A3 and A4). The disappearance of individual proteins generally appeared to exhibit a sequence with the band 1 (legumin-like protein) as the first one to be hydrolyzed followed by band 2 (vicilin I) and then band 3 (vicilin II). When one protein is being hydrolyzed the first sign it shows was change of dark sharp band to a faint diffused band. After 3 days of germination, legumin-like protein was becoming very diffused and after 6 days of germination, it had been disappeared completely. Vicilin I started to show the sign of being hydrolyzed

but stayed as a dark band after day 3 and disappeared at about day 6 too. Vicilin II at day 6 has become a very diffused band but only disappeared after about 10 days of germination (trace amount may still be observed at this time). Band 4 which migrates with the bromo-phenol blue marker increased in relative intensity until day 6 and then decreased a little. The number and concentration of those small faint bands (mainly albumins) decreased sharply by day 3 and by day 6 most of them were undetectable. The appearance of several new protein bands was also observed by day 10 (Fig. 2, gel A4). 3 of them with Rm 0.09, 0.21 and 0.76 were found to be most dominant.

Changes of the glycoprotein patterns: Figure 2, gel B shows the glycoprotein patterns of bean cotyledons during germination. Band 1, 2 and 3 (see Fig. 2, gel A1) were found to be stained by the PAS reagent in the ungerminated seeds. This indicated that they are glycoproteins. After germination, the intensity of the color stained on band 1 and 2 decreased especially band 1 which was hard to detect even at day 3. At day 6, only a weak diffused band 3 was stained and by day 10, this band also disappeared. The sharp front band of Rm 1.0 (band 4), which migrates with the bromo-phenol blue marker, was very concentrated at both day 6 and day 10.

Changes of the protein subunit patterns: The subunit patterns of proteins from the germinating seeds were shown in Figure 2-C. The 3 subunits of vicilin II (M.W. 53000, 49500 and 46000) had disappeared after about 10 days of germination. The most significant changes are the increase in low molecular weight material which form relatively diffused bands. The most important one is a broad band of apparent molecular weight about 21000-17000 which sharply increased at day 3 and shows a decrease only at day 10.

Discussion

The results of the present investigation indicated that the major components in the cotyledon of bean seed are the 3 storage proteins; legumin-like protein, vicilin I and vicilin II (11). Previous studies by Lee and Crocomo (11) indicated that these proteins can be extracted and reasonably purified by zonal-isoelectric precipitation method. Legumin-like protein is a homogeneous protein while vicilin-like protein was found to be heterogeneous and could be further separated to vicilin I and vicilin II by gel electrophoresis. The subunits of vicilin-like protein and legumin-like protein had been determined by Lee and Crocomo (11). Analysis of amino acid composition of these proteins indicated that legumin-like protein is nutritionally more important than vicilin-like protein since it contains much higher sulfur-aminoacids than vicilin-like protein (11).

The decrease of these proteins during germination is in sequence with the legumin-like protein as the first one to be hydrolyzed followed by vicilin I and then vicilin II. Apparently certain protease begins to hydrolyze the legumin-like protein immediately after germination started. The most important sign that shows the protein being breakdown in gel is the change of its sharp dark band to faint diffused band. Changing to a greater electrophoretic mobility was also observed especially for the vicilin II protein. Jou and Stotzky (8) had indicated that globulins and basic proteins in beans decreased rapidly during 11 days of germination while a marked decrease in albumin occurred only in the first 2 days. Apparently the sharp decrease of proteins in the cotyledons after day 3 (Fig. 1-A) was caused by a decrease of globulin storage protein as can be seen in our gels. The overall results in our study was in general agreement with that of Beevers (1), Catsimpooolas *et al* (3) and Juo and Stotzky (8). Although Racusen and Foote (13) in a study of the major glycoprotein reported that there was little change in the major glycoprotein or in the total soluble protein in the germinating bean seeds, it must be pointed out that their studies were conducted for only 114 hr which is less than 5 days. The glycoprotein extracted by Racusen and Foote (1) was glycoprotein II which is the similar protein as vicilin II observed in our study (11). Our results indicated that this protein is the largest protein reserve and is not significantly hydrolyzed until day 6. Subunit pattern analysis also indicate that the 53000, 49500 and 46000 components of vicilin II do not disappear until day 6. By viewing this, our results are in agreement with

Racusen's and apparently, the vicilin II which composes the major part of the soluble proteins is used only sluggishly until some later period of plant development.

The protein breakdown process during germination have been reported (1, 9). Daussant (5) suggests that a progressive deamidation of storage protein take place as a first step in degradation, and that this is followed by cleavage of disulphide bonds when these are present. Further decrease in the size of the proteins is brought about by protease systems. The polypeptides released by these successive steps are then available for progressive hydrolysis by the endo- and exo-peptidases of the seed to their constituent amino acid (14). Beevers and coworkers (2) had reported that both total and specific activity of protease in cotyledon extracts of peas increased during germination. The appearance of several new protein bands in the gel of 10 days germination cotyledons, none of them could be stained by PAS reagent, also suggest a synthesis of new proteins in this stage. Since enzyme induction during germination has been reported (7), the appearance of new bands may reflect increase in enzymes. Beside this, band 4 which is the mobile material (indicator) that constituted the front, this band could also contain small molecular peptide components derived from hydrolyzation of larger protein molecules and the results showed that this band become much darker and concentrated after 6 days of germination which may also indicate intensive protease and peptidase activities. Thus, enzymes that specifically hydrolyze these storage proteins seem to be actively involved in the process of germination.

Summary

The changes of total soluble proteins, glycoproteins and their subunit patterns in the cotyledons of germinating *Phaseolus vulgaris* L beans have been investigated. Polyacrylamide gel electrophoresis techniques were used to detect these proteins and subunits. The disappearance of these protein bands was found to be in sequence with the legumin-like protein as the first one to be hydrolyzed followed by the vicilin-I, and finally the vicilin-II. The synthesis of new proteins in the cotyledons of germinating bean seed was also detected.

Literature cited

- 1 BEEVERS, L. Protein degradation and proteolytic activity in the cotyledons of germinating pea seeds (*Pisum sativum*). *Phytochemistry* 7: 1837-1841 1968
- 2 BEEVERS, L. and SPLITSTOESSER, W. E. Protein and nucleic acid metabolism in germinating peas. *Journal of Experimental Botany* 19: 698-711 1968
- 3 CATSIMPOOLAS, N., CAMPBELL, T. and MEYER, E. W. Immunochemical study of changes in reserve proteins of germinating soybean seeds. *Plant Physiology* 43: 799-805 1968

4. CHERONIS, N. D. and ENTRIKIN, J. B. Identification of Organic Compounds. New York and London, John Wiley, 1963. 430 p.
5. DAUSSANT, J., NEUCERE, N. J. and CONKERTON, E. J. Immunochemical studies on *Arachis hypogaea* proteins with particular reference to the reserve proteins. II. Protein modification during germination. *Plant Physiology* 44: 480-484. 1969.
6. DAVIS, B. J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Annals of the New York Academy of Sciences* 121: 404-427. 1964.
7. FILNER, P. Enzyme induction in higher plants. *Science* 165: 358-359. 1969.
8. JUO, P. S. and STOLTZY, G. Changes in protein spectra of bean seed during germination. *Canadian Journal of Botany* 48: 1347-1350. 1970.
9. KOZLOWSKI, I. T. Seed biology. New York and London, Academic Press 1972. 103 p.
10. LAEMMLI, U. K. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T-4. *Nature* 227: 680-685. 1970.
11. LEE, T. S. G. and CROCOMO, O. J. The structure of storage proteins in *Phaseolus vulgaris* beans. *Archivos de Biología e Tecnología* 22(1): 23-45. 1979.
12. LOWRY, O. H., ROSEBROUGH, N. J., FARR, A. I. and RANDALL, R. J. Protein measurement with folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193: 265-275. 1951.
13. RACUSEN, D. and FOOTE, M. The major glycoprotein in germinating bean seeds. *Canadian Journal of Botany* 49: 2107-2111. 1971.
14. RYAN, C. A. Proteolytic enzymes and their inhibitors in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 173-196. 1973.
15. WRIGHT, D. J. and BOULTER, D. Purification and subunit structure of legumin of *Vicia faba* L. (Broad bean). *Biochemistry Journal* 141: 413-418. 1974.
16. ZACHARIUS, R. M., ZELL, T. E., MORRISON, J. H. and WOODLOCK, J. J. Glycoprotein staining following electrophoresis on acrylamide gels. *Analytical Biochemistry* 30: 148-154. 1969.

Notas y Comentarios

Vacas en engorde hacen leche rica en calcio

El contenido de calcio soluble de la leche de la vaca baja en la primavera, cuando se la suelta al pastoreo después de comer alimentos conservados durante todo el invierno. El Agricultural Research Council (ARC) de Gran Bretaña informa que un grupo de científicos ha encontrado que la cantidad de calcio en la leche depende de la presencia de una sustancia ligadora del calcio, involucrada en la síntesis de la grasa. Espera que sea posible usar esta información para aumentar la estabilidad de la leche durante el procesado y el almacenamiento.

La variación estacional en el calcio soluble salió a la luz por primera vez en 1977, cuando Carl Holt y Donald Muir, del Instituto de Investigación Hannah in Ayr, Escocia, llevaron a cabo un reconocimiento de las lecherías del sudoeste de Escocia (*Journal of Dairy Research*, vol. 46, p. 433). Para verificar esta variación, los investigadores permitieron a ciertas vacas comer sólo alimento conservado, y entonces las soltaron al pastoreo para ver lo que sucedería al contenido de calcio de su leche. Conforme lo esperado, ese contenido decreció.

La explicación, creen Holt y sus colegas, está ligada a la síntesis de la grasa que realiza la vaca, la que a su vez está ligada a la forma en que la vaca almacena el calcio. Las células productoras de leche utilizan un sistema de bombeo enzimático para transportar el calcio a través de la membrana celular. Otras células especializadas tales como el retículo sarcoplásmico y los mitocondrios funcionan en una manera similar, pero ellos eventualmente alcanzan un estado constante en el que el calcio que se difunde pasivamente fuera de la célula iguala al que está bombeándose hacia adentro. Las células productoras de leche, en contraste, retienen el calcio ligándolo a tres sustancias fuertemente fijadoras de calcio: la caseína, el fósforo y el citrato.

El citrato está también involucrado en la producción de grasa en la célula secretora mamaria. Durante los períodos cuando la vaca está haciendo y almacenando grasa, aumentan los niveles de citrato en las células productoras de leche y aumenta el contenido de calcio de la leche concomitantemente. Pero durante la primera parte de la estación de pastoreo

hay una caída en los niveles de citrato en las células productoras de leche, y el contenido de calcio soluble baja también. Los científicos del ARC encontraron que podían reducir el contenido de calcio de la leche haciendo comer a las vacas alimentos conocidos como depresores de la síntesis de la grasa interna.

La leche es más susceptible de alterarse al calentarse si tiene altos niveles de calcio soluble. Los investigadores del ARC están ahora estudiando si las vacas que comen tales dietas producen leche que permanece más estable cuando se calienta al procesarse. Si ellos pudiesen conseguir esto, las máquinas que procesan la leche podrían permanecer más limpias y la industria lechera sería capaz de reducir el costo de operación de sus plantas.

Estos alimentos reductores de la grasa podrían también tener el efecto de prolongar la vida en los anaques de ciertos productos lecheros en climas calurosos, no un factor tan crucial en el clima británico, pero muy importante en países del Tercer Mundo que reciben leche evaporada de Europa.

Recuperación de la plata de material fotográfico

La recuperación de la plata parecería no tener importancia para la agricultura, pero hay que recordar que el yoduro de plata se usa cada vez más para "sembrar" las nubes en zonas áridas para aumentar las lluvias.

Un nuevo proceso químico ha sido patentado en Tel Aviv, Israel, para una recuperación sencilla de la plata de materiales fotográficos de desecho. Las películas para cámaras y otros materiales similares sensibles a la luz, constituyen uno de los principales usos industriales de la plata. Con la constante alza en el precio de este metal, 600 por ciento en poco más de un año (relativamente más que el oro), su recuperación en gran escala de material de desecho se torna en un asunto cada vez más atractivo (*Innovation* N° 51, Febr. 1980).

Michael S. Howard, de Tel Aviv, ha perfeccionado un nuevo proceso, que consiste en lavar el material y llevar la plata presente en el agua de lavado a una forma soluble en forma de haloide o sendohaloide. El compuesto de plata se recupera y las sales de plata se purifican.

Notas y Comentarios

Intento de erradicar al picudo del algodón

El picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), la notoria plaga del algodón, podría ser eliminada completamente en los Estados Unidos, si tienen éxito los entomólogos del Departamento de Agricultura y unos 1600 millones de dólares de parte de los agricultores y contribuyentes de ese país. Una operación piloto, que comenzó en 1978 en 8000 hectáreas de algodón alrededor de Fayetteville, Carolina del Norte parece que ha tenido éxito (*The Economist* October 13th, 1979 p. 87). Los científicos consideran que si pueden eliminar al insecto allí, una de las zonas más severamente afectadas, ellos podrían hacer lo mismo en cualquier parte.

La ofensiva de Fayetteville comenzó con la aplicación de productos tóxicos, para reducir el número de picudos que irán a invernar durante el invierno. Se reanudó este año cuando los campos fueron asperjados varias veces con diflubenzurón (nombre registrado, Dimilin, un producto desarrollado por la North American Phillips Corporation) Dimilin mata la descendencia de los gorgojos en el estado de huevo o durante las mudas del desarrollo larval.

Entre las aplicaciones de Dimilin, por lo menos 100 machos estériles por cada picudo que se calcula existen en el campo se dejaron caer desde el aire, con el objeto de hacer improductiva la crianza. Observadores entrenados han tenido últimamente dificultades para encontrar gorgojos, y esta evidencia de éxito ha sido confirmada por el escaso recojo de 30 000 trampas que se pusieron en los campos. Cada una fue cebada con una feromona, pero las trampas sólo atraparon siete picudos.

Se están ahora trazando planes, con precisión militar, para llevar la acción a través de los 14 estados algodoneros de los Estados Unidos. Las operaciones de búsqueda y destrucción comenzarían en las Carolinas y se moverían hacia el sur a la frontera mexicana. Se establecería, además, al sur del Río Grande, una ancha zona libre de picudos, para negarle santuario al insecto.

La erradicación del picudo (que puede hacer daño de US\$ 300 millones en un verano) reforzaría los otros factores que hacen ahora al algodón más competitivo contra los textiles artificiales: los altos precios petroquímicos y la invención de una camisa de algodón que no necesita más cuidado que una "lave y use" de poliéster.

Aún así, los agricultores pueden resistirse a pagar su cuota de US\$ 800 millones para pagar el costo de la campaña. Los resultados de intentos pasados de erradicar completamente una población insectil han sido notoriamente de corta duración. Aún en Mississippi, donde el picudo tiene una gran intensidad, los agricultores están mostrando un agudo interés en alternativas a la erradicación total: programas dirigidos simplemente a mantener los números de insectos en niveles tolerables.

Publicaciones

Carta Informativa Agrícola Con fecha setiembre 1978 ha aparecido el primer número de este informativo del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), destinado a dar a conocer las actividades, resultados de ensayos sobre la investigación agrícola. Hace pareja con la *Carta Informativa Pecuaria*, aparecida en 1977, (Cf. *Turrialba* 29: 58) dividiéndose así las dos disciplinas del IDIAP.

El primer número tiene una descripción de la institución, y un artículo sobre avances de la soya en Panamá, además de noticias breves. El segundo número tiene fecha agosto 1979 y tiene artículos sobre plagas del arroz en Panamá, nuevas variedades de pimiento, nematología general, y siembra del plátano. La editora actual es Elizabeth de Ruiloba y la dirección es: Apartado 58, Santiago de Veraguas, Panamá.

Aspartame, un nuevo edulcorante

Un nuevo nombre, aspartame (APM), se ha unido a la sacarina y al todavía prohibido ciclamato como edulcorante artificial. Los franceses fueron los primeros en poder comprar el producto, que fue desarrollado por G. D. Searle de los Estados Unidos. El APM fue aprobado en Francia en agosto de 1979 y en febrero de 1980 se puso a la venta con el nombre de Canderelle, pero por ahora sólo en forma de tabletas para su uso en la mesa. La aprobación en Canadá y en los Estados Unidos se espera que sigan poco después (*The Economist* 16 de febrero de 1980, p. 96).

La aprobación, sin embargo, no será ilimitada. El APM, un péptido sintetizado a partir de dos aminoácidos, ácido aspártico y el éter metílico de fenilamina, no es tan estable como la sacarina, por ejemplo. Tiende a descomponerse en soluciones ácidas. La mayoría de las bebidas gaseosas y de alimentos enlatados, ambos de gran interés para los fabricantes de edulcorantes, acidifican. El APM es también insuficientemente estable a altas temperaturas como para ser usado en alimentos cocinados. Por eso, al principio, será vendido sólo en tabletas (esto es, para usarse con el café o té); como endulzador para bebidas en polvo, que se mezclan con agua en el momento de usarse; y para cereales de desayuno endulzados, que también se venden en estado seco.

El problema con los ciclamatos, y posiblemente con la sacarina (Cf. *Turrialba* 29:202); es que, después de haber cumplido su misión de endulzar el paladar, son absorbidos por el aparato circulatorio y después excretados por la orina, potencialmente causando cáncer. Una forma de evitar la posibilidad de cáncer consiste en agregar el ion estimulante de sabor dulce a una molécula lo suficientemente grande para que no pueda ser absorbida dentro del cuerpo. Sería entonces excretada sin ser afectada por el proceso digestivo, con las heces. Si fuera además estable en presencia de ácidos diluidos y de las temperaturas de cocción (evitando los inconvenientes del APM), tanto mejor.

Una compañía que trabaja en ese material es Dynapol, una del creciente número de empresas microbiológicas de California, que también trabajan en ingeniería genética. El trabajo con un edulcorante es sólo una parte de programa general para fabricar aditivos para alimentos que no pueden ser absorbidos por el cuerpo.

No sólo se intenta unir la parte activa del aditivo a una molécula demasiado masiva para ser absorbida por el cuerpo, sino también que tenga un enlace químico que el cuerpo no pueda quebrar. Dynapol ha completado pruebas sobre un nuevo preservativo, un antioxidante, al que se le ha unido un polímero. Está trabajando con un colorante amarillo y a fines de 1980 proyecta tener listo un nuevo color rojo. El costo es todavía alto, pero la idea de que los aditivos que dan sabor, color y mayor conservación a los alimentos, pasen por el tracto digestivo sin ser absorbidos, es lógica, ahora que los aditivos (y algunas sustancias naturales) son cada vez más sospechosos de ser dañinos a la salud.

Publicaciones

Boletín de Nuevas Adquisiciones El Centro Regional para la Educación Superior en la América y el Caribe (CRESALC), organismo de la Unesco localizado en Caracas, ha iniciado una publicación trimestral, *Boletín de Nuevas Adquisiciones*, dedicado a difundir la documentación sobre educación superior que se genera en la región. Está a cargo de Servicio de Información y Documentación, cuya directora es Natacha Márquez. El primer número, del volumen primero tiene fecha octubre de 1979 y contiene 43 páginas de referencias, de unas 10 citas por página. Ofrece servicio de fotocopia y anuncia que en diciembre publicaría un *Boletín de Resúmenes*, con síntesis de los documentos más relevantes. La dirección es: Apartado 62090, Caracas 106.

Molhamento foliar em cafezal recepado e decotado^{*1/}

FERNANDO JOSE LINO DO NASCIMENTO**, ANTONIO TUBELIS**

ABSTRACT

This paper reports on the study of the beginning, termination and duration of the active period of leaf wetness in coffee

Surface wetness was observed in two plots arranged in a north-south orientation, on the sides of the plants facing east and west. One plot of trees was populated with high-level topped plants, the other with low-level topped plants.

In wetness, caused by dew, the beginning and the duration was decreased as a function of the increasing time lapse after rainfall

The length of the period of wetness, whether caused by dew or by rain, was found to be greater on the side of the plants facing west, as compared to the side facing east. Similarly, the length of period was found to be of longer duration in the plot with high-level topped trees as compared with the plot with low-level topped plants.

Introdução

NA cultura cafeeira, a duração do período de molhamento é fator indispensável para a germinação e penetração dos esporos dos fungos *Hemileia vastatrix*, agente causal da ferrugem alaranjada, e *Colletotrichum coffeanum* da antracnose ou c.b.d. (2, 6). Em virtude da expressão econômica elevada da cafeicultura no Brasil e do montante que se dispense no controle químico da ferrugem, é de inegável necessidade estudos microclimáticos nessa cultura que possam levar às práticas que minimizem a incidência dessa doença.

Algumas observações de orvalho em cafezal foram feitas por Kirpatrick (3), que verificou que o mesmo se forma provavelmente em todas as noites sob céu limpo, mesmo com umidade relativa do ar abaixo de 85 por cento.

Woodhead (7) examinou com que extensão ocorriam as condições físicas para a germinação conídias *Colletotrichum coffeanum* dentro de um cafezal, a partir de medidas de temperatura do ar e de duração

do molhamento vegetal. Observou uma maior duração do molhamento para a face poente das plantas, devido ao fato da radiação solar provocar o secamento mais rápido da face nascente; o secamento foi mais rápido sob condições de alta energia solar e de alta velocidade do vento.

O presente trabalho estuda a duração do molhamento vegetal do cafeeiro, por orvalho e por chuva, em duas condições de cobertura do solo pela cultura e duas faces de exposição das plantas.

Material e método

Local de Estudos

Os estudos foram desenvolvidos na Estação Experimental "Presidente Médici", no Campus de Botucatu-SP, da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

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

Foram utilizadas três parcelas do cafezal, sendo duas recepadas e uma decotada, como pode ser visto na Figura 1. Cada parcela consistia de 4 linhas de 10 covas. A recepa das plantas foi feita a 0,4 m e o decote a 1,7 m do solo.

* Recebido para publicação novembro 1º, 1979.

1/ Trabalho realizado com suporte financeiro do Instituto Brasileiro do Café-Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

** Departamento de Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 18 600, Botucatu, SP, Brasil

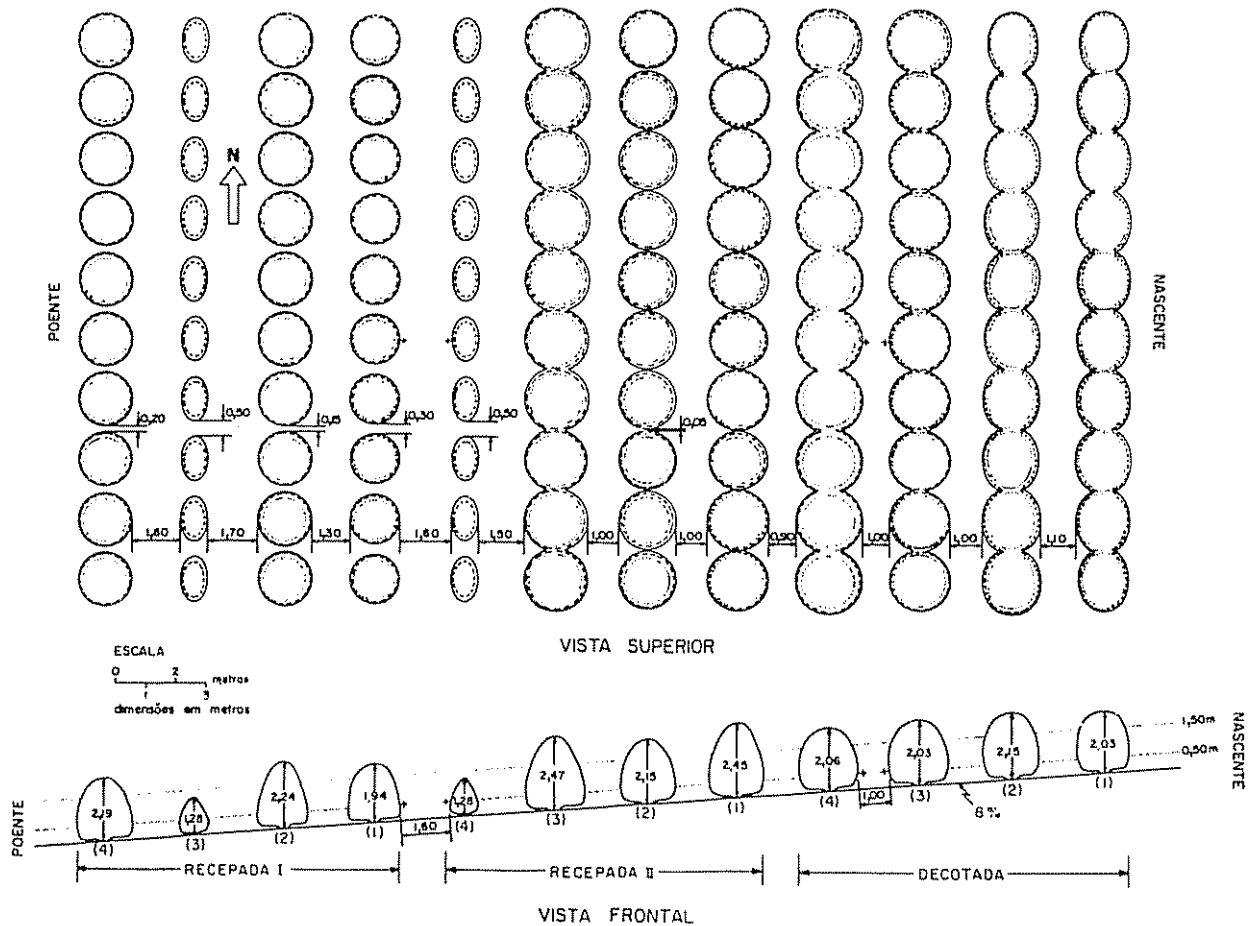


Fig. 1 — Esquema do cafezal utilizado nos estudos do molhamento vegetal (i) vista superior, onde as linhas representam o perímetro das plantas na saia e nas alturas de 0,5 e 1,5 m acima do solo, (ii) vista frontal, onde as cruzes indicam os pontos de observação.

A parcela decotada apresentava um índice de cobertura do solo de 55 por cento na saia, 53 por cento de 0,5 m e 38 por cento na altura de 1,5 m acima do solo. Para as parcelas recepadas, a área ocupada pela linha 1 da parcela recepada I e pelas linhas 3 e 4 da parcela recepada II apresentava um índice de cobertura do solo de 34 por cento na saia, 29 por cento na altura de 0,5 m e 15 por cento na altura de 1,5 m.

Observação do Molhamento Vegetal

O molhamento da superfície foliar dos cafeeiros foi observado visualmente em pontos definidos e marcados sobre a folhagem. O tato das mãos foi utilizado como meio secundário de inspeção, quando necessário.

Os pontos de observação foram quatro, localizados a 0,5 m acima do solo: na face nascente da linha 4 e na poente da linha 3 na parcela decotada; na face nascente da linha 1 na parcela recepada I e na poente da linha 4 da parcela recepada II, conforme mostra a Figura 1

As observações do molhamento vegetal foram realizadas no período de 13 a 31 de janeiro de 1972.

Parâmetros do Molhamento Foliar

O período de molhamento foliar foi estudado com respeito aos três parâmetros abaixo (5):

- momento de início oI, medido em horas em relação às 12 horas locais imediatamente anteriores ao evento,
- momento de fim F, medido em horas a partir da zero hora local imediatamente anterior ao evento,
- duração D, medida como a diferença em horas entre os momentos de fim e de início.

Quando o molhamento perdurou durante todo o dia, só indo ocorrer o secamento no dia seguinte, considerou-se como momento de fim as 12 horas locais, e nesse momento, o início de novo período de molhamento

Quadro 1.—Valores médios de momento de início, momento de fim e duração do período de molhamento por orvalho da superfície vegetal do cafeeiro sob dois tipos de condução das plantas e duas faces de exposição (horas).

Tipo de Condução	Início			Fim			Duração		
	Nascente	Poente	Média	Nascente	Poente	Média	Nascente	Poente	Média
Recepada	10,86	10,56	10,71	6,98	7,11	7,05	7,81	8,03	7,92
Decotada	10,96	10,98	10,97	7,19	7,91	7,55	7,58	8,18	7,88
Média	10,91	10,77	10,84	7,09	7,51	7,30	7,70	8,11	7,90

Delineamento Experimental

Os três parâmetros no período de molhamento vegetal foram analisados estatisticamente como blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Cada noite de ensaio foi considerada como um bloco, como tratamentos foram consideradas as duas condições de cobertura do solo e como subparcelas as faces nascente e poente das plantas.

Análise e discussão

Molhamento por Orvalho

Os valores médios dos parâmetros do período de molhamento da superfície foliar do cafeeiro causado por orvalho são mostrados no Quadro 1.

Os resultados da análise de variância dos dados de momento de início relevam que foram altamente significantes as diferenças entre as noites, cujos valores médios variaram de 6,38 h a 15,73 h, em um período cuja duração foi de 16 dias. Essas diferenças mostraram-se associados com diferenças de umidade do solo e do ar. A comprovação dessa verificação está no fato de que o momento de início de formação do orvalho I mostrou-se diretamente correlacionado com o número de horas X decorridas a partir do final da última chuva anterior ao evento, conforme mostra a Figura 2, tendo-se obtido a equação

$$I = 0,049 X + 7,56$$

com um coeficiente de correlação de 0,85, significante ao nível de 1 por cento de probabilidade. Desse forma, o momento de início da formação do orvalho atrasou-se numa taxa de 1,17 hora para cada dia de afastamento da última chuva, em decorrência da diminuição de umidade. A dependência do momento de início da formação de orvalho com a data da última chuva está de acordo com Lloyd (4).

Embora o momento de início tenha se mostrado correlacionado com o afastamento do final da última precipitação, a relação só se verifica em condições de resfriamento noturno favoráveis à formação de orvalho.

Não ocorreu diferença significativa no momento de início da formação de orvalho por efeito do tipo de condução de plantas. As médias variaram de 10,97 a 10,71 h, com uma diferença de 16 minutos. Da mesma forma não foi significativo o efeito de face, com o orvalho iniciando-se 8 minutos mais tarde na face nascente, nem a interação, significando que não ocorreu diferença de comportamento nas faces em relação ao tipo de condução das plantas, que define o índice de cobertura do solo e o índice de área foliar.

Embora não se tenha constatado significância entre faces e entre conduções, nota-se pelo Quadro 1 que a diferença entre as faces para a parcela decotada é muito pequena, enquanto que a diferença entre as faces na parcela recepada é de 0,30 hora. Cronologicamente, o início do molhamento ocorreu na face poente da parcela recepada, depois na sua face nascente e por último em ambas as faces da parcela decotada. Como as plantas da linha 4 da parcela recepada II contavam com um ano de desenvolvimento, o seu pequeno volume foliar permitia uma maior ventilação de suas folhas, o que deve ter permitido o início da formação de orvalho mais cedo do que ocorreu nas plantas bem enfolhadas. A maior ventilação condiciona um maior fluxo de vapor d'água em direção à folhagem. Esse mesmo mecanismo deve ter sido o responsável pelo início mais tardio da formação do orvalho na parcela decotada, onde a circulação do ar é menor.

As médias de momento de fim entre as noites foram estatisticamente diferentes, tendo variado de 6,67 a 8,96 h. Ao contrário do que ocorreu com o momento de início, o momento em que cessou o molhamento não se mostrou correlacionado com o afastamento em relação à última chuva, conforme pode ser visto na Figura 2. As diferenças poderiam ser explicadas pela quantidade de orvalho formado e pelas condições de secamento.

Não ocorreu significância para o efeito do tipo de condução de plantas sobre o momento de fim do período de molhamento. Entretanto o Quadro 1 mostra uma diferença de 0,5 h entre as médias das parcelas decotada e recepada, com o momento de fim de molhamento mais tardio na parcela decotada. A justificativa física do porque o momento de fim ocorreu mais cedo na parcela recepada deve ser que nesta o balanço de radiação foi maior, devido a uma menor porcentagem de cobertura do solo e ao menor albedo do solo. Em consequência ocorreu um maior aquecimento do ar, que condicionou um maior poder evaporante do ar e uma mais rápida evaporação do orvalho. Deve ter-se associado a este efeito a maior ventilação das plantas da parcela recepada.

O efeito de face de exposição foi significativo sobre o momento de fim do molhamento por orvalho. O efeito mais pronunciado ocorreu dentro da parcela decotada, com uma diferença de 0,72 h, enquanto que na parcela recepada a diferença entre as faces foi de 0,13 h, com o momento de fim ocorrendo mais tarde nas faces poentes das plantas. O momento de fim do molhamento das faces poentes das plantas foi mais tardio pelo fato da radiação solar, no período da manhã, incidir diretamente sobre as faces nascentes das plantas. Pelo maior aquecimento das folhas das faces nascentes, ocorreu uma mais intensa evaporação do orvalho. As folhas dos lados poentes secaram predominantemente pelo aumento do poder evaporante do ar, uma vez que não receberam radiação solar diretamente. A diferença nos momentos de fim do molhamento entre as faces nascente e poente foi mais pronunciada na parcela decotada porque na parcela recepada ocorreu maior exposição da superfície do solo à radiação solar e uma maior ventilação da folhagem.

Não se constatou significância para a interação condução-face, revelando que as faces não se comportaram de maneira diversa com relação às conduções.

Foram significantes as diferenças de duração do período de molhamento entre as noites, variando de 2,61 a 14,59 h. Observou-se uma estreita correlação entre a duração D do período de molhamento com o número de horas X de afastamento em relação à última precipitação, conforme se vê na Figura 2, cuja equação é:

$$D = -0,063 X + 13,10$$

com um coeficiente de correlação 0,85, significativo ao nível de 5 por cento de probabilidade. Esta relação, conforme a Figura 2 evidencia, é decorrente do retardamento no momento de início a medida que se afasta das precipitações. A maior disponibilidade de água no solo e na atmosfera imediatamente após as precipitações permite a formação de maior quantidade de orvalho nas noites propícias ao fenômeno.

Tendo em vista que algumas doenças do cafeeiro dependem da existência de um filme de água líquida sobre a superfície vegetal e que deve existir uma duração mínima de molhamento para que o agente patogênico penetre na planta, a infecção somente poderá ocorrer depois de uma chuva ou longos períodos

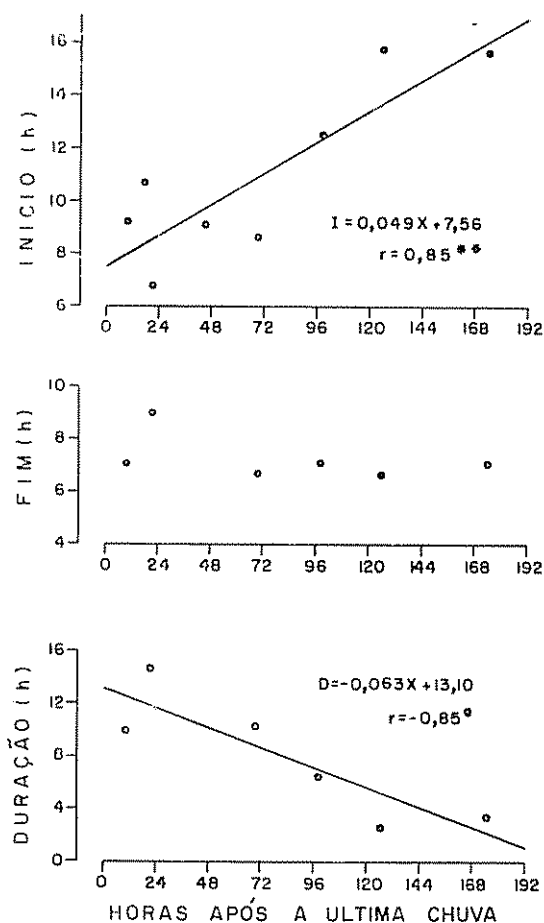


Fig. 2 — Dependência entre o momento de início, o momento de fim e a duração do período de molhamento do cafeeiro por orvalho com o intervalo de tempo decorrido a partir da última chuva.

de molhamento por orvalho. Como as maiores durações de orvalho ocorrem associadas com as precipitações, deve ser de difícil separação o efeito da precipitação e o efeito do molhamento por orvalho na infecção da planta. Este seria o caso, por exemplo, da ferrugem alaranjada do cafeeiro.

Não se observou significância para as diferenças de duração do molhamento entre as parcelas decotada e recepada, cujos valores médios foram 7,88 e 7,92 h.

Obteve-se significância para o efeito da face de exposição, com uma duração do molhamento maior em 0,41 h na face poente, em média. Isoladamente a diferença foi maior na parcela decotada, 0,60 h, enquanto que foi 0,22 h na parcela recepada. A maior duração foi observada na face poente das plantas da parcela decotada devido a ser a face que secou mais tarde; a segunda ordem foi a face poente das plantas da parcela recepada, em decorrência de que foi a primeira em que o orvalho se formou; e na ordem seguem as faces nascentes das plantas da parcela recepada e da parcela decotada, respectivamente.

Quadro 2 — Valores médios de momento de fim e de duração do período de molhamento por chuva da superfície vegetal do cafeeiro em dois tipos de condução de plantas e duas faces de exposição (horas).

Tipo de Condução	Fim			Duração		
	Nascente	Poente	Média	Nascente	Poente	Média
Recepada	9,27	9,89	9,58	15,22	16,34	15,78
Decotada	9,97	11,01	10,49	16,32	17,56	16,94
Média	9,62	10,46	10,04	15,77	16,95	16,36

Molhamento por Chuva

Os valores médios dos parâmetros do período de molhamento da superfície foliar do cafeeiro causado por chuva são mostrados no Quadro 2.

O início do molhamento da superfície foliar do cafeeiro por chuva ocorreu simultaneamente em ambas as faces de exposição e em ambas as parcelas. As diferenças a serem analisadas deveriam ser, portanto, as referentes ao momento de fim do qual dependeria a duração do período de molhamento.

Observou-se significância para as diferenças de momento de fim entre as noites, cujos valores médios variaram de 7,17 a 12,07 h. Essas diferenças devem estar ligadas à quantidade de precipitação interceptada, à intensidade de energia solar no período de secamento e ao poder evaporante do ar.

As diferenças entre as parcelas foram altamente significativas, sendo o momento de fim de molhamento 0,91 h mais tardio na parcela decotada. As considerações já feitas para secamento do orvalho valem também aqui, de modo que a fração de cobertura do solo, menor na parcela recepada, favoreceu um maior recebimento de energia pelo solo, um maior aquecimento do ar e um secamento mais cedo do orvalho das plantas recepadas. A diferença de 0,91 h, superior a de 0,50 h do molhamento por orvalho, deve ser consequência de que a quantidade de água interceptada da chuva é maior que a depositada por orvalho.

Observou-se significância para face de exposição. O momento de fim foi 0,84 h mais tardio na face poente, sendo essa diferença de 1,04 h na parcela decotada e de 0,62 h na parte recepada. A explicação prende-se ao fato de que a face nascente recebe diretamente a energia solar pela manhã, secando portanto mais cedo. As diferenças são menores na parcela de plantas recepadas porque aqui a fração descoberta do solo, sendo maior que na de plantas decotadas, contribui para um maior aquecimento do ar, que agirá na

evaporação da água da superfície vegetal mais equitativamente em ambas as faces, associado com uma maior ventilação.

Não se observou significância para a interação face-condução, revelando que as faces não atuaram diferentemente nas duas parcelas.

Tendo-se observado que ocorreu simultaneidade nos momentos de início do período de molhamento por chuva, a análise das durações dos períodos de molhamento deve ser idêntica àquela feita para os momentos de fim. A duração do período de molhamento variou entre os limites de 7,37 a 23,83 h, com valores médios de 15,78 h para a parcela recepada e 16,94 para a parcela decotada. As maiores durações de molhamento ocorreram nas plantas da parcela decotada pelo fato de sua superfície foliar secar mais tarde, o mesmo ocorrendo com as faces poentes das plantas de ambas as parcelas em relação as faces nascentes.

Comparando-se os dados de momento de fim do molhamento por chuva e por orvalho, observa-se que ocorreu a mesma ordem de sequência dos momentos, isto é, primeiro secou a face nascente das plantas recepadas, seguindo-se a face poente dessas plantas, posteriormente a face nascente das plantas decotadas e por último a face poente dessas plantas. Esta sequência de momentos foi observada para as condições do ensaio, tendo ocorrido em todos os casos o secamento das plantas durante a elevação do sol acima do horizonte. Na hipótese de que o início de um período de secamento se dê durante a fase em que diminui a altura do sol, vai haver mudança na sequência dos momentos de fim, pois o processo de secamento é decorrente do balanço de radiação.

Medição do Molhamento

A duração do período de molhamento é um parâmetro importante do ponto de vista biológico, com respeito à infecção das plantas por agentes patogênicos. Desde que as demais condições sejam favoráveis, as maiores infecções são decorrentes das maiores durações do molhamento.

Comparando os Quadros 1 e 2, verifica-se que o valor médio da duração do molhamento é de 7,90 h para orvalho e 16,36 h para chuva. As faixas de variação foram de 2,61 a 14,59 h para orvalho e de 7,37 a 23,83 h para chuva. Isto mostra que o molhamento por chuva teria uma maior importância para a infecção das plantas, o que concorda com a observação de Bock (1). Por outro lado não se exclui a importância das grandes durações de molhamento por orvalho na infecção (2).

Tendo em vista o interesse em se medir as maiores durações de molhamento, que propiciam melhor condição de infecção, os registros do molhamento deveriam ser feitos nas faces poentes das plantas, desde que as ruas estejam orientadas no sentido norte-sul, pois foi nessa face que foram registrados os maiores valores, tanto na cultura decotada como na recepada.

Conclusões

O desenvolvimento do presente trabalho, em cafezal cujas linhas tem orientação norte-sul e exposição oeste, instalado em terra roxa estruturada, levou às seguintes conclusões:

a. A duração do molhamento, tanto por orvalho como por chuva, foi maior em parcela decotada do que em parcela recepada

b. A duração do molhamento, por orvalho ou por chuva, foi maior na face poente das plantas do que na face nascente.

c. Diferenças de duração do molhamento foram decorrentes de diferenças no momento de fim do período de molhamento, pois os momentos de início não diferiram estatisticamente.

d. O momento de início do período de molhamento por orvalho mostrou-se correlacionado positivamente com o intervalo de tempo decorrido a partir do final da última precipitação

Resumo

Este trabalho estuda os parâmetros momento de início, momento de fim e duração do período de molhamento, por orvalho e por chuva, da superfície foliar exposta de cafeeiros.

O molhamento vegetal foi observado visualmente nas faces nascente e poente das plantas, em duas parcelas, uma decotada e outra recepada, com as linhas de plantas orientadas norte-sul.

No molhamento por orvalho, o momento de início atrasou-se e a duração diminuiu com o aumento do intervalo de tempo depois da última chuva.

A duração do molhamento, por orvalho ou por chuva, foi maior (i) na face poente das plantas que na face nascente (ii) na parcela decotada que na parcela recepada

As diferenças de duração de molhamento foram decorrentes de diferenças no momento de fim, pois os momentos de início não diferem estatisticamente.

Resumen

Se estudiaron los parámetros del momento de iniciación, fin y duración del período de mojadura, por rocío o por lluvia, de la superficie foliar expuesta de los árboles de café.

La observación visual de la mojadura de la superficie fue realizada en los lados este y oeste de las plantas, las que estaban dispuestas en una orientación norte-sur, en dos parcelas, una de plantas recepadas y la otra, descopadas.

Para la mojadura por rocío, el momento del inicio se demoró y la duración disminuyó con el aumento del lapso después de la última lluvia. La duración del período de mojadura, ya sea por rocío o por lluvia, fue mayor (i) en el lado oeste de las plantas, comparado con el lado este, y (ii) en la parcela de plantas recepadas comparado con la parcela de planta recepadas.

Literatura citada

1. BOCK, K.R. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. Transactions of the British Mycological Society 45 (1): 63-74 1962.
2. CHAVES, G.M.; CRUZ FILHO, J.; CARVALHO, M.G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D.T. e SHIMOYA, C. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil, Seiva, (Viçosa) 1970 75 p. (Numero especial).
3. KIRKPATRICK, I.W. The climate and eco-climate of coffee plantations Amani, East African Agricultural Research Station, 1935. 66 p.
4. LLOYD, M.G. The contribution of dew to the summer water budget of Northern Idaho. Bulletin of the American Meteorological Society 42: 572-580 1961
5. NASCIMENTO, F.J.L. Estimativa da 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
6. ORTOLANI, A.A.; VIANNA, A.C.C. e ABREU, R.G. *Hemileia vastatrix* Berk & Br. Estudos e observações em regiões da Africa e sugestões à cafeicultura do Brasil Ministério de Industria e do Comercio, Instituto Brasileiro do Café, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Relatório, 1971 222 p.
7. WOODHEAD, I. An investigation into some micrometeorological aspects of coffee berry disease. Agricultural Meteorology 6: 195-210 1969

Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. in acid soils of Brazil^{*1/}

A. A. FRANCO**, J. M. DAY***

RESUMO

Foram conduzidos três experimentos em casa de vegetação para estabelecer a melhor fonte de Mo e melhor nível de calagem para máxima fixação de nitrogênio e produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. 'Venezuela 350', efetivamente nodulado.

Molibdato de amônio e ácido molibdico mostraram ser igualmente boas fontes de Mo, enquanto a Mo-mono frit (Fritted trace element) mostrou-se sem efeito. Em um solo Podzólico Vermelho-amarelo, pH 5,1, a calagem aumentou o crescimento, nodulação, fixação de nitrogênio e eficiência dos nódulos. Sem calagem as plantas fixaram pouco nitrogênio, cresceram pouco e não responderam à adição de Mo. Entre pH 5,3 e 6,0 houve resposta significativa da fixação de nitrogênio e crescimento das plantas à aplicação de Mo. Acima de pH 6,0, as plantas cresceram bem com abundante fixação de nitrogênio e não houve resposta à aplicação de Mo. Estes efeitos foram também observados em vários outros solos, onde outros fatores limitantes haviam sido completamente eliminados.

Introduction

BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) response to inoculation in the field is variable although high rates of acetylene reduction (80 μ moles per plant per hour) have been obtained under controlled conditions by Franco, and Munns, (unpublished). Poor response in the field may be due to physical and nutritional limiting factors specific to the bean symbiosis, or a lack of adaptation of either one or both symbionts to environmental stress.

Most beans in Brazil are grown in acid soils, often high in aluminum, low in calcium, magnesium and phosphorus, and deficient in one or more micronutrients. Molybdenum is especially important for legumes dependent on N₂ for growth (4) and its deficiency is widespread in soils in Brazil (15, 3). Responses of beans to Mo application have been observed in some experiments (10, 5, 18, 13 and 20) and no or even negative responses in others (10, 12 and 20).

The availability of molybdenum and its uptake is pH dependent, and responses to liming in legumes are sometimes attributable to increased availability of Mo (1). However, this has not been carefully considered in the studies of bean response to molybdenum applications. While in some experiments the soils were limed to pH 6.0 (20) or to levels which eliminate aluminum toxicity (19, 10), some of the reported results do not mention soil pH (6, 13) or the study was carried out without *Rhizobium* inoculation (21, 5 and 12). The present study was to assess the extent to which the poor symbiotic performance of beans in acid soils can be attributed to problems in Mo nutrition.

Materials and methods

All experiments had factorial randomized block designs and were done with *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'Venezuela 350' in a glasshouse at EMBRAPA/SNLCS/PFN, Km 47, RJ, Brazil during the winter months when the temperature in the glasshouse was between 20 and 32°C and rarely exceeded 33°C. The inoculants in all experiments were *Rhizobium phaseoli* strains F300 and F310 (PFN/SNLCS/EMBRAPA, Km 47, RJ, Brazil), cultured separately on yeast mannitol agar

* Received for publication January 7, 1980

^{1/} The authors are indebted to Dr. J. Döbereiner for valuable discussions and suggestions and to Dr. D. N. Munns for his critical review of this manuscript.

** Programa Fixação Biológica de Nitrogênio, EMBRAPA/SNLCS-CNPq, Km 47, Seropédica 23160, Rio de Janeiro, Brazil.

*** Rothamsted Experimental Station Harpenden, Herts, England.

Table 1.—Effect of lime and Mo on nodulation, nitrogen fixation and growth of *P. vulgaris* cv. Venezuela 350 on a Red-yellow Podzolic soil.^a

Mo source	Lime (ton ha ⁻¹)	Soil pH at harvest	Nodule dry wt (mg. pot ⁻¹)	μmoles C ₂ H ₄ per hour		Plant dry wt. (g pot ⁻¹)	Total plant N (mg pot ⁻¹)	Total N fixed (mg pot ⁻¹) ^c
				per g nod dry wt	per pot			
Am. molybdate ^b	0	5.0	128	10	2.1	2.79	35	2.9
F.T.E. ^c	0	5.1	141	23	5.3	2.92	45	13.3
Molybdic acid	0	5.0	77	23	2.6	2.82	36	5.1
Control	0	5.0	65	27	5.2	2.77	37	6.5
Am. molybdate	0.19	5.1	88	12	7.1	3.19	48	15.0
F.T.E.	0.19	5.2	142	31	4.7	2.72	37	8.7
Molybdic acid	0.19	4.9	137	112	15.7	3.85	79	47.0
Control	0.19	5.1	94	16	1.9	3.20	42	8.7
Am. molybdate	0.50	5.2	172	113	23.2	3.12	82	58.4
F.T.E.	0.50	5.4	175	31	5.0	3.13	44	44.3
Molybdic acid	0.50	5.4	161	95	15.3	3.77	76	12.7
Control	0.50	5.5	215	36	13.7	3.04	43	11.9
Am. molybdate	2.00	6.0	276	144	39.0	6.36	200	168.2
F.T.E.	2.00	6.0	241	94	20.5	5.08	118	86.4
Molybdic acid ^d	2.00	6.0	314	115	37.4	6.92	197	164.6
Control	2.00	6.1	374	41	19.8	6.48	135	102.4
<i>F. values</i>								
Molybdenum			—	7.88**	6.62**	2.82*	2.85*	2.60
Lime			11.79**	0.36	4.41**	53.62**	28.31**	27.72**
Mo x Lime			3.23*	5.35**	3.09**	1.98*	4.14**	4.44*
V.C. (%)			41	57	75	16	30	53
L.S.D. (p ≤ 0.05)			87	37	11.2	0.77	27	26.7

^a Each value represents a mean of 5 pots

^b Ammonium molybdate at the rate of 0.75 kg Mo ha⁻¹

^c Fritted trace element (0.2% Mo) at the rate of 40 kg ha⁻¹

^d Molybdic acid at the rate of 0.25 kg of Mo ha⁻¹

^e Total plant N of each treatment minus total plant N of unnodulated plants

* p ≤ 0.05

** p ≤ 0.01

After growth at 30°C for five days the bacteria were washed from the slopes, diluted to approximately 10⁸ cells ml⁻¹, mixed and one drop per seed inoculated at sowing.

Experiment 1 compared ammonium molybdate (0.75 kg Mo ha⁻¹), molybdic acid (0.25 kg Mo ha⁻¹) and fritted trace elements (40 kg ha⁻¹ of FTE containing 0.2% Mo) and CaCO₃ at rates equivalent to 0.19, 0.5 and 2.0 ton per hectare (based on 2000 ton soil per ha). Red-yellow Podzolic soil collected from three sites at Santa Monica-RJ was sieved and mixed. After homogenizing the soil had pH 5.1, ppm, P, 78 ppm

K, 41 mE Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ and 0.2 mE Al⁺⁺⁺ per 100 cm³ of soil. Basic fertilization consisted of 40 ppm P, 52 ppm K, 15 ppm Mg, 16 ppm CuSO₄·5H₂O, 9 ppm ZnSO₄·7H₂O, 0.3 ppm H₃BO₃, 20 ppm FeSO₄·7H₂O and 10 ppm MnSO₄·H₂O. The soil was distributed into pots (1.8 kg/pot) and lime additions were mixed with the dry soil pot by pot. The soil was then watered and allowed to stand for one week before molybdenum was added in the appropriate levels and forms. The soils was remixed prior to sowing, the plants thinned to three per pot and harvested at flowering.

Experiments 2 compared five levels of Mo (equivalent to 0, 0.25, 0.5 and 1.0 kg Mo.ha⁻¹ as molybdic acid) and four levels of lime (CaCO₃ equivalent to 0, 1, 2 and 4 ton.ha⁻¹) on the same soil used in experiment 1. Experimental procedure was the same as for exp. 1 for two harvest (flowering and pod filling stage). For an additional harvest at seed maturity pots of 25 cm diameter containing 9 kg soil, were used.

Experiment 3 compared 3 soils from Rio de Janeiro State (Alluvial, Latosol and the Red-yellow Podzolic used in exp. 1 and 2); and 3 soils from the cerrado vegetational province at Sete Lagoas-MG (Dark Red Latosol-MG) and Brasilia-DF (Dark Red Latosol-DF and Red-yellow Latosol-DF). Two levels of Mo were applied (zero and the equivalent to 0.5 kg Mo.ha⁻¹ as molybdic acid) and 3 lime levels (CaCO₃ equivalent to 9, 3 and 10 ton.ha⁻¹). The Red-yellow Latosol-DF received an extra level of lime (1 ton CaCO₃ ha⁻¹). The same basic fertilization and experimental procedure were used as in exp. 1.

At harvest of all experiments soil pH was measured using 1:1 ratio of soil to distilled water. Nitrogenase activity was estimated by acetylene reduction assay as described by Franco, Fonseca and Marriel (11). Total nitrogen was determined by Kjeldahl digestion, steam distillation and titration.

Results

Results of experiments 1 are presented in Table 1. Liming without molybdenum significantly increased nodule dry weight, total N₂-ase activity, plant growth and total nitrogen accumulated in the plant. At the higher pH, ammonium molybdate and molybdic acid increased the efficiency of the nodules in reducing acetylene (specific N₂-ase activity). The response to Mo fertilization was pH dependent: in unlimed soil there was no significant response to Mo of nodule dry weight, total and specific N₂-ase activity, plant dry weight and plant total nitrogen. With the lower level of lime (0.19 ton CaCO₃ ha⁻¹), which was not sufficient to change the pH appreciably, molybdic acid was a superior source of Mo (compare total N₂ fixed in Table 1) but at higher pH ammonium molybdate was equally effective. The F.T.E. (Mo-mono frit) was apparently a poor source of Mo for *P. vulgaris* cv. Venezuela 350, at any pH. The slightly better availability of molybdic acid at lower pH justified its adoption as the sole Mo treatment in the subsequent experiments.

Figure 1 illustrates the response of N₂-ase activity and total plant N accumulation at flowering to pH and 0.5 kg Mo.ha⁻¹ in experiment 2. There was response to Mo at intermediate pH; but growth was poor at lower pH and good at pH above 6 regardless of Mo application. The complete set of results with statistical analyses are presented in Tables 2 and 3. Without lime and molybdenum plants had few, large, poorly

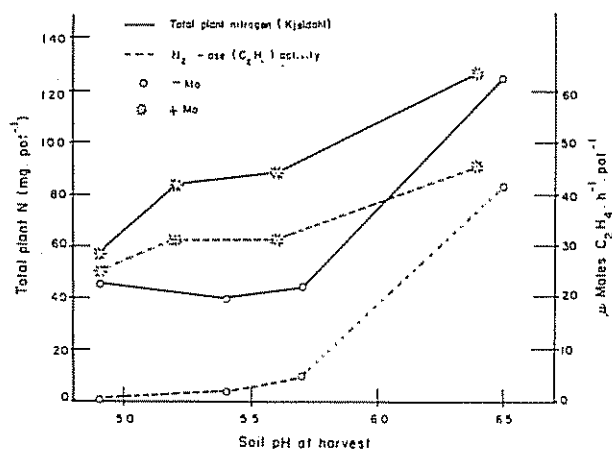


Fig. 1.—Effect of soil pH and Mo fertilization on N₂-ase (C₂H₄ reduction) activity and total plant nitrogen of *P. vulgaris* cv. Venezuela 350 (Experiment 2, harvest at flowering).

pigmented nodules. By flowering plants had developed little N₂-ase activity but by mid-pod fill, N₂-ase activity had increased to 12.5 μmoles C₂H₄.pot⁻¹.h⁻¹. Addition of 0.25 kg Mo ha⁻¹ increased N₂-ase activity throughout the growth cycle but the N content of the plant was little changed. Levels of molybdenum of 0.5 kg ha⁻¹ and above increased N₂-ase activity and total N content of the plants (Table 2), percent N in beans and N-harvest index significantly, but had little effect on the seed dry weight (Table 3).

The plants growing at pH 4.9 with any level of Mo and the plants growing in pH 5.4 and 5.7 without Mo addition, tended to approach the best treatments in N₂-ase activity later in the plant cycle (compare harvest at flowering versus pod fill in Table 2). As a consequence the pattern of nitrogen accumulation up to pod fill was very similar in the treatment without Mo for pH 5.4 and 5.7 or pH 4.9 with the higher levels of Mo. However, this was not reflected in seed yield (Table 3), indicating that the recovery was too late to benefit yield.

Experiment 3 confirmed that other soils of Brazil gave responses similar to Red-yellow Podzolic soil from S. Monica-RJ. The N₂-ase activity and total plant nitrogen response followed similar patterns and only the total nitrogen data are presented (Fig. 2).

The S. Monica soil was included in this experiment for comparative purposes. It is interesting that there was an increased nitrogen fixation between pH 6.1 and 7.6, when no Mo was added (Fig. 2a), in contrast to the results with pH 6.5 with and without Mo in experiment 2 (Table 2) indicating that the pH value at which no further response to Mo fertilization occurs with this soils is between 6.2 and 6.4.

The Red Latosol from Rio de Janeiro with initial pH 5.7 gave good plant growth without liming, but Mo addition increased N₂-ase activity from 27 to 67 μmoles C₂H₄.pot⁻¹.h⁻¹ and total plant nitrogen from 100 to 235 mg N.pot⁻¹. Liming in this soil resulted in

Table 2.—Effect of lime and Mo on the nitrogen fixation and growth of *P. vulgaris* cv Venezuela 350 on Red-yellow Podzolic Soil.^a

Lime (ton, ha ⁻¹)	Mo kg ha ⁻¹	Soil pH at harvest	Harvest at flowering			Harvest at pod filling stage			
			Nodule dry wt (mg pot ⁻¹)	μ moles C ₂ H ₄ , h ⁻¹ pot ⁻¹	Total plant N (mg pot ⁻¹)	Soil pH at harvest	Nodule dry wt (mg pot ⁻¹)	μ moles C ₂ H ₄ , h ⁻¹ pot ⁻¹	Total plant N (mg pot ⁻¹)
0	0	4.9	44	1.0	45.0	4.9	50	12.5	28.3
0	0.25	4.9	64	10.8	35.0	4.8	66	51.2	31.5
0	0.50	4.9	120	24.9	57.0	4.9	185	26.5	127.8
0	1.00	5.0	129	22.3	62.1	4.9	198	33.3	114.4
0	2.00	4.9	102	18.4	47.2	4.9	248	53.2	153.1
1	0	5.4	238	3.4	39.1	5.4	308	23.9	62.8
1	0.25	5.2	158	40.1	60.3	5.4	293	33.7	157.6
1	0.50	5.2	200	30.9	83.3	5.3	283	42.4	172.2
1	1.00	5.4	157	31.0	63.0	5.2	247	21.2	175.5
1	2.00	5.3	175	31.6	59.2	5.3	251	31.2	168.2
2	0	5.7	267	9.2	44.0	5.8	433	18.1	66.5
2	0.25	5.7	220	35.4	87.8	5.9	331	27.0	175.0
2	0.50	5.6	201	31.0	87.4	5.9	357	40.1	192.9
2	1.00	5.8	256	43.4	102.3	5.9	362	32.2	162.1
2	2.00	5.5	243	29.1	104.7	5.9	332	24.9	197.6
4	0	6.5	249	43.7	125.9	6.7	595	55.7	271.3
4	0.25	6.6	249	36.6	127.1	6.6	674	80.8	286.3
4	0.50	6.4	260	45.3	127.4	6.6	645	61.1	280.2
4	1.00	6.4	247	51.7	118.5	6.7	616	90.1	293.3
4	2.00	6.3	249	46.2	127.3	6.6	625	41.7	287.9
<i>F. values</i>									
Mo			—	5.23**	2.27	—	1.29	6.49**	
Lime			48.06**	12.40**	30.64**	99.25**	7.85**	33.40**	
Mo x lime			1.72	3.26**	2.80**	1.69	—	5.60**	
V.C. (%)			24	27	20	26	70	16	
l s d (p ≤ 0.05)			66	11.8	22.7	131	39.9	37.5	

^a Each value represents a mean of 4 pots with 3 plants each

* p ≤ 0.05

** p ≤ 0.01

no increase in growth or nitrogen fixation when compared with unlimed soil with Mo fertilization (Fig 2a).

The two Dark Red Latosols from the Cerrado behaved similarly (Fig. 2b). Without lime the few nodules formed had very little activity (less than 0.5 μ moles C₂H₄ pot⁻¹ h⁻¹). Although the plants were poorly nodulated, they were dark green and contained more nitrogen (68.3 and 55.5 mg N pot⁻¹ respectively for the unlimed MG and DF soils) than those in

Alluvial-RJ soil (24.1 mg N). This indicates the presence of available nitrogen in the soils. With 3 ton CaCO₃ ha⁻¹ both soils supported weakly nodulated plants and some nitrogen was fixed but there was little response to Mo. Ten ton CaCO₃ ha⁻¹ had no significant effect with or without Mo on total nitrogen content, but N₂-ase activity was significantly less indicating increased uptake of N from the soil and a corresponding reduction in the amount fixed in the nodules.

Table 3.—Effect of lime and Mo on the yield of *P. vulgaris* cv Venezuela 350 in a Red-yellow Podzolic soil.^a

Lime (ton. ha ⁻¹)	Mo (ton ha ⁻¹)	% N plants	Seed yield (g) (dry wt. pot ⁻¹)	N-harvest index (%) ^b
0	0	1.8	4.1	52
0	0.25	1.8	7.0	54
0	0.50	2.1	9.2	59
0	1.00	1.8	5.8	48
0	2.00	1.9	6.4	52
1	0	1.6	7.6	53
1	0.25	2.6	22.5	76
1	0.50	2.9	24.5	74
1	1.00	2.6	22.8	72
1	2.00	2.8	19.6	65
2	0	2.0	14.2	54
2	0.25	2.5	31.1	77
2	0.50	2.7	31.0	80
2	1.00	2.7	28.0	76
2	2.00	2.7	29.7	79
4	0	2.7	37.3	78
4	0.25	3.0	39.6	80
4	0.50	2.8	41.6	78
4	1.00	3.1	39.7	78
4	2.00	2.8	40.5	79
<i>F</i> values				
Mo		7.34**	6.54**	10.78**
Lime		30.47**	89.10**	61.06**
Mo x Lime		2.02	4.34**	3.49**
V.C. (%)		22	14	9
l s.d. (<i>p</i> = 0.05)		0.3	4.4	6

^a Each value represents a mean of 4 pots with 3 plants each.

^b Total seed N x 100 divided by total plant N (including pod shells).

* *p* ≤ 0.05

** *p* ≤ 0.01

The Red-yellow Latosol from Brasilia-DF received an additional treatment of 1 ton CaCO₃ ha⁻¹ (pH 5.2 and 5.4 in Fig. 2c) which was not included in the statistical analyses. However, this treatment was included in Fig. 2c to illustrate the response to Mo in this soil. At pH 6.4 there was no additional response to Mo and at pH 7.7 the plants showed severe signs of Mn deficiency (Döbereiner, J. personal commun.) which was probably responsible for the poor nodulation and nitrogenase activity in this and perhaps the other cerrado soils.

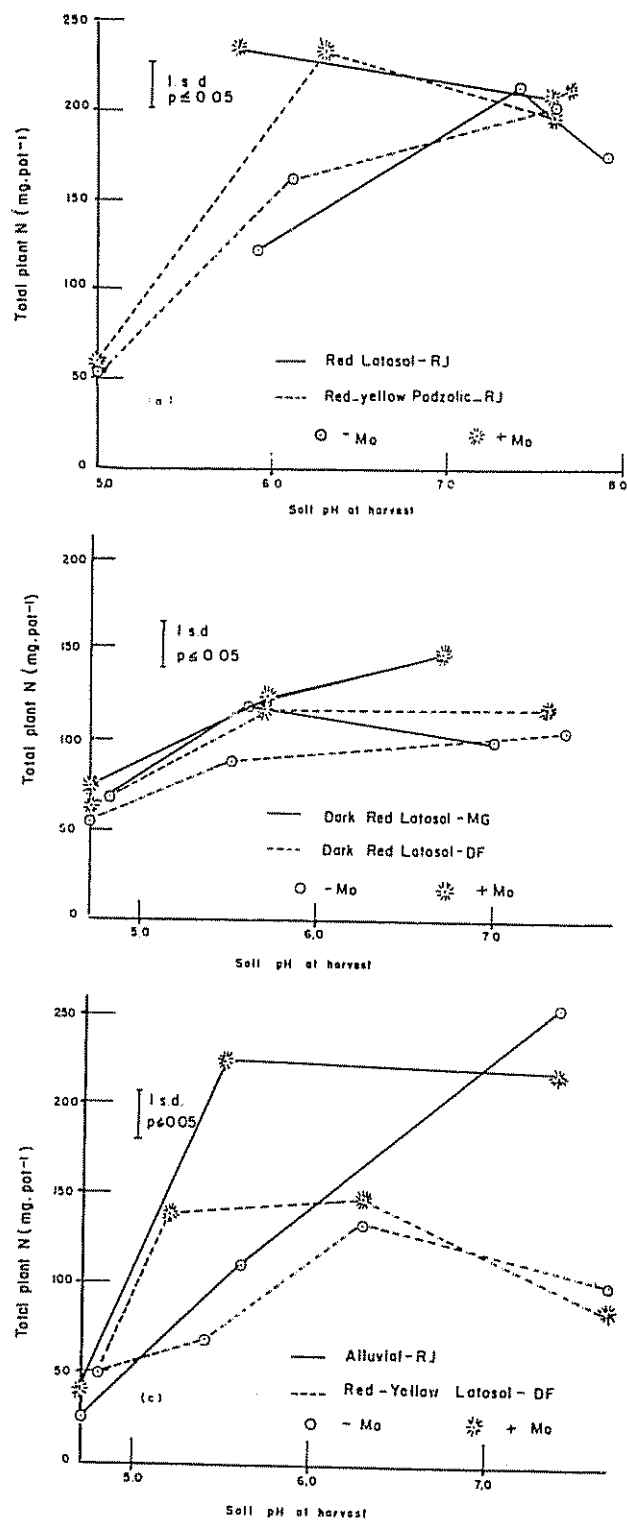


Fig. 2.—Effect of soil pH and Mo fertilization on total plant nitrogen of *P. vulgaris* cv Venezuela 350 on six soils from Brazil (Experiment 3).

The alluvial soil from Rio de Janeiro gave similar response to the S. Monica soil, but of greater magnitude (Fig. 2c).

Discussion

All soils used in this study were severely Mo deficient confirming the widespread occurrence of Mo stress in many tropical soils (3, 15, Franco, A.A. and Laera, N.T., unpublished). Without lime, molybdenum fertilization had little effect on plant nitrogen or growth in any of the acid soils used, and increased both on a red latosol with pH 5.7. Santos *et al.* (20) studied three soils and observed that a soil with original pH 5.8 also responded up to 12.3 g Mo ha⁻¹, while a soil with pH 5.5 responded linearly up to the highest Mo level used (16 g ha⁻¹). In another soil with originally low pH (4.7) liming to pH 6.0 in addition to Mo applications caused toxicity and decreased yield. These results agree with the high capacity of acids soils to adsorb Mo strongly below pH 5.5 but very little above pH 6.0 (22). The results of Smith and Leeper (23) with seven acidic soils indicate that Mo is rapidly fixed to the Fe and Al oxides and bound to organic matter. Also their studies indicated that leaching is not likely to move significant amounts of Mo through acidic profiles except perhaps in very sandy soils. This explains the lack of response to Mo in the acidic soils limed to pH 6.0 or more, observed here and by Santos *et al.* (20). The observation that Mo applications without liming increased significantly nitrogen fixation and yield of *Centrosema pubescens* grown in the same Red-yellow Podzolic soil from S. Monica, used in experiment 1 (8) stresses the differences between plant species in their response to Mo fertilization and soil pH, as indicated by Reisenauer, Tabikh and Stout (17).

Liming increased nodule growth at all levels up to 4 ton CaCO₃ ha⁻¹. At intermediate liming levels (1 or 2 ton CaCO₃ ha⁻¹) Mo fertilization reduced nodule production but increased nodule efficiency, total nitrogen fixed and plant growth. Increases of nodule mass as a response to low efficiency have been reported previously (9). At the high liming rate, plants grew well and did not respond to further Mo applications. This response pattern is similar to those obtained with subterranean clover (2, 16).

Ammonium molybdate and molybdic acid were both good sources of Mo for beans, but at lower pH levels molybdic acid seemed to be more available (Table 1). A specially prepared fritted trace element containing only Mo was of poor availability at all pH levels tested. A mixed fritted trace element preparation applied at higher doses to the same unlimed soil was able to supply the necessary micronutrients to *Centrosema pubescens* and *Macroptilium atropurpureum* (7). A later factorial experiment showed Mo to be, in fact, responsible for most of this response (8).

Kannan and Ramani (14) observed that MoO₄²⁻ fed to the primary leaves of beans was transported readily to the roots. In one experiment (results not published) only sporadic improvement was obtained by either foliar application or seed imbibition.

The results reported in this paper indicate that *Phaseolus vulgaris* is unable to obtain the necessary Mo

for N₂ fixation from the strongly acid soils studied. High levels of lime (to pH 6.0) or lower levels complemented with Mo seem necessary for nitrogen fixation. In slightly acid or neutral soils applications of Mo alone can solve the problem. Whether this effect is a direct effect of pH, interaction with Fe, Al, phosphate or sulphate and whether it is common in other bean varieties is currently under investigation.

Summary

In three greenhouse experiments the effects of levels and types of molybdenum fertilizer on growth and nitrogen fixation of effectively nodulated *Phaseolus vulgaris* L. cv Venezuela 350 were studied in acid and limed soils. Ammonium molybdate and molybdic acid proved equally good sources of Mo but fritted trace elements were of poor availability. In a Red-yellow Podzolic soil, pH 5.1, liming increased plant growth, nodulation, nitrogen fixation and nodule efficiency. Without lime, plants grew poorly, fixed little nitrogen and did not respond to molybdenum. With low lime levels (to pH 5.3-6.0), molybdenum application significantly increased nodulation, nitrogen fixation and plant growth. Liming to a pH above 6.0 resulted in plants which grew well, fixed abundant nitrogen, and did not respond to molybdenum. These responses were similar in various soils, when other major limiting growing factors had been removed.

Literature cited

- 1 ANDERSON, A.J. Molybdenum as a fertilizer. *Advances in Agronomy* 8:163-202. 1956.
- 2 ANDERSON, A.J. and MOYE, D.V. Lime and molybdenum in clover development on acid soils. *Australian Journal of Agricultural Research* 3:95. 1952.
- 3 BATAGLIA, O.C., FURLANI, P.R. and VALADARES, J.M.A.S. O molibdênio em solos do Estado de São Paulo. *Anais XV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*. 1975. pp. 107-117.
- 4 BORTELS, H. Über die Wirkung von Molybdan- und Vanadium-Düngungen auf Leguminosen. *Archiv für Mikrobiologie* 8:13-26. 1937.
- 5 BRAGA, J.M. Resposta do feijoeiro Rico 23 à aplicação de enxofre, boro e molibdênio. *Revista Ceres* 19: 222-226. 1972.
- 6 CHAVES, A.S., ESCOBAR, R.N. and ECHEGARAY, A.A. Efecto de la fertilización con N, P, Mo, Co y Fe y del manejo de dos cepas de inoculante (*Rhizobium phaseoli*) sobre la nodulación, acumulación de N y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrociencia* 27:79-94. 1977.
- 7 DE-POLLI, H. and DÖBEREINER, J. Deficiência de micronutrientes em solo Podzólico Vermelho Amarelo e sua correção com "pellet" de FTE. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Serie Agronomia* 9:93-99. 1974.

8. DE-POLLI, H., SUHET, A R and FRANCO, A A Micronutrient limitando a fixação de nitrogênio atmosférico e produção de *Centrosema* em solo Podzólico Vermelho Amarelo. Anais XV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 1975 pp. 151-156
9. FRANCA, G E and CARVALHO, M M Ensaio exploratório de fertilização em cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 5: 147-153. 1970.
10. FRANCO, A A. and DÖBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose *Rhizobium*-feijão e influência de diferentes nutrientes. Pesquisa Agropecuária Brasileira 2: 467-474 1967
11. FRANCO, A A, FONSECA, O O M da and MARRIEL, I E. Efeito do nitrogênio mineral na atividade da nitrogenase e nitrato redutase, durante o ciclo da soja no campo. Revista Brasileira de Ciência do Solo 2: 110-114 1978.
12. JANSSEN, K A and VITOSH, M L Effect of lime, sulfur and molybdenum on N₂ fixation and yield of dark red kidney beans. Agronomy Journal 66: 736-740 1974
13. JUNQUEIRA NETTO, A., SANTOS, O S dos, AIDAR, O and VIEIRA, C. Ensaio preliminares sobre a aplicação de molibdênio e de cobalto na cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Ceres 24: 628-633. 1977.
14. KANNAN, S and RAMANI, S Studies on molybdenum absorption and transport in bean and rice. Plant Physiology 62: 179-181 1977
15. PERES, J R, NERY, M and FRANCO, A A. Constatação de deficiência de molibdênio em vários solos dos estados do Rio de Janeiro, através de teste microbiológico Anais XV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 1975 pp 163-169
16. OERTEL, A C, PRESCOTT, J A and STEPHENS, C G. The influence of soil reaction on the availability of molybdenum to subterranean clover. Australian Journal of Science 9:27 1946.
17. REISENAUER, H M, TABIKH, A A and STOUT, P R. Molybdenum reaction with soils and the hydrous oxides of iron, aluminum and titanium. Soil. Science Society of America Proceedings 26: 23-27. 1962.
18. ROBITAILLE, H A. Effect of foliar molybdenum sprays on nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* L. Annual Report Bean Improvement Cooperative 18:65 1975.
19. RUSCHEL, A P, BRITTO, D P P de S, and DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Influência do magnésio, do boro, do molibdênio e da calagem Pesquisa Agropecuária Brasileira 1:111-145 1966
20. SANTOS, A B, VIEIRA, C., LOURES, E G, BRAGA, J M and THIEBAUT, J L. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao molibdênio e ao cobalto em solos de Viçosa e Paula Candido, Minas Gerais. Revista Ceres 26: 92-101 1979
21. SHRIVASTAVA, S S and PANDEY, R P. Plant nutrition studies on French bean. II. Effect of calcium and molybdenum on the growth and yield of French bean. Farm Journal (Calcutta) 11:22-23. 1970.
22. SIQUEIRA, C and VELLOSO, A C Adsorção de molibdato em solos sob vegetação de cerrado. Revista Brasileira de Ciências do Solo 2:24-28. 1978
23. SMITH, B H and LEEPER, G W The data of applied molybdate in acidic soils. Journal of Soil Science 20: 246-254 1969

Notas y Comentarios

Seminario sobre conservación de la energía

Un Seminario Internacional está organizándose por The Polytechnic of Central London, sobre "Conservación de la Energía y el uso de Energía Solar y otras Energías Renovables en Agricultura, Horticultura y Piscicultura", el que se celebrará del 15 al 19 de setiembre de 1980. El énfasis será en medidas y aplicaciones prácticas y en su eficacia dentro de un ambiente dado en la producción, procesamiento y mercadeo de alimentos humanos y animales.

El certamen tendrá lugar en el recinto del Politécnico. Para detalles, incluso información sobre la presentación de los trabajos, se puede escribir a: Frederick Vogt, The Polytechnic of Central London, 35 Marylebone Road, London NW 15 LS. La notificación de la intención de presentar un trabajo debe ser inmediata, *ie* a más tardar del mes de abril; los compendios deben ser sometidos en Mayo de 1980; los trabajos finales, en Agosto de 1980. Los anales serán publicados por Pergamon Press.

Reunión mexicana de control biológico

La secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de México, por conducto de la Dirección de Sanidad Vegetal y el Sector Agropecuario del Estado de Colima, han invitado a la VIII Reunión Nacional de Control Biológico, que se

celebrará del 22 al 25 de abril de 1980, en la ciudad de Tecomán, Estado de Colima. Las sesiones de trabajo agruparán en: 1) control biológico de plagas principalmente mediante la entomofauna benéfica, 2) Microorganismos entomopatógenos, que abarca a virus, bacterias y nematodos, 3) centros de reproducción de insectos benéficos, y 4) coordinación del sector agropecuario con el gobierno.

El comité organizador está presidido por Carlos Aguayo Sierra, (Apartado Postal N° 130, Tecomán, Colima) actuando como secretario Lorenzo Hernández Arreguin y como tesorero Oscar Arredondo Gómez.

Congreso Internacional de Horticultura

Se ha distribuido el primer anuncio del XXI Congreso Internacional de Horticultura que tendrá lugar en Hamburgo, República Federal de Alemania, del 29 de agosto al 4 de setiembre de 1982. La invitación ha sido cursada por la International Society for Horticultural Science (I.H.S.) y la Sociedad Alemana de Ciencias Hortícolas. También auspician el certamen el Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Bosques, con sede en Bonn, y la Ciudad Libre y Hanseática de Hamburgo.

El tema principal de la reunión será "La horticultura en la sociedad industrial" aunque tratará de otros aspectos de la ciencia hortícola, como la planta (genética, fisiológica, etc.), el ambiente ecológico y económico, la ingeniería hortícola, la protección vegetal, la postcosecha. El lenguaje oficial será el inglés. Habrá giras por Hamburgo y alrededores, y algunas visitas a otras zonas de Alemania y países vecinos. La dirección del Secretariado es P. O. Box 30 23 60, D-2000 Hamburgo 36, Alemania.

Notas y Comentarios

El vidrio y la biotecnología

El que una firma productora de vidrio sea considerada como uno de los líderes en la biotecnología no es tan insólito como parece a primera vista si se tiene en cuenta que la firma en cuestión, la Corning Glass Works, es una de las empresas que mayor proporción de sus ingresos tiene invertido en investigación y desarrollo de nuevos productos.

El romance de la Corning con la tecnología comenzó hace 100 años, cuando hizo el vidrio que sirvió para los primeros bombillos de luz de Edison. Desde ese momento ha presentado una mayor innovación en cada década, constituyendo para *The Economist* (November 10, 1979, p. 112), un paradigma de la industria dispuesta a correr los riesgos que toda innovación lleva consigo. Los éxitos mayores han compensado con creces los fracasos. Los éxitos van desde el original vidrio Pyrex, pasando por el vidrio fotocromático, un vidrio coloreado que se oscurece al aumentar la intensidad de la luz, hasta llegar en la actualidad a las fibras ópticas, un gran avance tecnológico que promete revolucionar las comunicaciones telefónicas en los novecientos ochenta.

En la biotecnología, la firma ha gastado ya unos 20 millones de dólares. El descubrimiento de que había cierta relación entre el vidrio y la biología fue, como tantos hallazgos, fortuito. La compañía fabrica grandes cantidades de vidrio Pyrex para los laboratorios biológicos. Notaba que las proteínas tenían el hábito inconveniente de pegarse al vidrio, por lo que se gastaba algún tiempo en tratar de refregar los utensilios. Entonces se dio cuenta que lo que había considerado un problema era realmente una solución selectiva: diferentes tipos de vidrio podían desarrollarse para hacer que se pegasen a ellos diferentes proteínas.

Una aplicación de esta propiedad es en estuches de pruebas para diagnóstico de enfermedades, en los que el truco consiste en el uso de bolitas de vidrio especialmente diseñadas para que se adhieran a ellas anticuerpos específicos.

Una segunda aplicación del vidrio en la biotecnología es el uso de bolitas porosas las que adsorben enzimas particulares. Estas enzimas "inmortalizadas" pueden ser utilizadas como catalizadores para acelerar reacciones químicas. Las ventajas de hacer que las enzimas se adhieran a las bolitas de vidrio son dos. Una es que el producto final no está contaminado y las enzimas pueden ser usadas una y otra vez.

La primera reacción que la Corning ha decidido acometer comercialmente es una que se ocupa del suero del queso. Por cada kilo de queso, se tienen como residuo indeseable ocho kilos de suero. La Corning ha desarrollado un proceso para convertir, mediante enzimas, el suero en subproductos útiles que pueden ser empleados por la industria de alimentos. Se han completado en 1979, con éxito ensayos en Gran Bretaña y Francia, y ahora la compañía piensa construir plantas comerciales de 400,000 litros por día. Y esto se espera que sea sólo la primera de muchas aplicaciones de las enzimas inmortalizadas.

Publicaciones

Cámara del Agro El primer número de una revista titulada *Cámara del Agro* ha aparecido en Guatemala con fecha marzo 1979. Es órgano de 13 entidades agrícolas guatemaltecas reunidas en un organismo, la Cámara del Agro, y está llamada a ser el vocero de anhelos, aspiraciones y críticas del sector agrícola. De periodicidad mensual el director del consejo editorial es César Bustamante Araúz. El primer número tiene información sobre poda del café, la soya como alimento del ganado, y tratamiento del cólico del caballo. La dirección es la Reforma, 15 Calle "A" 7-65, Zona 9, Guatemala.

Anillo de plástico para prevención de la mastitis

Un pequeño aro de plástico insertado en cada pezón de la ubre de una vaca puede prevenir la mastitis, dice Max Paape, un científico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*Agricultural Research*, September 1979). Con pérdidas a los productores de aproximadamente mil millones de dólares por año, la mastitis es la enfermedad más costosa del ganado lechero en ese país.

William Kortum, un veterinario de California, desarrolló los anillos. Kortum también desarrolló un artefacto intrauterino para el control de la natalidad en vacunos (Cf. *Turrialba*, 16:5, 1966).

Los anillos, que son abiertos, están hechos de un polietileno flexible similar al usado para frascos de medicina. Una pieza de 11 cm del polietileno se inserta por el pezón mediante un catéter. Una vez adentro el polietileno reasume la forma del anillo.

El anillo funciona estimulando el mecanismo natural del animal de lucha contra las enfermedades. El anillo produce una ligera irritación y en respuesta aumenta el número de leucocitos en la zona afectada. Los leucocitos, o glóbulos blancos de la sangre, destruyen a la bacteria que causa la mastitis.

Normalmente, pasan unas 24 horas hasta que los leucocitos aumenten en número suficiente para destruir a las bacterias invasoras. Para ese momento, las bacterias se han multiplicado en tal grado que la infección puede ya haberse establecido. El tener a los leucocitos presentes en ese momento, en respuesta al anillo, puede prevenir esta multiplicación. Además, el anillo "programa" a la ubre para responder más rápido en el caso de infección.

Las pruebas en Beltsville, controladas con ubres testigo han sido satisfactorias con toxinas de *Escherichia coli*, que causa un gran número de infecciones de mastitis. Actualmente se están haciendo pruebas con infecciones con bacterias vivas de *E. coli* y posiblemente con *Staphylococcus aureus*, otra bacteria causante de mastitis. Paape está siguiendo la investigación en Francia por un año, antes de que los anillos puedan recomendarse para la prevención de la mastitis y ponerlos a disposición de los productores de leche.

El anillo no tiene aparentemente efecto en el número de leucocitos en la leche. El aumento en los glóbulos blancos fue evidente sólo en los primeros 20 mililitros de leche. Esta cantidad es extraída normalmente antes del ordeño.

La fibra dietética reduce colesterol en los huevos

Alimentar a las gallinas ponedoras con raciones ricas en fibras (fibra dietética) puede reducir el contenido de colesterol en la yema de los huevos en un 13 por ciento. James I. McNaughton, de la Science and Education Administration del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos anota que no hay diferencias en la producción y en el peso de los huevos debidas a la ración rica en fibra (*Agricultural Research*, April 1979). Como la mayor parte del colesterol en los huevos está localizada en las yemas, una reducción de 13 por ciento representa una reducción significativamente del colesterol de los huevos.

McNaughton, quien labora en Mississippi State, MS, alimentó a las gallinas ponedoras con fibra dietética en dos experimentos. Usó fibra de diversos orígenes, incluso maíz, soya, alfalfa, girasol, arroz y viruta de madera. La reducción más grande en el colesterol de los huevos (13,3%) ocurrió con la dieta con harina de girasol al nivel de 8,8 por ciento de la ración diaria. Las otras fibras tuvieron menor éxito, pero es interesante notar que el colesterol de la yema se redujo en un 10 por ciento cuando la ración contenía 10 por ciento de viruta de madera.

El científico no está seguro del porqué de la reducción en colesterol de la yema en una ración rica en fibra. Aparentemente, opina McNaughton, los materiales gruesos fibrosos de la dieta causan un raspado del intestino delgado y la eliminación de células del vello intestinal, las que se sabe tienen una alta concentración de colesterol.

COMUNICACIONES

Fenologia de *Melia azedarach* L. no sul do Brasil

Summary. This paper reports 12 months of phenological observations of *Melia azedarach* growing on the Horto Florestal "Navarro de Andrade", Rio Claro, São Paulo, Brasil. This place is located in an area with a mean annual rainfall of 1240 mm and a temperature of 20°C.

The four phenological characteristics studied (flowering, fruiting, leaf flushing and leaf fall) show a marked periodicity during the year. Leaf fall exhibits a high peak in the dry and cold season (July-August) and another small peak in the wet season (January-February). Leaf flushing shows its most active period during the wet season (September-December). Flowering shows a high peak in September and October, beginning of the wet season. Fruiting takes place during the wet season until dry season (October-May).

Introdução

O estudo de uma espécie vegetal relacionada a seu ambiente, visando determinar as variações rítmicas estacionais das diferentes fases decorrentes de variações climáticas, fornece dados importantes para o cultivo de espécies pouco utilizadas.

O gênero *Melia*, originário da Índia e da Persia, foi introduzido no Brasil há alguns séculos. Deste gênero, a espécie *Melia azedarach* acha-se difundida no Horto Florestal "Navarro de Andrade", Rio Claro, São Paulo onde ocorre naturalmente, sobretudo em talhões de certas espécies de *Eucalyptus*, com grande capacidades de invasão.

Piccolo *et al.* (6) verificaram a existência de exemplares dessa espécie no sub-bosque de talhões de *Eucalyptus robusta*; havia indivíduos que provinham da germinação de sementes e outros que brotaram de raízes secundárias, paralelas à superfície do solo, que tinham sido cortadas. (7).

A cultura de *Melia azedarach* ou Cinamomo, no Brasil, tem sido feita apenas como espécie ornamental e de sombra. Há muitos anos, com grande clarividência, foi aconselhada por Navarro de Andrade a cultura intensiva dessa espécie para explorar-se industrialmente a madeira que ela fornece (2).

A fenologia está diretamente ligada aos fatores ambientais pois são estes que geralmente determinam os fenômenos biológicos. Baseando-se em observações fenológicas é possível construir um calendário de eventos fenológicos que muitas vezes são significativos na explicação dos aspectos estacionais dos fenômenos ecológicos. Através da fenologia podemos estudar as causas e as manifestações fisiológicas dos fenômenos de floração, frutificação, queda de folhas e brotação dessas plantas. Cada fase distinguível no ciclo de vida de uma espécie é chamada de fenofase. A través das fenofases pode-se construir um fenograma.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi a determinação das diferentes fenofases dessa espécie para construção de um dendrofenograma, com finalidade prática.

Material e Métodos

Melia azedarach L. (Meliaceae) é conhecida popularmente por vários nomes regionais; os mais comuns na região de Rio Claro são Santa Barbara e Cinamomo.

No Horto Florestal "Navarro de Andrade" Rio Claro (SP) há um exemplar com 42 anos, plantado em 12/12/1937 no Arboreto. Muitos outros indivíduos de diferentes idades foram encontrados nos talhões, à beiras das estradas, nos parques e ao lado da represa.

Para as observações regulares foram escolhidos 20 indivíduos adultos, ao acaso, nos talhões e ao redor da represa. Mas as observações gerais não se restringiam a essas árvores mas a todas que eram encontradas.

Determinação dos fatores ambientais.

Macroclima

Os valores de precipitação e temperatura para construção de um climatograma foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Horto Florestal "Navarro de Andrade". O climatograma foi construído conforme Walter e Lieth (9).

Fenologia

Para a determinação das fenofases, as observações foram realizadas quinzenalmente durante um ciclo anual (1977-1978) de acordo com o método proposto por Fournier (3). Após determinação das diferentes fenofases (brotação, floração, frutificação e queda de folhas) os resultados foram lançados em um dendrofenograma, segundo Fournier (4).

Resultados

O Ambiente.

O Horto Florestal "Navarro de Andrade" situa-se a 22° 44' 36" latitude sul e 47° 33' 36" longitude oeste a 610 m de altitude, no município de Rio Claro (São Paulo, Brasil).

É caracterizado por clima tropical com uma estação seca típica correspondente aos meses de inverno (junho a agosto) com 102 mm, em média, de precipitação pluviométrica. O vento mais frequente é o sudeste, sendo que na estação seca é comum a ocorrência de vento sul. Segundo Köeppen (5) o município de Rio Claro é considerado CW.

O município de Rio Claro pertence à formação Rio Claro, da Era Quaternaria, caracterizada por areias, arenitos não consolidados e argilitos. O solo do Horto Florestal provém de um corpo ígneo básico, sendo portanto, terra roxa (1).

Com os valores de temperatura e precipitação anuais, foi construído um gráfico de acordo com Walter e Lieth (9) para caracterizar o clima geral. Para o período de 8 anos analisado (1970-1977) a média anual

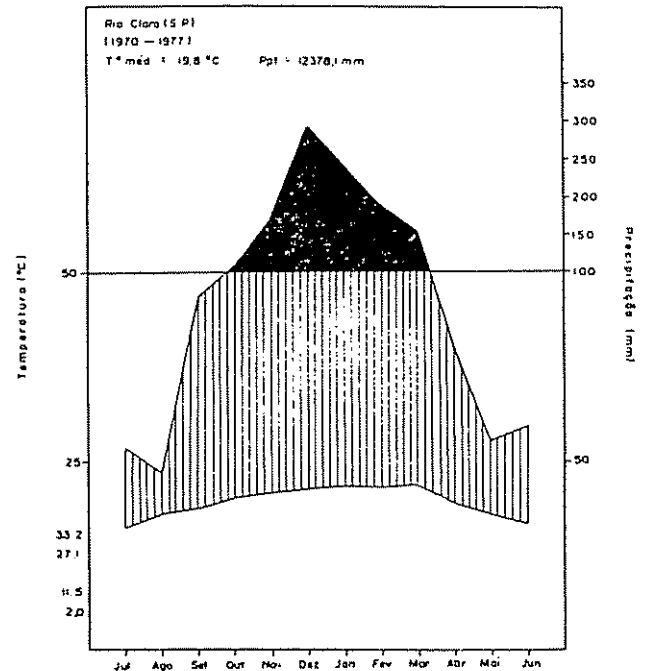


Fig 1 — Climatograma segundo Walter & Lieth para cidade de Rio Claro, referente ao período de 1970-1977.

de temperatura foi 19,8°C, sendo um pouco mais baixa (17,4°C) nos meses de inverno (junho a agosto) e pouco mais alta (23,5°C) nos meses de verão (dezembro a fevereiro). O valor médio de precipitação anual foi 1237,8 mm/ano distribuída de maneira a ter inverno seco e verão chuvoso. Verifica-se que dentro desse período a temperatura mínima foi de 2°C,

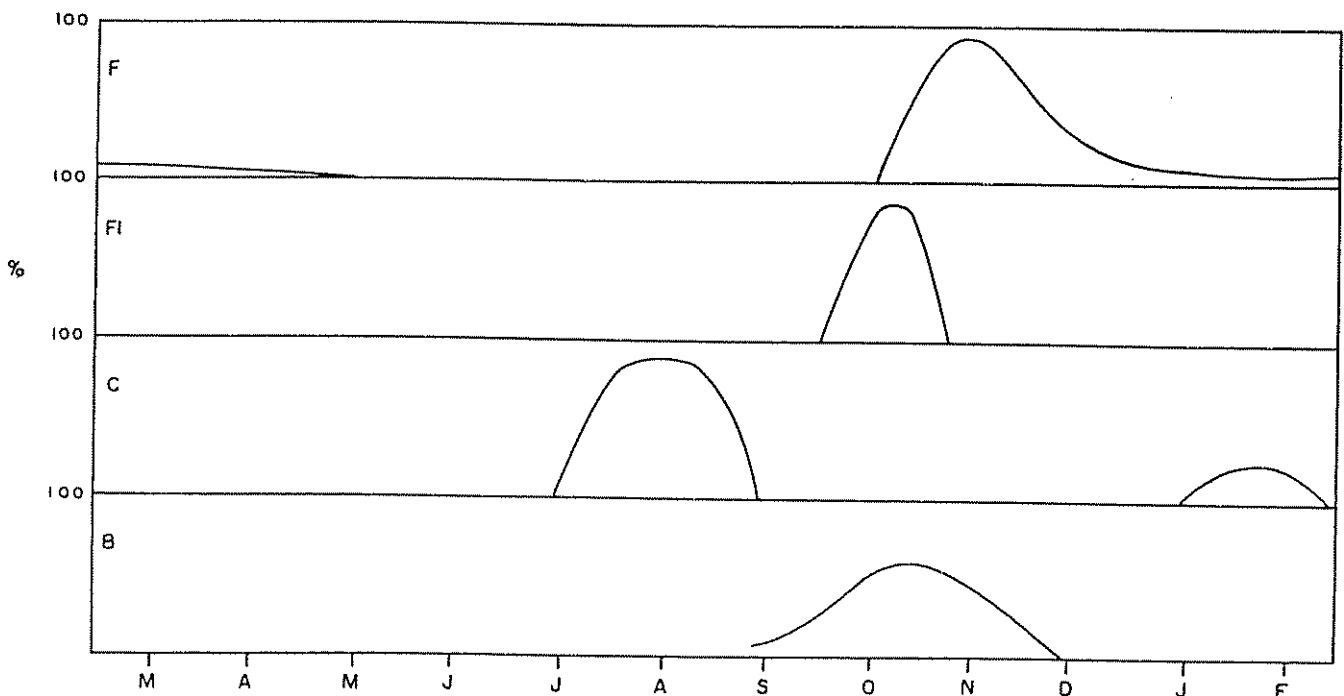


Fig. 2 — Dendrofenograma de *Melia azedarach* L.
Legenda de fenofases B - Brotação
C - Queda de folhas

Fl - Floração
F - Frutificação

registrada em julho de 1975 e a máxima foi de 33,5°C que ocorreu em maio de 1972.

A Figura 1 mostra o caminhamento anual da precipitação e temperatura. De acordo com esse gráfico, conforme Walter e Lieth (9) não existiu uma fase super seca.

Dentro dessas condições ambientais foram observadas as fenofases pelas quais passariam os indivíduos da espécie durante o ciclo anual. Entre julho-agosto, ocorre uma grande queda das folhas; esse período caracteriza-se por ser uma fase fria e seca durante o ano. Em setembro há o início da brotação e nessa fase as folhas novas apresentam tonalidade verde-claro; coincide com um período de temperatura em elevação e precipitação média. Em seguida, meados de setembro, inicia a floração que atinge o máximo no fim de setembro e começo de outubro e depois começa a declinar. As flores apresentam perfume intenso. Esse é o período do ano que apresenta, em média, 95 mm de chuva e temperatura média igual a 22° C e é o início da estação úmida.

A frutificação inicia em outubro. No final de novembro os frutos estão, em geral, grandes mas ainda verdes. O amadurecimento dos frutos é bastante lento de maneira que frutos maduros com o polpa seca podem ser encontrados a partir de fevereiro ou março. Mas os frutos não caem facilmente de forma que em maio ou junho podem ser encontrados frutos totalmente secos presos à planta. Todo o processo de formação e amadurecimento do fruto se processa na fase bem úmida do ano com temperaturas relativamente altas (temperaturas médias ao redor de 23°C). Nos meses de janeiro e fevereiro parte da folhagem fica amarela e uma parte das folhas caem.

Essas observações foram colocadas num gráfico segundo Fournier (4). A Figura 2 representa num dendrofenograma as diferentes fenofases; estas estão de acordo com Fournier (3).

Portanto, pode-se dizer que a espécie apresenta uma marcada periodicidade durante o ciclo anual. Apresenta-se bem adaptada e em condições de se manter no ambiente considerado, uma vez que nos locais observados foram encontradas muitas plantas jovens, indicando que as sementes que caem ao solo encontram condições para germinar. Dessa forma, poderia ser levada em consideração a ideia de Ribeiro (8) que analisando a potencialidade dessa espécie, de que embora não forneça madeira de primeira qualidade, é aconselhável a sua cultura intensiva, uma vez que com a escassez de madeira branda ou mole para fins industriais sua colheita torna-se efetiva, face as inúmeras aplicações.

Resumo

Este trabalho relata 12 meses de observações fenológicas de *Melia azedarach* do Horto Florestal "Navarro de Andrade", Rio Claro, São Paulo, Brasil. Nesta área a precipitação média anual é de 1240 mm e a temperatura 20°C.

As quatro características fenológicas estudadas (floração, frutificação, brotação e queda de folhas) mos-

traram uma marcada periodicidade durante o ciclo anual. A queda de folhas exibe um alto pico na estação seca e fria (julho-agosto) e outro pequeno pico na estação úmida (janeiro-fevereiro). Brotação mostra seu período mais ativo durante a estação úmida (setembro-dezembro). Floração tem um alto pico em setembro e outubro, começo da estação úmida. Frutificação ocorre durante a estação úmida até estação seca (outubro-maio).

6 novembro, 1979.

ANTONIA LÉLIA GUADAGNUCI PICCOLO
MARIA IDA GREGOLIM
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP
RIO CLARO, SP, BRASIL

REFERENCIAS

1. BJÖRNBERG, A. J. S. e LANDIM, P. M. B. Contribuição ao estudo da formação Rio Claro (Neocenoico). Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia 15(4): 43-67. 1966.
2. CORREA, M. PIO. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Vol. II. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 1931. 707 p.
3. FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba 24(4): 422-423. 1974.
4. ————. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. Turrialba 26(1): 95-97. 1976.
5. KÖEPPEN, W. Climatología - Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica. 1948. 478 p. (Trad. de Guendriis der Klimakunde, 1923).
6. PICCOLO, A. I. G., SILVA, E. M. P., LELIS, G. J., RAMOS, M. R. e KACHAN, M. S. Observações sobre plantas invasoras nos talhões de *Eucalyptus robusta* Sm. Revista de Agricultura 47(2): 81-85. 1972.
7. PICCOLO, A. I. G., THOMAZINI, L. I. e CESAR, O. *Melia azedarach* L.: multiplicação vegetativa. Revista de Agricultura 47(2): 71-73. 1972.
8. RIBEIRO, M. A. Cultivo do cinamomo e perspectiva de aproveitamento industrial. Salvador, Bahia, Ipeal. Série Monografia Nº 7. 1973. 12 p.
9. WALTER, H. e LIETH, H. Klimadiagramm - Weltatlas. Jena: Veb Gustav-Fischer Verlag 1960. 566 p.

Effect of infesting green coffee berries with different population levels of *Antestiopsis lineaticollis* Stal (Heteroptera: pentatomidae) in Kenya

Sumario. Al poner en jaulas machos y hembras de *Antestiopsis lineaticollis* en poblaciones de 0, 2, 4, 6 y 8 por jaula sobre frutos de café resultó en una caída de cerezas de 7 a 35 por ciento en las diferentes poblaciones. Los frutos cayeron debido a un promedio de 7,69 heridas por cereza picada por los insectos. Aunque fueron permitidas, en relación con el testigo, 182, 211, 314 y 356 más cerezas, por 2, 4, 6 y 8 insectos respectivamente, una caída de frutos muy significativa dio lugar a variaciones mínimas en los pesos de los frutos cosechados, 583 a 617,2 gramos (media 608,38 g) y en los granos procesados, 87 a 112 g (media 103,2 g), así como en la proporción de pesos procesados a pesos cosechados, 14,92 a

18.87 por ciento (media 17,01 %) Se notó una correlación pequeña pero positiva, de $r = 0,409$, entre los porcentajes de pesos de cerezas maduras y el nivel usado de infestación con *A. lineaticollis*.

The pentatomid bug, *Antestiopsis lineaticollis* Stal pierces and sucks coffee berries when green, and sometimes discriminatively when ripe and often feeds on foliage during off-berrying season (2) Wounded berries yield zebra patterned beans of low appeal to consumers and often have minimal market value in competitive markets (2). Because of this adverse effect on coffee quality, *A. lineaticollis*, locally known as "Antestia", has been assigned very low economic thresholds of 1-2 adults or nymphs per tree for respectively West and East Kenya coffee producing areas. The method of pyrethrum knockdown and kill is generally used to estimate *A. lineaticollis* densities (4, 5).

Presented in this paper are observations and data on dropping and ripening of coffee berries under several densities of *A. lineaticollis* caged on branches during the 1977 major coffee crop season in Kenya

Materials and Methods

Field studies were conducted in the facilities of the Coffee Research Foundation, located in Ruiru, Kenya. Insects used in this study were obtained from the insectary stock of the Coffee Research Station. Females and males of *A. lineaticollis* were caged separately on branches with predetermined number of green berries at intensities of 0, 2, 4, 6 and 8 bugs on *Coffea arabica* L cultivar SL 28, and each replicated three times. Then at every seven days, all the dropped berries were removed and counted. Populations were constantly replenished for mortalities during berry development. Ripened berries were harvested, weighed and counted. The numbers and weights of dropped and ripened berries from infested branches were then

pooled for the sexes and percentages of green berry drop, of harvested ripe berries as a proportion of green berries and bean weight as proportion of ripe berry weight calculated.

Results and Discussion

Wounding by piercing was detectable under a binocular microscope, when whole green berries exposed to *A. lineaticollis* were dipped in methylene blue for 10 minutes and washed in distilled water before observation. A mean of 7.69 pierces were inflicted per berry when bugs were fed on green berries under laboratory conditions for 5 days (unpublished). These pierces represented probable probes preceding continued feeding. Under field conditions berry drop set in 13 days following infestation. This increased progressively with "antestia" populations, irrespective of sex and reached a peak 50-65 days later. Very highly significant differences existed among the number of green coffee berries that were shed from the different infestation densities used per cage ($F = 7.4$, $P < 0.001$, error d.f. = 15, infestation d.f. = 9). The relationship between percentage berry drop and "antestia" number was linear (Fig 1, slope = 4.49). Berries dropped prematurely five times more (35%) for the 8 "antestia" per cage infestation compared to just above 7 per cent under no infestation. Infestation of *A. lineaticollis* at densities above 8 could potentially cause shedding of up to one third of infested green coffee berries.

Calculation on coffee berries and beans for different densities of *A. lineaticollis* used in the study are presented in Table 1.

Analysis on Table 1 indicated that although more green berries, 182, 211, 314 and 356 were allowed

Table 1.—Summary of pooled green coffee berries during infestation, berry drop after infestation incorporating the resultant berry and processed bean weights for 0, 2, 4, 6 and 8 *Antestiopsis lineaticollis* per berrying branch.

Item description	Value for varying population density				
	0	2	4	6	8
<i>A. lineaticollis</i> per branch					
Number of green berries per branch during infestation	511	693	722	825	867
Number of green berries dropping after infestation	36	99	160	241	304
Percentage green berry drop	7.05	14.20	22.16	29.21	35.06
Harvested ripe berries as percentage of green berries	81.21	64.79	61.50	53.94	45.10
Weights (gm) of harvested ripe berries	617.2	613.0	593.6	625	583
Weights (gm) of dry beans processed from ripe berries	104	106	112	107	87
Processed bean weight as percentage of harvested ripe berry weight	16.85	17.29	18.87	17.12	14.92

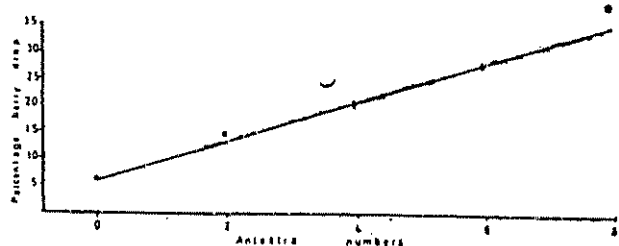


Fig. 1.—Effect of *Antestiopsis lineaticollis* numbers on berry drop. Item description

for 2, 4, 6 and 8 bugs per cage respectively than the control, a very highly significant simulated berry drop that resulted from the infestations, reduced harvested and processed bean weights. Harvested and processed weights differed narrowly despite the fact that initial differences in berry numbers were 182, 211, 314 and 356 for 2, 4, 6 and 8, *A. lineaticollis* per cage respectively. The initial differences were obtained by subtracting from each predetermined berry number per branch, the 511 for no infestation. Shedded berries due to *A. lineaticollis* (Fig. 1), appeared to be among the major determinants for differences that existed in harvested and processed weights for the infestation levels used in the present study. The low economic thresholds already established for *A. lineaticollis* (3, 4) would appear to be justifiable. Although it may appear unlikely that 1 or 2 bugs will probe and finally feed on the many coffee berries produced per tree, the high fecundity of *A. lineaticollis* (1, 3) enhances the probability of many green berries to be at risk during any infestation. There was a positive correlation between the percentage of ripe berries and processed weights at more than 2, *A. lineaticollis* per cage ($r = 0.409$).

Summary

Caging *A. lineaticollis* males and females under populations of 0, 2, 4, 6 and 8 per cage on green coffee berries resulted in 7.35 per cent berries shed under the above different populations. The berries were shed due to a mean of 7.69 wounds per probed berry. Although 182, 211, 314 and 356 more green berries were allowed, for 2, 4, 6 and 8 bugs respectively than the control, a very highly significant berry drop led to minimal variations in weights of harvested berries, 583 - 617.2 gm (mean 606.36 gm) and processed beans, 87 - 112 gm (mean 103.20 gm); as well as the proportion of processed weights to harvested weights, 14.92 - 18.87 per cent (mean 17.01 per cent). A small but positive correlation, $r = 0.409$ between percentage weights of ripe berries and *A. lineaticollis* infestation levels used was noted.

Acknowledgements

I am grateful to the technical assistance rendered by the staff of Entomology Section particularly that of Andrew Muritu. This paper is published with the kind permission of the Director of Research.

March 26, 1979

F. M. E. WANJALA
COFFEE RESEARCH STATION
P. O. BOX 4, RUIRU
KENYA

REFERENCES

1. ABASA, R. O. Oviposition, fertility and longevity and their relation to copulation in *Antestiopsis lineaticollis* (Heteroptera: Pentatomidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 18: 178-184. 1973.
2. LE PELLEY, R. H. The food and feeding habits of *Antestia* in Kenya. *Bulletin of Entomological Research* 23: 217-228. 1942.
3. ———. Pests of coffee. London, Longmans 1968. 590 p.
4. MENVILLE, A. R. Routine testing to determine the population of antestia and lygus in coffee. *Kenya Coffee*. 14: 125. 1949.
5. WHEATLEY, P. E. W. *Antestia* testing. *Kenya Coffee*. 27 (322): 405. 1962.

Giemsa C-banded somatic karyotype of maize stock 'Sikkim primitive-1'

Sumario. El padrón c-banding de cromosomas somáticos de una raza de maíz 'Sikkim primitive-1' fue analizado empleando la técnica de giemsa. Los diez pares de cromosomas mostraron distintas bandas, y la mayoría de estas bandas estaban localizadas en posiciones terminales y sub-terminales, aunque las bandas intersticiales no estaban totalmente ausentes. En las células en interfase fueron observados cromocentros intensamente coloreados.

There are several reports on chromosome banding in animals and plants. The various banding techniques have aided in the identification of individual metaphase chromosomes in the mitotic complement (2, 3). In the present paper, c-banding pattern of a maize stock collected from Sikkim is analysed and c-banded karyotype is presented.

Materials and methods

The seeds of maize stock 'Sikkim primitive-1' were placed on damp filter paper petri dishes and grown for 24 hrs. at 25°C, 12 hrs. at 4°C and back at 25°C till the root growth. The root tips of 0.5 - 1.5 cm length, were pretreated with 0.1 per cent colchicine for 3 hrs and fixed in acetic alcohol (1:3) overnight. After washing in distilled water, the fixed roots were treated with enzyme (500 mg of pectinase + 500 mg

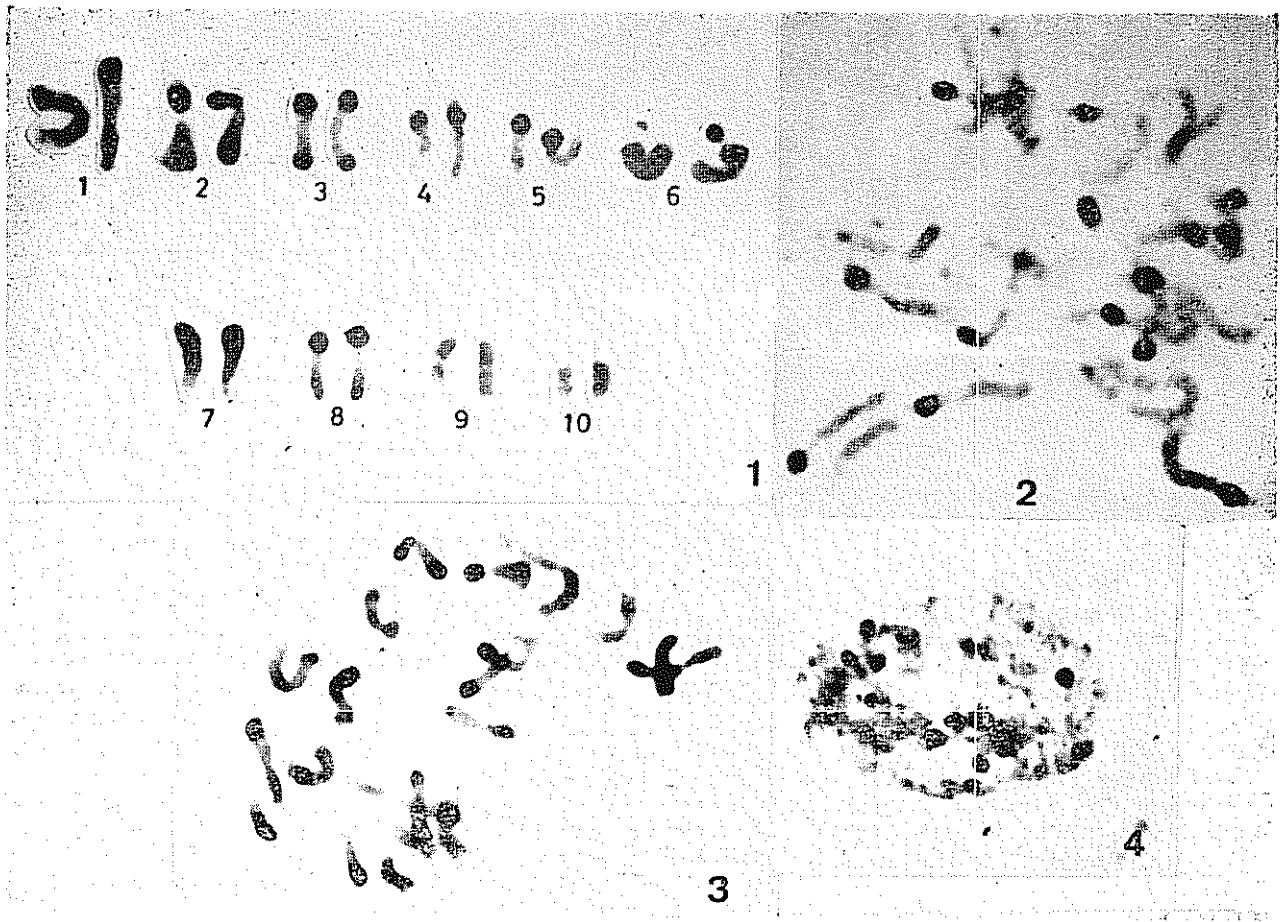


Fig 1-4.—1. C-banded somatic karyotype of maize variety Sikkim primitive-1. 2-3 C-banded chromosomes at prometaphase and metaphase stages. 4. Chromocentres in interphase cell.

cellulase + 10 c.c. distilled water) for 1 hour, re-washed in distilled water and root squashes were made in acetic acid. The further processing (denaturation in barium hydroxide and renaturation in s.s.c. solution) and giemsa staining was done according to the method of Gill and Kimber (1). To avoid errors due to differential contraction of chromosomes in different cells, the c-banded karyotype was formed of the chromosomes from a single well spread metaphase cell and the banding pattern was verified from various cells. Feulgen squashes were made adopting the standard technique and the feulgen stained metaphase karyo type was used as an aid for the formulation of c-banded karyotype.

Results and discussion

By employing the giemsa staining technique a good c-banding was obtained. It is observed from the c-banded prometaphase and metaphase chromosomes (Fig. 2 and 3) that most of the prominent bands are located at terminal and subterminal position though interstitial and centromeric bands are not altogether absent. Based on the position of the centromere, arm

lengths and banding pattern, the individual chromosomes of the somatic complement were identified and grouped in 10 pairs (Fig. 1). The chromosome I has a large darkly stained terminal band on one arm and sub-terminal band on the other arm. Chromosome 2 has one distinct band on each arm of the chromosome covering the whole length excepting the region near the centromere. The chromosome 3 is characterised by two distinct terminal bands one on either end and the rest of the chromosome is lightly stained. Chromosome 4 has one sub-terminal band which is darkly stained and the rest of the chromosome is faintly stained. The chromosome 5 has a darkly stained terminal band and two faintly stained interstitial bands. Chromosome 6 is marked by a distinctly stained satellite (secondary constriction) and a large band on one arm and two smaller bands at interstitial and subterminal position respectively. The chromosome 7 has two darkly stained bands fusing together and covering a major length of the chromosome. Chromosome 8 has distinct terminal band on one arm and two darkly stained bands fusing together on the other arm. The chromosome 9 has four equally stained bands intercalated with lightly stained regions. The chromosome

10, the smallest in the complement, has two stained regions.

Besides the c-banding observed in the mitotic chromosomes, the interphase cells show distinctly stained globular chromocentres (Fig. 4). By using the giemsa method, dark stained bands were obtained in several positions on the chromosomes of teosinte and maize varieties from Brazil (4). According to these authors the number and position of these bands corresponds to that of pachytene knobs. The present study gives a similar indication and if so, the giemsa method is less time consuming compared to the pachytene analysis and can be utilised for the analysis of knob polymorphism and evolutionary studies of maize. The identification of individual chromosomes of materials of diverse origin will help accelerating these studies.

Abstract

C-banding pattern of the somatic chromosome of a maize stock "Sikkim primitive-1" was analysed employing giemsa staining technique. The ten pairs of chromosomes show distinct banding pattern, where majority of the bands are located in terminal and sub-terminal positions, though interstitial bands are not altogether absent. Well stained chromocentres were observed in the interphase cells.

25 September, 1979.

S TARA MOHAN
INSTITUTO AGRÓNOMICO DO PARANÁ
CAIXA POSTAL 1331
86100 LONDRINA, PARANÁ
BRAZIL

R. N. RAUT
INDIAN AGRICULTURAL RESEARCH
NEW DELHI
INDIA

REFERENCES

- 1 GILL, B S and KIMBER, G. A giemsa C-banding technique for cereal chromosomes. *Cereal Research Communications* 2:87-94 1974.
- 2 MOK, D W S and MOK, M C. A modified giemsa technique for identifying bean chromosomes. *Journal of Heredity* 67:187-188 1976
- 3 SUMNER, A. T.; EVANS, H J and BUCKLAND, R A. New technique for distinguishing between human chromosomes. *Nature New Biology* 232:31-32. 1971
- 4 VOSA, C. G and AGUIAR, MARGARIDA I. R. New chromosome techniques for knob detection in mitotic chromosomes in maize and teosinte. *Maize Genetics Cooperation Newsletter* 46: 165-167 1972

Thysanopteros en *Pinus radiata* en Chile

Abstract. In a survey of insects carried out during the summer of 1975, in *Pinus radiata* nurseries in the Tenth Region (Chile), many seedlings with needle crinkle and apical abortion caused by thrips were found. These insects were identified as *Thrips tabaci* and *Heliethrips haemorrhoidalis*. The first was found in all of the nurseries, but the second only in one of them. Samples collected determined a production loss of about 23 per cent due to these insects.

A partir del año 1973 se menciona en nuestro país la presencia ocasional, en viveros de pino insigne, de insectos (thrips) pertenecientes al Orden Thysanoptera. Estos agentes se suponía realizaban su acción dañina en la zona apical de las plántulas afectadas.

Durante el verano de 1975 se llevó a cabo una prospección de insectos en los nueve viveros estatales, de Pino insigne, de la Décima Región (39° a 45° Latitud Sur) con la finalidad de obtener una visión global de los problemas entomológicos que aquejaban a esta especie. En esa ocasión se detectó la existencia de una gran cantidad de plántulas que presentaban encarrujamiento de las acículas apicales (Fig. 1) atribuyéndose el daño en esa oportunidad por primera vez como ocasionado por insectos thysanópteros.

Parte del material entomológico colectado en la prospección, fue enviado a especialistas para obtener su identificación; estos determinaron la existencia de

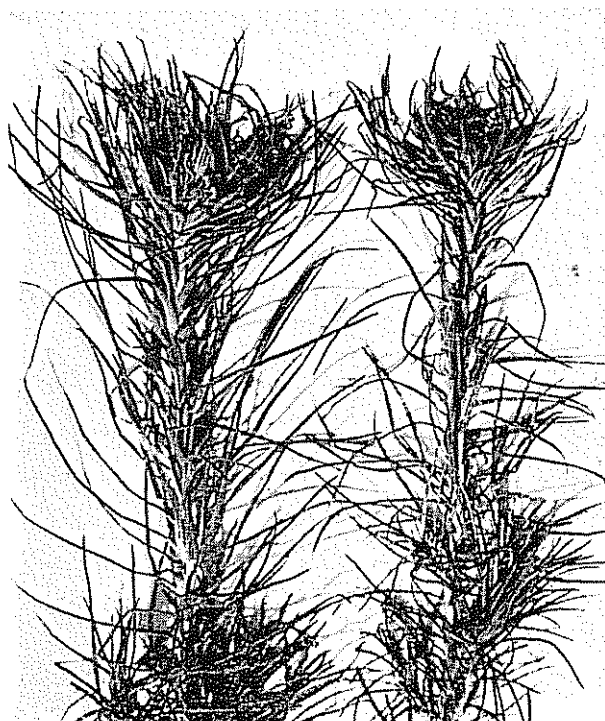


Fig. 1—Encarrujamiento apical, en plántulas de *Pinus radiata*, ocasionado por *Thrips tabaci* y *Heliethrips haemorrhoidalis*

dos especies diferentes de thrips: *Thrips tabaci* Lind. y *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche **

Importante resulta destacar que la presencia de *T. tabaci* fue detectada en todos los viveros prospectados; no ocurrió lo mismo con *H. haemorrhoidalis*, el que fue encontrado en uno solo de ellos.

Muestreos efectuados en esa oportunidad, arrojaron como resultado un promedio del 16,5 por ciento de pérdidas de producción, por la acción dañina de estos agentes. Sin embargo, las pérdidas alcanzaron en algunos viveros hasta un 23 por ciento.

La acción perjudicial de estos insectos se traduce finalmente en deformaciones apicales de la plántula afectada, que se manifiestan en la aparición de dos o más flechas; esto motiva el inmediato rechazo de ellas en el proceso de selección de que son objeto antes de ser enviadas al lugar de plantación definitivo.

La presencia de estos insectos en Chile y el perjuicio que ocasionan han motivado la iniciación de trabajos tendientes a la evaluación del daño y el posterior control de estos agentes.

Resumen

En una prospección de insectos realizada durante el verano 1975, en los viveros de pino insigne de la

** Identificación realizada por el Ing. Agrónomo Dr. Luis de Santis. Fac. de Cs. Naturales y Museo, Univ. de la Plata, Argentina.

Notas y Comentarios

Las papas silvestres se vuelven contra sus plagas

Las cigarritas verdes (*Empoasca fabae*) prefieren las papas cultivadas porque las papas silvestres contienen sustancias que interfieren con su alimentación y acortan así sus vidas, según informa un equipo de biólogos de la Universidad de Cornell, en Ithaca, New York (*Journal of Economic Entomology*, vol. 72, p. 337). La cigarrita verde es una de las principales plagas de la papa y también de la alfalfa. Las ninfas insertan sus estiletes en las hojas de su hospedante y chupan la savia. Tales ataques dan lugar a defoliaciones intensas y fuertes pérdidas en la cosecha.

Algunas papas silvestres se protegen de plagas como los áfidos con secreciones que inmovilizan a los insectos (*Turrialba* 22:9, 25:4, 28:7). Pero otras pueden resistir a las plagas, tales como el escarabajo de Colorado (*Leptinotarsa*) y la cigarrita porque contienen sustancias llamadas glicoalcaloides (GA), que abundan en gran cantidad de plantas. Muchas son tóxicas pero en pequeñas cantidades producen efectos benéficos, y son usadas ampliamente en remedios.

K. V. Raman, W. M. Tingey, y Peter Gregory examinaron los efectos de GA sobre las ninfas de la cigarrita verde. Extrajeron el GA de 10 especies silvestres de papas. Distintas concentraciones de GA se agregaron a una mezcla de sacarosa, agar y aminoácidos. Las ninfas alimentadas con estas mezclas murieron a consecuencia de los efectos del GA sobre la forma que funcionan sus estiletes, su tasa de salivación, y su deglución. La proporción de insectos muertos subió con la concentración de GA en la dieta. Ahora hay que encontrar los cultivares de papas cultivada que tengan la más alta

Décima Región (Chile), se encontró gran cantidad de plántula con encarrujamiento de las acículas apicales ocasionado por thysanópteros. Estos fueron identificados como *T. tabaci* y *H. haemorrhoidalis* encontrándose el primero en todos los viveros y el segundo en uno solo de ellos. Muestreos realizados determinaron pérdidas de hasta un 23 por ciento de la producción por estos agentes.

30 de octubre, 1979.

LUIS ALBERTO CERDA
FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
CASILLA 567
VALDIVIA, CHILE

REFERENCIAS

1. CERDA M., LUIS A. "Thrips tabaci Lind. en Pino insigne (*Pinus radiata* D. DON)" Folleto de Divulgación N° 2 Convenio CONAF UACH 1977. 3 p.
2. DAFAUCE, CARLOS. "Fortalecimiento del Programa Forestal Nacional" Informe provisional al gobierno de Chile. PNUD - FAO CNF - CHI 66-526 1974. 49 p.
3. RODRIGUEZ F., CLAUDIO. "Estudio de Thrips en viveros forestales de la Décima Región" Convenio CONAF-UACH 1976. 29 p.
4. RODRIGUEZ F., CLAUDIO. "Prospección de insectos en viveros de Pino insigne (*Pinus radiata* D. DON) de la Décima Región. Universidad Austral de Chile. Fac. de Ingeniería Forestal. Tesis 1978. 95 p.

concentración del glicoalcaloide más tóxico a la cigarrita. Pero advierten que si la sustancia se almacena en los tubérculos, en una proporción mayor que 0,02 por ciento, podría afectar la salud de las personas que comen esas papas.

Publicaciones

Current Bibliography of Agriculture in China. El Centro de Publicación y Documentación Agrícola (PUDOC), de Holanda, ha iniciado en agosto de 1979 la publicación de esta revista mensual de referencias, destinada a proporcionar información sobre la agricultura china procedente de una gran variedad de fuentes, de dentro y fuera de China. Esto tiene importancia en momentos en que China está saliendo de su aislamiento de tres décadas y está interesada en usar tecnología occidental en su propio desarrollo. La publicación reproduce compendios de varias fuentes, siendo prominente entre ellos los de los Commonwealth Agricultural Bureaux, que siempre tienen bastante información, especialmente cuando los originales están en idiomas poco familiares al lector occidental (chino, japonés, ruso). La mayor parte de las 160 fichas son de revistas y libros publicados fuera de China, pero los pocos que se encuentran de revistas científicas chinas, son de gran interés pues confirman la calidad de los mejores investigadores chinos. Así, tenemos artículos de *Acta Pedológica Sinica* (refs 78-80), y otros sobre temas como protección de cables subterráneos contra termites (98), microesporogenesis en líneas de trigo con esterilidad masculina (113). Esto compensa los rezagos de artículos ideológicos que todavía persisten, i.e. influencia del "brillante pensamiento filosófico del Presidente Mao" en el éxito de las tres cosechas por año con altos rendimientos.

RESEÑA DE LIBROS

MENNINGER, EDWIN A. Edible nuts of the world
Stuart, Fla, Horticultural Books 1977. 175 p
\$ 14.95

Se trata de otro libro de la ya larga serie de Menninger, donde se mezcla lo científico con lo popular. Esta vez es de gran formato, ampliamente ilustrado con fotografías en blanco y negro.

Una de las dificultades iniciales fue de definir lo que es una nuez. El autor incluye en su libro "todo fruto o semilla de cáscara dura cuyo contenido interior es comido por la gente" (directamente o después de procesar). De esta manera se incluyen numerosos cereales y otras gramíneas, tales como el maíz, el arroz, el mijo, diferentes bambúes y varios pastos. También se incluyen frutos de las leguminosas como el maní, la *Acacia albidá*, el gandul y varios frijoles, el tamarindo y numerosos otros. Asimismo, se incluyen calabazas, varias especies de Moraceae y el guaraná entre nueces. Como lo dice bien el autor, tal inclusión haría sufrir a un botánico.

Hay en total 30 capítulos, 23 de ellos para dicotiledóneas, 3 para monocotiledóneas, 3 para gimnospermas y uno para las plantas que se llaman "nueces" pero que no se comen. El orden seguido dentro de las dicotiledóneas es un misterio. Una cabeza y osamenta de muerto adornan el margen de cada página cuando hay referencia sobre algo venenoso, como ocurre muy a menudo.

El libro tiene naturalmente una utilidad evidente, ya que permite localizar rápidamente alguna planta desconocida, si se sabe su nombre científico o algunas características en cuanto a uso. Para las descripciones el autor usa preferiblemente las citas de otros libros (pero muy raras veces los artículos recientes como los de *Economic Botany* por ejemplo). Una gran cantidad de citas vienen de Sturtevant, quien publicó su libro en 1919. Muchas publicaciones esenciales faltan, como por ejemplo las de Cavalcante para el Amazonas. Para algunas "nueces", las citas aludidas no dan la impresión de que haya realmente consumo sino que quien las coleccionó y describió recogió alguna información *in situ*, sin comprobar si ésta fuese verídica.

Hay naturalmente omisiones y errores. Entre éstos últimos por ejemplo, se confundió *Viola* con *Myristica* y para *Araucaria* se insinúa que hay tres especies en Brasil (por cierto se confunde Paraná con Panamá en esta cita).

El sentido del humor del autor es a veces algo curioso, para no usar otro adjetivo. Así, se da entrada entre las nueces a *Delonix regia* (con foto), con la

siguiente anotación: "nadie habla de comer las semillas del *Poinciana real* —es demasiado bonito. Pero las arduas de mi jardín creen que la semilla es maravillosa". O también el autor concluye su introducción con: "el sabor es tan importante en las nueces, pero nadie hace nada al respecto. En este libro usted puede gozarse todas sin tener que probar ninguna de ellas". De acuerdo, y eso vale también para el texto, sustituyendo a veces "probar" por "aprobar".

En resumen, un libro útil de referencia, sin pretensiones de ser muy científico y a veces algo extravagante, pero siempre ameno.

GERARDO BUDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

JOHNSON, HUGH. The international book of trees; a guide and tribute to the trees of our forests and gardens. Londres, Michael Beazley Publishers 1978. 288 p.

La nueva impresión de este conocido libro que apareció por primera vez en 1973, es una obra de arte, realizada por una imprenta en Hong Kong. De tamaño grande, con maravillosas fotografías en color, tiene indudables méritos científicos y didácticos, pero sobre todo halaga los sentidos estéticos y sentimentales. Para muchos, cuando hojeen y lean este libro, sentirán impresiones parecidas a una inspiradora poesía o pieza musical.

Los primeros capítulos describen el crecimiento de los árboles, las zonas de vida y su relación con el clima, la fauna, el hombre y los tiempos geológicos. Siguen notas sobre introducciones y los sabios que divulgaron el cultivo de los árboles a través del mundo y una descripción de las grandes colecciones, apuntes sobre viveros y selección de especies y técnicas para plantar según el sitio así como el mantenimiento. La mayor parte del libro cubre una descripción sistemática de especies por familias destacando principalmente los árboles ornamentales. Al final hay 41 páginas de índices y anexos que cubren arboricultura urbana, mapas de vegetación (para la zona templada de Estados Unidos y Europa), cronología de descripciones a través de los siglos, enfermedades e insectos, tasas y formas de crecimiento, una clasificación de características diversas para facilitar la selección de la especie

que se desea plantar, una explicación del significado de nombres botánicos, un índice general y un índice específico muy detallado (21 p.), con notas botánicas y biológicas para centenares de especies.

El libro constituye un modelo en su género, y uno se lamenta que solo cubre la zona templada del norte aun cuando de vez en cuando se hace alguna referencia a algunas especies tropicales (como ciertas meliáceas y eucaliptos). Aún así constituye un modelo de publicación en su género, (por cierto ya ha sido traducido por una editorial española). Siempre será motivo de inspiración y deleite por la belleza de sus fotografías. Por su precio de £ 6.95 es una verdadera ganga.

GERARDO BUDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CAIIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

BUDDENHAGEN, I.W. and PERSLEY, G.J. eds. Rice in Africa; proceedings of a conference held at the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, 7-11 March 1977. London, Academic Press, 1978. 356 p.

Rice in tropical Africa is not obviously impressive by Asian or even New World standards. Only nine of the 31 nations harvest areas exceeding 100,000 ha. Production is modest and yields are abysmally low and static. Nevertheless, rice in Africa merits greater attention as more land and farmers become involved with the crop. In some countries it is a staple and preferred food. Regional demand exceeds supply resulting in large and costly imports. Clearly, rice will become increasingly important in the future.

Of great interest to rice scientists is the unique African rice heritage, totally unlike that of tropical Asia. Africa has its endemic species of *Oryza* including *O. glaberrima* cultivated since prehistoric times. Isolation, primitive agricultural practices, climate, and soils interacted to evolve unusual rice ecosystems unknown elsewhere. Only in the recent past have introduced Asian growing techniques and *O. sativa* profoundly disturbed the African heritage. Understanding the unique African rice ecology is crucial to effect improvement in productivity and production.

Thus the remarkable volume, *Rice in Africa*, representing the proceedings of a 1977 conference held at IITA in Ibadan, Nigeria, is a substantial contribution. The book summarizes current knowledge about rice in tropical Africa gathered by workers from a bewildering array of international organizations, fading colonial interests and emerging national programs. Simply bringing together this disparate group of workers, not known for previous cooperation in research, was a significant achievement. The book is particularly noteworthy in that an unusual percentage of the 48 chapters

and notes are of exceptional quality. The book is organized into six sections, each comprising several contributions all of which are concise and informative.

Section I titled Overview of Rice in Africa covers crop history, ecosystems, land resources, genetic diversity and conservation, and production economics. The chapters of Buddenhagen and Moorman and Veldkamp are exceptionally perceptive. To define where best to concentrate the limited regional research and development resources one would wish, however, to have a clearer definition of how much land among the many rice ecosystems is potentially classifiable as irrigated rice. Low input, labor intensive production systems for small irrigated farms would seem a more rational strategy to increase production than grappling with all the numerous ecosystems characterized by severe types of water stress.

Section II discusses the rice breeding programs in tropical Africa in relation to the international system for germplasm evaluation. It is noted that experimental yields frequently reach the 5 to 8 ton/ha range. Thus, there is an enormous gap compared to the regional average yield of 1.3 ton/ha. It is not totally clear why this is so. Even the Malagasy Republic averages only 1.6 ton/ha despite having an active breeding program and the bulk of its rice grown under irrigation.

The third section quite adequately covers the disease, pest and weed problems of African rice. The profound discussion by Bidaux of resistance to the rice blast disease is a model of epidemiological contributions to resistance breeding.

Sections IV and V treat production research and a series of related studies on soils, drought tolerance, fertilizer and seeding practices, and the newly discovered rice yellow mottle virus.

The final section includes 18 country reports, usually the least valuable part of international conferences. These reports are no exception although the editors are to be commended for their successful abstracting and inclusion of only the major points in each presentation.

The book clearly indicates that tropical Africa has the human and physical resources to increase rice production. Much will depend on the willingness of the diverse research groups to cooperate effectively on common regional problems that presently hold yields at low levels. *Rice in Africa* is indeed a welcome and useful addition to the world's rice literature despite its minor drawbacks of unattractive newsprint appearance, numerous errata, and inexplicably high price.

PEIER R. JENNINGS
CENTRO INTERAMERICANO
DE AGRICULTURA TROPICAL
COORDINADOR REGIONAL PROGRAMA ARROZ
SAN JOSE, COSTA RICA

MaDOWELL, L.R. y CONRAD, J.H. eds. Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo, Belo Horizonte, Brasil, 22 a 26 de marzo de 1976. Gainesville, Fla University of Florida, 1978 225 p.

Este es un libro interesante, resultado de estudios realizados en forma colaborativa sobre las deficiencias y toxicidad minerales de los rumiantes en pastoreo en las regiones tropicales de América, por investigadores de la Universidad de Florida, en Gainesville (en un contrato con AID) e investigadores de Bahamas, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Perú, Uruguay y Venezuela.

La publicación contiene las memorias de la conferencia realizada en Belo Horizonte en marzo de 1976, en la que se revisaron los conocimientos básicos, metodología y hallazgos más recientes relacionados con las deficiencias minerales y toxicidades en América Latina. Comenzando con generalidades sobre clima y suelos, métodos de análisis de fertilidad y de muestreo de suelos, tejido de animales, de forrajes y de agua de riego, trata después de los elementos individuales (lo que ocupa la mayor parte del libro) los nuevos elementos esenciales (Gr, Sn, V, Ni, y Si), y los tóxicos (As, Pb, Hg y Cd). Siguen artículos sobre la "disponibilidad biológica" de los iones, que tratan de las fuentes de minerales, o "utilización" que tratan de las necesidades del animal; también sobre predicción de deficiencias y enfermedades causadas por carencias minerales.

En resumen, un esfuerzo por reunir toda la información disponible sobre el tema, realizado por especialistas, tanto de Estados Unidos como de América Latina, con experiencia en la investigación de cada elemento. La bibliografía de cada una de las 27 contribuciones es amplia e incluye trabajos hechos por científicos de todo el hemisferio. Su futuro como obra de consulta está así asegurado.

Esto hace más sensible las fallas que presenta la obra en su edición en castellano. Al parecer, los trabajos se han traducido al inglés primero, después de la publicación de la edición en portugués, y posteriormente se han vertido al español. O quizás se escribieron primero en inglés y después se tradujeron al portugués y al español. Por añadidura, este trabajo de traducción ha sido hecho en Gainesville, por estudiantes latinoamericanos de posgrado, ayudados por secretarías de habla hispana y portuguesa con larga residencia en los Estados Unidos.

El resultado es fácil de prever. El volumen adquiere, si se quiere, una novedosa utilidad: la de un manual de anglicismos y construcción anglicada para el uso de profesores de redacción científica en español. Lo que creemos cruel es que los editores, McDowell y Conrad, expresen su "profundo agradecimiento" a los traductores, "en su mayoría profesores o investigadores" de América Latina, por "el excelente trabajo realizado" en la traducción, publicando una lista que contiene los nombres de cada uno de ellos, con el país a que pertenecen; incluso hay uno de España (este es el mejor escrito).

Se repite así la falacia de que un profesional que domina su especialidad es, consecuentemente, una autoridad en el idioma. La lectura del texto dá la impresión de una traducción literal. Se nota un orden en las partes de la oración diferente al usual en español, así como la ausencia de los artículos al comienzo de las oraciones, herencia esta del árabe que tipifica a nuestro idioma. Así tenemos, "Arsénico es largamente conocido por su toxicidad", "Fluor ha sido reportado", "nitrato puede ocurrir" (todos en la página 51). Siguiendo con la construcción, encontramos mal uso de los verbos: "Un buey crecido con una deficiencia" (Fig. 5 p. 116), "Mapa mostrando" (p. 118), "Una vaca padeciendo" (p. 120), o "adultos humanos consumiendo aguardiente" (p. 137), esto último hablando de la toxicidad del plomo para rumiantes. Este mal uso del gerundio persiste en todo el libro.

Los delitos contra la concordancia son numerosos: "Chalupa y otros encontró" (p. 78, párrafo 5), "Una revisión por Flick y otros sugirieron" (p. 139), "Una evidencia abundante en humanos y animales indican" (p. 139 también). Descendiendo de la sintaxis a la humilde prosodia, tenemos anglicismos, como "propiedades que influncian" (p. 22), "influnciada" (p. 99), "sumariza" (p. 98), "marcada declinación" (p. 164). Otras faltas pueden ser simples errores tipográficos escapados en la corrección de pruebas: "Carbonado de Fe" (p. 143) "biota aquatica" (p. 143), "pastos y hiervas" (p. 141). También se nota que se usa el punto para separar los decimales, aun en trabajos escritos por argentinos y españoles.

Desearíamos creer que los traductores, que tan prominentemente son exhibidos en los agradecimientos, en realidad no tomaron en serio su tarea y no revisaron el trabajo preliminar de personas que viven en un medio de habla inglesa y, por consiguiente, están "influnciadas" por el idioma que las rodea. Pero ellos, como profesores e investigadores, guías de próximas generaciones de profesionales en sus propios países, no pueden evadir la responsabilidad que les toca, como maestros y conductores, de cuidar la corrección del idioma en el que transmiten los conocimientos de su disciplina.

ADALBERTO GORBITZ
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

PATON, T.R. The formation of soil material London, Allen and Unwin, 1978. 143 p.

El texto representa un enfoque geoquímico de la génesis del suelo, escrito en un lenguaje sencillo e ilustrado con ejemplos apropiados y poco comunes en la literatura convencional. El mismo autor menciona (p. 96) que 8 de los 10 capítulos "tratan la génesis del suelo en función de los procesos que lo constituyen", con un noveno dedicado a los factores de formación y un décimo capítulo sobre provincias pedológicas.

El primer capítulo trata sobre la constitución de los silicatos, el segundo de su meteorización, el tercero sobre su lavado y el cuarto se relaciona con la formación de nuevos elementos a partir de los residuos. Varios problemas surgen de este enfoque pues supone (i) condiciones de exceso de humedad y (ii) drenaje libre, lo que no permite explicar la formación de suelos tales como los orgánicos depresionales, o los suelos salinos. El énfasis puesto en los aspectos físico-químicos, hace que otros procesos parezcan menos importantes en la degradación de silicatos, aunque su importancia se reconoce en el capítulo 8 (acción de la biosfera). Llama la atención que el autor identifique la litosfera y la biosfera pero no define la pedosfera.

El capítulo cinco trata sobre la "fábrica del suelo" refiriéndose a la estructura del mismo; de nuevo se nota el amplio dominio del autor en físico-química al tratar el tema en términos de floculación-dispersión. Como en otros capítulos se logra presentar una génesis cuantificada, aspecto en que el libro es un ejemplo maravilloso.

En el capítulo 6 (movimientos laterales de suelo), el autor deja ver la influencia del relieve en términos de denudación y acumulación. Sigue la idea de erosión (liberación - transporte - deposición de materiales) como un proceso físico. Aquí se subestima la migración diferencial en solución, la cual permite la formación de suelos muy diferentes.

Los capítulos 7 y 8 enfatizan la biosfera. El campo de trabajo es muy amplio y el autor lo trata con gran propiedad. Es interesante el enfoque de considerar el efecto que causan los organismos fuera del volumen y dentro del mismo.

El capítulo 9, sobre factores formadores de suelos, es una condensación con notas auxiliares del libro. En el capítulo 10 se trata de zonificar procesos en base a condiciones anormales de formación (Provincias 1 a 4) y de condiciones zonales normales (Provincia 5). Aquí el autor simplifica en demasía lo que a través del texto describe como "un problema complejo que debe tratarse como un factorial" (p. 107).

El libro es una magnífica referencia para estudiantes de pregrado y posgrado así como profesionales que tengan que lidiar con suelos de diferente origen.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

PITTY, A F. *Geography and soil properties*. London, Methuen, 1979. 287 p (£ 5,50)

Con el título de Geografía de Suelos, se pueden encontrar temas muy variados en la literatura mundial. Sin embargo, el enfoque más corriente es aquel que trata sobre la distribución de los suelos del mundo de

acuerdo al criterio de la zonalidad. En este texto, se varía totalmente la concepción tradicional. El Dr. Pitty introduce al lector en su libro a través de un capítulo muy variado pero interesante que trata sobre la influencia del suelo sobre la geografía física y humana. El resto de la obra es una edafología aplicada que cubre aspectos de química, física y mecánica de suelos, con la idea de que los estudiantes que se inician en el aprendizaje de la geografía adquieran conocimientos básicos en este campo.

Al nivel de libro, la información que se incluye es suficiente en cantidad aunque en casos como el de acidez sería conveniente ampliar con enclavado. En el intento de un nuevo enfoque quizá se exagera un poco; no se incluye un capítulo sobre distribución y clasificación de suelos, indispensable para motivar a los posibles lectores con vocación en geografía.

El libro está escrito en una forma comprensible a cualquier nivel de conocimiento universitario, pero las figuras que se presentan son confusas y recargadas de información. Otro aspecto que puede causar problemas es la separación del color del suelo de las propiedades físicas del mismo, así como la estructura y la porosidad, que conforman otro capítulo por separado.

Un gran acierto es el presentar la bibliografía en un solo acápite pero ordenado de acuerdo a los principales temas que se tratan en el libro, el cual es recomendable como material de consulta para profesionales en la enseñanza y aprendizaje de cursos de Geografía de Suelos.

ALFREDO ALVARADO
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

SEEMAN, V. CHIRKOV, Y I. LOMAS, J. y PRIMAULT, B. *Agrometeorology*. Heidelberg, Springer, 1979. 324 p US \$ 53.90.

Este libro, escrito en inglés, es bastante diferente de lo que se podría esperar del título. No se trata ni de un texto ni de un libro de referencia. Es una compilación de capítulos, cada uno en sí completo, sobre las bases físicas del complejo energético meteorológico y de sus aplicaciones en todas las áreas de agrometeorología, para un uso más eficiente y racional de los recursos climáticos con miras de aumentar la productividad agrícola en todas las partes del mundo. Incluye, en forma concisa, una revisión de los trabajos de investigación contemporánea en las áreas respectivas.

Después de una breve introducción, el texto se divide en dos partes. En la primera, se tratan los principios físicos y meteorológicos de la agrometeorología. Incluye aspectos sobre radiación solar, efectos biológicos de la luz, radiación neta y metodología de la medición. Balance de calor, flujo en el suelo y transporte

de calor en el aire, con sus formas de medición Masas del aire, viento, mediciones y transporte de partículas en el aire

La segunda parte está dedicada a la agrometeorología aplicada Algunos de los temas abordados son: estadísticas agrometeorológicas y modelos; agrotopoclimatología; clima del suelo, microclima y fitoclima, clima de praderas y pastos; clima de cultivos de cereales, clima de árboles frutales y bosques; mejoramiento del clima para fines agrícolas; clima de invernaderos, campos abiertos y sombra; clima óptimo para animales; clima en refugios para animales; clima de plantas (calor y frío), sequías, viento, polvaredas y granizo, irrigación; sistemas de predicciones agrometeorológicas; necesidades de agua de las plantas, clima de transporte de productos agrícolas; empleo de agroclimatología en zonificación de cultivos.

Como se aprecia, el libro contiene una gran variedad de información, normalmente de difícil acceso debido a su gran dispersión y diferentes idiomas. Los cuatro autores, alemán, ruso, israelí y suizo, han podido superar estas barreras y ofrecer información resumida sobre tan diversos aspectos, nunca antes resumidos en un libro conciso

Según la casa editora, que tiene muchísima experiencia en este ramo, el libro está dedicado principalmente a estudiantes graduados, postgraduados e investigadores. Por eso es un poco desafortunado, que uno de los autores cita la literatura, en parte de difícil acceso, en forma muy resumida, haciéndola más difícil aún de encontrarla Se espera que los muchos pequeños errores, especialmente en las figuras y referencias, puedan corregirse en una nueva edición de este valioso libro.

LUDWIG E. MÜLLER
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
TURRIALBA, COSTA RICA

PILLAI, U.S. Process technologies for nitrogen fertilizers New York, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), U.N. Development and Transfer Technology Series N° 8, 1978 50 p.

Con miras a ser útil para los países en desarrollo la Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (UNIDO) creó el Banco de Información Industrial y Tecnológico el cual promovió la preparación del volumen Industrial y Tecnológico el cual promovió la preparación del volumen presente para ayudar a los planificadores en países en desarrollo a seleccionar la tecnología adecuada para su país. Siendo el nitrógeno el componente más importante de los abonos en los trópicos y los subtropicos, es evidente la importancia de conocimientos de las tecnologías que existen, que en algunos casos puede ser importadas para hacer autosuficientes a aquellos países que

tienen los recursos energéticos, necesidad fundamental de la industria del nitrógeno.

El primer capítulo se dedica a los procesos principales para producir los gases para el síntesis del amoníaco, indicando para esto no menos de siete procedimientos Se discute, para cada uno de los procedimientos, sus ventajas y desventajas principales y los requerimientos para la operación del proceso, en materias primas, energía y otras facilidades. Se indican tanto procesos basados en petróleo como en carbón y el proceso electrolítico que opera basado solamente en energía eléctrica.

En el segundo capítulo se describen brevemente y en forma clara y comprensible para el no especialista, cuatro de los procedimientos más usados para el síntesis del amoníaco Se parte de los materiales del proceso del capítulo previo Ni en este ni en el capítulo previo se dan precios estimados para costo de planta.

El tercer capítulo se dedica a la manufactura de la urea. Se indican un total de seis procesos en uso actual con descripción de las ventajas y desventajas de los procesos individuales Este capítulo incluye algunos datos sobre costo de diferentes tamaños de plantas, cálculos en dólares (US) del año 1977.

El cuarto capítulo se dedica a la manufactura del sulfato de amonio Se indican tres procesos y se discuten sus ventajas y desventajas. A pesar de su uso reducido como fertilizante, se incluye una breve sección sobre la manufactura del cloruro de amonio indicando dos procesos en uso actual.

En el capítulo sexto se estudia la manufactura del ácido nítrico, evaluando para este propósito no menos de 10 métodos Se analizan las ventajas y desventajas de cada uno y se describen brevemente las particularidades de cada proceso. Por ser el nitrato de amonio un abono muy importante, en este capítulo se estudian con detalles nueve procesos para su fabricación.

Aquí, como en los otros capítulos, se dan algunas indicaciones sobre costos aproximados, aunque en base de precios de 1967, los cuales no permiten más que estimaciones y comparaciones.

En el octavo capítulo se estudia brevemente la manufactura del sulfo-nitrato de amonio, un abono popular de Europa En el noveno capítulo se estudian los procesos para fabricar nitrato de calcio y amonio. Los procesos para estos son similares y se les indica brevemente con una estimación de su costo, extrapolando a partir de valores de 1967.

En el décimo capítulo se estudia brevemente la fabricación del nitrato de sodio, ya que este se obtiene para su uso como abono, en general a partir de depósitos naturales, como los de Chile. Existe también una discusión breve de la preparación del nitrato de potasio el que ahora tiene poco uso por su naturaleza peligrosa.

El último capítulo se dedica a la preparación de soluciones nitrogenadas, de gran importancia donde la mecanización de la agricultura ha permitido la adaptación de estos materiales. En nueve se dan costos del equipo, basados en extrapolación de precios del 1967.

El volumen concluye con una lista alfabética de las empresas que producen e instalan fábricas de fertilizantes nitrogenados.

Se estima que este libro sea bien útil para planificadores del desarrollo industrial y agrícola y también a nivel académico para profesores de cursos de abonos, fertilizantes, etc. Se le recomienda para los individuos interesados en estos campos y las bibliotecas tanto universitarias como de oficinas de gobierno.

ELEMER BÖRNEMISZA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN JOSE, COSTA RICA

FLENLEY, JOHN R. The Equatorial Rain Forest: a geological history. London, Butterworths, 1979. 161 p.

Entre las numerosas polémicas que afectan la ecología tropical, se destaca la ausencia de una buena explicación para la gran diversidad de la floresta tropical y su aparente "estabilidad" en el tiempo.

El autor de este libro no oculta que desea demostrar que no hay tal estabilidad y que de hecho han habido y siguen habiendo cambios climáticos que han afectado y siguen afectando la vegetación tropical. Para ello usa principalmente la técnica de análisis de polen. Sus datos, compilados en tres continentes (África ecuatorial, América tropical y la región indo-malasia), muestran que hubo en la última fase del cuaternario un clima más frío y más seco, con glaciares y vegetación de altas montañas a elevaciones considerablemente más bajas que hoy día y que en las llanuras bajas había una estación seca mucho más pronunciada. En todo caso todo parece indicar que la vegetación era muy distinta a la de hoy en día hace 15000 a 18000 años y aún actualmente sigue cambiando.

Bajo estas premisas no se puede hablar de climax climático en el sentido estricto. Por otra parte el autor destaca la influencia considerable de poblaciones humanas en la vegetación, existiendo ya vestigios de agricultura hace 9000 años en Nueva Guinea y mostrando cómo tal influencia ha afectado la vegetación natural en los tres continentes.

Contra esta evidencia, que es mucho más clara en zonas elevadas que en bajura, puede argumentarse que la correlación entre elementos fósiles y la reconstrucción de vegetación aún presenta ciertos problemas especialmente si se usa el tipo de margen de las hojas. Y aún el análisis de polen en perfiles dentro de zonas pantanosas o fondos de lagos, ha sido objeto de diversas interpretaciones, amén de que el polen viaja a distancias considerables y diferentes especies tienen diferentes mecanismos de producir y dispersar polen y asimismo, la misma conservación del polen varía.

En todo caso debe felicitarse al autor por su cuidadosa búsqueda en probar sus hipótesis. Aún más,

al final hay un fascinante capítulo sobre la interrogante inicial: la diversidad del bosque tropical, y se analizan diversas teorías basadas en la premisa de que la rareza de una especie dentro del complejo florístico, constituye de hecho una estrategia ventajosa de supervivencia.

Para los que tratan de explicar el origen de la actual vegetación tropical, este libro constituye en todo caso una herramienta indispensable.

GERARDO BUDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

DE RENZO, D.J. ed. Wind power; recent developments. Park Ridge, N.J., Noyes Data, 1979. 347 p (Energy Technology Review Nº 46). US \$ 36.

Este libro es el documento Nº 46 de la Serie que la Noyes Data Corp. ha venido publicando en torno al tema central de la Tecnología de la Energía. En 347 páginas, subdivididas en siete capítulos y un apéndice, con 145 figuras y gráficos ilustrativos y 46 cuadros, el libro presenta en forma concisa, los más recientes avances tecnológicos logrados en los Estados Unidos de América, en relación con el conocimiento y aprovechamiento de la energía eólica.

En los cuatro primeros capítulos, se hace una revisión general de los principios aplicables a la conversión de la energía eólica; se presenta una síntesis de los estudios realizados en los Estados Unidos, para inventariar el potencial energético de sus vientos; se discuten en forma concisa los avances más recientes logrados en el diseño de los rotores eólicos, y se describen los diferentes tipos de las nuevas turbinas eólicas, que están comenzando a ser utilizadas o que están en proceso de perfeccionamiento.

Dos capítulos adicionales se refieren de manera amplia a las aplicaciones de la energía eólica para el funcionamiento de los artefactos eléctricos y a los sistemas eólico-energético de uso en las fincas y en el medio rural.

Termina el libro con un capítulo que se refiere a los aspectos legales, sociológicos y ecológico-ambientales, relacionados con el uso y la aplicación de la energía generada por los vientos. Además, en el apéndice se da una lista de nombres y direcciones de fabricantes, investigadores y distribuidores que están contribuyendo al desarrollo, uso y aplicación de la energía eólica.

El libro contiene un caudal muy importante de información tecnológica básica sobre la energía generada por los vientos, que puede ser de gran utilidad para estructurar y poner en marcha proyectos y programas, encaminados a aliviar los problemas que se derivan de la crisis energética actual.

ENRIQUE BLAIR
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

SINGH, S.P. ed *Underdevelopment to developing economies*. Oxford University Press, 1978 551 p £ 9 25.

Hace más de veinte años, en 1958, se publicó la primera edición de la colección de ensayos reimpresos, editada por A.N. Agarwala y S.P. Singh, y titulada "The economics of underdevelopment". Llegó a ser uno de los textos estandar para toda una generación de economistas del desarrollo y fue un resumen excelente del pensamiento desarrollista en los novecientos cincuenta. "The economics of under development" fue un logro considerable en la selección de temas y ensayos, y aunque los editores no añadieron contribuciones teóricas significativas propias, prometieron completar la colección original con dos colecciones adicionales de ensayos. La segunda colección apareció en 1969 como "Accelerating Investment in Developing Economies", que seguía un formato similar a la primera, pero sin atraer a tantos lectores. Sin embargo, este segundo libro era un conjunto bien balanceado de ensayos estimulantes, que se enfocaba en lo que Agarwala y Singh consideraban la más significativa de todas las áreas de problemas de la economía del desarrollo, la movilización de los fondos de inversiones.

"Underdevelopment to Developing Economies" es la tercera y última colección de ensayos, y abarca lo que Singh describe como "el resto de áreas de problemas...: dualismo, agricultura, industrialización, salarios, empleo, comercio y tasas de cambio exterior". A diferencia con las dos colecciones anteriores, sin embargo, tuvo que ser editada por Singh solo, ya que Agarwala se mató en un accidente aéreo en 1973. La muerte trágica del profesor Agarwala, combinada con el transcurso de veinte años desde la publicación de la primera de las tres colecciones, han afectado claramente la calidad y el interés de "Underdevelopment to Developing Economies". En comparación con sus distinguidos predecesores, es una colección de ensayos algo no imaginativos, cuya actualidad ha pasado, y es poco probable que tenga la masa de lectores que tuvo el primer volumen.

"Under development to Developing Economies" contiene 22 ensayos, todos ellos publicados por primera vez entre 1961 y 1973, siendo la fecha media de publicación 1967. Trece de los ensayos están sacados de tres revistas muy ampliamente disponibles (*Oxford Economic Papers*, *Quarterly Journal of Economics*, y *American Economic Review*), y solamente dos o tres de los ensayos son difíciles de obtener en su impresión original. Más preocupante, sin embargo, es la falta de la colección en presentar autores marxistas o autores intensamente radicales, o autores de América Latina o de África al sur del Sahara. La economía desarrollista ha sido afectada profundamente por los escritos de autores tales como Samir Amin, André Gunder Frank, Paul Baran, Paul Sweezy, Arghiri Emmanuel y Clive Thomas, pero la colección de ensayos de Singh presenta todavía los debates fundamentales en términos de las más bien "mansas" batallas entre las perspectivas clásicas y neoclásica. Aun si pudiéramos perdonar a Singh por ignorar al marxismo y otras interpretaciones radica-

les del subdesarrollo, es difícil perdonarlo por ignorar las "opiniones minoritarias" de gente como P.T. Bauer y Iachlin Currie. El resultado del punto de vista algo estrecho de las "importantes contribuciones" de Singh es un conjunto de ensayos convencionales y algo tradicionales que fielmente reflejan el pensamiento de cauce principal de los novecientos sesenta, pero que dan poca idea de las actuales áreas de crecimiento en la economía del desarrollo al final de los novecientos setenta, o de la significancia de perspectivas interdisciplinarias en estudio del desarrollo.

RAY BROMLEY
UNIVERSITY COLLEGE OF SWANSEA
SINGLETON PARK, SWANSEA
GALES, GRAN BRETAÑA

BURING, P. *Introduction to the study of soil in tropical and subtropical regions*. 3rd. ed. (revised) Wageningen, PUODOC, 1979. 146 p Dfl. 25 net ± US \$13.

Esta es la tercera edición de un libro que ha tenido buena acogida, aunque menor de la que habría podido esperarse dada la experiencia del autor y la calidad de la obra. Quien escribe esta reseña tuvo la oportunidad de revisar también las dos primeras ediciones del libro y de ahí que pueda exponer la evolución y los cambios sucedidos en el mismo, en esta tercera. (Cf *Turrialba* 21: 239 para el comentario sobre la segunda edición. Ed).

En realidad la obra que nos ocupa se ha modificado tan profundamente en cuanto a su estructura, que casi se podría decir que no se trata de una nueva edición sino de un nuevo texto.

En las anteriores ediciones, luego de un capítulo de introducción general, los ocho siguientes describían los factores y procesos de formación, las características, el valor agrícola y la distribución regional de otros tantos grupos importantes de suelos de las regiones tropicales y subtropicales.

Ahora, es indudable que el progreso habido en el conocimiento y el enorme aumento de información sobre los suelos de las regiones mencionadas han sido tan grandes en la década transcurrida entre las dos últimas ediciones, que era de esperarse una profunda transformación en esta obra.

El nuevo libro tiene once capítulos cortos pero que resumen un campo bastante amplio de la ciencia del suelo en lo que se refiere a los suelos de regiones tropicales y subtropicales y dan una idea muy clara de cuánto ha evolucionado esta ciencia, con respecto a ellos.

Los dos primeros capítulos tratan de generalidades sobre el estudio de los suelos, expuestas bajo los encabezamientos uso de la tierra y la ciencia del suelo. El segundo capítulo lleva sin embargo, una clave del sistema de descripción de unidades cartográficas propuesto por FAO. El capítulo tercero es el más largo y en él se presentan los principales grupos de suelos

que se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales. Se detalla más aún la nomenclatura utilizada en el mapa de suelos del mundo de FAO. Este es un buen aporte ya que pone al alcance del lector, en forma sencilla, este sistema de nomenclatura muy importante puesto que es la base de un trabajo fruto de la cooperación de muchos especialistas de todo el mundo y que pese a su alcance aún no se ha divulgado suficientemente.

El capítulo cuarto se refiere a la formación del suelo, no sólo en cuanto a los factores que intervienen sino también a su evolución, con los horizontes y propiedades de diagnóstico y los regímenes de temperatura y humedad que en conjunto dan origen a los distintos grupos explicados. El capítulo quinto es un complemento del anterior ya que se refiere a las distintas posiciones de los suelos en el paisaje y a las características que surgen de ellas.

El capítulo sexto es un resumen muy sucinto, del sistema norteamericano de clasificación de suelos, conocido como Soil Taxonomy, el sistema más amplio y comprensivo de clasificación y que ahora se utiliza prácticamente en todo el mundo.

Los capítulos finales se refieren a aspectos más prácticos como la productividad agrícola y los factores que la rigen (capítulo siete), la erosión del suelo (capítulo ocho), mejoramiento del manejo de suelos (capítulo nueve), evaluación de la tierra (capítulo diez) y por último, el undécimo capítulo habla sobre la investigación de los suelos de las regiones tropicales y subtropicales.

Se ha añadido un glosario de nombres antiguos de suelos, que se comparan con los utilizados en el mapa de suelos del mundo, de FAO y se ha aumentado el número de láminas en colores con fotografías y descripciones de los suelos más importantes de las regiones consideradas en el libro. Para terminar, hay una sección con referencias bibliográficas en inglés y en francés, recomendadas por el autor.

Tal como está concebido, este libro puede servir como un texto de edafología general, pues se resumen aquí muchos y variados aspectos de la ciencia del suelo, y con las lecturas recomendadas se puede completar un conocimiento hasta cierto punto profundo de los suelos de las regiones tropicales y subtropicales.

Pese a todo lo expuesto, habría sido conveniente incluir un capítulo que discuta la distribución de los principales grupos de suelos en las regiones a las que se circunscribe el libro, o por lo menos algunos mapas fuera de los de África que se incluyen y que a nuestro parecer no son los más representativos de toda la complejidad que se puede encontrar en las regiones mencionadas.

En la segunda edición de esta obra se mencionaba una futura traducción de este libro al español, pero aparentemente no llegó a hacerse. Es de desear que se lo traduzca para ponerlo al alcance de los lectores de habla española, especialmente estudiantes universitarios o graduados que se especialicen en este campo.

En resumen, se puede decir que esta nueva edición constituye un aporte adicional a la literatura de la ciencia del suelo y es recomendable que se adquiera no

sólo para las bibliotecas universitarias o similares, sino que puede ser muy útil en las bibliotecas particulares de los especialistas, puesto que recopila información muy útil que, al menos en el medio tropical, no está a disposición de todos.

FAUSTO MALDONADO
CASILLA 305
QUITO, ECUADOR

HAYEK, FRIEDRICH AUGUST. *New studies in Philosophy, Politics, Economics and the History of Ideas*, London, Routledge and Kegan Paul, 1978, 314 p £ 7,25

El libro "Nuevos Estudios" del profesor Friedrich Hayek consiste de veinte trabajos que se mueven muy ampliamente sobre PPE y la Historia de las Ideas. Pero los temas de los artículos principales están estrechamente entrelazados en apoyo de una visión central, cuyo mensaje inmediato es que "las tendencias actuales hacen probable que las instituciones políticas sufran un colapso". Con respecto a la causa del colapso, el empeño de Hayek parece haberse movido de los falacias económicas socialistas como el principal motor, hacia los excesos del gobierno democrático ilimitado. Como se podría esperar, este volumen se caracteriza por una calidad profundamente estimulante y una masiva erudición inigualada entre los economistas actuales.

La parte I (Filosofía) se inicia con dos denuncias tituladas "Los errores del constructivismo" y "La Pretensión del Conocimiento", "El constructivismo" es "una manera de pensar que supone que ya que el hombre mismo ha creado las instituciones sociales, debe ser capaz de alterarlas como le plazca". En contraste agudo está la creencia, extremadamente cara a Hayek, de lo benéfico de las instituciones espontáneas no planificadas. Se transmite la primera impresión de que, para Hayek, esta distinción, que considera tan importante, corresponde, en lo que se refiere a instituciones económicas, a la que existe entre los mercados libres y el socialismo intervencionista.

Pero, aunque estas dos distinciones puedan trasladarse en forma considerable, no hay una correspondencia necesaria o completa. Ciertamente, Mandeville y Menger, dos de los anticonstructivistas favoritos de Hayek, sostenedores de las instituciones espontáneas no planificadas, no aceptaron dicha correspondencia. En lo que se refiere a Mandeville, mientras que favorecía los mercados de mano de obra libre, apoyó un "Mercantilismo" bastante intervencionista en política de comercio exterior, un punto no mencionado en la conferencia magistral de Hayek. Además, Menger, sobre cuyo papel en lo que llama "la revolución marginal", Hayek contribuye un ensayo valioso, atacó a "Adam Smith y sus secuaces" por exactamente la clase de racionalismo "constructivista" condenado por Hayek (injusto en lo que se refiere a Smith, pero no en lo que se refiere a algunos defensores de las políticas del mercado libre).

"La Pretensión del Conocimiento", el discurso Nobel de Hayek, empieza con la aserción más bien compilativa de los recientes problemas inflacionarios alarmantes "surgido debido a las políticas que la mayoría de los economistas recomendaron. Como profesión hemos hecho un revoltijo" (Subsecuentemente, se sugiere traje de penitente y cenizas como la ropa actualmente apropiada para los economistas). Según Hayek, este desastre profesional se debe fundamentalmente a la pretensión de que el conocimiento y poder de predicción de los economistas es similar a los de los científicos físicos. Pero la pretensión de conocimiento tiene una larga historia en la economía, por lo menos desde el período Ricardiano cuando James Mill y McCulloch compararon sus leyes con las de Newton y Euclides. Más recientemente, hubo la todavía más optimista doctrina, originada por Cairnes, Wiesser y Mises, y poderosamente apoyada en los novecientos treinta (por Hayek entre otros) de que la economía era *aún más* sólidamente fundada que las ciencias naturales ("más allá de la posibilidad de disputa"). Hoy día Hayek sostiene que los economistas deberían solamente intentar "predicción de tendencias", algo de "segunda clase" comparado con las ciencias naturales. Pero la amplitud precisa de estas predicciones de tendencias no está muy clara. Parecería más sencillo afirmar simplemente que los economistas pueden solo predecir *mucho* menos precisamente que las ciencias naturales. Es sin embargo, significativo que Hayek, a diferencia de otros austriacos, cree que es importante y posible para los economistas hacer predicciones útiles y posibles para insistir que "no podemos estar lo suficientemente agradecidos a filósofos modernos como Sir Karl Popper por darnos una prueba mediante la cual podemos distinguir entre lo que podemos aceptar como científico y lo que no podemos".

En la Sección III, sobre Economía, el principal tópico es Keynes y lo que se describe como la "Inflación Keynesiana". Ciertamente, una o dos veces Hayek reconoce que hay distinción amplia e históricamente plausible entre las políticas que el mismo Keynes abogaba, y aquello que llegó a ser propagado como políticas Keynesianas, en condiciones extremadamente diferentes, en las décadas después de su muerte. Pero parece estar determinado a adscribir ambas falacias fundamentales a Keynes, y ciertamente a todos los macroeconomistas, y también insistir en que los peligros y dilemas de los novecientos setenta constituyen "las consecuencias económicas de Lord Keynes". Sin embargo, reconoce ahora lo inapropiado, en los comienzos de los novecientos treinta, de la política de deflación y oposición a las obras públicas que él apoyó entonces, cuando el desempleo en Gran Bretaña estuvo elevándose muy por encima del 20 por ciento. Debe también reconocerse que los inicios de los novecientos treinta fueron cruciales para Europa y el Occidente y que se puede mantener razonablemente que la deflación jugó un papel importante, y aun decisivo (junto con otros factores) en la subida al poder de Hitler y el estallido de la Segunda Guerra Mundial. Por consiguiente, no son Keynes, Pigou y la entonces mayoría de economistas británicos, con sus recomendaciones expansionistas en esta encru-

cijada vital, los que subsecuentemente debieron ponerse el traje de penitentes y las cenizas. Este punto debe anclarse, y registrarse, en justicia para Keynes, Pigou, y otros. Pero, por supuesto, esto no desmerece en lo más mínimo, ya sea la calidad del diagnóstico penetrante de Hayek sobre los peligros actuales, o la justicia de su condenación de las políticas propuestas y adoptadas en las décadas después de la muerte de Keynes.

T. W. HUTCHISON
UNIVERSITY OF BIRMINGHAM
P. O. BOX 363
BIRMINGHAM B15 2TT, ENGLAND

YEHASKEL, ALBERT. Industrial wastewater cleanup; recent developments Park Ridge, N. J., Noyes Data, 1979. 308 p (Pollution Technology Review Nº 57) US \$ 39 net.

La contaminación de las vías acuáticas va de la mano con el progreso tecnológico, y en las naciones desarrolladas se ha convertido en un problema sustancial. Aunque se ha hecho un progreso real para aliviarlos, se tiene que hacer mucho más en los próximos años.

En los Estados Unidos, la Environmental Protection Agency (EPA) ha dado un plazo hasta 1984 para poner en vigor los estándares estrictos para obtener agua segura. Las industrias que descargan sustancias peligrosas diariamente en los cursos de agua están respondiendo a este desafío. Están ya adaptando algunos de los más de 275 métodos de limpieza de aguas desechadas que se describen en este libro, basado en patentes registradas en Estados Unidos desde 1977 sobre este tema.

Los procedimientos descritos van desde la simple filtración, para separar sólidos en suspensión, hasta métodos que emplean una tecnología sofisticada y productos químicos selectos.

En algunos casos, las plantas de tratamiento cumplen más de lo que exige la EPA. Por ejemplo, algunas firmas farmacéuticas ya han instalado plantas para purificar las aguas contaminadas y para reciclar el agua para su uso continuo. Este solo proceso les ha economizado una enorme cuenta de agua y en pocos años las economías pagarán las instalaciones. Es más, la industria de papel ha gastado más de 3 mil millones de dólares para agregar a sus molinos de pulpa y papel sistemas de tratamiento de aguas con desechos, y otros equipos para controlar la contaminación.

Muchos pueblos están sufriendo por contaminación del agua de pozos por lixiviación. Las autoridades están construyendo instalaciones de purificación por filtración (para separar sólidos de líquidos) por carbón activado y otras técnicas avanzadas serán las más usadas para tratar el agua natural.

El libro proporciona al lector una mirada en profundidad a más de 257 métodos, procesos, nuevos aparatos y aplicaciones, tal como figuran en la literatura de

patentes en los últimos dos años. Se inicia con procedimientos generales, como separación de sólidos de líquidos (filtrado, floculación, precipitación), y separación de petróleo de agua. Después siguen capítulos sobre sustancias específicas, como recuperación refinación de metales, pulpa y papel, carbón y minerales, flúor, fósforo y polímeros y procesos misceláneos. Hay un capítulo sobre alimentos y productos naturales, que comprende patentes sobre proteínas y carbohidratos, productos del mar, industrias de la carne, de la lana, y curtiembres. Todas esas industrias tienen sus aguas de desecho que contribuyen a la contaminación de acequias y ríos. Este libro puede proporcionar la información que las industrias necesitan para resolver el problema.

DURBIN, R.D. ed. *Nicotiana*; procedures for experimental use. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin 1586 1979, 124 p.

Los progresos en la investigación botánica han dependido a menudo de la selección apropiada de una planta experimental. A este respecto, el género *Nicotiana* ha sido prominente. Se pueden mencionar algunos de los avances en los que ha desempeñado un papel crucial: la fotoperiodicidad, cuyo estudio ha contribuido mucho al conocimiento de la floración y otros aspectos del crecimiento de la planta y que fuera elucido por primera vez en tabaco por Garner y Allard en 1920; el descubrimiento de las citocininas como una clase diferente de hormonas vegetales se realizó en cultivos de tejidos de tabaco; las pruebas cuantitativas de virus fueron revolucionadas por Holmes (1938) al utilizar hojas de *N. glutinosa* como un indicador de lesiones locales para el virus del mosaico del tabaco. Las investigaciones pioneras sobre producción de plantas haploides, genética cuantitativa, sistemas de incompatibilidad, e hibridación parasexual, han utilizado también al tabaco como planta experimental.

Debido a sus muchas ventajas, las perspectivas para el empleo continuado y aun ampliado de *Nicotiana* en la biología teórica parecen aseguradas. Por eso, esta publicación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos intenta reunir la información básica y la metodología necesarias para aprovechar plenamente los atributos del género *Nicotiana* como instrumento de estudios biológicos teóricos. Esta información nunca se había reunido en un volumen y, en algunos casos, no estaba publicada.

Las 12 contribuciones que comprende están escritas por 16 autores, 5 de ellos de la Universidad de Wisconsin, 7 del Departamento de Agricultura, y otros de las Universidades de California (Riverside y Davis), Kentucky, New York, y el Laboratorio de Brookhaven. Entre ellos figura un antiguo científico del IICA, Luis Sequeira, de Costa Rica, con una contribución sobre hipersensitividad bacteriana. Una enumeración de los otros capítulos dará una idea de la amplitud de los

temas que se pueden estudiar con las especies de tabaco: recursos genéticos (genética bioquímica, tumores genéticos, marcadores proteicos, transferencia de genes); técnicas citogenéticas, hibridación; propagación de plantas; uso de haploides; cultivo de órganos; cultivo de tejidos; aislamiento y cultivo de protoplastos; fusión de protoplastos y transferencia de orgánulos; productos bioquímicos mediante cultivos de células; hospedantes de virus; resistencia a enfermedades. Cada capítulo tiene su propia bibliografía, y al final hay una lista de los abastecedores tanto de semilla de todas las especies de *Nicotiana* como de los materiales y equipos para realizar las investigaciones. También hay al final un índice de las 49 especies de *Nicotiana* mencionadas en el texto.

ADALBERTO GORBITZ
INSTITUTO INTERAMERICANO
DE CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

ORTIZ, C.A. y CUANALO, H.E. Metodología del levantamiento fisiográfico, un sistema de clasificación de tierras Chapingo, México Editorial del Colegio de Postgraduados. 1978. 85 p.

La clasificación de tierras es un área poco definida en los trópicos, en donde más que crear un sistema se emplean otros desarrollados en alguna región no tropical, con algunas variaciones. El texto de Ortiz y Cuanalo describe en forma sencilla y bien escrita el método que se emplea en México, una modificación del sistema de Webster y Beckett, aceptado sin comparar su bonanza con ningún otro sistema.

El libro contiene un capítulo de conceptos generales que incluyen la definición de tierra; desafortunadamente no vincula el aspecto físico (unidad de tierra) con su tipo de utilización, para poder definir el sistema de uso de la tierra. El segundo capítulo trata sobre fotografías aéreas y ligeramente sobre imágenes de satélites; ésta es quizá la descripción más sencilla y ordenada del tema que se puede presentar a un estudiante que se inicia en este campo.

El capítulo tercero es corto y trata sobre la historia del levantamiento fisiográfico como introducción a la metodología del levantamiento fisiográfico. Este último tema describe la forma en que se ejecuta en México la cartografía de tierras y presenta dos ejemplos aplicados. Al final se incluyen aspectos de presentación y posibles usos del trabajo realizado. De nuevo, se acepta el levantamiento fisiográfico por su bajo costo de operación, pero no se compara con otras metodologías.

En general es un texto útil, por su claridad, como material didáctico en cursos para personas que se inician en levantamientos de tierras. No es una revisión exhaustiva del tema, sino la descripción detallada de un sistema que aparentemente funciona bajo las condiciones mexicanas. Si se trata sólo de explicar lo que se hace en México en este campo, el libro cumple su ob-

jetivo; para cursos de posgrado le falta incluir otras facetas sobre el mismo tema.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA

SITTIG, MARSHALL. Detergent manufacture including zeolite builders and other material. Park Ridge, N.J., Noyes Data, 1979. 580 p. (Chemical Technology Review N° 128) US \$ 45 net.

Este nuevo texto demuestra que continúan grandes avances desde la publicación en 1976 de su antecesor, "Detergent manufacture". Se ha hecho mucho progreso en este lapso, y los detergentes no pueden ser ya acusados de causar eutroficación, ya que los fosfatos se están reemplazando por zeolitos naturales y sintéticos. Los zeolitos, que constituyen el desarrollo más reciente e interesante en el campo de los detergentes, pueden ser considerados como un tipo de "resina" inorgánica de intercambio catiónico del sodio en el zeolito por el calcio y magnesio del agua dura.

Los detergentes sintéticos son un producto de las dos guerras mundiales del presente siglo. En la primera, Alemania se vio obligada a producirlos cuando las grasas animales se desviaron a otros usos de la guerra y no estuvieron disponibles para el jabón. Estos primeros detergentes eran cadenas cortas de alquilo naftaleno sulfanatos y no eran muy eficientes que digamos; fueron reemplazados en pocos años por cadenas de sulfatos alcohólicos. Durante la segunda guerra, la escasez de grasa fue más intensa y de carácter global, y al final de ella los sulfatos alcohólicos habían sido sustituidos prácticamente por los alquil-aril-sulfonatos de cadenas largas. A partir de 1950, los detergentes se hicieron principalmente haciendo reaccionar el propileno tetrómero con benceno y sulfonando el producto. Este identificaba a esta industria como típicamente petroquímica. La formulación se completa con el uso de fortalecedores ("Builders") de fosfato (pirofosfato tetrasodio y trispolifosfato de sodio).

La ola de conciencia ecológica de los novecientos sesenta provocó varios cambios en la composición de los detergentes: 1) para evitar la contaminación, el tetrapropileno fue reemplazado por cadenas lineales ligadas al núcleo de benceno y los alcoholes de cadena larga recuperaron popularidad, pero el punto clave fue que la cadena larga tenía que ser lineal y en consecuencia degradable; este cambio es ahora casi completo en el mundo, 2) el crecimiento de las algas y la eutroficación en los lagos causó que se señalase a los fosfatos como culpables y se buscasen fortalecedores no fosfatados. Algunos de los reemplazos resultaron algo tóxicos, por lo que ahora se favorece a productos como los ácidos policarboxílicos; 3) un tercer cambio mayor fue la introducción de enzimas en las fórmulas, las que sirven como catalíticos para descomponer materiales pro-

teínicos que manchan la ropa. Introducidas primero en Europa, se usan ahora en todo el mundo, 4) el cuarto cambio ha sido el uso de fortalecedores de zeolito para reemplazar a los fosfatos ecológicamente insatisfactorios como neutralizadores de la dureza del agua y para evitar que las partículas de tierra se depositen en las telas nuevamente. Es decir, que los compuestos resultantes de la acción detergente se mantengan solubles o dispersos coloidamente en el agua.

El libro describe unos 650 procesos, que van desde las materias primas para la fabricación de detergentes, los métodos para probar los productos, los fortalecedores (fosfatados, carbonatados y zeolitos), los ingredientes adicionales (enzimas, perfumes, controladores de espuma, etc.), hasta llegar a la elaboración del producto final, según su forma (polvo, escama, pastillas, líquidos, aerosoles), y según su uso (lavandería, lavado de vajilla, de automóviles, alfombras, etc.)

La industria de los detergentes caseros en los Estados Unidos está dominada por tres grandes compañías: Procter & Gamble (60% del mercado de polvo seco y 61 patentes), Colgate Palmolive (15% y 50 patentes) y Lever Brothers (11% y 42 patentes). El 14 por ciento restante es compartido por más de 300 compañías. La compañía alemana Henkel tiene 22 patentes en los Estados Unidos sobre manufactura de detergentes, Lion Fat & Oil, de Japón, tiene 12. Casi todas las multinacionales petroleras tienen sendas patentes también.

Las tendencias indican que el mercado total de detergentes, que es enorme, está creciendo en sólo 2 por ciento anual. Los productos líquidos crecerán a expensas de los polvos. Los ingredientes activos humectantes ("surfactants") derivados del alcohol crecerán a la tasa de 5 por ciento anual hasta 1990. El alquil sulfonato lineal tendrá un aumento anual de 1 por ciento; el alquil benceno decrecerá a la misma tasa. Los etoxilatos de alquil fenol se espera que decrezcan a la tasa de 2 por ciento anual debido a la competencia continuada de los no-iónicos basados en alcohol. Finalmente los fortalecedores de zeolito se espera que asuman un lugar prominente en las fórmulas de detergentes libres de fosfatos.

Esto, por supuesto puede ser alterado por las innovaciones propias de una industria que ha mostrado gran dinamismo y, quizás principalmente, por los cambios que pueden ocasionar las frecuentes alzas del precio del petróleo en el mercado internacional.

S. TORREY ed Sludge disposal by landspreading techniques. Park Ridge, N.J., Noyes Data Corporation, 1979. 372 p. (Pollution Technology Review N° 58) US \$ 36 net.

La producción de residuos del tratamiento de aguas negras es uno de los problemas más grandes relacionados con la polución del medio ambiente, especialmente en los países industrializados, ya que su deposición y reutilización implica el desarrollo de nuevas tecnologías. El libro de Torrey es una revisión de la literatura

muy completa sobre estos problemas. En 15 capítulos se consideran los aspectos de producción y características de los fangos de purificación de aguas negras, con sus problemas sanitarios y del contenido de elementos pesados, su transporte y deposición en sistemas de producción agrícola y forestales y las implicaciones con el medio ambiente. A manera de ejemplo se presentan casos y modelos específicos como para la ciudad de Denver, Colorado; la aplicación de residuos en el ecosistema forestal de Hubbard Brook, New Hampshire, la reutilización de residuos para el control de la erosión y estabilización de laderas en Hanover, New Hampshire; el mejoramiento de áreas de residuos de la extracción de antracita utilizando los fangos mencionados, en Ashley, Pennsylvania.

Dos capítulos deben mencionarse por separado. Los aspectos de la producción y características de los residuos de la purificación de aguas negras no son tratados con suficiente profundidad; faltan detalles especialmente sobre los pre-tratamientos de los mismos y sus implicaciones. El capítulo sobre la selección de sitios para la deposición de los residuos, un capítulo que más que todo tiene que ver con las características de los suelos, es bastante detallado y amplio, incluyendo consideraciones hidrológicas y climatológicas.

En el libro de Torrey encontrarán los lectores interesados una gran cantidad de informaciones actualizadas; el círculo de los mismos es sin embargo limitado ya que estas tecnologías son hasta ahora de uso muy limitado en áreas tropicales o subtropicales.

H. W. FASSBENDER
FACULTAD TÉCNICA FORESTAL
COTINGA, ALEMANIA

HERNANDEZ DE CALDAS, ANGELA. Bibliografía colombiana sobre ciencias forestales 1926-1978; un catálogo colectivo Bogotá, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), 1979. 121 p. (CONIF, Serie de Documentación N° 4). Precio \$400 colombianos, comprado por correo. Dirección: Apartado Aéreo 051580, Bogotá, Colombia.

Se trata de una excelente compilación sobre la literatura forestal colombiana, que incluye 2450 referencias, y que abarca un período de 52 años de contribuciones a las ciencias forestales. Incluye no sólo trabajos publicados en Colombia, sino también aquellos escritos por colombianos en otros países, y lo que es encomiable, trabajos sobre Colombia escritos por extranjeros y publicados en el extranjero.

Se indican también las bibliotecas, de un total de 74, en las que están almacenados los documentos. La disposición de todas las citas es por orden alfabético de apellidos de autores, sin separación de materias. Además del cuerpo bibliográfico, se presentan una clave geográfica institucional (los lugares donde se guardan

los documentos), un índice de materias, un índice geográfico, un índice de coautores (ya que no es necesario el índice de autores principales), y un índice de nombres científicos de las especies estudiadas. Este último nos muestra como las especies más estudiadas son *Theobroma cacao*, *Cupressus lusitanica*, *Bactris gasipar* y *Hevea brasiliensis*.

Felicitemos por este libro sobre documentación forestal a la autora, Angela Hernández de Caldas, a su colaboradora María Magdalena Hernández, y a su impulsador, Armando Samper a cuya iniciativa se debe esta útil obra.

ROBINSON, J.S. Corrosion inhibitors; recent developments. Park Ridge, N.J., Noyes Data, 1979. 307 p. (Chemical Technology Review N° 132) US\$42

La corrosión es un problema permanente en la industria, y se calcula que destruye hasta la cuarta parte de la producción mundial de hierro. Este libro, basado en patentes de los Estados Unidos desde 1976, pone en claro la importancia de la corrosión al detallar casi 300 procesos y técnicas, que demuestran que la investigación está dando grandes pasos para vencerla.

El campo de los inhibidores de la corrosión es bastante amplio. Incluye barreras físicas tales como capas resistentes, consistentes en pinturas, y distintos tratamientos para metales (galvanización, metalización, parkerización, cromado, cadmiado, niquelado y algunos tratamientos orgánicos). También incluye sustancias químicas (agentes secuestradores, y absorbentes de oxígeno).

El autor ha ordenado los procesos según su uso final más significativo. El primer capítulo, por ejemplo, abarca sustancias utilizadas para vencer los problemas que se encuentran en la ingeniería hidráulica. Abarca tanto productos antiescamosos como inhibidores de la corrosión, tanto en sistemas de enfriamiento como de calderas, de intercambio de calor y de agua potable.

Otros capítulos tratan de los problemas en perforaciones exploradoras, y de refinera de petróleo; en la construcción y materiales de estructura (cemento, concreto, yeso, estructuras marinas); y combustibles y lubricantes. Hay también aplicaciones adicionales, como detección y evaluación de la corrosión; el uso de gases inertes para almacenar por largo tiempo máquinas o armas; detergentes sólidos no corrosivos.

El libro contiene nuevos desarrollos desde el libro previo de Noyes Data, "Corrosion inhibitors; manufacture and technology" publicado en 1976. Otro libro sobre el mismo tema, también de Noyes Data, publicado igualmente en 1976, es "Corrosion resistant materials handbook", por I. Mellan. Este último no está basado en patentes sino que es una acumulación de los métodos utilizados al presente para contrarrestar la corrosión.