

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 28

TRIMESTRE JULIO-SEPTIEMBRE 1978

NUMERO 3

CODEN: TURRAB 28(3)165-257

<i>Consideraciones micrometeorológicas de la pérdida de agua por algunos cultivos (en español)</i> , Agustín A. Millar, María Rojas H., Nelson Duarte	167
<i>Agua del suelo y aeración en la producción de frijol II Efecto de la aeración del suelo (en inglés)</i> , Lucio Legarda, Warren Forsythe	175
<i>Carapa guianensis Aubl., posible alternativa para el problema del barrenador de las Meliaceae de los trópicos (en español)</i> , Carlos Santander Waldemar Albertin	177
<i>Efectos de la interacción de N-NO₃ y N-NH₄ en la actividad de nitrato reductasa y acumulación de N-proteico en Brachiaria sp (en portugués)</i> M.S. Fernandes, M.B. Ferreir, I.R. Freire	187
<i>Predicción de diámetros superiores, sin corteza, para pináceas en la Unidad de Manejo de Olanchito, Honduras (en español)</i> , Froylan Castañeda, Miguel A. Ramírez	193
<i>Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y modos de aplicación de fertilizantes fosfatado y nitrogenado en la eficiencia de la utilización del fósforo por el frijol (Phaseolus vulgaris L.) (en portugués)</i> , A.M.L. Neptune T. Muraoka, S. Lourenço	197
<i>Primeras observaciones al microscopio electrónico de bacterias fijadoras de N₂ en la raíz de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) (en español)</i> , Oscar E. Arias, Irene M. Gatti, Darcy M. Silva, Alaidés P. Ruschel, Peter B. Vose	203
<i>Morfología y anatomía de las semillas y plántulas de Eucalyptus maidenii (en portugués)</i> , Célia Massa Beltrati	209
<i>Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos III Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón (en español)</i> , A. Ruiz, M.E. Ruiz	215
<i>Efectos de la madurez de las almendras sobre el vigor de las plántulas de cacao (Theobroma cacao) (en inglés)</i> , S.A. Adenikinju	225
<i>Diferencias entre líneas, cruces simples y dobles de maíz en su susceptibilidad al daño por condiciones adversas de almacenamiento (en español)</i> Ernesto Moreno Martínez, R. Morones Reza, R. Gutiérrez Lombardo	233
<i>Substitución de potasio por sodio en la nutrición de la lechuga (Lactuca sativa L.) (en portugués)</i> , José A. Pereira, R.L. Westerman	239
<i>Productividad del ajo. I. Fertilización nitrogenada y riegos (en español)</i> , M.A. Lazzari, R.A. Rosell, M.R. Landriscini	245
Comunicaciones:	
<i>Nota sobre la defoliación en el algodón MCU 5 (en inglés)</i> , M.R. Iruthayaraj, R. Mayilsami	253
<i>Incremento periódico anual del DAP en un bosque húmedo subtropical dominado por Syzygium jambos (L.) Alston (en inglés)</i> , Peter I. Weaver, Luis O. Nieves	255
<i>Nota sobre incompatibilidad 2n-3n en Coffea canephora (en inglés)</i> , M.S. Sreenivasan, S. Vishveshwara	258
Notas y Comentarios	174, 186, 192, 195, 196, 208, 232
Reseña de Libros	223, 224, 238



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Consideraciones micrometeorológicas de la pérdida de agua por algunos cultivos^{*1/}

AGUSTIN A MILLAR^{**}, MARIA ROJAS H^{***}, NELSON DUARTE^{****}

ABSTRACT

Mass transfer approach was used to determine the transpiration rate on hourly basis, of irrigated and non-irrigated sugar beet and bean crops. The model, narrowed down to small row crops, uses inputs of plant temperatures, stomatal resistance, leaf area index (LAI) and micrometeorological information. In general, plant temperature and stomatal resistance were lower in the irrigated plots. The abaxial stomatal resistance was lower than the adaxial for both crops and under most conditions. The LAI was higher in the irrigated plots, as expected.

The transpiration rates obtained using the model in two days were 5,1 - 5,5 mm day⁻¹ in the irrigated and 1,54 - 2,6 mm day⁻¹ in the non-irrigated plots of sugar beets. For beans, the transpiration rates were 3,9 mm day⁻¹ under irrigation and 2 mm day⁻¹ for non-irrigated plots.

The transpiration rates of irrigated crops represented 70-79% (sugar beets) and about 50% (beans) of pan evaporation values. In the case of non-irrigated plots, the transpiration rates were 20-37% (sugar beets) and 27% (beans) of pan evaporation values.

Using a model such as the one described in this paper and evapotranspiration measurements by energy balance or lysimeter, the soil evaporation could be obtained.

Introducción

EL conocimiento de la evapotranspiración de los cultivos es un antecedente básico en la determinación de las tasas de riego en cualquier región donde se producen alimentos en condiciones irrigadas. La evapotranspiración es la pérdida de agua al estado de vapor desde la superficie del suelo y de la planta. Siendo la planta la integradora de las condiciones ambientales del sistema suelo-atmósfera, cada día es de mayor necesidad conocer el efecto de los diferentes parámetros del sistema en la producción de los cultivos. Entre otros, implica la necesidad de la separación cuantitativa de los componentes de la evapotranspiración.

En el presente existen metodologías apropiadas que permiten determinar con cierta exactitud la evapotranspiración de los cultivos. Entre estas se pueden mencionar el balance de energía (23, 24), balance de agua y uso de lisímetros (20, 24). Con menos exactitud pueden obtenerse resultados de utilidad práctica a través del uso de formulaciones empíricas (10).

La separación de los componentes de la evapotranspiración es uno de los mayores problemas que enfrenta la micrometeorología. No existe una metodología clásica para enfocar el problema, y tan sólo algunas indicaciones a través de la experimentación de los casos más simples (2, 7). Así Black *et al* (2) lograron montar un modelo que permite la separación de los componentes de la evapotranspiración para un cultivo en hileras y poco denso. El modelo requiere la obtención de la evapotranspiración potencial a través de medidas micrometeorológicas, la estimación de la evaporación del suelo a través de medidas de la radiación neta en la superficie del suelo y contenido de agua de la capa superficial, y el conocimiento de la resistencia estomática ponderada por el índice de área

* Recibido para publicación el 23 de noviembre de 1977.

1/ Contribución del Departamento de Suelos, Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

** Ing. Agr., Ph.D., Ex-Profesor Titular, Departamento de Suelos, Universidad de Concepción, actualmente Especialista en Riego de la FAO, Proyecto FAO/PNUDBRA/7-1/008, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

*** Ing. Agr., State Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

**** Estudiante de Pedagogía en Matemáticas, Universidad de Chile-Chillán, y Laborante de Física de Suelos, Depto. de Suelos, Universidad de Concepción.

foliar. En forma similar, Goltz *et al.* (7) utilizando un método combinado que requiere la resolución simultánea de un sistema de ecuaciones, teniendo como incógnitas la evaporación del suelo y transpiración, lograron separar dichos componentes en un campo cultivado con cebollas para semillas. En este experimento se obtuvo la evapotranspiración con lisímetros de precisión, constituyendo una ecuación, y la transpiración del cultivo, producto de un re-arreglo del modelo de Monteith (17) para evapotranspiración, constituyendo la segunda ecuación.

Una tercera posibilidad, también a través de un método combinado, requeriría la medida de la evapotranspiración mediante lisímetro o un balance de energía y la obtención de la transpiración del cultivo a través de medidas de la transferencia de masa. La evaporación del suelo se obtendría por diferencia.

En este artículo se presenta en detalle la determinación de la transpiración a través del método de transferencia de masa aplicado a dos cultivos en diferentes condiciones de riego. La transpiración es el componente más importante de la evapotranspiración desde el punto de vista de la producción, ya que es una respuesta de la planta que puede ser fácilmente correlacionada con otros parámetros con la finalidad de obtener un mejor entendimiento de la eficiencia del uso del agua por los diferentes cultivos (14, 18, 25). Por tal motivo, la determinación de la transpiración de los cultivos a través del método de transferencia de masa es una herramienta de utilidad agronómica que va más allá de la mera utilización en la separación de los componentes de evapotranspiración.

Materiales y métodos

Experimento y medidas

Esta experiencia se realizó en la Estación Experimental de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción en Chillán, Chile, durante el verano de 1972.

En el suelo de la Asociación Arrayán, se sembraron parcelas de 4 m² con diferentes cultivos a fin de utilizarlas en estudios de evapotranspiración. Algunas características físico-hídricas de este suelo han sido publicadas previamente (1). En el presente estudio se utilizaron parcelas con remolacha (*Beta saccharina*), porotos (*Phaseolus vulgaris*), maravilla (*Helianthus annuus*) y trébol rosado (*Trifolium pratense*) bajo condiciones de riego reciente y sin riego. En estas parcelas, durante varios días se midieron ciclos horarios de resistencias estomáticas, temperatura de las hojas y del aire, luz activa en fotosíntesis, y velocidad del viento a la altura de los cultivos. La resistencia estomática se midió con un porómetro de difusión similar al diseñado por Kanemasu *et al.* (8). La temperatura de las hojas y del aire a la altura del cultivo fueron medidas, simultáneamente con las resistencias estomáticas, con un medidor de contacto que

utiliza un termistor como detector, cuyo diseño es similar al publicado por Linacre y Harris (11). La manera de realizar estas medidas ya han sido ampliamente descritas en otra publicación (15). La luz activa en fotosíntesis se midió con un detector idéntico al diseñado por Norman *et al.* (19).

Con el objeto de conocer el estado de agua de la planta, se realizaron determinaciones horarias del Contenido Relativo de Agua de las hojas (CRA) de los cultivos en estudio. El método empleado en la determinación del CRA fue idéntico al descrito por Millar *et al.* (12). Para cada cultivo se obtuvieron réplicas impresas del haz y envés de la hoja mediante el uso de barniz blanco para uñas (Cutex) con el objeto de determinar la densidad de estomas. El índice del área foliar (IAF) de los cultivos en hilera se obtuvo en las plantas de 1 m de hilera mediante la técnica del trazado, en papel, de la forma geométrica de las hojas, usando una pintura aerosol. El área se obtuvo en réplicas de papel de mayor densidad para el cual se determinó la relación peso/área.

La velocidad del viento a la altura de los cultivos se midió en las parcelas con un anemómetro de 3 semi-esferas. Otras informaciones micrometeorológicas como radiación solar, temperaturas, humedad relativa y evaporación fueron obtenidas cada hora en una Estación Agrometeorológica ubicada a 50 m de las parcelas experimentales.

Modelo micrometeorológico para transpiración de un cultivo.

La pérdida de agua de una planta puede representarse matemáticamente como la sumatoria de las pérdidas individuales desde las hojas:

$$T_{pl} = Th_1 + Th_2 + \dots + Th_n \quad [1]$$

$$T_{pl} = \sum_{i=1}^n Th_i$$

donde T_{pl} es la transpiración total de la planta, y Th es la transpiración de una hoja individual.

Desde el punto de vista físico, la transpiración de una hoja es la pérdida de agua al estado de vapor, y es proporcional a la gradiente de presión de vapor entre la hoja y el aire circundantes, e inversamente proporcional a una resistencia a la transpiración (r_{th}), constituida por la resistencia estomática y la resistencia a la difusión de vapor de la capa de aire circundante estancada. Esto se puede expresar como:

$$Th = CE \rho \frac{C_p (e_h - e_a)}{\gamma r_{th}}$$

donde e_h es la presión de vapor de la cavidad estomática y se supone ser la presión de vapor saturado a la temperatura de la hoja (m_b), e_a es la presión de

vapor del aire fuera de la capa de aire circundante estancada (mb), ρ es la densidad del aire húmedo (g cm^{-3}), C_p es el calor específico del aire húmedo ($\text{cal g}^{-1} \text{K}^{-1}$), γ es la constante psicométrica (mb K^{-1}), r_{th} es la resistencia media al flujo de vapor desde la hoja (seg cm^{-1}) y CE es una constante para convertir Langley seg^{-1} a mm hr^{-1}

La resistencia a la transpiración r_{th} para una hoja delgada puede representarse por la siguiente relación (8):

$$\frac{2}{r_{th}} = \frac{1}{r_{SH} + r_a} + \frac{1}{r_{SE} + r_a} \quad [4]$$

donde r_{SH} y r_{SE} son las resistencias estomáticas del haz y envés de las hojas, y r_a es la resistencia para calor y vapor de agua de la capa de aire circundante estancada. La ecuación [4] considera r_S y r_a actuando como resistencias en serie a cada lado de la hoja, y r_{th} es la resistencia a la transpiración que resulta al considerar $(r_{SH} + r_a)$ y $(r_{SE} + r_a)$ actuando como resistencias en paralelo

Introduciendo la relación [3] en la ecuación [1], obtenemos la transpiración total de la planta en función de gradientes de vapor y resistencia a la difusión de vapor:

$$T_{pl} = CE \frac{\rho}{\gamma} \frac{C_p}{\gamma} \quad [5]$$

$$\left[\frac{e_{h_1} - e_{a_1}}{r_{th_1}} + \frac{e_{h_2} - e_{a_2}}{r_{th_2}} + \dots + \frac{e_{hn} - e_{an}}{r_{thn}} \right]$$

o en forma resumida

$$T_{pl} = CE \frac{\rho}{\gamma} \frac{C_p}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{e_{hi} - e_{ai}}{r_{thi}} \quad [6]$$

La ecuación [6] es una relación que toma en cuenta todos los factores de planta y demanda del ambiente en el proceso de pérdidas de agua desde una superficie foliar. Esta ecuación es perfectamente válida para cultivos altos como maíz y maravilla donde los perfiles de vapor de agua y temperatura del aire están bien desarrollados. Para cultivos de baja altura como remolacha, porotos, etc, la diferencia con altura de la temperatura del aire y vapor de agua son muy pequeños, de tal manera que una medida adecuada de estos parámetros representaría el ambiente de estos cultivos

Tomando en consideración lo anterior, la transpiración total de la planta para cultivos de baja altura quedaría determinada por una relación similar a la ecuación [3]:

$$T_{pl} = CE \frac{\rho}{\gamma} \frac{C_p}{\gamma} \frac{e_{ch} - e_{ca}}{r_{th}} \quad [7]$$

donde los parámetros de esta ecuación representarían el promedio del microambiente planta-atmósfera considerado.

Cuando se tiene una alta circulación de aire en el ambiente del cultivo, velocidad del viento mayor a 200 cm seg^{-1} , la resistencia a la difusión de vapor de la capa de aire (r_a) en contacto con la superficie foliar es muy pequeña en comparación a la resistencia estomática, y puede descartarse en el análisis. Si se considera lo anterior para cultivos de baja altura y poco densos, la ecuación [4] se reduce a

$$r_{th} = r_S = \frac{r_{Sh} \quad r_{Se}}{r_{SH} + r_{SE}} \quad [8]$$

y la ecuación [7] se reduce a

$$T_{pl} = CE \frac{\rho}{\gamma} \frac{C_p}{\gamma} \frac{e_{ch} - e_{ca}}{r_S} \quad [9]$$

donde r_S es la resistencia estomática total, considerando las resistencias estomáticas del haz (r_{SH}) y del envés (r_{SE}) de la hoja actuando como resistencias en paralelo.

Para la utilización de la ecuación [9] se requiere de medidas de temperatura de las hojas, temperaturas de bulbo seco y húmedo en el aire, y resistencia estomáticas del haz y envés de las hojas.

Para determinar las pérdidas de agua de un cultivo, se necesita, además, tomar en consideración la densidad de plantas y suelo cubierto por el cultivo. Esto se obtiene con la inclusión del índice de área foliar (IAF = superficie foliar/superficie proyectada de la planta sobre el suelo). Extendiendo el uso de ecuación [7] para un número de plantas, la transpiración de un cultivo (T_c) se puede escribir como:

$$T_c = CE \frac{\rho}{\gamma} \frac{C_p}{\gamma} \frac{e_{ch} - e_{ca}}{r_{tc}} \quad [10]$$

donde r_{tc} es la resistencia a transpiración del cultivo que se puede expresar como:

$$r_{tc} = \frac{r_S}{IAF} \quad [11]$$

La relación [10] se utiliza en este artículo para obtener la transpiración horaria de los cultivos de poca altura

Resultados y discusión

Como se puede apreciar, el modelo descrito anteriormente requiere de dos conjuntos de medidas del sistema planta-atmósfera. Las medidas de la planta son temperaturas y resistencias estomáticas al flujo

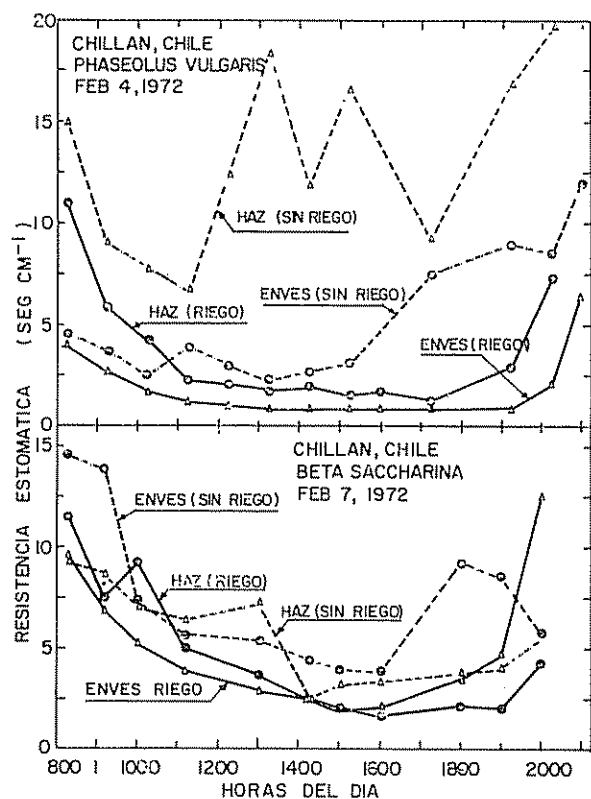


Fig 1—Ciclos diurnos de resistencias estomáticas de remolacha y poroto bajo condiciones de riego y sin riego.

de vapor, mientras que las de la atmósfera se refieren a los parámetros determinantes de la demanda evaporativa del aire circundante

El modelo fue utilizado en dos cultivos, remolacha y porotos. En la Fig 1 se presentan ciclos diurnos típicos de las resistencias estomáticas del haz y envés de hojas de remolacha y poroto, bajo condiciones de riego y sin riego. Las resistencias estomáticas de remolacha disminuyen durante el día, alcanzando un valor mínimo alrededor de las 1500-1600 horas, aumentando posteriormente. Se observa, además, que las resistencias estomáticas de las plantas sin riego son mayores que las regadas, y en ambos casos las resistencias del haz de las hojas son mayores que las resistencias del envés. Situación similar ocurre en porotos. Esta es una característica común en la mayoría de las especies cultivadas (4, 9). De la información anterior se desprende que bajo condiciones similares de humedad en el suelo, el poroto es más sensible al déficit de riego que la remolacha. Kanemasu y Tanner (9) encontraron que los estomas de poroto eran muy sensibles a la intensidad de luz. Brown y Rosenberg (4) encontraron que los cambios en las condiciones microclimáticas, como intensidad de la luz, eran más importantes que la edad de las hojas. A medida que aumenta la intensidad de la luz los valores de resistencia estomática, disminuye debido a una mayor abertura de los estomas. La abertura estomática que con-

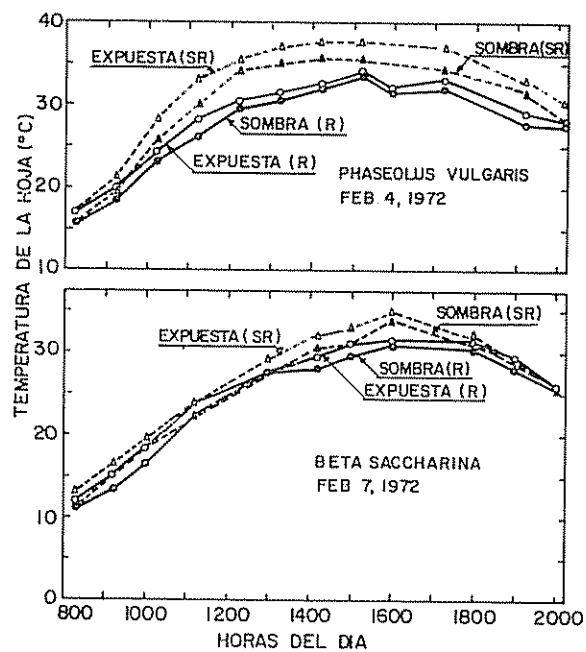


Fig 2—Ciclos diurnos de temperaturas de las hojas de remolacha y poroto bajo condiciones de riego y sin riego.

trola la pérdida de agua en las plantas, también es influida por el potencial de agua de la planta (13), la temperatura de la hoja (15), y la nutrición nitrogenada (22) potásica (21)

En la Fig 2 se presenta un ciclo diurno de temperatura de las hojas de remolacha y poroto. En general, las temperaturas aumentan durante el día hasta un máximo y luego disminuyen, siguiendo un patrón de

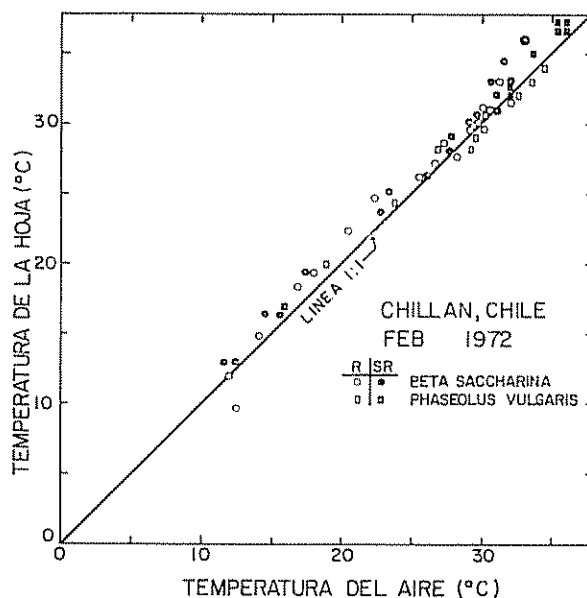


Fig 3—Relación entre temperatura del aire circundante a la planta y la temperatura de las hojas de remolacha y poroto bajo condiciones de riego y sin riego.

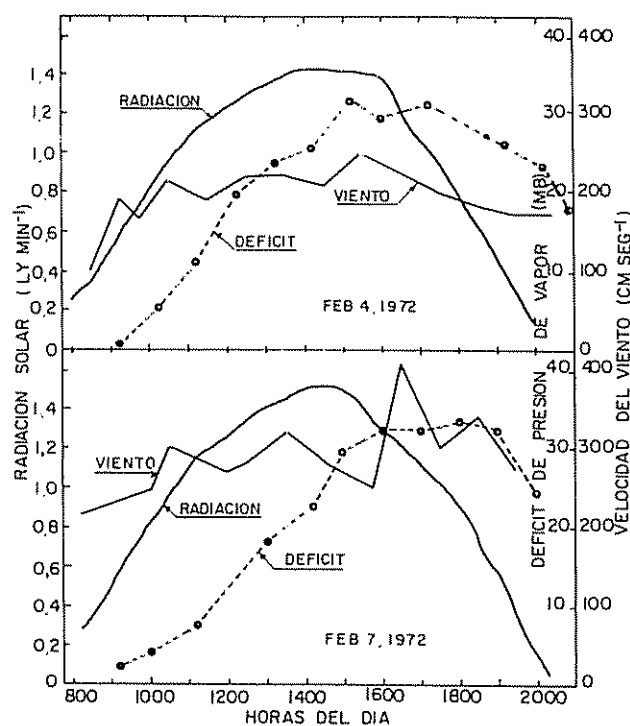


Fig. 4—Variaciones diurnas de radiación solar, déficit de presión de vapor del aire, y viento

respuesta (response function) al impulso de radiación solar (forcing function). Las temperaturas de las hojas expuestas siempre fueron mayores que las temperaturas de las hojas a la sombra. Por otra parte se encontró que la temperatura de las plantas sin riego era mayor que la temperatura de las plantas regadas. Esta respuesta fue notoriamente mayor en el caso del poroto. Este es un índice que de ser propiamente calibrado podría ser utilizado como indicador de la necesidad de riego.

En la Fig. 3 se muestra la relación entre la temperatura de las hojas y el aire para remolacha y poroto bajo condiciones de riego y sin riego. Esta información indica que la temperatura de las hojas de plantas regadas, en su mayoría, fueron ligeramente mayores a la temperatura del aire. En el caso de las plantas sin riego, las temperaturas de las hojas fueron mayores hasta en 3°C. Esta proximidad de la temperatura de las hojas a la temperatura del aire indica la gran eficiencia del sistema de enfriamiento mediante transpiración, especialmente en las plantas regadas. Las implicaciones desde el punto de vista del balance de energía pueden consultarse en otras publicaciones (6, 15, 16).

La Fig. 4 muestra la información de radiación solar, déficit de presión de vapor del aire, y viento en los mismos días de los ciclos de las Figs. 1 y 2. La uniformidad de las curvas de radiación solar indica que se trata de días con cielo despejado. La velocidad del viento fue de 200 cm seg⁻¹ en la mayor

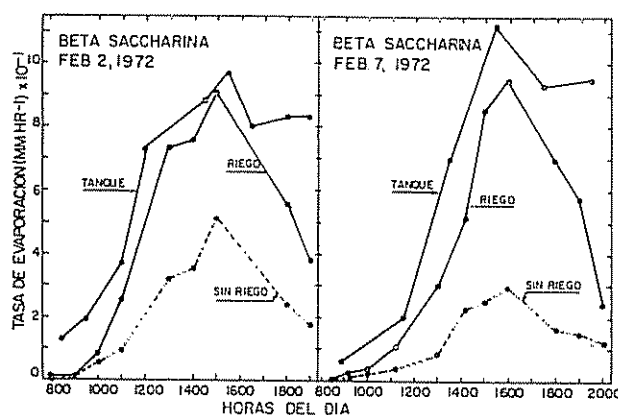


Fig. 5—Variación diurna de la tasa de transpiración de remolacha con riego y sin riego, obtenida con el modelo, comparada a la evaporación de tanque.

parte del día 4 de febrero y aproximadamente 300 cm seg⁻¹ en el día 7 de febrero. Lo anterior indicaría que el modelo debería funcionar razonablemente, ya que se cumpliría una de las suposiciones en la derivación de la ecuación [10]. Hubo días, como el 9 de febrero, en que la velocidad del viento llegó a ser 7,8 m seg⁻¹. El déficit de presión de vapor del aire (DPV) aumentó durante el día hasta un máximo, en respuesta al impulso de radiación solar. Las humedades relativas, que entran en el cálculo del DVP, fluctuaron entre 25-100% durante el día.

Un dato importante en el modelo descrito es el índice de área foliar (IAF). El IAF de remolacha fue 4,0 para las parcelas de riego y 1,94 para las sin riego. En el caso de las parcelas con poroto, el IAF fue 1,6 para las regadas y 0,67 para las sin riego. Utilizando la información anterior y los parámetros horarios indicados en la ecuación [10] se calculó la tasa de transpiración de los cultivos. En la Fig. 5 se muestran los resultados para remolacha en 2 días diferentes. El mismo tipo de información para el caso de porotos, se incluye en la Fig. 6. En todos los casos se incluyó la evaporación horaria del tanque como punto de comparación. Integrando el área bajo las curvas, se obtiene la tasa diurna de transpiración del cultivo, lo que aproximadamente vendría a corresponder a la tasa diaria en mm día⁻¹. Estos datos y otros provenientes de las figuras anteriores, se presentan en la Tabla 1. Se observa que la tasa de transpiración de remolacha regada fue 2,11 3,31 veces mayor que la tasa de transpiración de la remolacha sin riego, y de aproximadamente 1,95 veces en el caso de porotos. Los coeficientes de evaporación del cultivo (Kc) fueron de 0,70-0,79 en remolacha regada y de 0,21-0,37 en remolacha sin riego. En el caso de poroto, el Kc fue de 0,53 para las parcelas regadas y 0,27 para las sin riego. Barrios y Valenzuela (3) obtuvieron valores de Kc igual a 0,90 para remolacha en el mes de febrero, incluyendo también la evaporación del suelo, lo cual no se considera en los valores del Cuadro 1. Basándose en la información de evaporación de tanque y en los datos de Barrios y

Cuadro 1 —Resumen de los parámetros medidos en las plantas de remolacha y poroto. Los datos de temperaturas y resistencias estomáticas son mínimas y máximas observadas durante el ciclo diurno

	IAF	PI (mm d.a ⁻¹)	Evaporación Tanque (mm día ⁻¹)	Kc ^o	t _h (expuesta) (°C)	t _h (sombra) (°C)	R _H ^{oo} (seg cm ⁻¹)	R _E ^{oo} (seg cm ⁻¹)
<i>Remolacha</i> (Feb 2, 1972)								
Riego	4,0	5,5	7,00	0,79	9,6-34,4	8,6-31,5	1,6-15,9	1,4-12,4
Sin riego	1,94	2,6		0,37	13-34,4	12-32,5	1,3-15,1	2,1-9,5
<i>Remolacha</i> (Feb 7, 1972)								
Riego	4,0	5,1	7,3	0,70	12-31,5	11-31	1,7-11,5	1,9-12,6
Sin riego	1,94	1,54		0,21	13,0-34,9	11,5-34	2,5-9,2	3,9-14,5
<i>Poroto</i> (Feb 4, 1972)								
Riego	1,6	3,9	7,4	0,53	16,3-33,75	15,5-33,5	1,3-10,9	0,8-6,5
Sin riego	0,67	2,0		0,27	16,3-37,4	15,5-35,5	6,6-19,8	2,2-12

°Kc = PI/Tanque; °° Hojas expuestas;

t_h = Temperatura de la hojaR_H = Resistencia estomática del haz;R_E = Resistencia estomática del envés

Valenzuela (3) se concluye que los valores de tasa de transpiración, obtenidos por el método de transferencia de masa, están dentro del rango esperado. Al disponerse de determinaciones de evapotranspiración

obtenidas mediante lisímetros o balance de energía, es posible obtener la tasa de evaporación del suelo

La información presentada en este artículo demuestra que la determinación de la tasa de transpiración de los cultivos de baja altura mediante el método de transferencia de masa, es rápida y eficiente cuando se cuenta con las medidas de plantas y microambiente necesarias y se cumple con las condiciones de derivación del modelo. Su aplicación a cultivos de mayor altura, como maíz y maravilla, como también a cultivos con sistema estructural más complejo, necesita de mayores estudios. Entre ellos, debe considerarse la manera de obtener datos promedios de la planta y ambiente que tengan una mayor representación. En esta línea de acción, Brun *et al* (5) estudiaron varios métodos de estimar representativamente la resistencia a la transpiración, que en la práctica constituye el mecanismo regulador de la pérdida de agua por las plantas

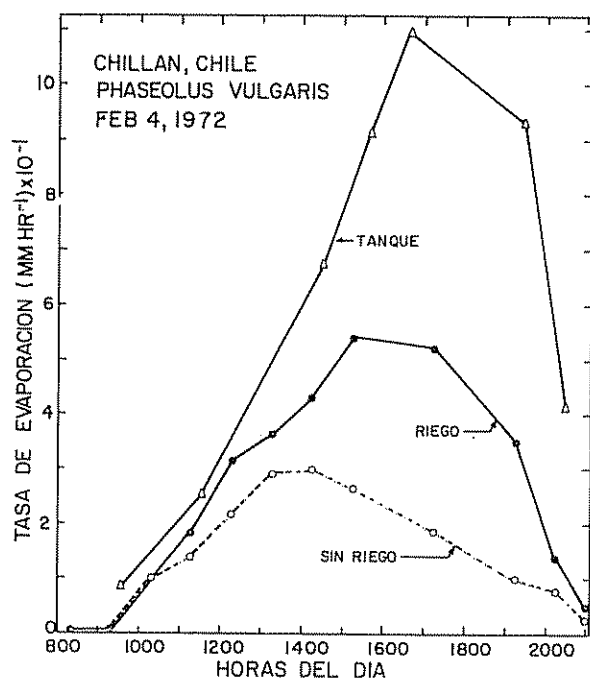


Fig. 6—Variación de la tasa de transpiración de poroto con riego y sin riego, obtenida con el modelo, comparada a la evaporación de tanque.

Literatura citada

1. ARIAS PARRA, ENRIQUE y MILLAR, A. A. Relaciones hídricas de tres suelos regados de la zona central de Chile. Turrialba 23(3): 275-283. 1973
2. BLACK, T. A., TANNER, C. B y GARDNER, W. R. Evapotranspiration from a snap bean crop. Agronomy Journal 62(1): 66-69. 1970
3. BARRIOS, J y VALENZUELA, A. Evapotranspiración en remolacha. Chillán, Chile, Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción. 27 p. (Boletín Técnico Nº 4, Estación Experimental)

- 4 BROWN, K. W. y ROSENBERG, N. J. Influence of leaf age, illumination, and upper and lower surface differences on stomatal resistance of sugar beet (*Beta vulgaris*) leaves. *Agronomy Journal* 62(1): 20-21. 1970.
- 5 BRUN, L. J., KANEMASU, E. T. y POWERS, W. L. Estimating transpiration resistance. *Agronomy Journal* 65(2): 326-328. 1973.
- 6 GATES, D. M. Leaf temperature and energy exchange. *Archiv fuer Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B* 12: 321-326. 1963.
- 7 GOLIZ, S. M., TANNER, C. B., MILLAR, A. A. y LANG, A. R. G. Water balance of a seed onion field. *Agronomy Journal* 63: 762-765. 1971.
- 8 KANEMASU, E. T., THUSTELL, G. W. y TANNER, C. B. The design, calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. *Plant Physiology* 44: 881-885. 1969.
- 9 ————— y TANNER, C. B. Stomatal diffusion resistance of snap beans. II: effect of light. *Plant Physiology* 44: 1542-1546. 1969.
- 10 LEGARDA, I. y FORSYTHE, W. Estudio comparativo entre la evaporación calculada por varias fórmulas empíricas y la evaporación de tanques, medida en tres lugares tropicales. *Turrialba* 22(3): 282-292. 1972.
- 11 LINACRE, E. T. y HARRIS, W. J. A thermistor leaf thermometer. *Plant Physiology* 46: 190-193. 1970.
- 12 MILLAR, A. A., JENSEN, R. E., BAUER, A., y NORUM, E. B. Influence of atmospheric and soil environmental parameters on the diurnal fluctuations of leaf water status of barley. *Agricultural Meteorology* 8: 93-105. 1971.
- 13 —————, GARDNER, W. R., y GOLIZ, S. M. Internal water status and water transport in seed onion plants. *Agronomy Journal* 63: 779-784. 1971.
- 14 ————— y GARDNER, W. R. Effect of soil and plant water potentials on the dry matter accumulation of snap beans. *Agronomy Journal* 64: 559-562. 1972.
- 15 MILLAR, A. A. Thermal regime of grapevines. *Journal of Enology and Viticulture* 23(4): 173-176. 1972.
- 16 MILLER, P. C. y GATES, D. M. Transpiration resistance of plants. *The American Midland Naturalist* 77(1): 77-85. 1967.
- 17 MONTEITH, J. L. Evaporation and environment. p. 305-324. *In* G. E. Fogg (ed.). *The state and movement of water in living organisms*. New York: Academic Press, 1965.
- 18 MORAGHAN, J. T. Water use by sugar beets in a semiarid environment as influenced by population and nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal* 64(6): 759-762. 1972.
- 19 NORMAN, J. M., TANNER, C. B., y THURTELL, G. W. Photosynthetic light sensor for measurements in plant canopies. *Agronomy Journal* 61: 840-843. 1969.
- 20 PELTON, W. L. The use of lysimetric methods to measure evapotranspiration. *Proceedings Hydrologic Symposium* 2: 106-112. 1969.
- 21 SAWHNEY, B. I. y ZELITCH, I. Direct determination of potassium ion accumulation in guard cells in relation to stomatal opening in light. *Plant Physiology* 44(9): 1350-1354. 1969.
- 22 SHIMSHI, D. The effect of nitrogen supply on transpiration and stomatal behavior of beans (*Phaseolus vulgaris*). *New Phytologist* 69: 405-412. 1970.
- 23 TANNER, C. B. Energy balance approach to evapotranspiration from crops. *Soil Science Society of America Proceedings* 24: 1-9. 1960.
- 24 —————. Evaporation of water from plants and soil. pp. 73-106. *In* T. F. Kozlowski (ed.), *Water deficits and plant growth*. Volume 1: Development, control, and measurement. New York: Academic Press, 1968.
- 25 TEARE, I. D., KANEMASU, E. T., POWERS, W. L., y JACOBS, H. S. Water-use efficiency and its relation to crop canopy area, stomatal regulation, and root distribution. *Agronomy Journal* 65(2): 207-211. 1973.

Notas y Comentarios

Toxinas azucaradas de hongos patógenos

Un grupo de las universidades de Montana, Utah y Colorado ha establecido finalmente la naturaleza de las sustancias tóxicas producidas por el hongo causante de la enfermedad holandesa del olmo. En sus propiedades químicas, estos compuestos tóxicos han resultado ser tan curiosos en su estructura como devastadores son sus efectos.

Los olmos (*Ulmus*) atacados por la enfermedad o declinan gradualmente, produciendo hojas amarillas encarrujadas antes de sucumbir totalmente, o pierden ramas conforme éstas se infectan sucesivamente. La marchitez es el resultado de la reducción del flujo de la savia en el tallo, a su vez resultante de la infección por *Ceratocystis ulmi*; un hongo transmitido de árbol a árbol por una especie de escarabajo de la corteza (*Scolytidae*).

¿Cuál es exactamente el efecto dañino del hongo? Por algún tiempo se ha sospechado que el hongo producía una sustancia tóxica, pero es sólo ahora que esta sustancia (o más bien sustancias) ha sido purificada y enteramente identificada.

Gary Strobel, Neal van Allen, Kenneth D. Hapner, y Peter Albersheim encontraron que su preparación de toxina pura contenía una mezcla de componentes que diferían en el peso molecular, pero que se parecían una a otras en composición y propiedades (*Biochimica et Biophysica Acta*, vol. 538, p. 60). Las toxinas son glicopéptidos, esto es, contienen tanto azúcar como residuos aminoácidos. Pero a diferencia de la mayoría de glicopéptidos que son una cadena polipeptídica con unos pocos residuos azucarados colocados aquí y allá, los glicopéptidos del olmo holandés son cerca de 90 por ciento en peso residuos de azúcar, con manosa y ramnosa como los principales azúcares presentes.

Su composición de aminoácidos es también poco común, ya que una alta proporción del elemento aminoácido está constituido por serina y treonina, las que generalmente conforman menos del 10 por ciento de los aminoácidos en una proteína.

El trabajo estructural que ha hecho el grupo sugiere que las toxinas son proteínas de longitud promedio con un grupo serina o treonina en cada tercer aminoácido, y con una larga cadena azucarada que contiene un promedio de 25 residuos azucarados ligados a cada serina o treonina.

El cómo actúan estas curiosas moléculas falta verlo todavía, pero el grupo de los Estados Unidos ha mostrado que las toxinas purificadas pueden reducir la conducción de agua en cortes de plántulas de olmo, que simulaban la acción de la infección fungosa natural.

Resistencia a virus químicamente inducida

La meta de inducir resistencia a los virus en plantas por el simple expediente de asperjarlas con un compuesto de bajo peso molecular es la excitante perspectiva ofrecida por un trabajo experimental en marcha en Rothamsted. El material usado es una línea especial de tabaco (cultivar 'Xanthi-nc') que da una reacción hipersensitiva a la inoculación por el virus del mosaico del tabaco (TMV). Ray White, del departamento de fitopatología ha estado investigando la resistencia a virus químicamente inducida y piensa que ha encontrado precisamente ese compuesto, por lo menos "el mejor hasta ahora" (*New Scientist* August 3rd, 1978, p. 3-11).

Un reconocido inhibidor químico de los virus vegetales es el ácido poliacrílico, un polímero del ácido acrílico con una molécula muy grande, por lo que sólo puede ser aplicado a las plantas por inyección, lo que es obviamente un método poco apropiado para la protección de cultivos. De ahí la búsqueda de un compuesto asperjable.

La resistencia de las plantas a los virus también puede ser inducida por inoculación con el mismo virus. Pero en ambos casos la resistencia está correlacionada con la presencia de proteínas foliares no identificadas previamente, las que han sido llamadas "proteínas-b". Aunque la inoculación con virus y la existencia de proteínas -b han sido conocidas por algunos años, el trabajo de purificar estas proteínas sólo ha tenido éxito recientemente. En un artículo previo (*Journal of General Virology* vol. 39, p. 3-13), John Antoniuk y Stan Pierpoint del Departamento de Bioquímica de Rothamsted describen un sistema simple para purificar las proteínas-b. Han purificado ahora tres de las cuatro detectadas y prosiguen experimentos para descubrir si estas proteínas determinan en realidad la resistencia de la planta (tabaco) al virus (TMV).

White está también asociado con el enfoque alterno, que consiste en inyectar extractos de proteína purificada en plantas enteras y en protoplastos. En estas pruebas no ha tenido éxito hasta ahora, posiblemente porque las proteínas-b necesitan estar presentes en la célula para que se haga presente la resistencia, o las grandes moléculas proteicas no pueden simplemente entrar en las células. La elucidación del papel de las proteínas-b pueda ayudar a explicar la base bioquímica de la resistencia pero la inducción química de la resistencia parece tener mayor potencial para aplicaciones agrícolas.

Soil water and aeration and red bean production. II. Effect of soil aeration* ————— LUCIO LEGARDA, WARREN FORSYTHE**

COMPENDIO

La producción de grano y de materia seca de la parte aérea fue máxima en la variedad 27-R (Phaseolus vulgaris L.) de frijol rojo cultivado en los trópicos, cuando el promedio del espacio aéreo en la zona radical era mayor de 25%, ó cuando la rata de difusión de oxígeno entre 5-15 cm de profundidad era mayor de $24-28 \text{ g} \times 10^{-8} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$. El experimento se llevó a cabo en macetas de 26 litros con suelo fumigado, en un invernadero en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, con un espaciamiento de plantas semejante al usado en el campo. No se encontraron problemas de enfermedades ni plagas durante el estudio.

Introduction

PLANT roots require O_2 for respiration and the CO_2 produced needs to be removed to avoid accumulation to toxic levels. For many plants soil aeration facilitates the entry of O_2 from the atmosphere into the soil and the exit of CO_2 produced, through the process of gaseous diffusion. Percent air space has been found to be a good index of the soil to permit diffusion and thus aeration (1, 11, 14). Oxygen diffusion takes place when a negatively charged platinum electrode is placed in the soil and it acts as a line sink for oxygen flow from the surrounding soil since it is converted to water at the electrode. The steady state flow rate of O_2 to an electrode of given dimensions has been used as an index of soil aeration (8,9) and has been called the (15) concluded that for the majority of agricultural crops studied, an air space less than 10-15% is considered limiting for maximum production Stolzy and Letey (12, 13) consider that an ODR less than $20 \times 10^{-8} \text{ g cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ is limiting to crop performance

Field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) have been noted to be sensitive to excessive moisture. Forsythe and Pinchinat (4) have shown that the 27-R variety can

lose 90% of its yield by 5 floodings of 12 hours duration done once a week for 5 consecutive weeks, although soil air space was considered good (27%) in between floodings. The importance of determining the soil aeration requirements of 27-R was appreciated.

An experimental variation of soil air space may be achieved by compacting the soil and thus reducing its total porosity. This method has the drawback of also increasing soil resistance to root growth and thus crop response may be a confounded effect of changes in aeration and that of soil resistance. Changing soil air space by varying soil moisture does not have this problem, but there is the possibility of an affect confounded with crop response to moisture itself. Forsythe *et al* (3) suggested that since soil moisture and soil air space are complementary it is convenient to study both factors at the same time

Materials and methods

The procedure explained in Part I (5) was followed here since the experiment was designed to study the effect of soil maximum soil water suction and soil air space in the pots was determined by estimating soil determining the total porosity of the soil. In those moisture of pots without plants by weighings and determinin^g the total porosity of the soil. In those treatments that had a water table inside the pot the average air space of the pot was adjusted using the

* Received for publication February 28th. 1978

** Graduate student and Soil Physicist, CATIE, respectively. Present address of Ing. Legarda is: Jefe, Depto. Ing. Agrícola, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia, and present address of Dr. Forsythe is: Director, IICA Office in Barbados, P. O. Box 705C, Bridgetown, Barbados, West Indies

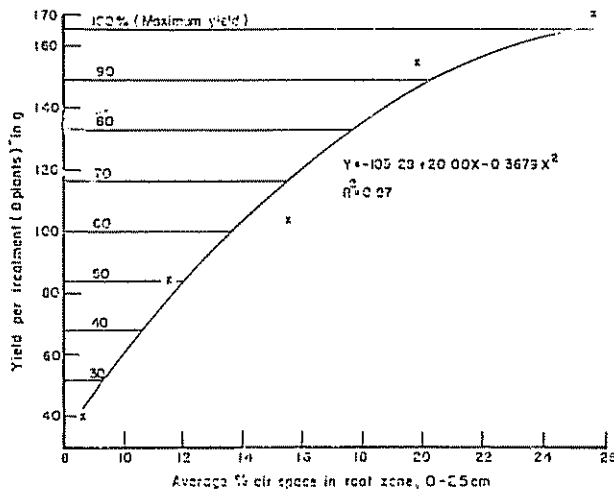


Fig. 1.—Yield response to average air space, for treatments corresponding to suctions 0.003 - 0.05 bars (x) Averages of experimental data

predetermined air space of the flooded soil to form a weighted mean for the air space of the upper drained volume (7) The 0.003 bar treatment had a water table 17 cm high, that of 0.006 bars 13.75 cm, and 0.0125 bars 7.5 cm

The ODR was measured by platinum microelectrodes of the type TW W 146556K 600V from Dick's Machine Shop, Lansing, Michigan. Measurements were made at 5 and 15 cm depths within the root zone, in all pots every 3 days. Metal wires 30 cm long with one end filed were painted with asphalt paint, and inserted to the appropriate depths in the soil and removed at measuring time to allow the insertion and extraction of the microelectrodes without damaging them. The procedure according to Letey and Stolzy (10) was followed.

Results and discussion

Figure 1 separates the effect of air space from the confounded effect of excess water on yield that is

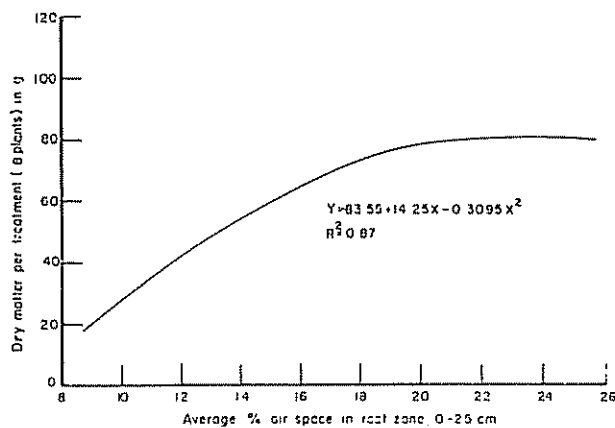


Fig. 2.—Dry matter production response to air space.

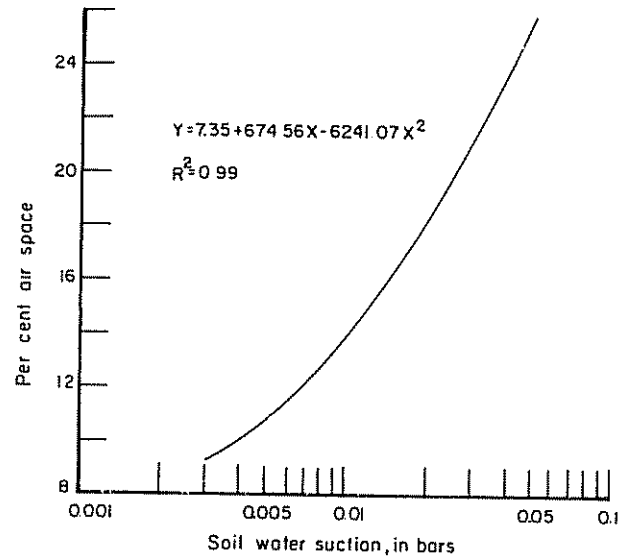


Fig. 3.—Air space in drained soil above water table in relation to soil suction at 5 cm depth for range 0.0-0.05 bars suction.

observed in Fig. 3 in Part I (5). Response was significant to the 1% level. A levelling of the yield curve in response to a change in air space was obtained and the value corresponding to maximum yield is approximately 25 per cent. This is higher than the range of 10-15 per cent required for most crops studied, and indicates that the 27-R bean is more demanding than many crops for good aeration. Figure 2 shows the response of dry matter production to increasing air space, which is similar to the grain yield response. Maximum production was obtained at approximately 20 per cent space. Dasberg and Bakker (2) obtained a linear correlation of 0.82 between dry matter production of the Dubble Witte bean variety and increasing air space up to 20 per cent, the upper limit of their experimental range.

Figure 3 shows the experimental relation obtained from 4 repetitions of the soil water suction at 5 cm depth and the average air space of the drained soil

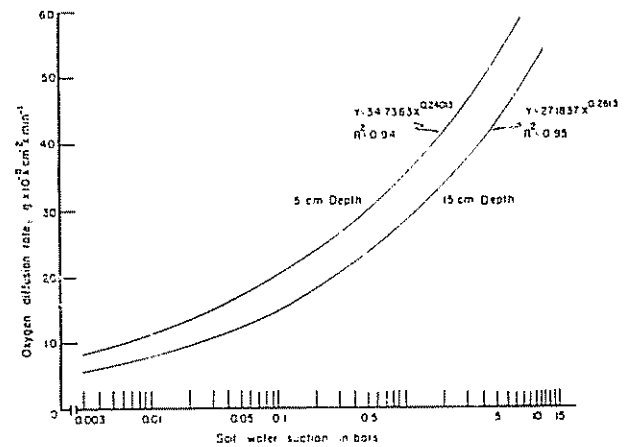


Fig. 4.—Relation between soil suction at 5 cm depth and oxygen diffusion rate at 5 and 15 cm depth.

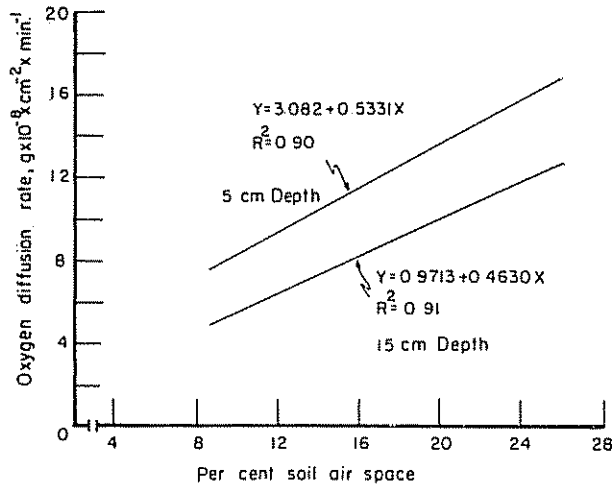


Fig. 5.—Relation between oxygen diffusion rate at 5 and 15 cm depth and the average air space.

above the water table. The response was significant at the 1% level. The soil at zero bars suction (below the water table) had an average of 6.2% air space with a standard deviation of 0.64%.

Figure 4 shows the relationship between soil maximum suction at 5 cm depth and ODR at 5 and 15 cm depth. The ODR at 5 cm depth is higher than that of 15 cm depth, probably due to the fact that the soil has a lower moisture content at 5 cm and thus a greater air space. ODR increased with increasing maximum suction up to 12 bars. Stolzy and Letey (13) and Gavande (6) found a peak in the ODR response which subsequently dropped as the soil dried. This has been attributed to poor moisture electrode contact. Presumably in our case there was good contact. Since the suction values between 0.003 and 0.05 bars were constant it was possible to correlate the average soil air space for these values and the ODR, which is shown in Figure 5. Again ODR at 5 cm is higher than that of 15 cm, and this is again probably due to a

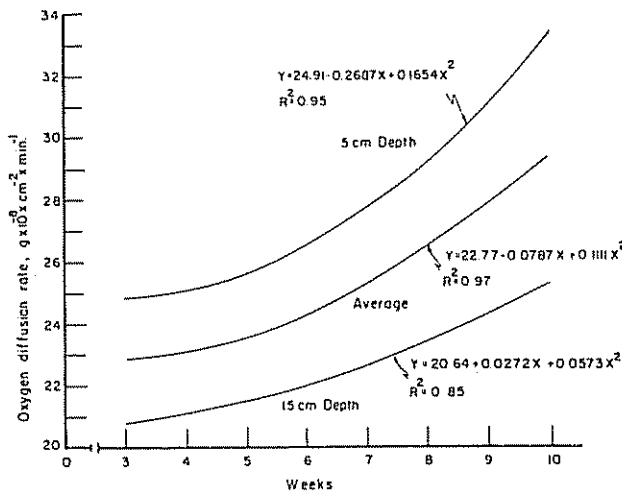


Fig. 6.—Relation between time in weeks and oxygen diffusion rate. Readings started with 3 week-old plants

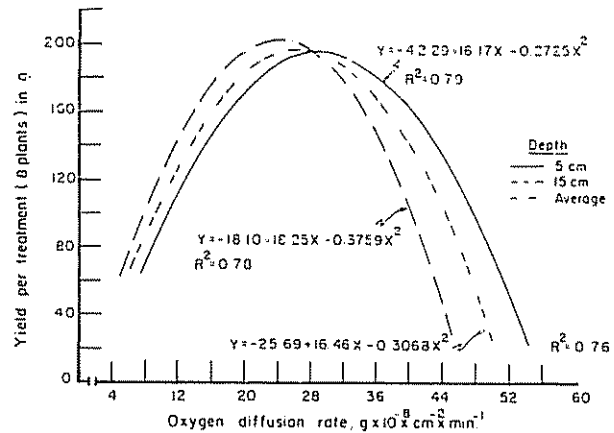


Fig. 7.—Relation between yield and oxygen diffusion rate.

lower moisture content and thus a greater air space at 5 cm. The high linear correlation between ODR and air space suggests a close relationship between the aeration indices, although soil depth will influence the interpretation.

Figure 6 shows that ODR increases with time for 5 and 15 cm depths. The response is significant at the 1% level. This is probably due to a more uniform drying of the pots by the more developed plant roots when the 5 cm tensiometer indicated the need for irrigation as was shown by Fig. 4 in Part I (5). The values of ODR are estimated for all suctions and are thus low and cannot in themselves be interpreted. The importance of the graph is to show the trend with time.

Figure 7 shows that maximum grain yields were obtained at a maximum ODR between $24.28 \times 10^{-8} \text{ g} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$, which is higher than the value of $20 \times 10^{-8} \text{ g} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$ considered to be limiting by Stolzy and Letey (13). The drop in yield past the peak is attributed to limiting moisture conditions. Figure 8 shows a similar type curve for aerial

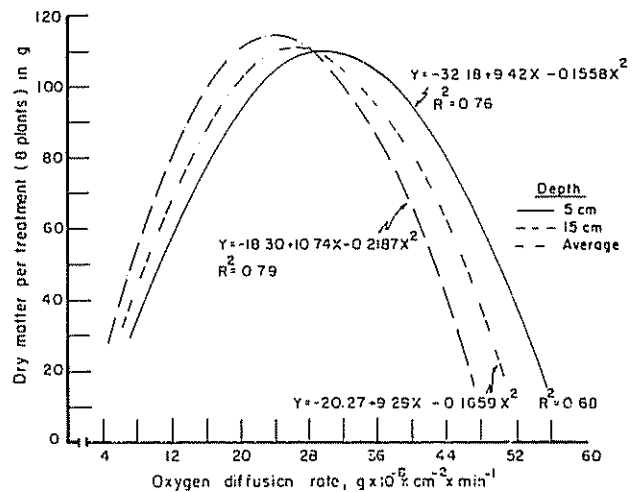


Fig. 8.—Relation between aerial dry matter production and oxygen diffusion rate

dry matter production. No diseases nor pests were observed, and soil resistance to a 5 mm penetration of a piston 5 mm in diameter varied from 1.1 bars at 0.003 suction to 9 bars at 12.8 bars suction, values which are considered non-limiting to root growth

Conclusion

Both the values of limiting air space and ODR suggest that 27-R is more demanding for good aeration than the average crop and Part-I shows that a moist soil is also needed for optimum yields. Thus the 27-R variety of *Phaseolus vulgaris* L. needs a relatively moist soil which provides good aeration at the same time to obtain optimum yields

Summary

Grain and aerial dry matter production were found to be maximum in the 27-R variety of *Phaseolus vulgaris* L., a red bean grown in the tropics, when average soil air space in the root zone was greater than 25% or when oxygen diffusion rate between 5-15 cm soil depth was greater than $24-28 \text{ g} \times 10^{-8} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$. The experiment was carried out in 26 liter pots of fumigated soil in a greenhouse at CATIE, Turrialba, Costa Rica, with plant spacing similar to field conditions. No disease nor pest problems were encountered during the study.

Literature cited

1. BUCKINGHAM, E. Contribution to our knowledge of the aeration of soil. U.S.D.A., Bureau of Soils Bulletin 25. 1904. 35 p.
2. DASBERG, W. and BAKKER, J. W. Characterizing soil aeration under changing soil moisture conditions for bean growth. Agronomy Journal 62: 689-692. 1970.
3. FORSYTHE, W. M., AGUAYO, J. and GUERRERO, G. Uso de medidas físicas de suelos arenosos para evaluar en ellos el manejo del complejo agua-aire-planta. Fitotecnia Latinoamericana 4(1): 81-94. 1967.
4. FORSYTHE, W. M. and PINCHINAT, A. M. Tolerancia la variedad de frijol '27-R' a la inundación. Turrialba 21: 228-230. 1971.
5. ————— and LEGARDA, L. Soil water and aeration and red bean production. I. Effect of soil water suction. Turrialba 28: 81-86. 1978.
6. GAVANDE, S. A. Influencia de la succión del suelo en la porosidad de aireación y en la difusión de oxígeno en el café cultivado en seis suelos de Costa Rica. Turrialba 19: 39-48. 1969.
7. LEGARDA, I. Influencia de la succión máxima del agua, y del espacio aéreo del suelo sobre la producción de la variedad 27-R de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Tesis, Mg. Sc. IICA-CTEI Turrialba, Costa Rica 1972. 120 p.
8. LEMON, E. R. and ERICKSON, A. E. The measurement of oxygen diffusion in the soil with platinum microelectrodes. Soil Science Society of America Proceedings 16: 160-163. 1952.
9. ————— and ERICKSON, A. E. The principle of platinum microelectrodes as a method of characterizing soil aeration. Soil Science 79: 383-392. 1955.
10. LETEY, J. and STOLZY, L. H. Measurement of oxygen diffusion rates with the platinum microelectrode. I. Theory and equipment. Hilgardia 35: 545-554. 1964.
11. PENMAN, H. I. Gas and vapour movements in soil. I. The diffusion of vapours through solids. Journal of Agricultural Science 30: 437-462. 1940.
12. STOLZY, H. I. and LETEY, J. Measurement of oxygen diffusion rates with the platinum microelectrode. III. Correlation of plant response to soil oxygen diffusion rates. Hilgardia 35: 567-576. 1964.
13. ————— and LETEY, J. Characterizing soil oxygen conditions with a platinum microelectrode. Advances in Agronomy 16: 249-279. 1964.
14. TAYLOR, S. A. Oxygen diffusion in porous media as a measure of soil aeration. Soil Science Society of America Proceedings 14: 55-61. 1949.
15. VOMOCIL, J. A. and FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. Transactions American Society of Agricultural Engineers 4: 242-245. 1961.

Carapa guianensis Aubl., posible alternativa para el problema del barrenador de las Meliaceae de los trópicos^{*1/}

—CARLOS SANTANDER**, WALDEMAR ALBERTIN***

ABSTRACT

Carapa guianensis Aubl., is one of the marketable timbers from the humid tropical forests of Latin America with good prices on the international market.

This paper is published as a contribution to the study of the silviculture of the Carapa guianensis, 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 life zones, located at the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), in Turrialba, Costa Rica.

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

The study analyzes the relationships between age/height, dbh/total height, 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, and mean annual growth rings

Introducción

LA CAOBA y el cedro son dos especies forestales latinoamericanas cuyas maderas tienen un prestigio mundial y están bien cotizadas en el mercado internacional. Ambas especies, de los géneros *Swiebia* y *Cedrela*, respectivamente, pertenecen a la familia Meliaceae y tienen su distribución natural limitada exclusivamente a América Latina y las Islas del Caribe (8).

No obstante el alto valor económico que tienen estas especies para el continente, ha sido virtualmente imposible, hasta el momento, cultivarlas económicamente en plantaciones en América Latina, debido a los frecuentes ataques de la larva de *Hypsipyla grandella* Zeller, un barrenador que ataca varias partes del árbol pero principalmente los brotes (8).

Para reducir los ataques de *Hypsipyla* sobre las Meliaceae existen varias recomendaciones, las cuales generalmente se refieren a la mezcla en plantaciones de las Meliaceae con otras especies forestales, manejo de sombra, tipo de suelo y tratamientos que limitan la propagación del insecto. También se está investigando el uso de insecticidas sistémicos y el control biológico para combatir la *Hypsipyla* (8).

Por otro lado, es bastante conocida la heterogeneidad de nuestros bosques tropicales y casi desconocido su potencial maderero y la calidad de las especies que encierra. Desde este punto de vista, se hace necesario contar con más datos sobre otras especies de valor comercial, ya que nuestro conocimiento sobre las mismas se restringe sólo a cinco especies bastante conocidas: cedro, caoba, pochote (*Bombacopsis quinatum*), laurel (*Cordia alliodora*) y cenízaro (*Pithecolobium saman*).

Con este motivo se ha preparado el presente trabajo cuyo objetivo es observar el comportamiento en plantación de *Carapa guianensis* Aubl., en su respuesta a los factores edáficos y climáticos bajo las condiciones de "bosque muy húmedo premontano" de la Zona Atlántica de Costa Rica. Los objetivos específicos son

* Recibido para publicación el 11 de junio de 1978

1/ Parte del trabajo de tesis del Estudiante Graduado Carlos Santander Flores, Escuela para Graduados IICA, Turrialba, Costa Rica, y ampliado 1977-78.

** Especialista Forestal de la Unidad de Recursos Naturales de la Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria-OPSA, Apartado 10094, San José, Costa Rica, 1978. Profesor de Inventarios Forestales en la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica, 1977.

*** Dasonomo, Turrialba, Costa Rica

estudiar relaciones entre la edad con la altura total; diámetro a la altura del pecho (DAP) con la altura total; 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 el crecimiento medio anual de la especie.

Revisión de literatura

General

Nombre botánico:

a) *Carapa guianensis* Aubl (Meliaceae)

Sinónimo:

b) *Carapa nicaraguensis* C. DC (12)

Nombres comunes:

C. guianensis, cedro macho y caobilla (Costa Rica); andiroba (Perú) (22); figueroa (Ecuador); najesi (Cuba); cedro bateo (Panamá); tangaré, masábalo (Colombia); carapo, carapa, colorada, caoba de Guayana, caobillo (Venezuela); false mahogany (Honduras Británica); crabwood, crappo (Trinidad); crabwood, karaba (Guyana); bois rouge carapat (Guadalupe); carapa rouge, carapa (Guyana Francesa); krappa (Surinam); andiroba, yandiroba (Brasil) (18); sapo, tololo (El Salvador) (9).

Distribución natural

El género *Carapa* parece ser mayormente restringida a una zona de vida, "muy húmeda tropical" Va a la zona de vida "húmedo tropical" en la parte de ciénaga. No existe en el premontano en los trópicos ni en los subtropicos. Es más restringido en cuanto a biotemperaturas que *Cedrela* y *Swietenia* (4, 5, 11, 12, 19, 22)

La distribución del *C. guianensis* abarca desde Belice y Honduras hasta Ecuador, Perú, Brasil y las Guayanas; también en las Antillas, Cuba, República Dominicana y Haití, Guadalupe, Dominique, San Vicente, Trinidad y Tobago (12, 18, 20)

Se encuentra esporádicamente mezclado con otros árboles de monte húmedo, pero suele encontrarse también en formaciones casi puras, donde se hallan ejemplares con 36 m de altura y 1.50 m de diámetro en la base (5). Crece generalmente a orillas del mar en toda la zona tropical de América (6)

Descripción general del árbol

Según Jiménez-Saa (16), es un árbol de grande a muy grande; aletones mediana a pobremente desarrollados, equiláteros, un poco laminares; fuste circular de color amarilloso; el ritidoma se desprende en placas irregulares y deja cicatrices permanentes; presenta lenticelas diminutas, escasas, distribuidas irregularmente por sectores. Ritidoma de grosos irregular

Corteza viva de grosor medio; capa externa quebradiza-vidriosa, con inclusiones arenosas rojas y anaranjadas; capa interna rosada, fibrosa no quebradiza. No presenta exudados. Hojas paripennadas, con 4 a 6 pares de foliolos; alternas, sin estípulas, agrupadas al final de las ramillas; papiráceas, glabras por ambas caras; cuando jóvenes son rosadas. Flores en panículas, de color amarillento, pequeñas con cuatro pétalos y cuatro sépalos. Florece de febrero a marzo y sus frutos maduran de marzo a abril del año siguiente. Frutos en cápsulas más o menos globosa con numerosas semillas. Este árbol alcanza 35 m de alto y el tronco 1 m o más de diámetro, con raíces tablares grandes y la copa tupida (5, 12, 18). Hojas sin crecimiento terminal. Semillas sin alas, fruto grande, de más de 5 cm de diámetro (13)

Aspectos silviculturales

Clima Marshall (20) indica que el cedro macho no es una especie apropiada para crecer en sitios abiertos, más bien es un árbol de sombra; son más frecuentes los árboles jóvenes de esta especie en los bosques naturales. El mismo autor afirma que para los árboles jóvenes es necesario una cierta cantidad de sombra, pero más tarde es indispensable que haya bastante luz para un rápido crecimiento.

Suelos A pesar de que el brinzal desarrolla una raíz principal profunda, los árboles adultos tienen el sistema radicular muy superficial (20)

Al contrario de otras especies, el *C. guianensis* se desarrolla en sitios mal drenados y en condiciones muy variables de humedad, incluyendo los pantanos; en los pantanos de agua dulce, a veces se presentan en formaciones puras (22). Puede ser encontrada en los terrenos arcillosos, en depósitos de arena y en suelos pedregosos, en las partes llanas, si hay suficiente disponibilidad de agua; puede desarrollar también en las pendientes, principalmente cerca de los ríos y riachuelos.

Recolección Debido al gran tamaño de las semillas, un árbol no puede producir grandes cantidades de éstas. Durante las recolectas de muestras (Becker 1973. Comunicación personal), el máximo de semillas recogidas bajo el árbol padre fue de aproximadamente 300 semillas. Como parte ya estaba germinada y parte consumida por los roedores, un árbol padre puede producir un poco más de esta cantidad por año.

La recolección es fácil, pues como las semillas son grandes y pesadas, cuando maduran caen bajo los árboles padres, a donde es fácil de encontrarlas. En Costa Rica, los frutos empiezan a caer de los árboles a principios de agosto y continúa hasta mediados de octubre. (V. Becker 1973. Comunicación personal).

Las semillas de esta especie, pierden la viabilidad con mucha rapidez (20). Los mejores resultados para la germinación se consiguen en las 6 semanas después de recolectadas; la semilla de esta especie no se presta bien para el almacenamiento; si hay que almacenarla, es mejor ponerla bajo sombra.

Germinación: La germinación de esta especie es hipógea (20). Las semillas no germinan bien en los terrenos alagadizos.

Plantación: La especie crece rápidamente, comenzando con una raíz profunda que la hace difícil de trasplantar (5). Para la repoblación, se recomienda la siembra directa bajo techo natural claro, como se siembra el café, poniendo 3 ó 3 semillas en cada hoyo de dos pulgadas de profundidad. Para la siembra directa no es necesario trabajar el terreno, la semilla simplemente debe ser colocada directamente en el suelo (20).

Trasplante: No da buenos resultados trasplantar en la estación seca (20). El método de trasplante usado en Trinidad es el de arrancarlos con un año de edad (0,90 m de altura) dejando por lo menos 12 - 15 cm de raíz principal. Con los arbolitos en estas condiciones, el trasplante puede ser realizado con suceso, sin usar un terrón de tierra, con un alto porcentaje de prendimiento (20).

Espaciamientos: En Trinidad (20) el espaciamiento usual adoptado es de 1,5 × 1,5 m o 1,8 × 1,8 m. En los primeros años de desarrollo, el arbolito no desarrolla ramas laterales largas, pudiendo crecer hasta 6 m de altura como un palo alargado cubierto de hojas.

Crecimiento: En Trinidad se informa que esta especie es de crecimiento rápido moderado, acusando a los cinco años de edad un promedio de 1,5 m de altura anual y el crecimiento en diámetro a la misma edad es de 1,46 cm/año (20).

Mediciones realizadas en el mismo lugar de plantación en la especie *Guarea longipetiolata* presenta un incremento medio anual en altura de 1,07 m/año y en diámetro un incremento de 1,63 cm/año, a la edad de 10 años. Esta misma especie tiene un incremento medio anual en volumen de 7,266 m³/ha/año (24). El porcentaje de supervivencia para esta especie, a la misma edad, fue de 100.

Daños entomológicos: El mayor problema en Trinidad es ocasionado por las larvas de *Hypsipyla grandella* (Zeller). La larva ataca los brotes terminales en las plantaciones jóvenes, ocasionando la muerte del brote terminal, pero los árboles desarrollan otro brote que sigue el desarrollo terminal del arbolito (20). En Brasil se observó el mismo daño (V. Becker 1973. Comunicación personal).

Los frutos de *C. guianensis* son atacados por las larvas de *Hypsipyla ferrealis* (Hampson) (V. Becker 1973. Comunicación personal). El ataque puede afectar hasta el 50 por ciento de las semillas. No obstante, parece que el ataque no es un factor muy limitante a la regeneración natural de esta especie. El mayor daño a las semillas es ocasionado por los roedores y los chanchos de monte que se alimentan de estas semillas, llegando a veces a consumir toda la carga de

semillas botadas por un árbol, como fue observado en la Península de Osa, Costa Rica.

Daños fitopatológicos: No se cuenta con información en la literatura de que el *C. guianensis* sufra ataque de algún hongo o bacteria.

Propiedades de la madera

Generalidades: La madera de *Carapa sp.* se asemeja a la caoba (*Swetenia s.p.*) y también algunas veces a la de *Cedrela*, en cuanto a color, apariencia general y en algunas propiedades físicas y mecánicas, pero no tiene el alto lustre y figura atractiva que presentan las mejores calidades de caoba (17, 22).

La madera es castaño-rojiza, bastante dura y fuerte, de durabilidad aceptable; peso específico de 0,60 - 0,75 secado al aire. La madera será un posible sustituto de la caoba, por sus múltiples usos. El grano no es suficientemente atractivo como para trabajos de mueblería (21).

La textura varía de gruesa a fina, siendo generalmente mediana. El lustre es mediano, siendo a menudo escaso en la superficie tangencial, y algunas veces elevado con reflejos dorados en la superficie radial.

Propiedades físicas y mecánicas: La madera de *Carapa* ensayada en el Laboratorio de Productos Forestales de Costa Rica, resultó moderadamente difícil de preservar. El peso específico, secado al horno, en volumen verde es de 0,53 y peso y volumen secados al horno, 0,60 (7). Los valores de contracciones radial y tangencial de esta especie son moderados: 4,9 y 8,2 por ciento. Presentó también valores altos tanto en flexión estática como en dureza. Es fácilmente trabajable y pueden lograrse acabados lisos al cepillado (7).

La madera de *Carapa* ensayada en el Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional Agraria, de Lima, Perú, resultó bastante difícil al secado y preservado. El peso específico, secado al horno, en volumen verde es de 0,54 y peso y volumen secados al horno 0,60 (23). Los valores de contracción radial y tangencial de esta especie son moderados: 13,9 y 8,0 por ciento. Es también fácil de trabajar (23).

Es moderadamente fácil de secar pero seca algo lentamente y tiende a desarrollar rajaduras superficiales (25).

Usos: Hess, Wangaard y Dickinson (10) opinan que la madera de *C. guianensis* parece adecuada para muchos usos; estos incluye muebles sólidos, partes de muebles, chapas, madera contrachapada, pisos para viviendas e industriales y guarniciones internas; iguales usos se citan para Costa Rica (7).

En Colombia (16, 18) es usada en construcción y muebles. Posee características similares a *Calophyllum brasiliense* Camb.

En el Perú (23) es usada en construcción interior y exterior, revestimiento, toneles, tejas, canoas, muebles, carrocerías, vigas y mástiles. Es apreciada por los

fabricantes de zapatos para hacer tacones. También es buena para chapas, contrachapado, pisos, parquets, obras de torneado.

De las semillas se obtiene un aceite muy apreciable, amarillo, consistente como la mantequilla y se emplea en la fabricación de jabones. La madera es muy durable en el agua, aparente para diques, armazones de lanchas, botes y canoas. La corteza astringente se emplea en algunos países de América contra la disentería. Las cortezas son febrífugas. La madera es inatacable por los insectos (9). En Surinam (20), la pulpa de esta especie en combinación con otras 14 especies locales, resultaron muy buena para papel de buena calidad.

Materiales y métodos

Las observaciones se realizaron en una plantación experimental de *Carapa guianensis* Aubl del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), situada, según los datos meteorológicos (15) y el sistema Holdridge (14) en las zonas de vida natural de "bosques muy húmedo premontano".

Descripción del suelo

La plantación en estudio está ubicada en el Arbotum Viejo. Según Aguirre (1), la plantación corresponde a la serie La Margot, fase normal. Según la clasificación por su capacidad de uso (1), este suelo 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 (24).

El objeto de esta selección del árbol representativo del lote era determinar el factor volumétrico de forma (factor mórfico) y así poder determinar el volumen total de cada uno de los árboles y finalmente el volumen total por hectárea. La cubicación de éstos árboles se hizo por la fórmula de Smalian (3).

Variables medidas

Se tuvieron en cuenta ocho variables y que son las siguientes (24): diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y del fuste, diámetro de copa, grosor de corteza, forma de 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' a la altura del pecho, con Área Basal a 1,30 m del suelo y $L =$ altura total, por ser plantación joven y no alcanzar el límite de 10 cm de diámetro al DAP.

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 11 árboles de *Carapa guianensis* de 6 años de edad, plantados $4,00 \times 4,00$ m en 1966, están indicados en el Cuadro 1.

Cuadro 1.—Datos sobre DAP, altura total, altura del fuste, diámetro de copa y grosor de corteza a 1,30 m sobre el suelo de *Carapa guianensis* Aubl de seis años de edad (1972).

Nº árbol	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura del fuste (m)	Diámetro de copa (cm)	Grosor de Corteza (m)
001	7,1	6,20	2,20	1,55	0,50
002	9,8	9,50	2,50	1,68	0,45
003	4,5	4,70	1,80	1,00	0,40
004	9,7	10,00	2,80	1,45	0,60
005	5,4	5,30	1,80	1,20	0,40
006	7,0	7,00	2,30	1,35	0,45
007	9,8	8,50	3,20	1,90	0,80
008	7,3	7,20	3,25	1,85	0,60
009	12,9	12,30	4,80	1,85	0,60
010	8,4	6,30	2,90	1,85	0,55
011	11,0	9,10	3,95	2,33	0,60
Media	8,45	7,83	2,86	1,64	0,54

Relaciones

- Para la relación edad-altura total, el modelo que dio mejor ajuste fue la ecuación geométrica. En la Figura 1 se presenta el resultado de esta relación.
- Para la relación DAP-altura total, el que dio mejor ajuste fue la ecuación logarítmica y se muestra en la Figura 2 el resultado de esta relación.
- La relación DAP-diámetro de copa está presentada en la Figura 3.

La expresión matemática que mejor ajuste dio fue la ecuación lineal; el coeficiente b es 0,1095 m que aumenta el diámetro de copa al aumentar el DAP en una unidad.

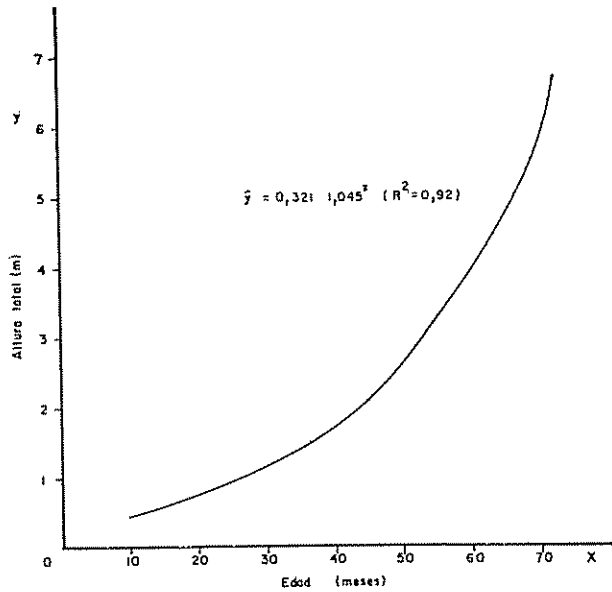


Fig 1 —Relación edad-altura de *Carapa guianensis* Aubl. en Costa Rica.

d) Para la relación DAP-volumen de corteza en porcentaje (Vc %), modelo que mejor ajuste dio fue la ecuación logarítmica.

El resultado de esta relación se presenta en la Figura 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 y su valor es de $-0,4875 \%$ /cm de DAP.

Volúmenes

Para la determinación de los volúmenes de los árboles con corteza, se requirió conocer primero el "volumen exacto del árbol", para lo cual se cubicó por la fórmula de Smalian el árbol apeado, seleccionado a base del "diámetro cuadrático medio" y la "altura media simple", en la plantación.

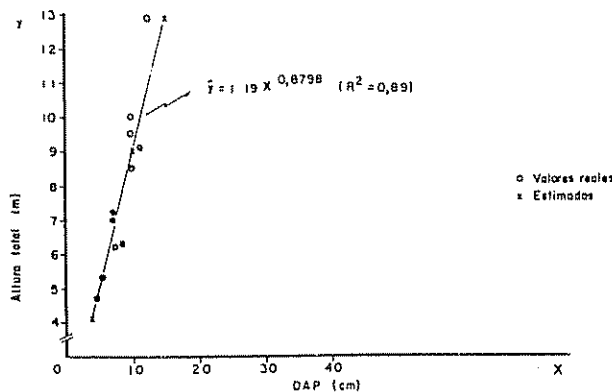


Fig 2 —Relación DAP-altura total de *Carapa guianensis* Aubl. en Costa Rica

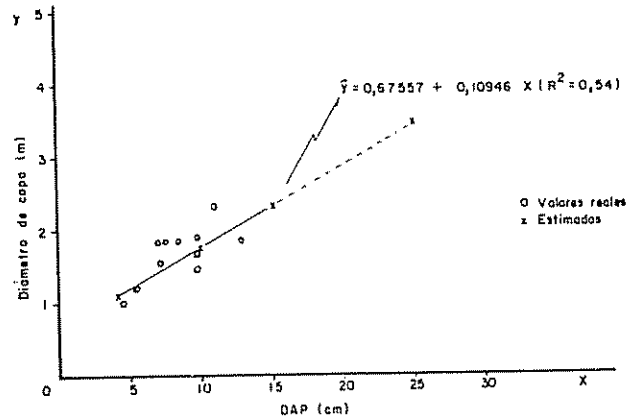


Fig 3 Relación DAP-diámetro de copa de *Carapa guianensis* Aubl. en Costa Rica

Una vez determinado el factor volumétrico de forma (*f*), se halló el volumen de cada uno de los árboles por la siguiente fórmula:

$$Va = AB \times At \times f$$

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

AB = Area basal calculada a base del DAP.

At = Altura del fuste limitada por la primera rama u hoja viva

f = Factor mórfico.

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

Cuadro 2.—Volumen total con corteza y volumen de corteza en porcentaje de 11 árboles de *Carapa guianensis* en 192 m² de área.

Nº árbol	Volúmen con corteza (m ³)	Volúmen de corteza %	K ^{1/2}
1	0,013	26,185	0,859
2	0,038	17,523	0,908
3	0,004	32,395	0,822
4	0,039	23,211	0,876
5	0,006	27,434	0,852
6	0,014	24,061	0,871
7	0,034	29,987	0,837
8	0,016	30,174	0,836
9	0,084	17,739	0,907
10	0,018	24,475	0,896
11	0,045	20,628	0,891
Total 11 árb.	0,311**		

* Se trabajó con el volumen total porque el límite comercial de 10 cm de diámetro no se ajustaba por ser plantación joven.

** 0,311 m³ en 192 m² de área = 16,1979 m³/ha.

1/2 K: DAP sin corteza/DAP con corteza.

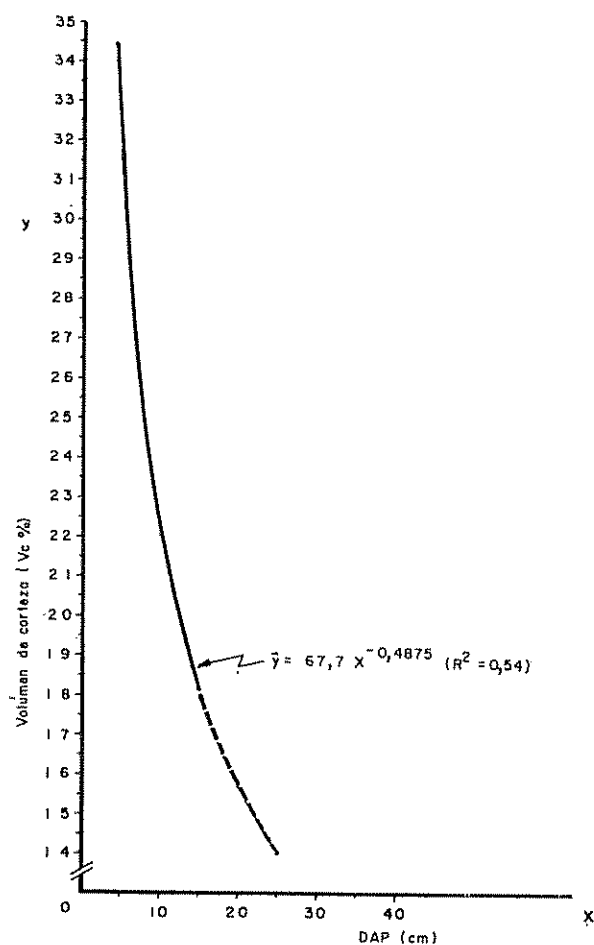


Fig. 4.—Relación DAP-volumen de corteza de *Catapa guianensis* Aubl. en Costa Rica.

Corteza

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

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

$Vc\% = \text{Volumen de corteza en porcentaje.}$

Los resultados de este análisis se encuentra en el Cuadro 2.

Según 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 24,89 por ciento por árbol.

Incremento y supervivencia

Para la determinación del "Incremento o crecimiento medio anual" (IMA) del volumen, se relacionó el volumen total con corteza por hectárea entre

la edad de la plantación en años, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IMA} = \frac{\text{Vol. con corteza (m}^3/\text{ha)}}{\text{edad (años)}} = 2,699 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

El incremento medio anual en altura fue 1,30 m y 1,42 cm en DAP

La supervivencia fue muy buena, 91,67 por ciento.

Sanidad

No hubo ataque de plagas y enfermedades

Anillos

Los anillos de crecimiento se observaron en cortes transversales, cerca de la base, en el árbol apeado para su cubicación. Fue difícil establecer si esos anillos eran verdaderos o falsos, a pesar que en las muestras se hizo el pulido, tratándose con alcohol y observándose con lupa.

Discusión

El incremento medio anual en altura de 1,30 m de esta especie, es ligeramente inferior al obtenido en Trinidad (20) de 1,5 y superior a la especie *Guarea longipetiola* en el mismo lugar de plantación y con menor edad (24). El crecimiento medio anual en diámetro de 1,42 cm es ligeramente inferior también al obtenido en Trinidad (20) y así también con respecto a la *G. longipetiola* del Arboretum Viejo de 10 años de edad (24).

En la supervivencia, el *C. guianensis* muestra inferioridad con respecto a la especie *G. longipetiola* en el Arboretum Viejo (24). La causa de la mortalidad ha sido debida a un daño mecánico por un herbívoro en el inicio de la plantación y no a un daño entomológico ya que no se ha notado hasta el momento ataques de la larva *Hypsipyla ferrealis* (Hampson).

La forma y aspecto del crecimiento de los árboles es bastante bueno. Fuste recto y libres de ramas en los primeros 2,86 m como promedio a los seis años de edad. Son pocos todavía los datos que existen sobre el crecimiento en plantaciones de esta especie; no se encuentran en la literatura tablas volumétricas. Se observó que dos árboles no tuvieron buen crecimiento con respecto a los demás en la misma plantación, los que se notaban muy delgados, debido a que estaban muy próximos a una plantación de *Colubrina arborescens*, lo que hace pensar que esta especie reacciona positivamente al efecto de la dosificación de la luz y a la liberación de la vegetación indeseable (26).

El incremento medio anual en volumen total con corteza alcanzado por esta especie es inferior al obtenido por la especie *G. longipetiola* (24).

Conclusiones

- 7—La especie *Carapa guianensis* Aubl. tuvo un comportamiento muy bueno y se recomienda su plantación en el "bosque muy húmedo premontano", si tomamos en cuenta el crecimiento en altura y 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 en el comportamiento de esta especie en lo que se refiere a altura y diámetro de los árboles. El mayor impedimento al crecimiento de los árboles parece ser el drenaje del suelo y sus efectos correlacionados, capa freática y profundidad de raíces.
- 3—Para la relación edad/altura total, se observa que la tendencia es geométrica y serviría para estimar el año que la altura deja de crecer en forma rápida y pasar a la siguiente etapa de su vida.
- 4—Para la relación DAP/altura total, la tendencia de la curva que mejor se ajusta es la logarítmica y serviría 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 se ajusta es la lineal y serviría para estimar el diámetro de copa en base al DAP en plantación mayor.
- 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.
- 7—Se ha obtenido una supervivencia muy buena, debido a que la plantación no sufrió daño entomológico por la larva *Hypsipyla ferrealis*.

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. Cc. IICA, 1971.
2. BEYER, W. H., ed. Handbook of tables for probability and statistics. Cleveland, Ohio, Chemical Rubber, 1966 pp. 441-449.
3. BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. Medición forestal. Trad. del inglés por Ramón Palazón y José Meza Nieco. 3 ed. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. 1955. 474 p.
4. BUDOWSKI, G. La identificación en el campo de los árboles forestales más importantes de la América Central. Tesis Mag. Agric. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1954. 326 p.
5. FORST, A. J. Las maderas cubanas. La Habana, Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo, Dirección de Montes y Minas, 1929, pp. 3-98.
6. GEORC, 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).
7. GONZALEZ T., G. E. Propiedades de la madera de algunas meliáceas de la América Tropical. San José, Costa Rica, IICA, Laboratorio de Productos Forestales, 1973. 17 p. (mimeografiado).
8. GRIPJMA, P. y RAMALHO, R. Toona spp posibles alternativas para el problema del barrenador *Hypsipyla grandella* de las meliaceae en América Latina. Turrialba 19 (4): 531-547. 1969.
9. GUZMAN, D. J. Especies útiles de la flora salvadoreña. 2a. ed. San Salvador, El Salvador, Imprenta Nacional, 1947. 691 p.
10. HESS, R. W., WANGAARD, F. F. y DICKINSON, E. Properties and uses of tropical woods, II Tropical Woods N° 97: 31-35. 1950.
11. HOLDRIDGE, I. R. Ecología de las meliáceas latinoamericanas. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1973. 3 p. (mimeografiado).
12. ————. Manual de identificación de los árboles de Costa Rica. I y II Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 99 p.
13. ————. Taxonomía de las meliáceas latinoamericanas. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1973. 3 p. (mimeografiado).
14. ————. Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1966. 1 p.
15. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA. Resumen de datos meteorológicos, desde la iniciación de observaciones hasta diciembre 31, 1970 Turrialba, Costa Rica, 1970. 1 p. (mimeo).
16. JIMENEZ-SAA, H. Los árboles más importantes de la serranía de San Lucas. Bogotá, Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y Proyectos Forestales FAO-INDERENA-UNDP, 1970. 240 p.
17. KUKACHKA, B. F. Foreign series: Crabwood, *Carapa* spp (Meliaceae). U. S. Forests Products Laboratory. Report N° 2247. 1962. 6 p.
18. LITTLE JR., E. L. y DIXON, R. G. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas. Estudio de pre-inversión para el desarrollo forestal del Noroccidente, Ecuador; informe final. Roma, FAO, 1969. V. 4, 536 p.

19. MANUAL PROVISIONAL para uso en el campo de identificación de árboles de la zona de Esmeraldas, Ecuador s 1, Desarrollo Forestal del Noroccidente, 1966. 160 p
20. MARSHALL, R. C. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies London, Oxford University, 1939. 247 p.
21. MERKER, C. A. *et al* The forests of Costa Rica, Whashington, D. C., Department of Agriculture, 1943. 48 p (mimeographed)
22. RECORD, S. J. y HESS, R. W. Timbers of the new world New Haven, Yale University, 1943. 640 p
23. RIOS T, M. Los sustitutos de la madera de cedro en construcción. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional Agraria, 1970. 22 p (mimeografiado).
24. SANTIANDER F, C. I. Estudio de comportamiento de algunas especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica, IICA, 1973. 116 p
25. SLOOTIEN, H. J., VAN DER y GONZALEZ, M. E., Maderas latinoamericanas V *Carapa* sp, *Virola koschnyi*, *Terminalia lucida* y *Brosimum costaricanum* Turrialba (Costa Rica), 20 (4): 503-510. 1970.

Notas y Comentarios

Elaborando modelos para destruir insectos

De 120 intentos para controlar biológicamente insectos dañinos, lanzando sobre ellos a sus enemigos naturales, solamente una tercera parte han tenido éxito completo. Es claramente importante para los esfuerzos futuros sobre control natural de plagas el comprender las razones de estos éxitos; y esto es lo que J. R. Beddington, C. A. Free y J. H. Lawton, de la Universidad de York, Inglaterra, han intentado hacer, elaborando modelos matemáticos y comparando lo que sucede si se juega con los parámetros de la ecuación y lo que sucede cuando se juega con los insectos en el campo (*Nature*, vol 273, p. 513). Lo que resulta es que el campo es el factor crucial.

El método de control en el que se concentraron Beddington y sus colegas fue uno que explota los parásitos de insectos. Los parásitos ponen sus huevos en las pupas del infortunado hospedante, las que son comidas cuando las larvas emergen. Este método ha tenido éxito en el control de algunos lepidópteros, y es más fácil construir modelos matemáticos para relaciones hospedante-parásito que para las relaciones predator-presa.

El éxito de la estrategia del control por parásitos se mide por medio de la relación entre el número de plagas en presencia del parasitoide y el número en su ausencia, una relación a la que Beddington y sus colegas llaman q . Y el objetivo es, por supuesto, hacer q lo más baja posible.

El equipo comenzó su investigación con tres juegos de valores para q : valores derivados de modelos matemáticos, valores derivados de estudios en el campo, y valores derivados de estudios de laboratorio. Y los valores más bajos del campo fueron mucho más bajos que los valores teóricos más bajos y los valores de laboratorio más bajos (lo que resultó, esta vez, en un experimento que funciona mejor en el campo que en el laboratorio o en el papel).

La cuestión era cómo manipular las ecuaciones de tal manera que conseguir los bajos valores de q que se vieron en los mejores ensayos de campo, debido a que al identificar el parámetro que daría valores bajos para q , Beddington y sus colaboradores esperaban detectar el factor que determina el éxito en el campo.

Por consiguiente, trataron el efecto teórico de alterar el tiempo de generación de la plaga y la eficiencia de ataque del parasitoide. Pero ninguno de estos tuvo un efecto muy pronunciado sobre q . Así, entonces, dirigieron su atención a la interesante diferencia entre laboratorio y campo buscando una pista, y decidieron que la diferencia podría ser que las condiciones de laboratorio son homogéneas y las del campo heterogéneas. ¿Qué pasaría si se cambiasen las ecuaciones para tener en cuenta la distribución por manchas del hospedante, y una tendencia de parte del parásito de agruparse en esas manchas?

Esto fue el toque que se necesitaba. La introducción de la homogeneidad incrementó grandemente el término de la ecuación que representaba la eficiencia del parasitoide, y aquel término, no muy sorprendentemente, es inversamente proporcional a q .

Y es reconfortante saber que esta conclusión final (que el control por parasitoides, y probablemente por predadores también, funcionará mejor cuando las víctimas están distribuidas por manchas y el enemigo trabaja en grupos) coincide con la intuición de los investigadores en el campo.

Publicaciones

Estudios Rurales Latinoamericanos Esta revista tiene como objetivo difundir los trabajos de investigación de profesionales dedicados al estudio de la realidad económica, social y política, de América Latina. Además de los artículos principales, tendrá secciones de comentarios, reseñas de libros, investigaciones en curso, y noticias sobre reuniones, instituciones y otros sobre el desarrollo rural. Está vinculada al Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). Aparecerá tres veces al año y la dirección postal es: Apartado Aéreo 11386, Bogotá, Colombia.

El primer número consta de 163 páginas y corresponde a enero-abril de 1978. Contiene artículos sobre estudios sobre el campesinado; la ANUC de Colombia; reforma agraria y acumulación capitalista en el Perú (de Mariano Valderama); la plantación cacaotera en Ecuador (de M. Chirihoga); y perspectivas de la crisis agrícola en América Latina.

Efeitos da interação de N-NO₃ e NH₄ na atividade da nitrato redutase e acumulação de N-proteico em *Brachiaria* sp.*

————— MANLIO SILVESTRE FERNANDES**, MAURICIO BALLESTEIRO FERREIR A.***

————— LUIZ RODRIGUES FREIRE****

A B S T R A C T

An experiment was made in greenhouse to study the effects of the application of N as NO₃ or as NH₄ in different combinations, on the N-uptake and N-metabolism of *Brachiaria* sp. (Tannergrass). The results showed that small amounts of NH₄-N (5 ppm) applied for short periods (24 h) on plant living on NO₃-N, resulted in an increase in the activity of nitrate reductase (NRA) in the leaves of NO₃-fed plants. There was also an increase in the protein-N, and NO₃-N accumulation. Plants receiving N as NH₄NO₃ alone had the lowest NRA and protein-N accumulation both in leaves and sheats. Plants on NH₄-N had the second highest NRA activity, in leaves and first in sheats. This was attributed to the nitrification going on in the non-sterilized sand in the NH₄-N pots. A positive correlation ($r = 0,97$) was found between the NRA and protein-N in the shoots (leaves + sheats). It was also shown that despite the differences in the levels of NRA and protein-N in leaves and sheats of *Brachiaria* (NRA and protein-N) was the same as observed in the levels of dry weight accumulation, and was the inverse of the general trend observed in the amino-N accumulation.

Introdução

ESTUDOS sobre a adaptação e rendimento do capim Braquiaria (*Brachiaria* sp.) vem sendo feitos sistematicamente, nas regiões tropicais (14). Existe também a necessidade de conhecer as respostas dessa gramínea à adubação mineral, e especialmente ao nitrogênio.

Fernandes e Freire (5) demonstraram a existência de uma correlação positiva entre o nitrogênio nítrico (N-NO₃) acumulado na parte aérea, e a atividade de nitrato redutase (NRA) em *Brachiaria* sp. Também foi verificado pelos autores que o teor de N-NO₃ acumulado na parte aérea dessas plantas é proporcional ao teor de nitrato (NO₃) aplicado no solo. Foi observado entretanto, que quando nitrogênio amoniacal

(N-NH₄) era aplicado a um solo que continha NO₃, a absorção de NO₃ pela planta aumentava, e havia um correspondente aumento na NRA (Nossos resultados, não publicados). Eira (3) observou um aumento de NRA (4x) na parte aérea (1/3 superior) de *Digitaria decumbens*, sete dias após a aplicação de 100 ppm de N-NH₄ no solo.

A inibição e repressão do sistema Nitrato Redutase (NR) por NH₃, foi demonstrada por Losada *et al.* (15). Também foi observada a inibição do sistema NR por amidas (11) e por amino ácidos sulfurados (1). É possível entretanto, que um eficiente sistema de compartimentalização nas células possa manter isolado, metabolicamente, os produtos finais da redução de NO₃, do sistema NR propriamente, de modo que os efeitos de inibição e repressão possam ser minimizados. Por outro lado, desde que a formação do sistema NR depende de síntese *de novo* de proteínas (8), um aporte de formas reduzidas de N pode aumentar indiretamente a capacidade da planta de absorver e assimilar o N-NO₃ (2). Estes efeitos deverão então ser refletidos no teor de N-proteico, e na atividade de NR das plantas. A adubação de pastagens de *Brachiaria* sp. com

* Recebido para publicação em 19 de julho de 1978

** Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Antiga Estr. Rio-São Paulo, Km 47; Via Campo Grande-ZC-26 CEP. 23.460, Rio de Janeiro, Brasil.

*** Auxiliar de Ensino do Instituto de Biologia da UFRRJ

**** Professor Assistente do Departamento de Solos da UFRRJ

N-NH₄ ou com adubos orgânicos (12) pode produzir condições que forneçam quantidades variáveis de NO₃ e NH₄ na rizosfera das plantas, e esta interação pode afetar o metabolismo de N nessas plantas.

Estas considerações levaram-nos a realizar esta investigação sobre os efeitos da interação entre diferentes formas e concentrações de N em solução nutritiva, no metabolismo de N em *Brachiaria sp.*

Material e métodos

O experimento foi executado em casa de vegetação, em outubro e novembro de 1975. Estacas de *Brachiaria sp.*, foram transplantadas (7 por vaso) em potes contendo 4 kg de areia lavada de rio, (areia 97,8%; silte 1,6% e argila 0,6%). A areia foi exaustivamente lavada em água destilada, não tendo sido entretanto esterilizada, nem submetida a qualquer tratamento visando impedir ou reduzir a ação de agentes nitrificadores por ventura presentes. Nos vasos com areia (4 kg) foi aplicada a seguinte solução nutritiva básica:

Sal	concentração	ml/l
KH ₂ PO ₄	M	2,00
K ₂ SO ₄	M	0,51
Ca (NO ₃) ₂	M	0,71
MgSO ₄	M	2,00

Micronutrientes foram aplicados de acordo com as concentrações recomendadas por Hoagland e Arnon (10) e ferro foi aplicado como citrato de ferro, a partir de uma solução de 1.000 ppm, na base de 1ml/l (pH inicial da solução, 6,0).

Os vasos foram revestidos com papel de alumínio, e o nível da solução nutritiva controlado por meio de um tubo de vidro em forma de L, com a extremidade protegida por malha fina, e inserido na base do vaso. As soluções eram trocadas cada 3 dias.

Quando as plantas atingiram um tamanho médio de 30 cm (parte aérea) foram desbastadas para 5 por vaso, cortadas, e as plantas obtidas após a rebrota foram usadas neste experimento.

Para os tratamentos, foram usadas as mesmas soluções nutritivas básicas, excepto por nitrogênio, que foi usado em 20 ppm, mas nas seguintes combinações:

Tratamento I — 20 ppm de N como NO₃
por 21 dias.

Tratamento II — 20 ppm de N como NH₄NO₃
por 21 dias

Tratamento III — 20 ppm de N como NH₄
por 21 dias.

Tratamento IV (a) — 15 ppm de N como NO₃
+ 5 ppm de N como NH₄ por 2 dias

(b) — 20 ppm de N como NO₃ por 5 dias

(c) — 15 ppm de N como NO₃ + 5 ppm de
N como NH₄ por 2 dias.

(d) — 20 ppm de N como NO₃ por 6 dias.

Foram usados Ca(NO₃)₂ e (NH₄)₂ SO₄ como fontes de N para os tratamentos I, III e IV, e NH₄ NO₃ para o tratamento II

As plantas dos tratamentos I, II e III, receberam N na forma indicada, pelo período total de 21 dias. As plantas do tratamento IV, receberam N nas formas, combinações e períodos indicados, e, seguidamente.

Após este período (21 dias), a atividade da nitrato redutase (NRA) foi medida separadamente em folhas e bainhas colhidas no terço médio das plantas. As extremidades das folhas foram desprezadas. A colheita e preparação do material para determinação de NRA seguiu o mesmo esquema descrito anteriormente por Fernandes e Freire (5). A incubação do material verde, e a determinação de nitrito, foram feitos segundo o método de Jaworski (13).

Um grama cada, de folhas e bainhas (peso fresco), foram homogeneizadas em etanol a 80%, em homogeneizador LE-402 (LABOR MIN) e o extrato separado em fases, como descrito por Fernandes (4). Amino-N livre foi determinado por colorimetria pelo método de Yemm e Cocking (16).

O resíduo da extração foi seco em estufa de circulação de ar, a 60°C, e o N-protéico determinado pelo método de micro-Kjeldahl.

O restante do material verde (parte aérea total) foi seco em estufa a 60° e homogeneizado em um moinho Wiley (40 mesh). Em 0,5g deste material seco o nitrato foi extraído com água em ebulição, e determinado pelo método de arrastre de vapor, após redução com liga de Devarda.

A atividade da nitrato redutase (NRA) o peso seco, o nitrogênio protéico e os teores de N-amino e N-NO₃ foram usados para estudar a resposta das plantas aos tratamentos.

Foi usado o delineamento estatístico de blocos ao acaso, com 3 repetições, e todas as determinações foram feitas em duplicado.

Resultados e discussão

O efeito dos quatro tratamentos na NRA de folhas e bainhas de *Brachiaria sp.*, pode ser visto na Tabela 1. O efeito de "choques" de NH₄ (5 ppm) em plantas que vinham recebendo N como NO₃ (20 ppm) no aumento de NRA das folhas é bem acentuado, enquanto que o mesmo não se verifica com as bainhas. As plantas submetidas ao tratamento II (NH₄NO₃) mostram uma tendência, muito acentuada nas bainhas, de redução de NRA enquanto que as plantas em NH₄ -N (tratamento III) mostram

Tabela 1.—Atividade de Nitrato Redutase expressa em micromoles de NO_2/g peso fresco/hora, em folhas e bainhas de *Brachiaria sp.*, submetidas a diferentes combinações de N na solução nutritiva.

Tratamento	Folha	Bainha	Folha + Bainha	Relação Bainha-Folha
I	0,18	0,17	0,175	0,94
II	0,17	0,00	0,090	—
III	0,51	0,27	0,390	0,53
IV	1,33	0,15	0,740	0,11
d.m.s. (0,05)	0,33	0,15	0,16	—

uma tendência para o aumento de NRA em relação ao tratamento I, em folhas e bainhas. Enquanto a NRA foi praticamente idêntica em folhas e bainhas do tratamento I (N-NO_3) observa-se uma acentuada redução de relação bainha/folha para NRA, nos outros tratamentos. Os valores encontrados para a relação bainha-folha (Tabela 1) no tratamento 1, desde experimento são semelhantes os encontrados por Fernandes e Freire (5) quando aplicaram 80 ppm de N-NO_3 no solo. As Tabelas 1 e 3, mostram que o teor de N-protéico encontrado nas folhas aumenta com o aumento da NRA ($r = 0,84$). Nas bainhas, ocorre um aumento significativo no teor de N-protéico dos tratamentos III e IV em relação ao tratamento II, e do tratamento IV em relação aos dois primeiros. Estes resultados parecem indicar um deslocamento de N-reduzido das folhas para as bainhas.

Tabela 2.—Teores de amino-N livre, expressas em micromoles/g de peso fresco, em folhas e bainhas de *Brachiaria sp.*, submetidas a diferentes combinações de N na solução nutritiva.

Tratamento	Folhas	Bainhas	Folhas + Bainhas
I	19,0	15,3	17,2
II	13,0	28,3	20,6
III	14,0	21,3	17,8
IV	16,2	11,3	13,8
d.m.s. (0,05)	NS	8,6	NS

Observa-se uma correlação significativa ($r = 0,97$) entre a NRA e teor de N-protéico de folhas + bainhas dos 4 tratamentos. Entretanto, foi observado por outros (5) que os níveis de NRA de folhas e bainhas em *Brachiaria sp.*, podem variar bastante com o teor de NO_3 aplicado no solo, tendo observado estes autores, que a NRA das bainhas atinge o mesmo nível das folhas quando o teor de NO_3 aplicado no solo é elevado.

Não se observam diferenças significativas no teor de Amino-N livre das folhas, nos 4 tratamentos: (Tabela 2). Nas bainhas, ocorre um aumento significativo de amino-N livre nos tratamentos II e III; este resultado, entretanto, pode ser devido à presença de NH_4 na solução nutritiva, o que pode ter resultado num aumento de amidas, como foi observado em arroz (6). É interessante notar, que o nível mais alto de amino-N livre encontrado (bainha, tratamento II) corresponde ao teor mais baixo de NRA. As variações pequenas observadas no teor de amino-N livre, indicam que a absorção de NH_4 não foi muito acentuada nos tratamentos com N-NH_4 (II e III). Em arroz, foi observado que NH_4 pode ser absorvido em pequena quantidade, mesmo a partir de altas concentrações na solução nutritiva, desde que a combinação de luz e temperatura seja desfavorável (4).

O tratamento IV foi o único que resultou num aumento significativo de N-NO_3 na parte aérea (Tabela 4). O tratamento I apresentou os níveis mais baixos de acumulação de N-NO_3 .

Apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas para o peso da parte aérea (Tabela 4), entre os tratamentos, observa-se a mesma tendência apresentada para NRA e N-protéico de folhas + bainhas.

Embora amônio (NH_4) possa produzir uma redução na atividade do sistema NRA em sistemas isolados (9), o efeito parece não ser idêntico quando se observa a ação de NH_4 em plantas inteiras. O efeito

Tabela 3.—Teores de N-protéico, expressos em por cento de peso seco, em folhas e bainhas de *Brachiaria sp.*, submetidas a diferentes combinações de N na solução nutritiva.

Tratamento	Folhas	Bainhas	Folhas + Bainhas
I	1,72	0,51	1,11
II	1,33	0,38	0,94
III	1,90	0,58	1,17
IV	2,14	0,69	1,42
d.m.s. (0,05)	0,41	0,14	0,31

Tabela 4.—Peso seco, e N-NO₃ na parte aérea de *Brachiaria sp.*, submetida a diferentes combinações de N na solução nutritiva.

Tratamento	Peso Seco em gramas	N-NO ₃ em μ moles/g de peso seco
I	2,07	23,25
II	1,56	31,80
III	1,85	31,11
IV	2,24	41,25
d m s (0,05)	NS	10,30

marcante de pequenas doses de amonio no nível de NRA parece indicar que a pequena adição de N em forma reduzida pode ter acelerado a síntese de compostos orgânicos, inclusive proteínas e a consequência dessa maior atividade metabólica tenha tido seus reflexos na absorção mais rápida de NO₃. Este efeito, poderia explicar a maior atividade do sistema NRA, pois, como foi demonstrado por Zielker e Filner (17), quando a velocidade de absorção de NO₃ é reduzida, o nível de atividade de enzima também é reduzido, a despeito dos níveis altos de NO₃ (25 μ moles/g peso fresco) nos tecidos.

A NRA e os níveis de N-NO₃ nas plantas do tratamento III (NH₄-N) parecem indicar a ocorrência de nitrificação, nas condições deste experimento. Deve-se também ter em mente, que durante o período de crescimento, (antes dos tratamentos) todas as plantas foram submetidas a 20 ppm de N-NO₃. Parte do NO₃ encontrado na parte aérea das plantas do tratamento III pode ter sido absorvido durante este período inicial e acumulado no "pool substrato". O nitrato resultante da nitrificação ocorrida no período do tratamento III (NO₃ no "pool" metabólico) seria então responsável pela indução da nitrato redutase. É interessante notar que maior nível de NRA foi verificado em plantas sob essas condições experimentais em relação às plantas mantidas exclusivamente em N-NO₃ (tratamento I).

É possível também que uma menor disponibilidade de NO₃ no tratamento II tenha contribuído para que NH₄NO₃ seja a forma menos eficiente de suprir as plantas com N, no que se refere aos seus efeitos no peso seco, NRA e N-protéico nas condições experimentais usadas. A despeito disso, os níveis de N-NO₃ deste tratamento (II) foram ainda superiores aos das plantas sob NO₃ aplicado continuamente, e iguais às quantidades de N-NO₃ em plantas cultivadas em solução de NH₄ (III). Não foi observada neste experimento a correlação entre N-NO₃ na parte aérea e o teor de peso seco, reportado por Fernandes e Freire (5) para plantas que receberam N-NO₃ no solo. Tam-

bém houve, nas condições deste experimento uma correlação positiva entre o NRA e o teor de protéico, o que não foi encontrado nas condições do experimento anterior (5).

O período de duração dos tratamentos (21 dias no total, e 6 dias após cada "choque" de NH₄ no tratamento IV) exclui a possibilidade de que os fenômenos observados sejam expressão de um distúrbio momentâneo de metabolismo devido a trocas bruscas das fontes de N, visto que o nível de NRA e o acúmulo de N-NO₃ e N-protéico foram observados 6 dias após a última modificação na fonte de N (NH₄, NO₃ tratamento IV) enquanto que no tratamento III o meio era estável.

A absorção mais rápida de NH₄ do que de NO₃ observado para algumas gramíneas e a inibição produzida por NH₄ na absorção de NO₃, (7) pode também ser um fator a contribuir para explicar alguns aspectos dos fenômenos observados.

É interessante observar que embora os níveis de NRA e N-protéico tenham sido diferentes para folhas e bainhas (Tabelas 1 e 3), quando se toma a atividade do conjunto (folhas + bainhas) os dados obtidos mostram a mesma tendência ($r = 0,97$), com os valores observados atingindo um mínimo no tratamento II. O peso seco da parte aérea (Tabela 4) por outro lado, mostra a mesma tendência (não significativa ao nível de 0,05). Estes resultados indicam que os efeitos produzidos pelos 4 tratamentos na NRA das folhas de *Brachiaria sp.*, foram determinantes na acumulação de N-protéico e de peso seco da parte aérea. Tendência inversa a esta ordem de valores foi observada no que se refere ao acúmulo de amino-N na parte aérea das plantas estudadas. Embora os resultados não sejam estatisticamente significantes, os maiores acúmulos de amino-N, correspondem respectivamente aos menores e maiores níveis de NRA e N-protéico (Tabelas 1, 2 e 3).

Conclusão

Os resultados obtidos neste experimento, mostram o efeito positivo de pequenas doses de NH₄, na NRA, na absorção de NO₃, e na acumulação de N-protéico, em plantas crescendo em condições onde NO₃ é forma dominante de N. É possível também a partir dos resultados obtidos, sugerir que o aparecimento de pequenas quantidades de NO₃ em um meio contendo predominantemente NH₄, também tenha um efeito positivo nos parâmetros acima. Estas condições podem existir no solo, logo após uma adubação com uma fonte de N-NH₄, ou nas condições existentes em áreas de pastoreio muito intensivo. Por outro lado, a aplicação de quantidades iguais de NH₄ e NO₃ em maior concentração (20 ppm), foi menos eficiente, no que se refere aos parâmetros observados. Os resultados obtidos confirmam as observações preliminares (Nossos resultados não publicados; e 3), e podem ser explicados como sendo o resultado de ação posi-

tiva de uma fonte de N-reduzido no metabolismo em geral, e conseqüentemente na síntese de proteínas das plantas estudadas.

Resumo

Foi realizado um experimento, em casa de vegetação, para estudar o efeito da interação de NO_3 e NH_4 aplicados na solução nutritiva, na absorção e metabolismo de N em *Brachiaria sp*. Os resultados mostram que pequenas quantidades de N- NH_4 (5 ppm) aplicados por curto período de tempo (24 horas) em plantas originalmente recebendo N- NO_3 (20 ppm) aumentam a atividade da nitrato redutase (NRA) nas folhas das plantas, verificando-se também um aumento na acumulação de N-proteico em folhas e bainhas. Plantas recebendo NH_4NO_3 continuamente exibiram o mais baixo nível de NRA, e o menor teor de N-proteico em folhas e bainhas. Aplicação de N como NH_4 continuamente, foi o segundo melhor tratamento no que se refere a NRA. Atribuiu-se este resultado, à nitrificação que teria ocorrido nos vasos com areia não esterilizada. Foi observada uma correlação positiva ($r = 0,97$) entre NRA e acumulação de N-proteico no conjunto folhas + bainhas. A tendência observada nos valores de NRA N-proteico em folhas e bainhas, e no peso seco da parte aérea, mostram que a NRA das folhas foi o fator dominante dos níveis de acumulação da proteína e peso seco da parte aérea das plantas estudadas.

Literatura citada

- AFRIDI, M. M. R. K. e HEWITT, E. J. Induction and stability of nitrate reductase in tissue of higher plants. *Life Sciences* 1: 287-295. 1962
- BEEVERS, L. e HAGEMAN, R. H. Nitrate reduction in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 20: 495-522. 1969
- EIRA, P. A. Transformações de nitrogênio em solo sob vegetação de *Digitaria decumbens*. Tese de M. S., UFRRJ 1977.
- FERNANDES, M. S. Effects of light and temperature on the nitrogen metabolism of tropical rice. Ph.D. Thesis Michigan State University, 1974.
- _____ e FREIRE, I. R. Efeitos de nitrogênio nítrico aplicado no solo, na atividade de nitrato-redutase e na acumulação de N-solúvel em *Brachiaria sp*. *Turrialba* 26 (3): 268-273 1976
- FERNANDES, M. S. Interação entre N-amoniaco e energia ambiental, na nutrição nitrogenada do arroz. Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 1976. pp. 229-233.
- FRIED, M., ZSOLDOS, F., VOSE, P. E. e SHATOK-HIN, T. I. Characterizing the NO_3 and NH_4 uptake process of rice roots by use of N labelled NH_4NO_3 . *Physiologia Plantarum* 18: 313-320. 1965
- HEIMER, J. M. e FILNER, P. Regulation of nitrate assimilation pathway in cultured tobacco cells. III. The nitrate uptake system. *Biochimica Acta* 230: 362-372. 1971.
- HERRERA, J., PANEQUE, A., MALDONADO, MARIA I., BAREA, J. I., e LOSADA, M. Regulation by Ammonia of nitrate reductase synthesis and activity in *Cblamydomonus reinhardi*. *Biochemical Biophysical Research Communications* 48: 996-1003. 1972.
- HOAGLAND, D. R., e ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station. Circular 347 (Revised). 1950.
- INGLE, I., JOY, K. W., e HAGEMAN, R. H. The regulation of activity of the enzymes involved in the assimilation of nitrate by higher plants. *Biochemical Journal* 100: 577-588. 1966.
- IPEAN (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Norte) Capim Braquiaria. Belém-PA 1966
- JAWORSKI, E. G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. *Biochemical Biophysical Research Communications* 43(6): 1274-1279 1971
- LIMA, C. R., SOUTO, S. M. e de LUCAS, E. D. Valor nutritivo dos fenos de *Brachiaria brizantha* (signalgrass), *Brachiaria purpurascens* (Capim angola) e *Brachiaria sp* (Tannergrass). *Pesquisa Agropecuária Brasileira Serie Zootecnia* 10: 1-5 1975
- LOSADA, M., PANEQUE, A., APARICIO, P. I., VEGA, MARIA I., CÁRDENAS, I., e HERRERA, J. Inactivation and repression by ammonium of the nitrate reducing system in *Chlorella*. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 38: 1009-1015 1970.
- YEMM, E. W. e COCKING, E. C. The determination of amino acid with ninhydrin. *Analyst* 80: 209-213 1955.
- ZIEKER, H. R., e FILNER, P. Synthesis and turnover of nitrate reductase induced by nitrate in cultured tobacco cells. *Journal of Biological Chemistry* 246: 1172-1179 1971.

Notas y Comentarios

Los japoneses engañan por fin al gusano de seda

La producción de seda está severamente limitada por el conservadurismo alimenticio de los gusanos de seda. Las hojas de la morera son su alimento natural y todos los esfuerzos de los fabricantes japoneses de seda no consiguen que los gusanos de seda coman dietas artificiales si no contienen de 10 a 40 por ciento de hojas de morera. Pero las plantaciones de morera son caras, y lo es también el almacenaje del material foliar, que se encuentra disponible en estado fresco solo por un período limitado en el año. Todo esto ha estimulado el desarrollo del cultivo de células de tejidos de morera para la alimentación del gusano de seda, lo que ha sido ahora conseguido con éxito por Yasuyuki Yamada y Asao Okamoto del Departamento de Química Agrícola en la Universidad de Kyoto (*Agricultural and Biological Chemistry*, vol. 41, p. 2261).

Yamada y Okamoto probaron sistemáticamente todas las variables posibles que podrían afectar el crecimiento en un medio de cultivo de las células de morera y encontraron que esas ideales condiciones eran pH neutral, 30° C, en un medio que contenía sacarosa como fuente de carbono, nitratos y amoníaco como fuentes de nitrógeno, y dos clases de hormonas vegetales, auxinas y cinetina. Probaron entonces la capacidad de las células de morera, cultivadas en esa forma, para reemplazar las hojas de morera picadas como base de la alimentación del gusano de seda industrial.

Sin ningún componente de morera, los gusanos eran menos capaces de tejer capullos y estos capullos eran de un peso promedio menor. Pero las células de morera cultivadas artificialmente constituyeron un sustituto perfectamente satisfactorio de las hojas de morera, siempre y cuando las células hubiesen sido cultivadas bajo luz. Las células cultivadas en la oscuridad eran incoloras, mientras que las cultivadas bajo luz eran ligeramente verdes, y los gusanos tenían una clara preferencia por estas células verdes, aun cuando su contenido de clorofila era sólo 1 por ciento del de las hojas naturales de morera.

Yamada y Okamoto no analizan el costo de su dieta artificial. Han establecido que las células de cultivo son satisfactorias como un componente de la ración y que han contribuido a rendimientos altos de buena seda. Afirman, sin embargo, que esto reducirá los costos de crianza al ahorrarse el mantenimiento de las plantaciones de morera y el costo de la cosecha de las hojas.

La familiaridad origina un hato vacuno tolerante

Es muy fácil pensar que las vacas blanco y negro que cubren parte de nuestros pastizales son parte del paisaje, pero son animales que, aunque parezcan inactivos hasta el aburrimiento exhiben marcos complejos de conducta. Estos marcos tienen a menudo sus raíces evolucionarias en los hatos salvajes de bovinos de los que emergieron las vacas domésticas. Marie France Bousson y Sylvie Andrieu de la Station de Physiologie de la Reproduction del INRA, en Francia han publicado recientemente los resultados de un estudio a largo plazo del desarrollo de vínculos sociales entre un grupo de vaquillas Friesian (*Behaviour* vol. 64, p. 148).

Bousson y Andrieu criaron grupos de vaquillas en dos situaciones. En una de estas los animales vivían juntos en grupos desde el nacimiento, y fueron después mezclados en un rebaño. En otra, los animales se criaron aparte hasta la edad de 6 o 12 meses, y fueron entonces juntados en pequeños grupos, que eventualmente se fusionaron para formar un rebaño. Encontraron, no sorprendentemente, que en el hato final había menos interacción agresiva entre miembros del mismo grupo que entre aquellos de diferentes grupos de crianza.

Sin embargo aquí terminaron las generalizaciones. Dentro de los grupos criados juntos desde el nacimiento, había mucho menos conflictos en total que en aquellos grupos que fueron formados a los 6 o 12 meses de edad. Similarmente, en los grupos criados juntos desde el nacimiento, los "relations préférentielles" fueron comunes. En otras palabras, las vacas formaron afinidades con individuos en el grupo a quienes buscaron y con quienes preferían estar. Esto no pasó en los grupos que se conocieron primero a los 6 o 12 meses. En lo que se refiere al alimento, que en cualquier animal es un asunto atractivo, la competencia en el comedero fue tolerada entre animales criados juntos pero no entre aquellos criados en grupos distintos.

Todo esto conduce a un "período sensitivo" en la maduración de una vaca, el período en que encuentra quiénes son sus amigos; este período cae en algún momento entre el nacimiento y los seis meses de edad. Los biólogos están ahora completamente familiarizados con el tipo de "impresión" que a menudo muestran las aves; la bien conocida figura de Konrad Lorenz seguido de sus "gansos-niños" lo dice todo. Pero este tipo de período sensitivo está hecho a medida para una relación distinta a la de un pichón con su madre, esto es, la formación de un rebaño.

Este mecanismo de comportamiento podría asegurar que los terneros acepten como "familias" a aquellos con quienes interaccionan en los primeros pocos meses de vida. Se juntan entre ellos, y llegan a acuerdos amigables en lo que se refiere a los alimentos. Aquellos que encuentran más tarde es probable que no sean de la familia, de tal manera que no reciben un trato privilegiado. Una vez pasados los seis meses el período sensitivo se acaba, y cada uno se ayuda a sí mismo.

Predicción de diámetros superiores, sin corteza, para pináceas en la Unidad de Manejo de Olancho, Honduras*

FROYLAN CASTAÑEDA**, MIGUEL A RAMIREZ***

ABSTRACT

Grosenbaugh's bark Option 2 best estimated upper stem diameter inside bark from diameter outside bark readings for two Honduran pine species Pinus oocarpa Schiede and P. caribaea Morelet Actual diameters inside bark were compared to diameters estimated by the three bark options using Freese's test of accuracy

Introducción

LA introducción del dendrómetro óptico en las prácticas de mensuración ha venido a facilitar mucho la labor de medición de diámetros superiores sin tener que derribar el árbol. Este aparato, sin embargo, sólo registra diámetros con corteza. En la mayoría de los casos el dasónomo está interesado en obtener diámetros sin corteza, para asimismo poder estimar el volumen comercial sin corteza. Con la descripción del nuevo método de muestreo, 3P, en Honduras (6), el dasónomo deberá seleccionar el mejor método de convertir diámetros superiores con corteza (Dcc) a diámetros superiores sin corteza (Dsc).

El método descrito en este artículo ofrece una alternativa de estimar Dsc a partir de Dcc sin tener que derribar el árbol para *Pinus oocarpa* Schiede, y *P. caribaea* Morelet, en Campamento, departamento de Olancho, Honduras.

Existen varias opciones para calcular el Dsc a partir del Dcc pero las tres más comúnmente usadas son las desarrolladas por Grosenbaugh (4). Grosenbaugh describió tres opciones debido a que la relación DAPsc/DAPcc, al igual que la relación grosor de la corteza al DAP/grosor de la corteza a lo largo del fuste varía de especie a especie (1). Se ha podido determinar que esta relación puede permanecer constante, o puede aumentar o disminuir en forma curvilínea. Mesavage (5) describió y discutió las suposiciones de las

tres opciones presentadas por Grosenbaugh en 1964 (4).

Las tres opciones son las siguientes:

Opción 1 $Dsc = Dcc (DAPsc/DAPcc)$

supone que la relación Dsc/Dcc, a cualquier punto a lo largo del fuste, es igual a la relación DAPsc/DAPcc. En otras palabras, esta opción supone una relación constante a la relación del DAP.

Opción 2 $Dsc = Dcc (1,0 - (1,0 - DAPsc/DAPcc) (1,0/(2,0 - Dcc/DAPcc)))$

supone que la relación Dsc/Dcc es curvilínea. Esta opción considera que el grosor de la corteza aumenta del DAP hacia arriba y que disminuye del DAP hacia abajo.

Opción 3 $Dsc = Dcc (DAPsc/DAPcc) (9,0/(10,0 - Dcc/DAPcc))$

supone que la relación Dsc/Dcc disminuye del DAP hacia arriba y que aumenta del DAP hacia abajo.

Donde: Dsc = diámetro superior, sin corteza

Dcc = diámetro superior con corteza a ese punto donde se desea estimar el Dsc

DAPsc = diámetro a altura de pecho sin corteza

DAPcc = diámetro a altura de pecho con corteza.

En estudios hechos con pinos del sur de los Estados Unidos, *Pinus echinata* Mill., *P. taeda* L., *P. palustris* Mill. y *P. elliotii* Engelm., Mesavage (5) pudo determinar que la Opción 2 registró las predicciones

* Recibido para la publicación el 6 de diciembre de 1977

** Actualmente optando hacia el grado de PhD en Aprovechamiento, Corta y Extracción de Madera en la Facultad de Dasonomía, Vida Silvestre y Pastoreo, Universidad de Idaho, Moscow, Idaho 83843, USA. Anteriormente sirvió como catedrático en la Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque, Honduras y de la Universidad de Honduras.

*** Jefe de Unidad de Ordenación y Manejo, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), Tegucigalpa, Honduras.

más exactas. Wiant y Koch (8) encontraron la Opción 1 como la más exacta para algunas especies de hoja ancha en el estado de West Virginia. Para otras especies de hoja ancha, especialmente aquellas con gambas o con fustes en forma de "botella", Space (7) recomienda la Opción 3

Procedimientos y métodos

El tamaño de la muestra aparece en el Cuadro 1. Los árboles fueron derribados y trozados a cuatro distintos intervalos; y las siguientes medidas fueron tomadas: el DAP con y sin corteza, y diámetros con y sin corteza.

Los diámetros fueron medidos, hasta un decimal usando una cinta diamétrica. El diámetro sin corteza fue calculado substrayendo de cada medición el grosor doble de la corteza medido en ese punto. Los diámetros superiores sin corteza fueron calculados usando cada una de las tres opciones para cada lectura de Dcc tomada en el bosque.

Resultados

Para comparar la autenticidad de los Dsc estimados, en contra de los actuales fue empleada la prueba de exactitud desarrollada por Freese (3). Esta prueba usa la desviación entre el valor estimado y el real que uno está dispuesto a aceptar de modo de poder arribar a un valor de Chi-cuadrado. Este valor es comparado con el valor tabular correcto de Chi-cuadrado para probar si existe una diferencia significativa entre el método propuesto y el método aceptado o valor actual. En este caso, la prueba de Freese fue arreglada de modo que pudiera calcular qué límites de error se esperan que incluyan 95 por ciento de las desviaciones entre la predicción y el valor actual, al menos que la muestra no fuera representativa (5% nivel de probabilidad).

En el Cuadro 1 se dan a conocer los resultados de la prueba Freese, para cada una de las tres opciones. La opción que registra el "error límite" (expresado en porcentaje) más bajo se considera como la opción que mejor estima el Dsc para esa especie. En este estudio, la Opción 2 resultó la más exacta en ambas especies. Un "error límite" de 6,47 por ciento para *P. oocarpa* por ejemplo, significa que cuando la Opción 2 se use para determinar el Dsc, se espera que en un 95 por ciento de las veces, el valor estimado caiga entre $\pm 6,47$ por ciento del valor real. Esto deja la probabilidad de que un 5 por ciento de los casos lo estimado caiga afuera de ese rango.

A manera de comprobación, la diferencia entre los valores estimados, según las tres opciones, y los actuales se expresa en forma de porcentaje del valor real (Cuadro 1). Los resultados de esta parte del estudio indican que la Opción 2 subestimó los Dsc por $-1,52\%$, para *P. oocarpa*, y los sobreestimó en *P. caribaea* por $+0,46\%$. Los resultados de las otras opciones pueden apreciarse en el Cuadro 1. Todos esos valores están dentro del rango del error límite según resultados de la prueba Freese. Sin embargo, la Opción 2 es la que más se acercó a lo real y por lo tanto es la que se recomienda para estimar el Dsc de estas dos especies de pino en la zona de Campamento, Olancho. La prueba de Freese facilita hacer comparaciones de este tipo sin tener que asistir a este último procedimiento descrito.

A pesar de que en *caribaea* la diferencia entre la Opción 1 (7,21%) y la Opción 2 (7,19%) parece ser insignificativa, esta última opción al haber registrado un "error límite" más bajo resultaría la más exacta en la predicción de Dsc. Una vez más, esto se puede comprobar cuando se estudian las desviaciones del valor actual: la Opción 2 con 0,46 por ciento y la Opción 1 con $-2,38$ por ciento.

Cuadro 1.—Porcentaje del error límite en la predicción de diámetros superiores a un nivel del 95% de confianza.

Especie	Nº de árboles medidos	Nº de lecturas tomadas	Rango del DAP cms	DAP promedio	% de error límite		
					Opción 1	Opción 2	Opción 3
<i>Pinus oocarpa</i>	53	212	30,0 — 96,5	51,3	7,80	6,47	12,99
<i>Pinus caribaea</i>	52	211	30,0 — 75,0	47,2	7,21	7,19	13,00
Desviación del valor real (%) ^a							
<i>P. oocarpa</i>	52	212			-3,98	-1,52	-7,60
<i>P. caribaea</i>	51	212			-2,38	+0,46	-7,14

a Desviación del valor real (%) = $\frac{\text{Valor estimado} - \text{Valor real}}{\text{Valor real}} \times 100$

Conclusiones

Resultados de este tipo de prueba tienden a ser solamente locales aunque es muy probable que la misma opción sea la más correcta para las mismas especies en otras regiones. Sin embargo, su adaptación a otra región del país, para la misma especie, requiere precaución en su uso especialmente cuando se trabaja con especies de hoja ancha (2). Una prueba preliminar con unos pocos árboles debería ser suficiente indicación de si la opción en particular se puede usar en otra región o no.

Los problemas de adaptación a otras regiones han sido estudiados en los Estados Unidos. El estudio hecho con *Liriodendrum tulipifera* L. por Boehmer y Rennie (1) en el oeste del Estado de Tennessee, indica que la Opción 3 es la más exacta y mejor adaptable. Contrario a esos resultados, Wiant y Koch (8) encontraron que la Opción 1 es la más correcta para esa misma especie en el nor-oeste del Estado de West Virginia. Se está bien establecido, sin embargo, que para las especies de pino sureño en los Estados Unidos la Opción 2 es la mejor (5).

Debido a que algunas características de *P. oocarpa* y de *P. caribaea* son similares a las de *P. pseudostrobus* los autores suponen que la Opción 2 sería la más apropiada para esta última especie. Sin embargo esta suposición no se podría aceptar como enteramente correcta sino hasta que se practiquen en ella estudios similares.

Literatura citada

- 1 BOEHMER, W. D. y RENNIE, J. C. Predicting diameters inside bark for some hardwoods in West Tennessee. *Wood Science* 8(4): 209-212. 1976.
- 2 CASTAÑEDA, F. Converting outside bark to inside bark diameter on Appalachian hardwood species. *The Consultant* (En prensa). 1977.
- 3 FREESE, F. Testing accuracy. *Forest Science* 6: 139-145. 1960.
- 4 GROSENBAUGH, L. R. STX-FORTRAN-4 program for estimates of tree populations from 3-P sample-tree-measurements. U.S.D.A. Forest Service Research Paper PSW-13, 1964. 49p.
- 5 MESAVAGE, C. Converting dendrometer estimates of outside bark stem dimensions to wood diameters on major southern pines. U.S.A. Forest Service Research Note SO-93. 1969. 4p.
- 6 RAMIREZ, M. Marcamiento de madera por el método de las 3P simplificado. *Apuntes Agrícolas* 5(34): 13-15. 1977.
- 7 SPACE, J. C. 3-P forest inventory-design, procedures, data processing. U.S.D.A. For. Serv. State and Private Forestry-Southeastern Area, Atlanta, Ga. 1973. 10p.
- 8 WIANI, H. V. y KOCH, C. B. Predicting diameters inside bark from outside bark measurements of some Appalachian hardwoods. *Journal of Forestry* 72:775. 1974.

Notas y Comentarios

Control no tóxico de hormigas

El primer ensayo en gran escala de control de insectos con cebos que contiene metopreno, el análogo de la hormona juvenil de los insectos, ha tenido un éxito notable contra una infestación intensa de la hormiga del Faraón, *Monomorium pharaonis*. Un área infestada grande en Inglaterra fue limpiada completamente durante 18 semanas después de sólo dos aplicaciones de los cebos. Se erradicó una especie que ha probado ser extremadamente difícil de combatir en el pasado (*International Pest Control* vol 20, p. 5).

La hormiga del Faraón fue introducida por primera vez en Inglaterra a comienzos del siglo 19, y se esparció por todo el país. Las infestaciones se encuentran por lo general dentro de edificios con calefacción como hospitales, panaderías y apartamentos urbanos. Los nidos contienen varias reinas y su cría, y están situados usualmente en cavidades inaccesibles en las paredes y en tubos de calefacción. Las obreras desarrollan redes de sendas de recolección de alimentos e instalan series de colonias nuevas. Como se conoce que las obreras, al merodear en búsqueda de alimentos penetran en las heridas vendadas y en el equipo esterilizado, y transmiten bacterias patogénicas, la infestación por *Monomorium* es un peligro serio para la salud.

En el pasado, sólo los insecticidas clorados persistentes han sido eficaces, pero su toxicidad a los vertebrados los ha-

ce poco apropiados para usarlos en muchos lugares. De todos modos, algunos de estos productos han sido retirados ya de la venta.

En búsqueda de medidas de control alternativas J. P. Edwards y B. Clarke, del Pest Infestation Control Laboratory, en Slough, Inglaterra, han encontrado que el alimento que contiene metopreno, un análogo de la hormona juvenil, podía destruir completamente colonias de laboratorio de las hormigas, aparentemente al quebrantar el desarrollo de las crías e inducir esterilidad en las reinas, paralizando completamente la postura de huevos.

El ensayo de campo en gran escala se llevó a cabo en un hospital general grande, en el que una área de 150 mil metros cuadrados estaba fuertemente infestada con las hormigas. El cebo fue preparado mezclando un preparado de 1 por ciento del homólogo de la hormona en hígado seco molido de buey con igual peso de miel y bizcocho. Esto fue aplicado en dos dosis separadas una semana, con un total de 4 000 cebos. El número de hormigas obreras comenzó a declinar después de cuatro semanas, y después de ocho semanas, las reinas, ahora estériles, comenzaron a dejar los nidos. Después de 18 semanas las hormigas habían sido erradicadas de todas las áreas excepto dos pequeñas que fueron rápidamente limpiadas.

La nueva técnica hace uso de productos químicos no tóxicos, y puede ser empleada en zonas de alto riesgo sanitario tales como hospitales y edificios en los que se manipulan alimentos.

Notas y Comentarios

Los genes silenciosos

Los científicos están cavilando sobre el descubrimiento más dramático sobre los genes desde la doble hélice. Creen haber encontrado las moléculas misterio que dentro de los genes dominan su comportamiento. Estas moléculas pueden revelar los secretos de la vejez, del cáncer, de las defensas del cuerpo contra la enfermedad, y de la misma evolución. Pueden ayudar a la medicina a enfrentarse a algunas de las 1500 enfermedades causadas por defectos genéticos. Podrían ser, como dice un comentarista de *The Economist* (8 de julio de 1978, pág. 64), la piedra Rosetta de la biología. Tales esperanzas pueden ser colmadas o no, pero una cosa es cierta: el descubrimiento tomó completamente de sorpresa a los científicos.

Lo que ha excitado a los científicos es que muchas de las letras del DNA que forman los genes se pierden durante el copiado que se hace en el RNA. El gen individual, en lugar de ser una oración ininterrumpida de letras químicas, está puntuada por grupos de 10 a 10.000 letras, dejados caer durante el copiado del gen en el RNA. Estas bandas de letras son regiones silenciosas dentro del gen. Su silencio puede tener una razón de ser: una ley general de la naturaleza es que a la naturaleza le gusta la simplicidad. Así, la complejidad de este sistema puede ser significativo.

No es que los genes silenciosos fueran colocados en una forma ordenada entre los genes ordinarios para que fueran encontrados fácilmente; vienen en pedazos y piezas dispersos a lo largo del gen ordinario. Algunos son tan largos como el gen mismo, y sin embargo, el espacio minúsculo en el que millones de genes tienen que estar metidos en cada célula hace esencial una economía en el lenguaje genético.

Un posible indicio sobre la función de los genes silenciosos es que ellos se encuentran solamente en las formas más altas de la vida, y no en las primitivas bacterias. Para usar la jerga, ellos se encuentran en los eucariotes pero no en los procariotes. En la biología moderna, la distinción entre eucariotes y procariotes es tan importante como aquella entre plantas y animales. Los procariotes son verdaderamente primarios, y consisten de bacterias y algas verdiazules. Los eucariotes incluyen todo lo que va desde las algas hasta las gramíneas, desde las amibas hasta el hombre. Así, los genes silenciosos deben ser una de las primeras innovaciones de la naturaleza.

Descubrimientos recientes sobre los genes que producen anticuerpos contra las enfermedades son un indicio de cómo podrían funcionar los genes silenciosos favoreciendo al individuo del que forman parte. Estos experimentos han insinuado que los genes silenciosos ayudan a decidir cuándo fabricar un anticuerpo y qué clase de anticuerpo elaborar.

Cuando uno es invadido por un virus, el cuerpo tiene que identificar la forma del virus, cotejarlo con su libro de referencias DNA, y usar el DNA para fabricar el anticuerpo

apropiado. Los científicos creen que el gen silencioso juega un papel importante en escoger el anticuerpo correcto para cada virus.

Similarmente, los genes silenciosos pueden decidir qué gen activar en las células ordinarias, en tal forma que las células en la piel hagan piel y las células en la sangre hagan sangre, y no viceversa. Como la vejez y la mayor parte de los tipos de cáncer parecen ser errores en el sistema copiador genético, los genes silenciosos nos pueden explicar cómo funcionan estos procesos. Se especula que estos genes mantienen reservas de opciones para ser usadas en casos imprevistos, como una mutación en un virus atacante. Si esta idea de que los genes silenciosos son una fuente de inspiración para nuevas mutaciones resulta verdadera, podría tener un impacto enorme para explicar la evolución. Aunque casi nadie cuestiona seriamente la esencia de la teoría de la evolución de Darwin, hay todavía grandes claros en nuestro conocimiento de cómo funciona. Un fenómeno que intriga a los científicos es la aceleración reciente de la evolución.

Si los genes silenciosos son reservas de repuesto de DNA, podrían acelerar la evolución al incrementar las oportunidades de supervivencia de los prototipos, esto es, aquellas mutaciones innovadoras, que en sus primeros momentos son vagas, como por ejemplo sangre caliente o visión estereoscópica en animales, pero que deben sobrevivir las presiones de la selección natural, para producir descendientes que refinan el diseño. Sabemos que la naturaleza tiene sustancias químicas especiales, las enzimas, que realizan una labor de tijeras y goma con otras sustancias. También sabemos que algunas letras en el DNA actúan como una señal al RNA, diciéndole dónde comienza y termina una oración que debe copiarse. ¿Se puede suponer que los genes silenciosos son oraciones ya preparadas de DNA de repuesto, listas para ser llamadas a la acción? Una mutación típica, que consista de un cambio en una letra, podría transformar una luz roja en verde, indicando al RNA que continúe copiando material, en vez de borrarlo, cuando llega a un gen silencioso. Como lo expresa el Profesor Gilbert de Harvard, los genes silenciosos podrían permitir a la evolución el buscar nuevas soluciones sin destruir las antiguas; podrían, manifestó, ser tanto rezagos congelados de la historia y puntos neurálgicos para la evolución futura.

Puede parecer sorprendente que los genes silenciosos se acaben de descubrir sólo ahora. Pero casi toda la investigación genética ha sido realizada en bacterias y en los virus primitivos bacteriófagos. Esto fue así porque descifrar los genes tomó un tiempo enormemente largo, y sólo las bacterias y sus bacteriófagos eran lo suficientemente simples para ser estudiados en profundidad. Fue sólo hace un año que los genes completos de uno de estos organismos simples fueron descifrados por primera vez. Esto tomó 18 años-hombre y los resultados llenaron varias páginas de *Nature* con las cuatro letras químicas del código genético. Los científicos han aprendido ahora a traducir más rápido los genes. La carrera se ha iniciado para descubrir mucho más sobre ellos. Las precauciones extremas y tediosas que se están tomando en esta etapa del estudio y manipulación del material genético valen la pena sufrirlas para llegar más cerca a descifrar el secreto de la vida, con la oportunidad de aplicar los hallazgos para mejorar su calidad.

Efeito de diferentes doses de nitrogenio e modos de aplicação do fertilizantes fosfatado e nitrogenado na eficiencia da utilização do fósforo pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)^{*1/} ————— A. M. L. NEPTUNE**, T. MURAOKA***, S. LOURENÇO****.

ABSTRACT

An experiment was carried out, in Rubrozem great soil group (a Palehumult), in order to study the effect of different rates of nitrogen and placements of phosphate and nitrogen fertilizer on efficiency of fertilizer phosphorus utilization by common bean (Phaseolus vulgaris L.) cv 'Iguaçu'

The results this experiment showed that 1) The broadcast application gave the lowest yield and lowest uptake of fertilizer phosphorus 2) The best results in respect to the yield and uptake of fertilizer phosphorus, were obtained with the application of phosphate fertilizer in the seed row, separated from the seed with a layer of soil the application at 5 cm distance from the seed row, at 10 cm depth. 3) There was no interaction of nitrogen with the phosphorus placement 4) There was a positive effect of nitrogen on yield and utilization of fertilizer phosphorus.

Introdução

VÁRIOS fatores influem na eficiência de um fertilizante. Entre eles podemos citar: localização correta, fornecimento na época conveniente, quantidade e fonte adequada, natureza do solo, sistema radicular da cultura, condições climáticas, propriedades químicas e físicas do próprio fertilizante e interação que às vezes existe entre os nutrientes dos fertilizantes.

O fertilizante pode ser colocado no solo por diversos modos: na linha da semeadura com as sementes, em faixa, em cobertura a lanço, a lanço e misturado no solo, etc

Comumente a aplicação do fertilizante ao lado e abaixo da linha de semeadura é considerado ser a melhor localização (8, 9, 10, 11, 19). Mas a importância da localização dos nutrientes contidos nos fertilizantes não

pode ser igual para todos por causa das propriedades químicas inerentes a cada um. Por exemplo, o nitrogênio move-se na água do solo como íon nitrato, enquanto que o íon fosfato move-se lentamente no solo e a curtas distâncias.

Por outro lado, trabalho de vários pesquisadores mostraram que a aplicação do nitrogênio pode resultar em um aumento na absorção do fósforo pela planta e isso parece ser um fenômeno geral nas relações solo-planta.

A localização de fertilizante na maioria das culturas tem sido extensivamente estudadas (6, 9, 10, 11, 19, 20, 23) mas poucas informações existem a respeito da localização de fertilizante em *Phaseolus vulgaris*. Cook e Hulbert (8) sugeriram aplicação em faixa, a 2,5 e a 4 cm de distância e 4 a 5 cm abaixo da linha de semeadura, e Miranda *et al.* (9), obtiveram bons resultados com aplicação em faixa.

O objetivo do presente experimento foi comparar diversos modos de aplicação do fertilizante fosfatado e o efeito do fertilizante nitrogenado na produção e utilização do fósforo do fertilizante pelo feijoeiro

Materiais e Métodos

O feijão utilizado é o cultivar 'Iguaçu' e o solo onde foi conduzido o experimento é um Rubrozem in-

* Recebido para publicação em 18 outubro de 1977.

1/ Trabalho patrocinado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear do Brasil

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 13400 Piracicaba, SP, Brasil

*** Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 13400 Piracicaba, SP, Brasil

**** EMBRAPA, Brasília, DF, Brasil.

tergrade latosol húmico, (*Palehumult*) localizado em Curitiba, Estado de Paraná. As propriedades químicas do solo estão na Tabela 1.

O experimento fatorial 3 x 4, com 4 repetições, constou dos seguintes tratamentos: A₀) sem nitrogênio, com a aplicação do fósforo na linha de semeadura, mas abaixo das sementes, separado com uma camada de solo; A₃₀) com N (30 kg/ha), com fósforo aplicado como no tratamento A₀; A₆₀) com N (60 kg/ha) e com fósforo aplicado como no tratamento A₀; B₀) sem nitrogênio, e o fósforo aplicado em faixa a 10 cm de profundidade, 5 cm de distancia da linha de semeadura; B₃₀) com N (30 kg/ha) e o fósforo aplicado como em B₀; B₆₀) com N (60 kg/ha) e o fósforo aplicado como em B₀; C₀) sem nitrogênio, com a aplicação do fósforo em faixa a 10 cm profundidade e a 10 cm de distância da linha de semeadura; C₃₀) com N (30 kg/ha) e fósforo aplicado como no tratamento C₀; C₆₀) com N (60 kg/ha) e o fósforo aplicado como no tratamento C₀; D₀) sem nitrogênio, e fósforo aplicado a lanço e misturado no solo; D₃₀; D₆₀) com N (60 kg/ha) e fósforo aplicado como no tratamento D₀.

O nitrogênio foi aplicado na forma de sulfato de amônio; o fósforo foi aplicado na dosagem de 120 kg P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples; e o potássio foi aplicado na dosagem de 60 kg de K₂O/ha, na forma de cloreto de potássio. O superfosfato radioativo usado tinha uma atividade de 1,2 mCi de ³²P/g de P₂O₅ e foi adquirido da T.V.A., Alabama, U.S.A.

Cada parcela de 2,5 x 5 m, consistia de 5 linhas com espaçamento de 50 cm entre linhas.

O superfosfato-³²P foi aplicado nos 2 metros centrais da terceira linha de cada parcela, e o superfosfato comum foi aplicado no resto da parcela, de acordo com os respectivos tratamentos. Os fertilizantes nitrogenado e o potássico foram aplicados juntamente com o superfosfato.

A semeadura foi feita no dia 17 de setembro de 1974. As sementes foram inoculadas com uma mistura de estirpes de bactérias do gênero *Rhizobium*, 127-K-14 e 127-K-17 da Nitragin Co, USA e CENA-04, isolado de alguns solos do município de Piracicaba. Os inóculos foram gentilmente cedidos pela Seção de

Microbiologia do Solo do CENA. As amostragens de plantas foram feitas no dia 24 de outubro e 13 de novembro e a colheita final no dia 17 de janeiro.

A análise do solo do local do experimento foi feita sobre uma amostra composta. O pH do solo foi determinado potenciométricamente em uma suspensão solo-água na proporção de 1:2,5 e também em uma suspensão de solo-KCl, 1:2,5. O carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley e Black (15); o fósforo solúvel, após extração com H₂SO₄ 0,05 N, foi determinado, por fotolorimetria, pelo método vanadato-molibdato. O potássio trocável foi extraído com HNO₃ 0,05 N e determinado por fotometria de chama. O cálcio e o magnésio trocáveis, foram extraídos com HNO₃ 0,05 N e determinado por espectrofotometria de absorção atômica. O hidrogênio trocável foi extraído com acetato de cálcio e o Al trocável com KCl 1N (5, 15, 22).

As amostras de plantas após secagem a 65-70°C e moagem no moinho Wiley malha 20, foram digeridas com ácido nítrico e perclórico. Os materiais digeridos foram diluídos em água e a radioatividade de ³²P foi contada diretamente nos 20 ml de cada extrato, no cintilador líquido Nuclear Chicago Modelo 724, pelo efeito Cerenkov (2). No mesmo extrato nítrico-perclórico, foi determinado o fósforo total por fotolorimetria pelo método de vanadato-molibdato.

Depois da colheita, as amostras de grão foram analisadas pelos mesmos métodos acima descritos.

Determinou-se a Porcentagem do fósforo proveniente do fertilizante (% PPF) pela fórmula:

$$\% \text{ PPF} = \frac{S_a}{S_f} \times 100$$

onde,

S_a = atividade específica na amostra, em CPM/mg de fósforo, isto é, contagem por minuto de ³²P por mg de fósforo na amostra.

S_f = atividade específica no fertilizante, CPM/mg de fósforo, isto é, contagem por minuto de ³²P por mg de fósforo no fertilizante.

Quadro 1.—Características químicas e análise granulométrica do solo utilizado no experimento

Distribuição de Tamanho de Partículas			pH		M O	Al ³⁺	H ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P mgP/kg solo
Areia %	Limo %	Argila %	(H ₂ O)	(KCl)						
46,2	27,7	26,1	4,2	3,9	7,45	6,00	22,88	0,712	0,08	11,60

Quadro 2—Efeito de doses de nitrogênio e diferentes modos de localização de fósforo na produção de feijão e na porcentagem de fósforo na planta e no grão, proveniente de fertilizante (Médias de quatro repetições)

Tratamento ^a	Produção kg/ha	% de fósforo na planta e no grão proveniente de fertilizante		
		1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão
A ₀	1324	69,7	54,9	36,7
B ₀	1528	68,5	58,7	34,5
C ₀	1455	50,2	59,6	34,6
D ₀	1392	11,1	13,0	12,4
A ₃₀	2108	68,4	61,4	42,0
B ₃₀	2218	65,4	63,4	42,7
C ₃₀	1850	47,3	58,8	39,5
D ₃₀	1464	9,3	17,4	16,7
A ₆₀	2340	69,0	69,6	54,7
B ₆₀	2446	66,2	65,1	59,8
C ₆₀	2342	54,4	60,5	56,0
D ₆₀	1857	9,6	22,6	16,7

^a A = na linha de semeadura, abaixo das sementes, separado em uma camada de solo; B = a 10 cm de profundidade e a 5 cm de distância da linha de semeadura; C = a 10 cm de profundidade e a 10 cm de distância da linha de semeadura; D = a lânc. Os valores referem-se a kg/ha de nitrogênio

Resultados e Discussão

Os resultados estão nos Quadros 1 a 5

De acordo com os dados do Quadro 1, o valor pH desse solo é bastante baixo e o teor de matéria orgânica, é muito alto. Apesar do alto teor de Al trocável, aparentemente não se observou sintomas de toxicidade de alumínio. Parte desse alumínio deve estar ligado a matéria orgânica do solo.

Não houve interação na porcentagem do fósforo proveniente do fertilizante entre a dose de nitrogênio aplicado e localização (Quadros 2 a 3) nas duas amostragens e no grão.

Na primeira amostragem a dose de nitrogênio não afetou a % PPF (% de fósforo proveniente do fertilizante). Comparando-se as diferentes localizações, os tratamentos A e B foram mais eficientes (Quadro 4). Nota-se que o feijoeiro ainda não usou eficientemente aos 30 dias o fósforo do adubo colocado a 10 cm de distância (trat. C), em comparação com a aplicação a 5 cm de distância (trat. B).

Analisando-se os resultados da segunda amostragem (Quadro 4), observa-se que as doses de nitrogênio afetaram a % PPF, a qual aumentou com as doses de nitrogênio aplicado (Quadros 2 e 4). Considerando-se as diferentes localizações (Quadros 2 e 5) o desenvolvimento do sistema radicular deve ter possibilitado a melhor utilização do adubo colocado a 10 cm de distância e a 10 cm de profundidade (tratamento C), pois neste estágio, os resultados dos tratamentos C não diferiram daqueles dos tratamentos A e B. Ocorreu um aumento na % PPF nas plantas do tratamento C, em relação às plantas da primeira amostragem, enquanto que houve diminuição dessa % PPF nas plantas dos tratamentos A e B. O tratamento D, embora tenha aumentado sensivelmente a utilização de P do fer-

Quadro 3—Análise de variância do experimento para porcentagens do fósforo proveniente do fertilizante na planta (1ª e 2ª amostragens) e no grão, e produção de grão (teste F).

Causa da Variação	GL	Teste F			Produção de grão (kg/ha)
		% PPF ^a			
		1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão	
N	2	n s.	7,0*	21,7**	36,8**
Localização	3	148,81**	161,2**	45,0**	7,0**
N × localização	6	n s.	n s.	n s.	n s.
Bloco	3	—	—	—	—
Resíduo	33	—	—	—	—
Total	47	—	—	—	—

^a % PPF = Porcentagem de fósforo proveniente do fertilizante

Quadro 4—Efeito de aplicação do nitrogênio na produção e na porcentagem de fósforo na planta e no grão, proveniente do fertilizante.

Tratamiento (kg N/ha)	% de fósforo na planta e no grão proveniente do fertilizante			
	kg/ha	1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão
0	1424,8 ^{a*}	49,8 ^a	46,6 ^a	29,5 ^a
30	1909,9 ^b	47,5 ^a	50,3 ^{ab}	35,2 ^a
60	2246,1 ^c	49,8 ^a	54,5 ^b	46,8 ^b
d m s. (Tukey 5%)	236,3	n s.	5,2	6,5
c.v.	14,6	15,8	11,8	20,3

* Os números em cada coluna seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente ao nível de 5%

tilizante, continuo sendo bem inferior aos demais, pois apenas 17,70% do fósforo na planta do fertilizante, em contraste com 59,67%, 61,98% e 62,41% dos tratamentos C, A e B, respectivamente.

Com respeito a produção de grãos, não se observou interação N versus localização. O feijoeiro respondeu significativamente a aplicação de fertilizante até 60 kg N/ha, a dose máxima utilizada. A localização do fertilizante do tratamento B apresentou o melhor resultado, seguido pelos tratamentos A e C, embora não tenham apresentado diferenças estatisticamente significativas. Estes tres tratamentos foram significativamente superiores ao tratamento D.

Considerando-se o efeito da dose de N na % PPF no grão, a aplicação de 60 kg N/ha proporcionou melhor utilização do fósforo, mas não houve diferença significativa entre os tratamentos 0 e 30 kg N/ha. Comparando-se o efeito da localização na % PPF no grão, notou-se as mesmas tendências observadas durante o desenvolvimento da planta, isto é, os tratamentos A, B e C foram similares, mas significativamente melhores do que o tratamento D.

A ineficiência do tratamento D (a lanço e misturado no solo) pode ser atribuído ao sistema radicular do feijão que alcança lateralmente somente 20 a 25 cm (1) e à fixação do fósforo, que aumenta quando se mistura o fertilizante com o solo (24). Portanto, o

Quadro 5—Efeito da localização do fósforo na produção e na porcentagem de fósforo na planta e no grão proveniente do fertilizante.

Tratamiento**	Produção	% de fósforo na planta e no grão proveniente do fertilizante		
	kg/ha	1ª Amostragem	2ª Amostragem	Grão
A	1923,9 ^{a*}	69,0 ^a	62,0 ^a	44,5 ^a
B	1570,7 ^b	66,7 ^a	62,4 ^a	45,7 ^a
C	2064,1 ^a	50,6 ^b	59,7 ^a	43,3 ^a
D	1882,5 ^a	10,0 ^c	17,70 ^b	15,3 ^b
d m. (Tukey 5%)	301,9	8,6	6,6	8,4
c.v.		14,9	11,8	20,3

* Os números em cada coluna seguidos pela mesma letra, não diferem significativamente ao nível de 5%.

** A = na linha de semeadura, abaixo das sementes, separado em uma camada de solo; B = a 10 cm de profundidade e a 5 cm de distância da linha de semeadura; C = a 10 cm de profundidade e a 10 cm de distância da linha de semeadura; D = a lanço.

resultado poderia não ser o mesmo numa outra cultura ou em uma unidade diferente de solo.

O efeito positivo da aplicação do nitrogênio na utilização do fósforo do fertilizante pode ser devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular, resultando uma distribuição das raízes em um volume maior de solo, estabelecendo destarte maior contacto com o fósforo do fertilizante, principalmente na zona contendo os adubos nitrogenados e fosfatados (12, 13, 18). Por outro lado, a planta pode ter sido fisiologicamente estimulada pela absorção do nitrogênio provocando uma maior exigência em fósforo (3, 7, 14, 17). Pode-se admitir ainda que os efeitos do nitrogênio sobre a absorção do fósforo sejam devidos às interações químicas entre os sais de nitrogênio e fósforo (4, 16).

A aplicação do fertilizante em faixa, perto ou abaixo das sementes, foi melhor talvez por causa da melhor utilização do fósforo desde o início, com consequente melhor desenvolvimento da planta

Conclusão

Com aplicação a lanço obteve-se menor produção e menos absorção de fósforo do fertilizante

A aplicação do fertilizante fosfatado no sulco, separado da semente com uma camada de solo e a aplicação a 5 cm de distância da linha de semeadura, a 10 cm de profundidade, deram os melhores resultados, no que diz respeito a produção e absorção de fósforo do fertilizante

Não houve interação do nitrogênio com a localização do fósforo.

Verificou-se afeito positivo de nitrogênio na produção e utilização do fósforo do fertilizante.

Resumo

Em solo Rubrozem Intergrade Latosol Húmico, estudou-se os afeitos de diferentes doses de nitrogênio e localização do fertilizante fosfatado e nitrogenado na eficiência de utilização do fósforo pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Iguacu.

Os resultados desse experimento demonstraram que: 1) a aplicação a lanço deu as mais baixas produções de feijão e absorção do fósforo do fertilizante 2) Os melhores resultados no que diz respeito a produção e absorção de fósforo do fertilizante, foram obtidos com a aplicação de fertilizante fosfatado na linha de semeadura, separado das sementes com uma camada de solo e a aplicação a 5 cm de distância da linha de semeadura, a 10 cm de profundidade. 3) Não houve interação do nitrogênio com a localização do fósforo 4) Houve em efeito positivo do nitrogênio na produção e utilização do fósforo do fertilizante.

Literatura citada

1. AVILAN R., L. A. e NEPTUNE, A. M. L. Estudio del Sistema Radicular del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L., variedad Carioca), por los métodos del monolito, sonda y radioisotopos en un suelo del orden Alfisol. *Agronomía Tropical* 26(2): 117-142. 1976
2. AWERBUCH, T. e AVNIMELECH, Y. Counting ^{32}P in plant tissues using the Cerenkov effect. *Plant and Soil*. 22: 260-264. 1970.
3. BENNETT, W. F. PESEK, J. e HANWAY, J. Effect of nitrogen on phosphorus absorption by corn. *Agronomy Journal*. 5-4: 437-442. 1962.
4. CALDWELL, A. C. The influence of various nitrogen carriers on the availability of fertilizer phosphorus to plants. *International Congress of Soil Science, Transactions 7th, Madison, Wis.* 3; 517-525. 1960.
5. CATANI, R. A., GALLO, J. R., e GARGANTINI, H. Amostragem de solo, método de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. *Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas*, Nº 69, 1955. 29 p.
6. CLAPP, J. G., Jr., e SMALL, H. G., Influence of "pop-up" fertilizers on soybean stands and yield. *Agronomy Journal*. 62: 802-803. 1970
7. COLE, C. V., GRUNES, D. L., PORTER e OLSEN, S. R. The effects of nitrogen on short-term phosphorus absorption and translocation in corn (*Zea mays*). *Soil Science Society of America, Proceedings* 27: 671-674. 1963.
8. COOK, R. L. e HULBURT, W. C. Applying fertilizers. *USDA Yearbook of Agriculture*. Washington, 1957 pp. 216-229.
9. COOKE, G. W. Placement of fertilizers for row crops. *Journal of Agricultural Science*. 359-373. 1949
10. ————— e WIDDOWSON, F. V. Placement of fertilizer for row crops. *Journal of Agricultural Science* 43(3): 348-357. 1953
11. ————— JACKSON, M. V., WIDDOWSON, F. V. e WILCOX, J. C. Fertilizer placement for horticultural crops. *Journal of Agricultural Science*. 47: 249-256. 1956.
12. DUNCAN, W. G. e OHROGGE, A. J. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. II. Root development in the band. *Agronomy Journal*. 50: 605-608. 1958.
13. ————— e OHROGGE, A. J. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. III. Band volume concentration and nutrient composition. *Agronomy Journal*. 51: 103-106. 1959
14. GRUNES, D. L., VIETS, F. G., Jr. e SHIH, S. H. Proportionate uptake of soil and fertilizer phosphorus by plant as effected by nitrogen fertilization. I. Growth chamber experiment. *Soil Science Society of America, Proceedings*. 22: 43-48. 1958.
15. JACKSON, M. L. *Soil Chemical analyses*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N-J, 1958. 498p.

16. LORENZ, O. A. e JOHNSON, L. M. Nitrogen fertilization as related to the availability of phosphorus in certain California soils. *Soil Science* 75: 119-129. 1953.
17. MILLER, M. H. Influence of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on root growth and phosphorus absorption by corn from a fertilizer band. *Agronomy Journal* 57: 393-396. 1965.
18. ————e OHLROGGE, A. J. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands I. Effect of placement of nitrogen on the uptake band of placed phosphorus at different soil phosphorus levels. *Agronomy Journal* 50: 95-97. 1958.
19. MIRANDA, A. de R., VIEIRA, C. e COUTO, F. A. A. Efeito do modo de localização dos adubos, no solo, sobre as culturas de amendoim, ervilha e feijão. *Experientiae* (Universidade de Viçosa, M. G.), 10(2): 23-42. 1970.
20. NEPTUNE, A. M. L. Estudos sobre adubação e diagnose foliar do milho (*Zea mays*, L.). Tese para Professor Catedrático, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S. Paulo. 167 p (mimeografado). 1966.
21. RENNIE, D. A. e SOPER, R. J. The effect of nitrogen additions on fertilizer phosphorus availability. *Journal of Soil Science* 9: 155-167. 1958.
22. PRATT, P. F. e BAIR, F. L. A comparison of three reagents for the extraction of aluminium from soils. *Soil Science* 91: 357-359. 1961.
23. ROBINSON, R. R., SPRAGUE, V. G. e GROSS, C. F. The relation of temperature and phosphate placement to growth of clover. *Soil Science Society of America Proceedings* 23: 225-228. 1959.
24. SPRATT, E. D. e RENNIE, D. A. Factors affecting, and the significance of, "A" values using placement. *In* Radioisotopes in Soil Plant Nutrition Studies I. A. E. A. 1962 pp 329-342.

Primeras observaciones al microscopio electrónico de bacterias fijadoras de N_2 en la raíz de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)^{1/}_____ OSCAR E. ARIAS**, IRENE M. GATTI***,

_____ DARCY M. SILVA***, ALAIDES P. RUSCHEL***, PETER B. VOSE***

ABSTRACT

The colonization of N-fixing bacteria in sugar cane roots (Saccharum officinarum var NA 56-62) was studied with the transmission electron microscope. Plants obtained by rooting of cuttings were grown in the greenhouse.

The study indicate the presence of bacteria belonging to the genus Azotobacter as well as others which are probably Spirillum. Some bacteria were also found colonizing inside the root's cells.

Acetylene reduction tests carried out with roots incubated in culture gave positive values for nitrogenase activity

Introducción

El fenómeno de interacción de microorganismos en raíces de plantas de la familia Gramineae fue comprobado desde hace varios años (2, 3, 4). El uso del método de reducción de acetileno, que mide la actividad de la nitrogenasa, enzima fijadora de nitrógeno en todos los sistemas biológicos, permitió también reunir una evidencia bioquímica acerca de la fijación biológica de nitrógeno en algunas especies gramíneas (4, 5, 11).

En caña de azúcar, Döbereiner y Col (4) encontraron una actividad positiva de la nitrogenasa, posteriormente Ruschel y Col (8) dieron una evidencia directa de la fijación rápida de nitrógeno atmosférico utilizando $^{15}N_2$.

Tratándose de un campo de investigación nuevo, cada investigación que se realiza, suscita una serie de interrogantes; dentro de estos, existe la inquietud de saber cuál es el grado de asociación que existe entre los microorganismos y la raíz de la planta en caña de azúcar, interrogantes al cual este trabajo trata de aportar algunas evidencias con el reconocimiento al microscopio electrónico de los tipos de bacterias que se encuentran colonizando la rizosfera, así como la presencia de algunas bacterias en el interior de las células de la raíz, fenómeno que fue sospechado precedentemente como muy probable (8).

Materiales y métodos

Se trabajó con raíces de plantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedad NA 56-62 de dos meses de edad, obtenidas del enraizamiento de esquejes de tallo cultivados en condiciones de invernadero, en un sustrato de vermiculita irrigado por capilaridad con una solución nutritiva de Hoagland y Arnon que contenía únicamente la cuarta parte del nitrógeno normal. Las plantas fueron inoculadas con

* Recibido para su publicación el 10 de agosto de 1978

^{1/} Trabajo efectuado en el Centro de Energía Nuclear en Agricultura, Piracicaba, S. P., Brasil, bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica.

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

*** Centro de Energía Nuclear na Agricultura, C. P. 96, Piracicaba, S. P., Brasil.

un licuado de raíces provenientes del campo (Fig 1). Algunas secciones de raíz de 1 cm de longitud se incubaron durante 48 h en un medio de cultivo aséptico que poseía la siguiente composición: KH_2PO_4 0,4 g; K_2HPO_4 0,1 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,02 g; NaCl 0,1 g; FeCl_3 0,1 g; $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,02 g; solución alcohólica de azul de bromotimol 0,5%; 5 g de sacarosa; 12 g de agar y 1000 ml de agua destilada.

Después de 48 h de incubación se efectuó una prueba de reducción de acetileno (6). Para este fin, se colocaron las colonias en desarrollo en un frasco de 10 ml de capacidad y se incubaron en atmósfera de 10% de acetileno. Una hora después del inicio de la incubación, se recogió muestra de 0,5 ml de gas para el análisis del etileno generado. Las determinaciones de etileno se efectuaron en un cromatógrafo de gas Beckman GC 65.

El estudio del tipo de bacterias que estaban formando las colonias en el medio de cultivo (Fig 2) se efectuó después de 48 h de incubación de las raíces

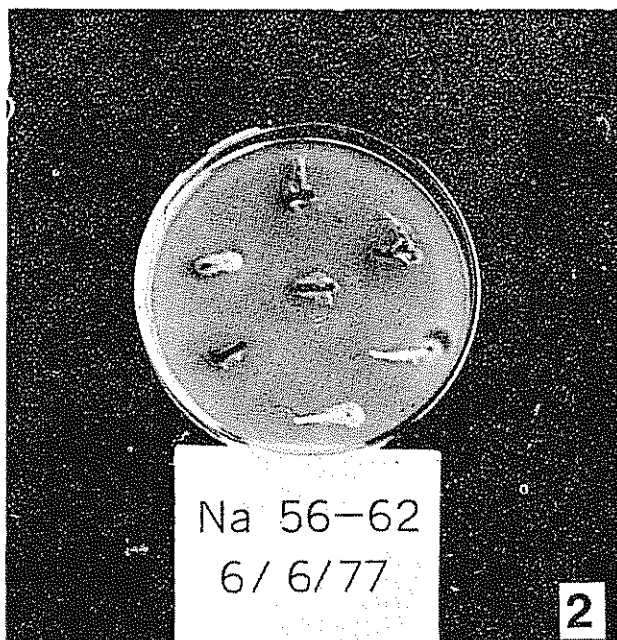


Fig 2—Colonias de bacterias observadas alrededor de las raíces 48 h después del inicio de la incubación.

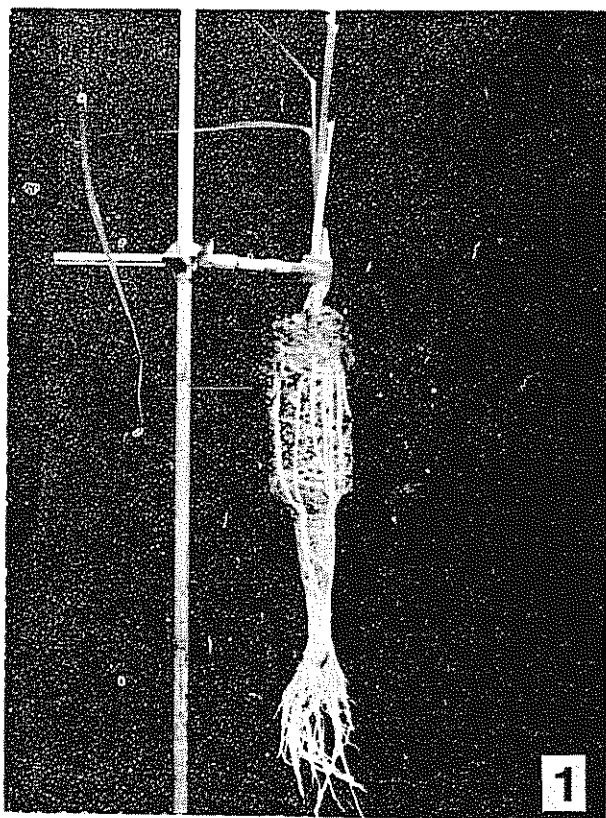


Fig 1—Aspecto del sistema radical de plantas de caña de azúcar variedad Na 56-62 cultivadas en vermiculita con dos meses de edad

Para este fin se trató la colonia con formalina al 10% con el objeto de mantener la estructura de las paredes bacterianas, el lavado se centrifugó durante 10 min a 1500 rpm de esta centrifugación se tomó la parte supernadante que se centrifugó nuevamente durante 10 min a 3000 rpm; en esta segunda centrifugación se descartó el supernadante. El residuo del tubo de centrifugación fue diluido en 2 ml de agua y examinado luego al microscopio electrónico previa coloración negativa con una solución acuosa al 2% del ácido fosfotungstico pH 7,2 (P.T.A.). Usando esta misma técnica de coloración se examinó también un lavado de raíces obtenido directamente de las plantas que estaban creciendo en vermiculita.

Para la observación de los cortes ultrafinos al microscopio electrónico, se fijaron secciones de raíz tomadas directamente de la planta; también se estudiaron raíces incubadas durante 48 h en medio aséptico así como porciones del medio de cultivo donde habían sido colocadas las raíces para su incubación. La técnica de preparación de estos especímenes fue la siguiente:

El material se fijó en glutaraldehído al 6,5% en un amortiguador de cocodilato de sodio 0,125 M, pH 7,0 durante 1,5 h, luego se efectuó una posfijación con tetraóxido de osmio al 2% en el mismo amortiguador durante una hora a 4°C. Una vez fijado el material se efectuó una precoloración con acetato de uranilo al 2% en una solución acuosa de acetona al 75%

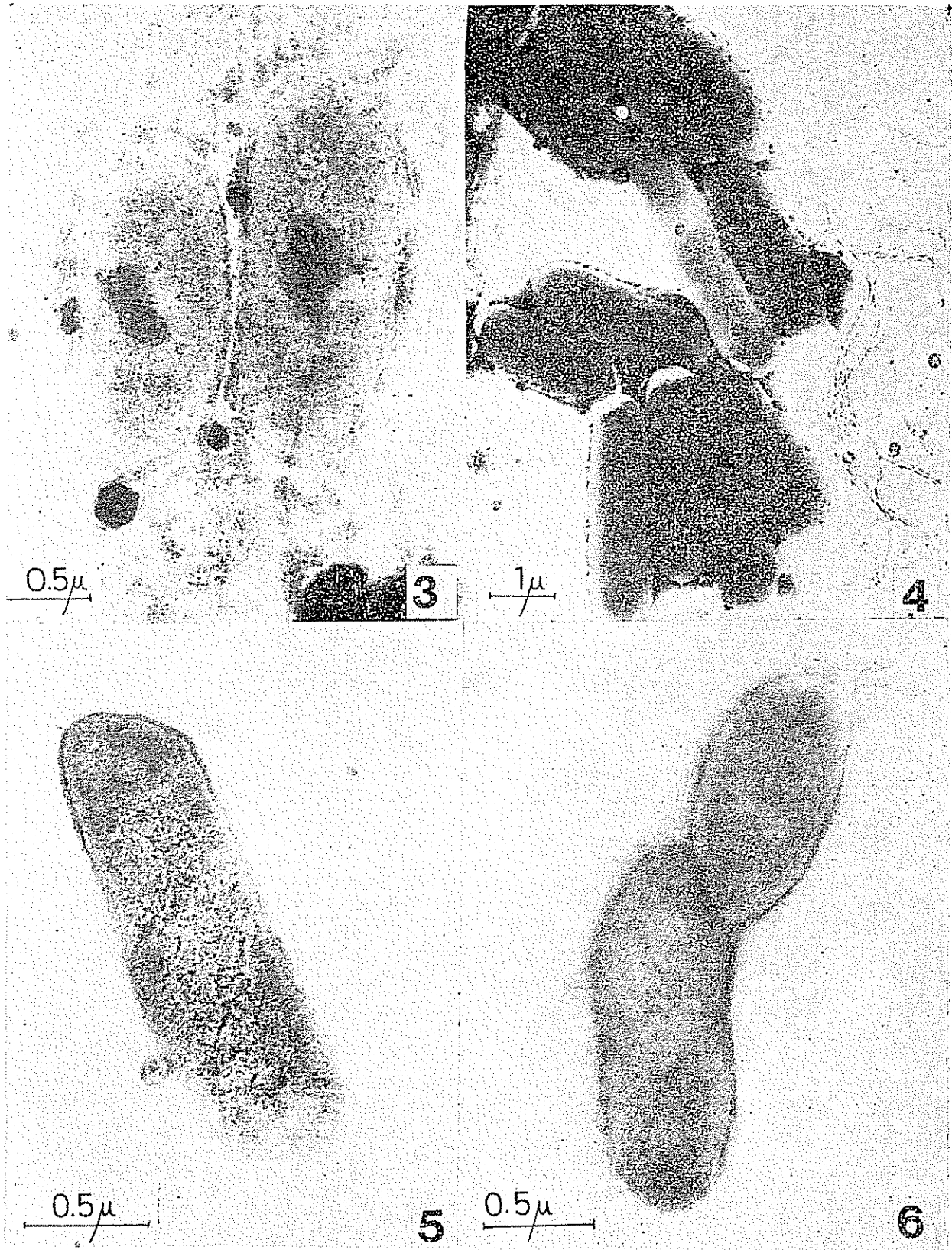


Fig 3—Coloración negativa de una suspensión de bacterias del género *Azotobacter* provenientes de un larado de raíces

Fig 4—Bacterias del género *Spirillum* obtenidas de un medio de cultivo puro, observadas al microscopio electrónico usando la técnica de la coloración negativa

Fig 5—Bacteria del género *Spirillum* encontrada en el medio de cultivo donde fueron colocadas las raíces en incubación, observada al microscopio electrónico usando la técnica de la coloración negativa

Fig 6—Bacterias del género *Azotobacter* obtenidas en un medio de cultivo puro y observadas al microscopio electrónico usando la técnica de la coloración negativa

en un refrigerador ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) 16 h; después de la pre-coloración el material se deshidrató en acetona de 90% y 100%; finalmente se efectuó la inclusión en Epon 812.

Los cortes ultrafinos se obtuvieron en un ultramicrotomo MT-I marca Sorvall y se montaron en soportes de cobre con una membrana de colodión. Seguidamente se procedió a colorear los cortes con acetato de uranilo al 2% y citrato de plomo según la técnica de Reynolds (7). El material fue examinado en un microscopio de transmisión Siemens Elmiskopia

Resultados y discusión

Las pruebas de reducción de acetileno efectuadas con el material de raíz incubado durante 48 h en medio de cultivo dio valores positivos para la actividad de la nitrogenasa (Cuadro 1), la actividad promedio encontrada fue de 66,5 n moles/g de colonia en 1 h de incubación; lo cual es un valor bastante elevado si se compara con lo obtenido por Ruschel (9). La variabilidad encontrada se debe muy probablemente a la heterogeneidad de la microflora que se desarrolló, ya que estas colonias están compuestas por más de un tipo de bacteria fijadora de N

La Figura 2 evidencia que las bacterias se encuentran no sólo en la superficie de la raíz sino que también en el interior ya que las colonias se inician casi siempre en el extremo de la misma, lo que indica una mayor actividad bacteriana en la región apical de la raíz

El examen al microscopio electrónico de los lavados de raíz revela la abundancia de bacterias del género *Azotobacter* (Fig. 3, 6). Con la técnica de la centrifugación de lavados del medio de cultivo, fue posible también identificar la presencia de otras bacterias, probablemente *Spirillum* (Figs. 4, 5)

El examen de los cortes ultrafinos de raíz con incubación previa (Fig. 7) ilustra el caso de una célula colonizada por un gran número de bacterias. El hecho de que el material con el cual se practicó la prueba de reducción acetileno, haya dado positivo, para la prueba de actividad de la nitrogenasa (Cuadro 1), indica que muy probablemente estas bacterias sean fijadoras de nitrógeno. Nótese también la similitud de la bacteria encontrada dentro de una célula de raíz (Fig. 8) en un corte efectuado con material recolectado directamente en el invernadero con la bacteria observada en el medio de cultivo (Fig. 5).

Estas observaciones concuerdan con lo encontrado por Ruschel y Col (8) quienes hallaron microorganismos colonizando las células epidérmicas de la raíz.

En conclusión, de estas primeras observaciones al microscopio electrónico sobre la asociación de microorganismos fijadores de nitrógeno, así como de lo encontrado por otros autores (10), se perfila la hipótesis de que pueden existir varios grados de asociación bac-

Cuadro 1 — Actividad de la nitrogenasa en raíces de caña de azúcar después de 48 horas de incubación en un medio de cultivo en agar

Nº de Muestra	n moles $\text{C}_2\text{H}_4/\text{g}/\text{h}$	
1	136,8	
2	49,1	
3	38,5	
4	77,0	
5	31,5	
x	66,5	$S \pm 21,42$ cv 64,4 %

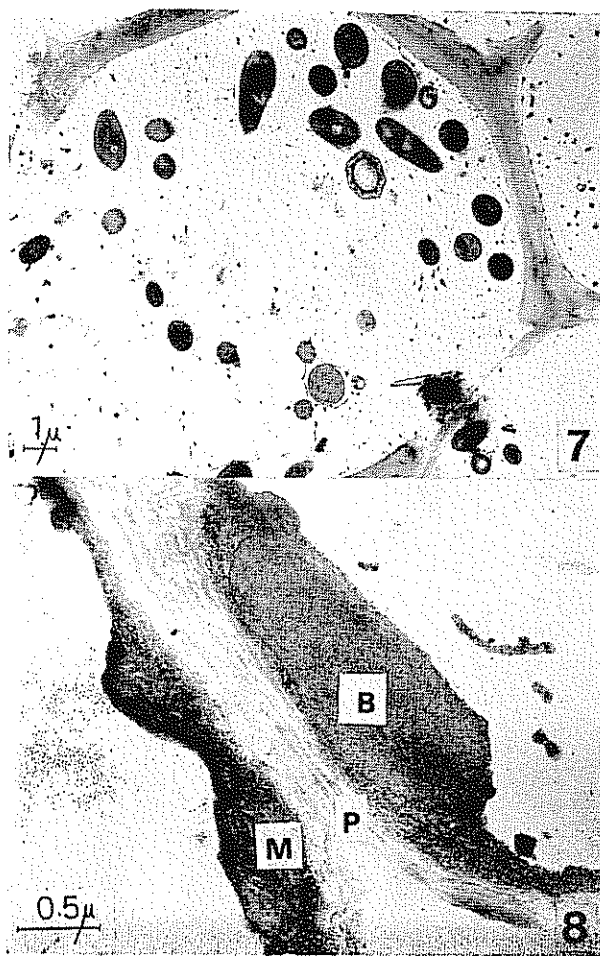


Fig 7 — Corte ultrafino de una sección de raíz que estuvo en incubación durante 48 h en un medio de cultivo en agar

Fig 8 — Corte ultrafino de una sección apical de raíz recolectada directamente en plantas cultivadas en invernadero B = bacteria, P = pared, M = mitocondria

teriana en la raíz de la caña de azúcar, ya que las evidencias experimentales revelan la presencia de éstas en el interior de la raíz, en la superficie y en la rizosfera. Con estas evidencias, conviene ahora encontrar pruebas directas que demuestren que los organismos que se encuentran dentro de la raíz son fijadores de nitrógeno atmosférico.

Resumen

Se estudiaron al microscopio electrónico de transmisión las bacterias que colonizaban la raíz de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* var NA 56-62) en plantas cultivadas en invernadero obtenidas por enraizamiento de esquejes.

El examen al microscopio electrónico reveló la presencia de bacterias del género *Azotobacter* así como de otras que muy probablemente sean *Spirillum*. Se encontraron también algunas bacterias colonizando el interior de las células de la raíz.

Las pruebas de reducción de acetileno efectuadas en el material de raíz incubado en medio de cultivo dieron valores positivos para la actividad de la nitrogenasa.

Agradecimiento

Se agradece al personal auxiliar de las secciones de microscopía electrónica y de microbiología de suelos del Centro de Energía Nuclear en Agricultura, la colaboración brindada en la realización de este trabajo.

Literatura citada

1. BALANDREAU, J. Mesure de l'activité nitrégénasique des microorganismes fixateurs libres d'azote de la rizosphère de quelques graminées. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* 12: 259-279 1975.
2. DÖBEREINER, J. Influência da cana-de-açúcar na população de *Beijerinckia* no solo. *Revista Brasileira de Biologia* 19: 251-258 1959.
3. ——— RUSCHEL, A. P. Inoculação de arroz com bactérias fixadoras de nitrogênio do género *Beijerinckia* Derx. *Revista Brasileira de Biologia* 21: 397-407 1961.
4. ——— DAY, J. M. y DART, P. J. Nitrogenase activity in the rhizosphere of sugar cane and some tropical grasses. *Plant and Soil* 37: 191-196 1972.
5. ——— DAY, J. M. y DART, P. J. Rhizosphere associations between grasses and nitrogen-fixing bacteria: effect of O₂ and nitrogenase activity in the rhizosphere of *Paspalum notatum*. *Soil Biology and Biochemistry* 5: 157-159 1972.
6. HARDY, R. W. F., BURNS, R. C., HERBERT, R. R., HOLSIEN, R. D. y JACKSON, E. K. Biological nitrogen fixation: A key to world protein. *Plant and Soil* (Special Vol): 516-590 1971.
7. REYNOLDS, E. S. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *Journal of Cell Biology* 17: 208 1963.
8. RUSCHEL, A. P., HENIS, Y., SALATI, E. Nitrogen-15 tracing of N-fixation with soil-grown sugar cane seedlings. *Soil Biology and Biochemistry* 7: 181-182 1975.
9. ——— Fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar. Doctor Thesis. USP. ESAIQ. Piracicaba, S. P. Brasil 73 p 1975.
10. ——— VOSE, P. B. Present situation concerning studies on associative nitrogen-fixation in sugar cane, *Saccharum officinarum* L. CENA Boletín Científico, BC-045 July 1977, 27 p.
11. YOSHIDA, I. y ANCAJADAS, R. R. Nitrogen fixation by bacteria in the root zone of rice. *Soil Science Society of America Proceedings* 35: 156-157 1971.

Notas y Comentarios

Publicaciones

CIDIAT 78 El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), con sede en Mérida, Venezuela, ha iniciado la publicación de un informativo trimestral, *CIDIAT 78*, destinado a dar a conocer las actividades de la institución, que en su mayor parte son cursos de adiestramiento y capacitación, en categoría de postgrado (Desarrollo de Recursos Hidráulicos), cursos cortos nacionales en Venezuela o en otros países (Ecuador, Nicaragua, Brasil, Honduras, Bolivia, Colombia), cursos interamericanos (en Perú y Colombia), seminarios nacionales, y seminarios internacionales. Tiene un trabajo de "comunicación directa" sobre panorama al sector riego en México, escrito por Enri que Palacios Velez. El director es Germán Uzcátegui y la dirección es Apartado 219, Mérida, Venezuela

Publicaciones

Empirical Economics Una nueva revista trimestral del Instituto de Estudios Avanzados, Viena, dedicada al campo de la investigación económica empírica mediante el uso de métodos estadísticos para atacar los problemas económicos actuales. En el volumen I, número 1, (1976) hay: Un modelo mundial del comercio internacional, por K. Marwah. S. Corradi y G. Gambetta, escriben sobre la estimación de atraso distribuido mediante funciones curvas; y B. K. Lordh y J. S. Lewis tratan de la identificación de complejos industriales a partir de cuadros de insumo-producto. La suscripción anual es de DM 100, y la dirección es Physica-Verlag Subser Dept; P.O. Box 1136, D-8700 Wurzburg 2, Alemania.

Variedad de arroz para cerveza

Una variedad nueva de arroz, 'LA110', desarrollada por la Estación Experimental del Estado de Louisiana, ayudará a cubrir las necesidades de almidón de las cervecerías que prefieren usar arroz en vez de maíz molido (*Agricultural Research* July 1978).

La demanda por fuentes de almidón para la industria cervecera ha creado en los últimos años, lo que ha dado lugar a que crezca la importación del tipo de arroz apropiado.

La variedad 'LA110' es producto de un cruce de dos tipos de arroz recientemente introducidos a los Estados Unidos. Es la primera variedad de arroz semienano que se entrega al cultivo comercial en ese país. Su capacidad para altos rendimientos y resistencia a todas las razas del quemado del arroz (*Pyricularia oryzae*) existentes en los Estados Unidos, hace a esta variedad una excelente fuente de germoplasma para programas de mejoramiento.

Décimo Cuarto Congreso de Ciencia del Pacífico

El XIV Congreso de Ciencia del Pacífico se realizará del 20 de agosto al 5 de setiembre de 1979, en Khabarovsk (Jabarovsk), Unión Soviética. Los programas preliminares anunciados hasta la fecha comprenden a) Ciencias de la Tierra Sólida, b) Entomología, c) Ciencias del Agua Dulce, d) Arrecifes de Coral, e) Ecología y uso racional de Ecosistemas Isleños, f) Comunicación de la Ciencia y Educación, g) Ciencias Sociales y Humanidades; Sección de Problemas Etnoculturales en la investigación sobre el Pacífico. Posteriormente se completarán los demás programas. El Presidente del Certamen es el Académico A. V. Sidorenko, y el Secretario General el Dr. M. A. Drobyshev. La dirección del Comité Organizador de XIV Congreso es: Academia de Ciencias de la URSS, 12 Zhdanov St Moscú 103045.

Morfologia e anatomia das sementes e plântulas de *Eucalyptus maidenii** _____ CELIA MASSA BEI TRATI**

A B S T R A C T

Morphological and anatomical aspects of seeds and young seedlings of Eucalyptus maidenii F. Muell were studied in detail. The external characteristics of the seeds, the seed coat anatomy and some features of the seedling appeared to be very useful in the identification of this species.

Introdução

A necessidade de maior número de estudos relacionados com a morfologia e a anatomia de sementes, visando diferentes finalidades, tem sido recentemente ressaltada por diversos autores (1, 6, 17).

No que se refere ao gênero *Eucalyptus*, não são muitos os autores que se preocuparam com a morfologia e a anatomia das sementes e plântulas (7, 8, 9, 10, 18).

Como as sementes de *Eucalyptus*, são geralmente de dimensões reduzidas, torna-se difícil a identificação das espécies nesta fase. Assim sendo, propusemos a contribuir nesse sentido, realizando estudo pormenorizado das sementes e estágios iniciais do desenvolvimento da plântula em espécies de *Eucalyptus* cultivadas no Brasil (2, 3, 4, e 5) às quais ora acrescentamos *E. maidenii*.

Material e métodos

As sementes de *Eucalyptus maidenii* F Muell foram coletadas de matrizes selecionadas, no Horto Florestal "Navarro de Andrade" de Rio Claro (SP), Brasil.

As características externas das sementes férteis, estéreis e plântulas, foram observadas através de lupa binocular, com luz artificial.

A determinação do peso médio de 100 sementes férteis assim como da porcentagem média de sementes férteis (em peso) foi feita através de amostras casuais, em balança analítica. Determinou-se também o número de sementes férteis por grama de sementes misturadas. As dimensões médias das sementes foram determinadas utilizando-se uma ocular de medição aferida com lâmina micrométrica.

A anatomia das sementes foi estudada através da observação microscópica de seções transversais, longitudinais e paradérmicas realizadas a mão livre, em sementes previamente embebidas. Os cortes foram montados em glicerina (10%) conseguindo-se preparações semi-permanentes (16).

A natureza microquímica das estruturas celulares foi identificada utilizando-se os testes usuais (11, 12, 16).

Os desenhos e diagramas foram feitos em câmara clara, adaptada a um microscópio óptico binocular de pesquisa.

Para os estudos de germinação, as sementes foram instaladas em placas de Petri, sobre papel de filtro úmido e mantidas em condições de temperatura (média de 26°C) e luminosidade ambientais (13).

Resultados

Morfologia externa das sementes férteis e estéreis

Nas amostras estudadas encontramos, além de impurezas, três tipos distintos de sementes: sementes aparentemente férteis, providas de embrião; sementes

* Recebido para publicação em 9 de junho 1978

** Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Departamento de Botânica - Instituto de Biociências, Rio Claro, S P - Brasil

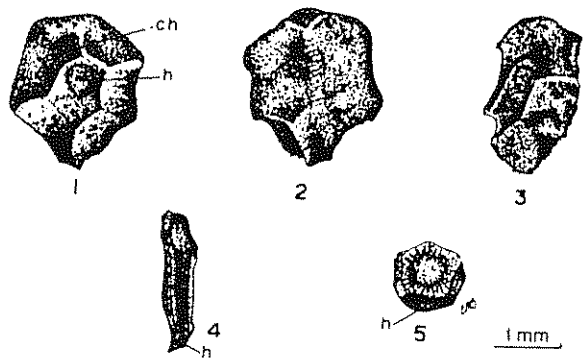
estéreis do tipo "A", desprovidas de embrião, geralmente alongadas; e sementes estéreis do tipo "B", que podem apresentar um rudimento de embrião e são mais achatadas. Normalmente esses três tipos podem ser distintos por sua forma, dimensões e coloração. Encontramos em média $9 \pm 2\%$ (em peso) de sementes férteis, o que representa, em média, 101 ± 9 sementes férteis por grama. O peso médio de 100 sementes férteis foi de $69,8 \pm 7,3$ mg.

Dentro de uma só amostra pode haver certa variação na forma das sementes assim, os tipos básicos e mais frequentes, foram aqui descritos e ilustrados.

As sementes férteis (Figs 1, 2, e 3) são geralmente orbiculares, às vezes poliédricas, turbinadas, trapezoidais ou naviculares; de coloração marrom-escuro a negro; superfície opaca, totalmente marcada por diminutas depressões circulares; bordos salientes; hilo ventral, circular, de coloração cinza e parcialmente superposto à chalaza; região da chalaza às vezes distinta externamente como mancha pouco mais escura; medindo em média $1,82 \pm 0,33$ mm de comprimento \times $1,38 \pm 0,26$ mm de largura.

As sementes estéreis do tipo "A" (Fig 4) são turbinadas, cônicas, prismáticas ou falcadas; de coloração marrom-avermelhado; hilo basal; medindo em média $1,75 \pm 0,23$ mm de comprimento \times $0,49 \pm 0,14$ mm de largura.

As sementes estéreis do tipo "B" (Fig 5) são cúbicas, trapezoidais, falcadas, de coloração marrom-avermelhado a amarelado; hilo basal; medindo em média $0,89 \pm 0,23$ mm de comprimento \times $0,62 \pm 0,14$ mm de largura.



Figuras 1 a 5 — *E. maidenii*. — Aspecto externo das sementes férteis e estéreis. Figs 1, 2 e 3 - semente fértil; Fig 4 - semente estéril tipo A. Fig 5 - semente estéril tipo B (b = hilo; ch = chalaza).

Morfologia interna e anatomia das sementes férteis

As sementes férteis maduras, são contituidas basicamente de envoltórios e embrião. Os envoltórios consistem de 2 tegumentos (externo e interno), remanescentes da nucela e em geral uma só camada de endosperma. O embrião (Figs 16 e 16) consta de 2 cotilédones espessos, muito dobrados e enrolados em torno do eixo hipocótilo-radicular e inseridos próximo à sua extremidade superior (Figs 13 a 16).

O eixo hipocótilo radicular é aproximadamente cilíndrico e constituído em quase toda a sua extensão pelo hipocótilo, havendo na extremidade superior o meristema caulinar e na inferior o meristema radicular. Este é coberto pela insipiente coifa, sendo ambos em grande parte envolvidos pelo órgão cupuliforme que é uma saliência do córtex do hipocótilo (Fig. 13).

Anatomia dos envoltórios da semente fértil

O tegumento externo é composto de 2 epidermes, a externa e a interna, entre as quais, na região do hilo e da chalaza, encontram-se varias camadas intermediárias de células que envolvem o tecido condutor. As células que confinam com a epiderme externa, em sua maioria, apresentam grandes cristais de oxalato de cálcio (Fig. 8).

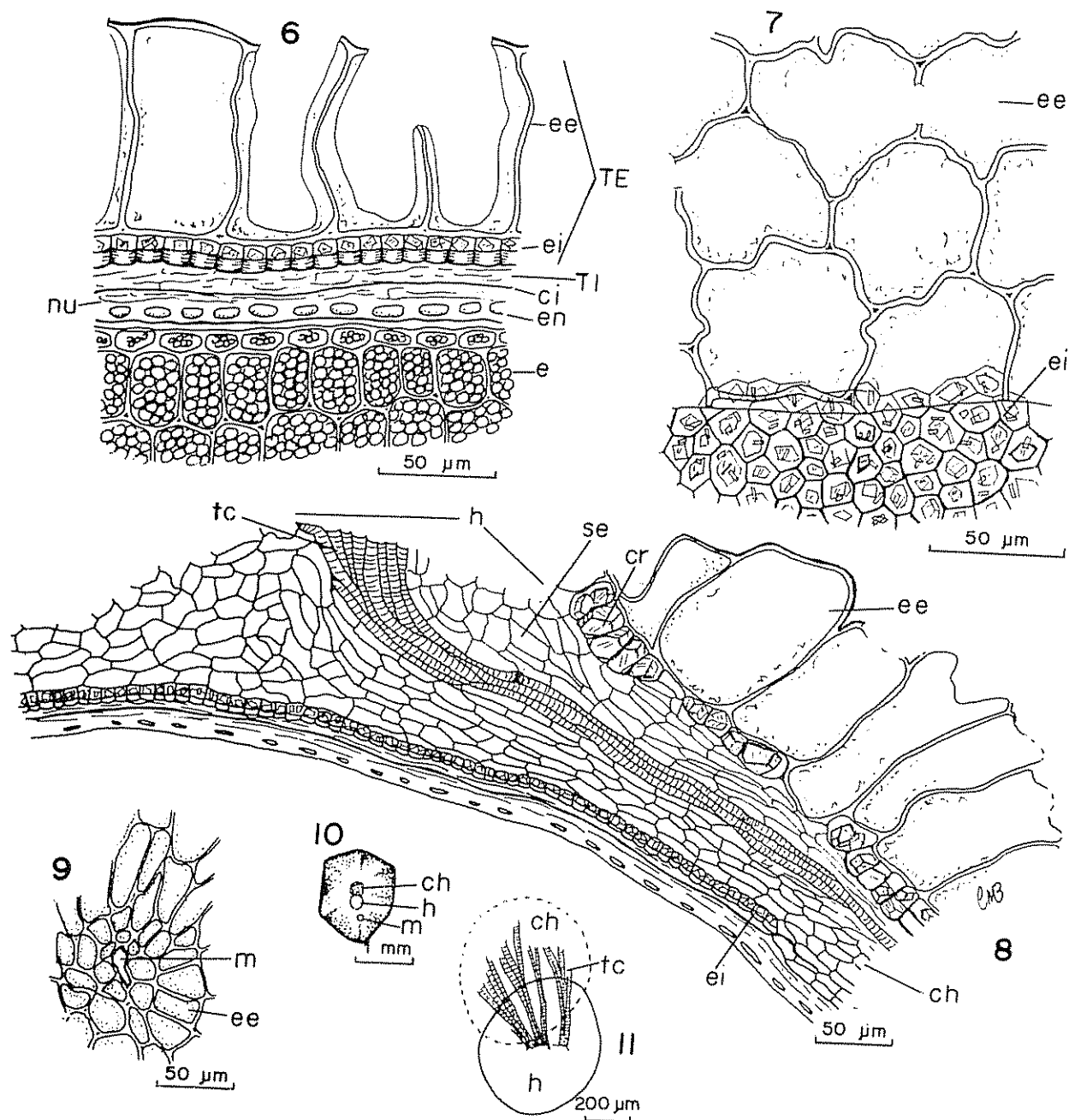
A epiderme externa apresenta células retangulares e colunares, em seção transversal (Fig. 6), sendo mais altas na região dos ângulos. Em seção paradérmica (Fig. 7) são aproximadamente hexagonais ou algo irregulares. Suas paredes celulares são finas e impregnadas por taninos. As paredes anticlinais são sinuosas e as periclinais externas geralmente encontram-se rompidas, o que dá aparência rugosa à superfície. Essas células contêm material tânico dissolvido, de coloração marrom-escuro.

A epiderme interna é constituída de células aproximadamente quadradas em seção transversal (Fig. 6) e pentagonais ou hexagonais em seção paradérmica (Fig. 7), cada qual contendo um grande cristal de oxalato de cálcio, ao lado de outros menores e apresentando forte espessamento lamelar, em sua parede periclinal interna. Esta epiderme é interrompida na região da chalaza (Fig. 8).

O tegumento interno apresenta células geralmente indistintas e obliteradas, havendo uma cutícula interna bem visível (Figs 6 e 8) separando-o da camada subjacente, os remanentes da nucela. Este tecido forma um fino estrato, constituído de células obliteradas, só individualizadas na região da chalaza (Fig. 8).

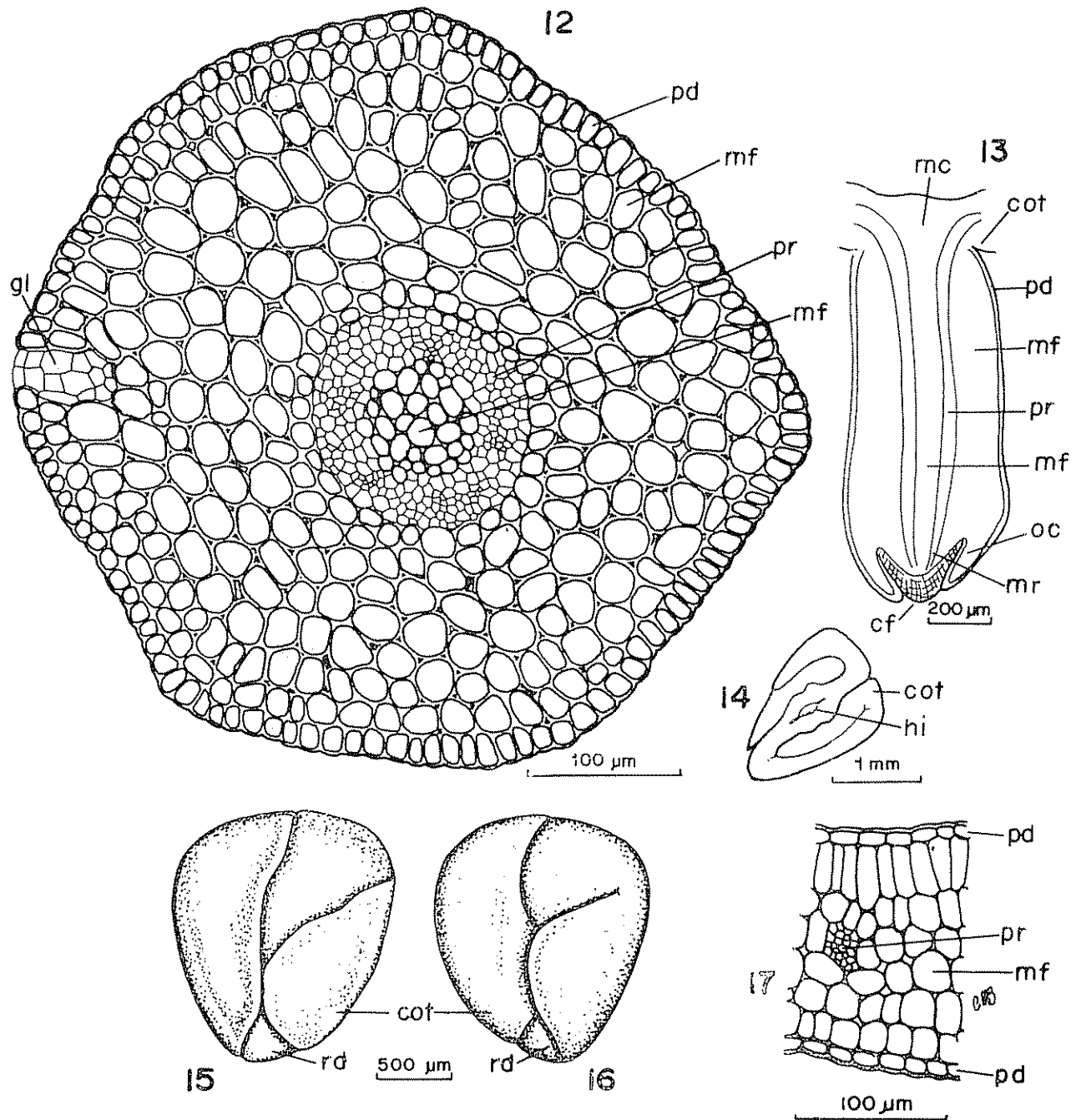
O endosperma encontra-se no limite interno dos envoltórios da semente, havendo uma só camada de células de paredes espessas e ricas em proteínas e óleo (Figs. 6 e 8).

A chalaza (Fig. 8) é constituída por um tecido suberificado, cujas células são preenchidas por material tânico denso, de coloração marrom-avermelhado.



O hilo, em geral, encontra-se parcialmente superposto á chalaza ou muito próximo dela (Fig. 8, 10 e 11). Sua superfície é constituída de células de paredes finas, em geral rompidas (Fig. 8). A micrópila é uma pequena abertura localizada abaixo do hilo, rodeada por pequenas células epidérmicas, de paredes finas, e conteúdo material tânico denso. Figs. 9 e 10).

Figuras 6 a 11 — *E. maidenii* - Anatomia dos envoltórios da semente fértil. Figs. 6 e 7 - respectivamente seções transversal e parádémica dos envoltórios da semente fértil (face dorsal); Fig. 8 - seção longitudinal através do hilo e da chalaza; Fig. 9 - seção parádémica na região da micrópila; Fig. 10 - Diagrama da semente mostrando a posição do hilo, da chalaza e da micrópila; Fig. 11 - pericampo dos feixes vasculares. (TE = tegumento externo; ee = epiderme externa; ei = epiderme interna; TI = tegumento interno; ci = cutícula interna; nu = nucela; en = endosperma; e = embrião; tc = tecido condutor; se = parênquima sub-epidémico; cr = cristal; ch = chalaza; h = hilo; m = micrópila)



Um ou 2 feixes vasculares penetram na região superior ou mediana do hilo, dirigindo-se à chalaza, sobre a qual se espalham em leque (Fig 11). Não ultrapassam esta região. São feixes colaterais, estando o floema localizado externamente ao xilema, que é representado por elementos traqueid curtos, finos e espiralados (Fig 8).

Figuras 12 a 17 — Anatomia do embrião. Fig. 12 - seção transversal mediana através do eixo hipocótilo-radicular, Fig. 13 - diagrama de seção longitudinal do eixo hipocótilo-radicular; Fig. 14 - diagrama da seção transversal do embrião; Fig. 15 - vista do embrião (face dorsal); Fig. 16 - vista do embrião (face ventral); Fig. 17 - seção transversal do cotilédono. (hi = hipocótilo; pd = protoderme; mf = meristema fundamental; pr = procâmbio; gl = glândula; cot = cotilédono; mc = meristema caulinar; mr = meristema radicular; cf = coifa; oc = órgão cupuliforme; rd = radícula; enr = envoltórios)

Anatomia do embrião

O eixo hipocótilo-radicular é recoberto pela protoderme, a qual é composta de células aproximadamente cúbicas (Fig 12). Abaixo desta há um meristema fundamental em diferenciação que dará o futuro córtex (Figs. 12 e 13) consistindo de células de paredes finas e arredondadas, em seção transversal, contendo grãos de aleurona e gotículas de óleo. Perifericamente, ao longo de todo o eixo, partindo da protoderme e aprofundando-se no córtex, encontram-se, em formação, pequenas glândulas produtoras de óleo (Fig 12) São encontradas também em ambas as faces dos cotilédones, sendo mais abundantes na face abaxial

A seguir, observa-se um cilindro formado por 4 ou 5 camadas de células procambiais longas e estreitas, de paredes muito finas, havendo um início de diferenciação de feixes vasculares (Figs. 12 e 13). Este tecido estende-se ao longo do hipocótilo e dos cotilédones como um sistema contínuo (Fig 13)

Internamente, observa-se novamente um meristema fundamental que corresponde ao futuro parênquima medular (Figs. 12 e 13).

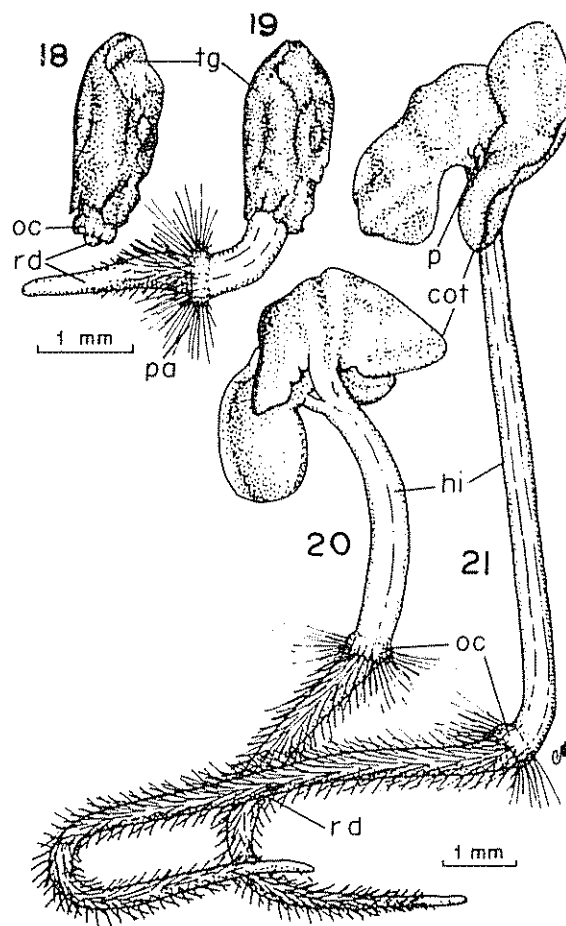
Os cotilédones (Fig 17) apresentam células protodérmicas de paredes finas e muito unidas, retangulares, em seção transversal e irregulares em seção paradérmica.

Na face adaxial, sob a protoderme, encontra-se um tecido meristemático constituído de 1 camada de células altas, dispostas em paliçada. Abaixo destas, 4 ou 5 camadas de células arredondadas, que podem deixar pequenos espaços intercelulares

Assim como no hipocótilo, todos os tecidos do cotilédone, com exceção do procâmbio e das células glandulares (ricas em óleo), são também preenchidos por grãos de aleurona e gotículas de óleo

Germinação e caracteres morfológicos da plântula

Quando as sementes são colocadas em condições de germinação, inicia-se o processo de embebição e, após 3 dias, dá-se o rompimento dos tegumentos na extremidade inferior da semente, não correspondendo exatamente à posição da micrópila. Inicialmente emerge a radícula, parcialmente envolvida pelo órgão cupuliforme (Fig 18). Este, posteriormente, reveste-se de uma corôa pouco densa de pelos absorventes (Fig 19), mantendo-se funcional por cerca de 30 dias, ocasião em que os pelos secam. A radícula cresce rapidamente, cobrindo-se de pelos absorventes mais curtos (Figs. 17 a 21). O hipocótilo desenvolve-se concomitantemente, sendo de coloração púrpura, devido à presença de antocianinas em suas células epidérmicas.



Figuras 18 a 21 — Estágios sucessivos de desenvolvimento da plântula após a colocação das sementes em condições de germinação. Fig 18 - plântula após 4 dias. Fig 19 - plântula após 7 dias. Fig 20 - plântula após 12 dias. Fig 21 - plântula após 16 dias. (cot = cotilédone, hi = hipocótilo, oc = órgão cupuliforme, pa = pelos absorventes, rd = radícula, tg = tegmentos)

Em cerca de 10 a 12 dias (Fig 20), a plântula se fixa ao substrato e, logo após, os cotilédones desdobram-se, sendo bilobados (Fig 21) e também de cor púrpura, em sua face abaxial, devido à presença de antocianinas na epiderme e, verde escuro na ventral. O epicótilo inicia seu crescimento em cerca de 20 dias.

Discussão

As características superficiais das sementes, tais como forma, tamanho, coloração e estrutura da superfície, frequentemente, variam entre espécies e gêneros da mesma Família, enquanto que sua organização interna básica varia pouco, entre espécies e gêneros relacionados (14).

Com efeito, ao estudarmos sementes de outras espécies de *Eucalyptus* (2, 3, 4, 5) e comparaotalas com as de *E. maidenii* verificamos que as características morfológicas externas dos envoltórios das sementes e a anatomia, principalmente do tegumento externo, são de grande utilidade na identificação das sementes pois variam com a espécie considerada. Este último aspecto é também ressaltado por outros autores (15). Observamos serem menos úteis, entretanto, as características do embrião e da plântula.

Assim, a descrição aqui apresentada, fornece bases para se distinguirem as sementes de *E. maidenii* das de outras espécies do Gênero, pois a autenticidade das espécies é, sem dúvida de grande importância, principalmente quando as sementes se destinam a plantações, com fins econômicos determinados.

Resumen

Se estudiaron en detalle aspectos morfológicos y anatómicos de semillas y plántulas jóvenes de *Eucalyptus maidenii* F. Muell. Las características externas de las semillas, la anatomía de la envoltura seminal, y algunos caracteres de la plántula parecen ser muy útiles en la identidad de esta especie.

Literatura citada

1. BAKER, K. F. Seed Pathology. In: KOZLOWSKI, I. T., Ed. Seed biology. II. New York and London, Academic Press. 1972.
2. BELIRATI, C. M. Morfologia das sementes e de sua germinação em dezoito espécies de *Eucalyptus* (Tese de Doutorado, Fac. Fil. Ciên. Letras de Rio Claro, SP). 1973.
3. ———. Comparação morfológica entre sementes procedentes do Brasil e da Austrália, de *Eucalyptus alba* Reinw. Revista Brasileira de Biologia, 37: 463-471. 1977.
4. ———. *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden: Morfologia das sementes e de sua germinação. Phytos 35 (1): 93-101. 1977.
5. BELIRATI, C.M. Morphological and anatomical studies of the seeds and seedlings of *Eucalyptus citriodora* and *E. maculata*. Revista de Biología Tropical 1978 (No prelo).
6. CARLQUIST, S. Comparative plant anatomy. New York, Holt, Rinehart & Winston. 1961.
7. GAUBA, E. & L. D. PRYOR. Seed coat anatomy and taxonomy in *Eucalyptus*. I. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales 83 (1): 20-32. 1958.
8. ———. Seed coat anatomy and taxonomy in *Eucalyptus*. II. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales 84 (2): 278-91. 1959.
9. ———. Seed coat anatomy and taxonomy in *Eucalyptus*. III. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales 86 (1): 96-111. 1961.
10. GROSE, R. J. e ZIMMER W. J. A description of the seeds of 70 Victorian eucalyptus. Forests Commission of Victoria Bulletin 8. 1958.
11. JENSEN, W. A. Botanical histochemistry: principles and practice. San Francisco W. H. Freeman & Co., 1962.
12. JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. New York McGraw-Hill Book Co. INC. 1940.
13. KAUL, R. N. e GANGULI, B. N. Seed studies on eucalyptus. Indian Forester 88 (2): 8-101. 1962.
14. MARTIN, A. C. The comparative internal morphology of seeds. American Midland Naturalist. 36: 513-660. 1946.
15. PRYOR, L. D. e JOHNSON, A. A classification of the *eucalyptus*. Canberra. Australian National University. 1971.
16. SASS J. E. Botanical Microtechnique (sd. ed.) Ames, Iowa State College Press. 1951.
17. VAUGHAN, J. G. Seed anatomy and seed microscopy. Botanical Journal of the Linnean Society. 63 (suppl 1): 35-43. 1970.
18. YACUBSON, D. Contribución al estudio de las semillas de algunas especies de eucaliptos cultivadas en la R. Argentina. 2da Conferencia Mundial de Eucaliptos, Sao Paulo, 13 a 18 agosto 1961. Informe presentado. 23p.

Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. III. Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón*

A RUIZ** y M. E. RUIZ**

ABSTRACT

For this experiment, an incomplete factorial arrangement in a completely randomized design was used. A total of 78 heifers of different breeds (20 months old and 200 kg live weight) were fed rations containing different levels of poultry litter (% of total N contributed by poultry litter = X_1) and green bananas (% of total ME contributed by bananas = X_2). All rations were isonitrogenous and isocaloric (12% CP and 2.5 Mcal of ME/kg of dry matter, respectively). The experiment lasted for 107 days. The levels of X_1 were 0, 20, 40, 60 and 80 per cent, while X_2 values were 0, 5, 15, 25 and 50 per cent.

The effects of including poultry litter and green bananas in the ration, on daily gain, are described by the following equation $Y_1 = 580 - 4.76X_1 + 4.47X_2 - 0.094X_2^2 + 0.051X_1X_2$ ($R^2 = 0.18$, $P \leq 0.01$), where Y_1 = weight gain (g/animal/day). This relationship indicates that the inclusion of poultry litter in the ration results in a linear decrease in weight gains, while the energy from green bananas has a quadratic effect, increasing weight gain up to a critical point of substitution, and decreasing it with levels beyond this point. The level of green bananas that produces the maximum biological response is dependent upon the level of poultry litter, and ranges from 23.5 per cent (when $X_1 = 0$) to 48.2 per cent (when $X_1 = 90$). Feed conversion is similarly affected as may be observed in the equation $Y_2 = 0.087 - 0.00059X_1 + 0.00081X_2 - 0.000015X_2^2 + 0.0000066X_1X_2$ ($R^2 = 0.79$; $P \leq 0.01$), where Y_2 is defined as the ratio between weight gain (g/animal/day) and dry matter intake (kg/animal/day). The level of X_2 that produces the maximum response fluctuates between 26.4 per cent (when $X_1 = 0$) and 46.0 per cent (when $X_1 = 90$).

Due to current low beef prices, none of the rations studied were economically profitable. Nevertheless, the inclusion of poultry litter and green bananas in the ration tends to decrease economic losses, through a reduction in the feed cost with the former, and an improvement of feed conversion with the latter.

Introducción

LOS sistemas de producción avícola están generando grandes cantidades de excremento, cuya acumulación ha llegado a presentar problemas

de desecho y de contaminación. Estos excrementos, dado su contenido de proteína cruda (30 por ciento), representan una fuente potencial de proteína para el rumiante. Con un sistema seguro por el cual se pudiesen recircular estos excrementos en el animal, se lograría el triple propósito de proveer un alimento nitrogenado barato para el rumiante, y aliviar los problemas de contaminación y de su desecho. Esto es de especial importancia en países como Costa Rica, que posee escasos recursos alimenticios proteicos pero

* Recibido para publicar el 10 de febrero de 1978

** Asistente de Investigación y Nutricionista, respectivamente. Programa de Bovinos y Especies Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Trabajo basado en la tesis de *Magister Scientiae* del primer autor

con una industria avícola desarrollada que permite contar con una amplia disponibilidad de gallinaza, estimándose ésta en 60 000 toneladas métricas, según Ruiz y Ruiz (16).

Uno de los inconvenientes de la gallinaza es que el 50 por ciento de su nitrógeno total está en forma de compuestos no proteicos, siendo el más importante el ácido úrico (3) un compuesto de rápida tasa de hidrólisis similar al de la urea, y de menor solubilidad (18). Esto hace que el posible uso de la gallinaza sea más apropiado en rumiantes que en monogástricos.

En trabajos realizados con ovejas se ha determinado que la gallinaza puede suplir desde 25 hasta 50 por ciento del nitrógeno de la ración, sin mayor detrimento de la respuesta de los animales (2, 3, 14). Resultados similares se han obtenido con novillos (6, 8) Niveles superiores al 50 por ciento han sido asociados con menores ganancias de peso (2, 6, 19) y con aumentos en la excreción de nitrógeno (2, 3) Por otro lado, Ruiz y Ruiz (17) encontraron que la inclusión de gallinaza en la ración resulta en una disminución lineal en la retención de proteína cruda (PC) de toretes de 8 meses de edad. Estos resultados contrastan con los de Rodríguez y Zorita (15) quienes concluyen que las excretas secas de aves no tienen ningún efecto sobre la retención de nitrógeno, aún cuando se incluían en raciones para ovejas a niveles de 35,7 hasta 80 por ciento de la ración.

Con novillos de engorde se han logrado ganancias de peso de alrededor de 1 kg/día con raciones que tenían hasta un 40 por ciento de gallinaza (6, 8).

Se ha demostrado en estudios *in vitro* que el almidón es la mejor fuente de carbohidratos para la utilización del nitrógeno no proteico (NNP) en la síntesis proteica microbiana (1, 4, 12). Son varias las razones que se han propuesto para explicar estos resultados. Se argumenta, entre otras, que la menor tasa de hidrólisis del almidón, en comparación con la melaza, asegura una disponibilidad de energía más constante y acorde con la capacidad sintética de las bacterias del rumen (9) Por otro lado, el escape de partículas de almidón hacia las porciones más bajas del tracto digestivo permitiría la absorción de glucosa y contribuiría a satisfacer así las necesidades de este metabolito en el rumiante. En el caso de la melaza (que se fermenta totalmente en el rumen) o de forrajes muy fibrosos, el rumiante puede estar en un estado de deficiencia de glucosa, reduciendo su nivel productivo (10). Además, la absorción de energía como glucosa, en vez de ácidos grasos volátiles, es más ventajosa para la economía energética del animal, ya que su utilización es superior a cualquiera de los productos energéticos de fermentación ruminal (12).

Como consecuencia de esta revisión, el presente experimento se diseñó con el propósito de: a) cuantificar la producción de carne en función del nivel de gallinaza y almidón en la ración y b) evaluar económicamente la respuesta biológica a la gallinaza y al almidón.

Materiales y métodos

Se usaron 78 novillas de 200 kg de peso vivo y 20 meses de edad, de diferentes razas (Romo Sinuano, Cebú, sus cruces recíprocos y cruces con Charolais), distribuidas al azar en 13 tratamientos. Cada tratamiento incluyó seis animales (repeticiones). Se aplicó un diseño irrestrictamente al azar con dos variables y 5 niveles dentro de cada variable. El arreglo de los tratamientos fue factorial en una versión "incompleta" tal como se presenta en el Cuadro 1.

Las 13 raciones fueron isoproteicas (12% en base seca) e isocalóricas (2,5 Mcal de energía metabolizable/kg MS) y fueron ofrecidas diariamente en igual proporción (3% del peso vivo) en todos los tratamientos. Con los ingredientes caracterizados en el Cuadro 2, se prepararon las raciones experimentales descritas en el Cuadro 3.

Los animales fueron pesados al inicio del experimento, repitiéndose los pesajes cada 14 días; también se llevaron registros de consumo diario de alimento. Se practicó una desparasitación tanto interna como externa antes de someter los animales a los tratamientos, y se mantuvieron en la prueba por un período de 107 días, al cabo de los cuales se dio por terminado el experimento.

Resultados y discusión

No se encontraron tendencias o variaciones importantes en el consumo de materia seca (MS) total por efecto del nivel de banano o gallinaza empleado. El promedio general de consumo fue de 2,77 kg/100 kg de peso vivo/día.

Cuadro 1.—Descripción general de tratamientos y distribución en un arreglo factorial modificado.

% de la energía metabolizable total suplida por banano (X ₂)	% del N total como N de gallinaza (X ₁)				
	0	20	40	60	80
0	I		II		III
5		IV		V	
15	VI		VII		VIII
25		IX		X	
50	XI		XII		XIII

Cuadro 2.—Caracterización química de los ingredientes en base seca. ^{a/}

Ingrediente	% MS	% PC	% FC	Mcal EM/kg
Bagazo de caña	78,00	1,80	41,50	0,80
Melaza de caña	64,00	3,50	9,90	3,47
Gallinaza sin tratamiento	90,00	20,00	15,00	2,00
Harina de carne y hueso	91,00	44,00	2,30	2,52

^{a/} Las abreviaturas y sus significados son: MS materia seca. PC proteína cruda. FC fibra cruda. EM energía metabolizable

La ganancia diaria de peso, según los niveles de gallinaza y banano, se muestran en el Cuadro 4

Se nota claramente que la ganancia de peso disminuye conforme aumenta el nivel de sustitución de proteína verdadera por proteína de gallinaza. El banano tuvo un efecto positivo sobre la ganancia de peso.

Estas relaciones se expresan en la siguiente función:

$$Y_1 = 580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2$$

$$R^2 = 0,81 \quad (P \leq 0,01)$$

donde Y = ganancia de peso, g/animal/día

X₁ = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %

X₂ = nivel de sustitución de la energía metabolizable total por energía metabolizable del banano, %

Esta relación indica que ocurre un incremento en la ganancia de peso conforme aumenta el nivel de banano en la ración, hasta un nivel de sustitución de la energía metabolizable el cual es dependiente del nivel de X₁, dado que existe un término de interacción entre X₁ y X₂. La Fig 1 muestra los tres componentes de la respuesta animal (efecto de X₁, efecto de X₂ y la interacción).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en un trabajo previo (17) en el que se informan tendencias similares para la retención de PC. Asociando los valores de retención absoluta de PC de dicho trabajo con la ganancia relativa de peso, del presente, se encontró una alta correlación (r=1,00) entre ambos parámetros (Fig 2). En este punto, es preciso ejercer cautela ya que se están correlacionando funciones resultantes de 2 experimentos separados, con animales que diferían en edad (8 vs 20 meses) y sexo.

Con las anteriores consideraciones, es de valor el examinar brevemente la Fig 2. Es claro que la línea no interseca la ordenada en su punto de origen sino que a un valor de -2 g/kg^{0.75}. Esto implica que el mantenimiento de peso está relacionado con una retención de 0,61 g de N/kg^{0.75}/día. Lo que a primera vista parece incongruente (el balance debería ser = 0), en realidad es lógico si se considera que el animal no sólo pierde nitrógeno por la vía urinaria y fecal sino que también hay pérdidas en el sudor (7), la piel y el cabello (11) y la respiración (5). Por otro lado, considerando el proceso fermentativo en el rumen las pérdidas por eructación deben ser importantes.

Admitiendo que existe una relación lineal entre la ganancia relativa de peso y la retención absoluta

Cuadro 3.—Composición de las raciones experimentales ^{a/}

Ración	Tratamientos												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Melaza	2,42	2,15	1,92	2,05	1,85	1,82	1,68	1,48	1,38	1,18	0,75	0,48	0,35
Banano	—	—	—	0,62	0,62	1,88	1,88	1,88	3,12	3,12	6,25	6,25	6,25
Harina de carne	0,75	0,38	0,05	0,58	0,21	0,75	0,38	0,05	0,58	0,20	0,68	0,35	—
Gallinaza	—	0,78	1,55	0,40	1,18	—	0,80	1,58	0,42	1,20	—	0,78	1,58
Bagazo	1,00	0,75	0,50	0,88	0,62	1,00	0,62	0,25	0,75	0,50	0,88	0,50	0,25

^{a/} Datos expresados en base fresca. kg/100 kg de peso vivo/día.

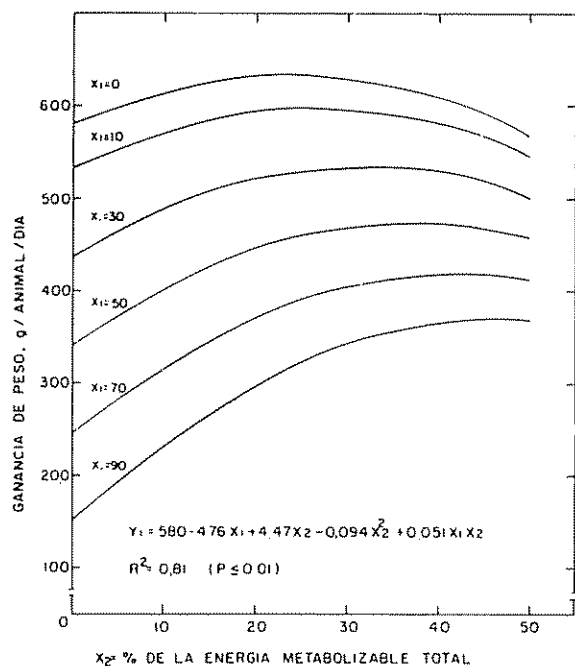


Fig 1—Relaciones entre la ganancia de peso (Y_1), y la proporción de la energía total aportada por el banano (X_2) y la proporción de proteína cruda total aportada por la gallinaza (X_1)

de PC (Fig. 2), se puede concluir que las tendencias observadas en las ganancias de peso son resultado directo de la retención de nitrógeno, la cual a su vez está afectada por los niveles de gallinaza y de almidones en la ración.

Cabe también hacer notar que el nivel de banano que produce la máxima ganancia de peso se desplaza hacia la derecha según el nivel de gallinaza en la ración (Fig. 1). Dicho punto varía entre 23,8 y 48,2 por ciento de sustitución de la EM total por EM de banano, dependiendo del nivel de X_1 . Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Herrera (9) con vacas de desecho, quien encontró que con un nivel de 30 por ciento de la EM total en forma de almidón se produce la máxima respuesta biológica, a un 60 por ciento de sustitución de la proteína verdadera con NNP.

Conversión de Alimentos

La eficiencia de conversión de los alimentos se presenta en el Cuadro 5.

Al igual que la ganancia de peso, la eficiencia de conversión de los alimentos disminuyó al aumentar el nivel de gallinaza y tiende a mejorar conforme aumenta el nivel de banano en la ración, hasta alcanzar un

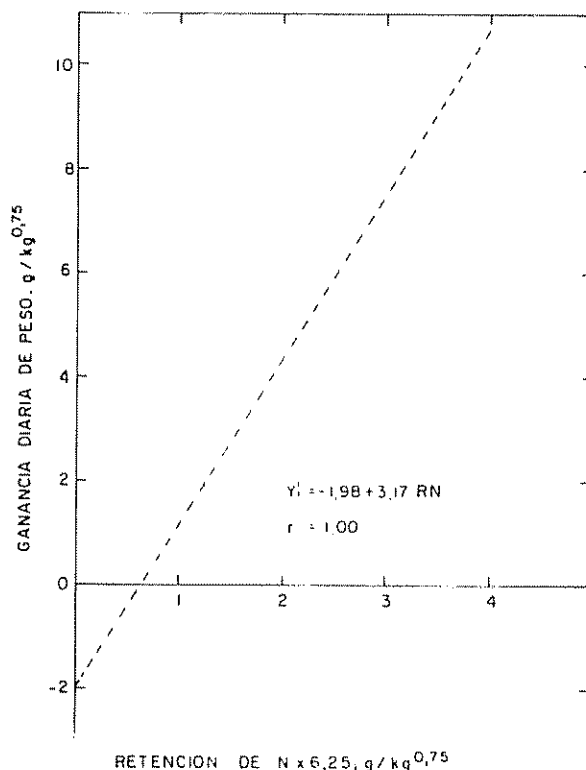


Fig 2—Relación entre la retención absoluta de N (RN) y la ganancia relativa de peso (Y_1)

valor máximo a partir del cual la eficiencia tiende a disminuir.

Estas relaciones se describen en la siguiente ecuación que se desarrolla en la Fig. 3.

$$Y_2 = 0,087 - 0,00059X_1 + 0,00081X_2 - 0,000015X_2^2 - 0,0000066X_1X_2$$

$$R^2 = 0,79 \quad (P \leq 0,01)$$

donde Y_2 = eficiencia de conversión,

$$\frac{\text{Ganancia diaria, kg}}{\text{Consumo diario, kg MS}}$$

X_1 = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %.

X_2 = nivel de sustitución de la energía metabolizable total por energía de banano, %.

Observando el Cuadro 4 se puede deducir que la eficiencia de conversión de los alimentos fue baja en todos los tratamientos (4,46 a 10,35 por ciento). Esta baja conversión se debió principalmente a las bajas ganancias de peso observadas (271 a 653 g/animal/día). Es conveniente hacer notar que las raciones no fueron ofrecidas *ad libitum*, por lo que

Cuadro 4.—Promedio de ganancia diaria de peso, g/animal/día.

% de la energía metabolizable total proveniente del banano	% del N total proveniente de gallinaza					Promedios generales
	0	20	40	60	80	
0	580		344		298	407
5		512		337		424
15	653		411		271	445
25		541		530		535
50	520		524		398	480
Promedios generales	584	526	426	433	322	458

los consumos de MS fueron muy similares para todos los tratamientos (2,70 a 2,82 por ciento de peso vivo). Se esperaba que de haber ofrecido las raciones *ad libitum*, los animales hubieran aumentado el consumo, lo que posiblemente hubiera resultado en mejores ganancias de peso y, consecuentemente, en una mejor eficiencia de conversión. Sin embargo, esto no se permitió en este trabajo, pues hubiera causado confusión en la interpretación de resultados en función de la evaluación de la gallinaza como fuente de proteína para rumiantes y la proporción de almidón en la energía total.

Otro factor que se debe considerar es el hecho de que los animales utilizados en el presente experimento fueron hembras, las cuales tienen ganancias de peso menores que los machos (13). Comúnmente, los trabajos de evaluación de variables que afectan la producción de carne se hacen con novillos o toretes. Se ha establecido que con machos se obtienen ganancias de peso superiores a las de las hembras con igual consumo de alimentos, lo que implica un aumento de alrededor del 20 por ciento en la eficiencia de conversión de alimentos.

Cuadro 5.—Eficiencia de conversión de los alimentos a ganancia de peso, kg ganancia/kg M₅ consumida.

% de la energía metabolizable total proveniente del banano	% del N total proveniente de gallinaza					Promedios generales
	0	20	40	60	80	
0	0,085		0,053		0,051	0,063
5		0,087		0,056		0,072
15	0,104		0,067		0,045	0,072
25		0,087		0,084		0,086
50	0,083		0,087		0,065	0,078
Promedios generales	0,091	0,087	0,069	0,070	0,054	0,074

La inclusión de gallinaza en la ración resultó en una disminución lineal de la eficiencia de conversión de los alimentos (Fig. 3), probablemente causado por la menor calidad de la proteína en las raciones que contenían gallinaza. Por otro lado, no se debe descartar la posibilidad de deficiencias de minerales trazas en las raciones con gallinaza a pesar del alto contenido de ceniza (15 por ciento) en este producto. Obviamente, cualquier deficiencia nutricional afectaría la eficiencia de conversión alimenticia.

La eficiencia de conversión de los alimentos presentó una tendencia cuadrática al aumentar el nivel de banano en la ración (Fig. 3). El punto de sustitución que corresponde a la máxima respuesta biológica dependió del nivel de gallinaza y se encuentran entre los valores de 26,4 por ciento (cuando $X_1 = 0$) y 46,0 por ciento (cuando $X_1 = 90$ por ciento), cifras muy similares al rango de máxima respuesta en ganancia de peso.

Análisis Económico

Aunque la gallinaza es un producto de desecho el cual no tiene precio establecido en el mercado, y que inclusive se puede conseguir sin costos, se le asignó un valor de CR @0,37/kg MS (US\$0,043/kg MS)

con lo cual se cubre su costo de transporte y la posibilidad de que adquiera precio. Debido al bajo precio de la gallinaza, en comparación con otras fuentes de proteínas tradicionales, exceptuando la urea, la inclusión de gallinaza resulta en una reducción lineal del precio de la ración, la cual es expresada por la función:

$$Y_3 = 0,6254 - 0,0029X_1$$

$$R^2 = 0,99 (P \leq 0,01)$$

donde Y_3 = costo de la ración, CR @/kg MS

X_1 = nivel de sustitución de la PC total por PC de gallinaza, %

La inclusión de banano no causó ningún cambio en el precio de la ración, ya que el costo de la energía metabolizable del banano fue igual al de la energía metabolizable de la melaza, a la cual sustituía. Dado que los consumos fueron relativamente constantes (promedio 2,77 kg MS/100 kg de peso vivo) los costos de alimentación reflejaron en gran medida los precios de las raciones, lo cual es descrito por la siguiente función:

$$Y_4 = 3,936 - 0,02X_1$$

$$R^2 = 0,99 (P \leq 0,01)$$

donde Y_4 = costo de alimentación, CR @/animal/día.

Para hacer esta función más útil se puede introducir el componente precio de gallinaza (P_g) quedando Y_4 como sigue: $Y_4 = 3,936 - \alpha P_g X_1$; donde αP_g es igual a 0,02. Además, la constante 3,936 es el costo diario de alimentación con ración sin gallinaza que puede ser expresada como: $PV (2,77) P_b$

donde PV = peso vivo del animal \div 100, kg

2,77 = consumo de MS, kg/100 kg de PV/día

P_b = precio de la ración sin gallinaza, CR @/kg MS

La función Y_4 = quedaría, por lo tanto, expresada como:

$$Y_4 = PV (2,77) P_b - \alpha P_g X_1$$

y en esta forma puede utilizarse en cualquier momento, tomando en cuenta que pueden ocurrir cambios en el precio de los ingredientes alimenticios incluyendo la gallinaza.

Con el fin de calcular el beneficio neto (BN), se tomaron en cuenta los costos diarios de alimentación (Y_4), el ingreso bruto diario por concepto de ganancias de peso y los costos fijos más otros costos

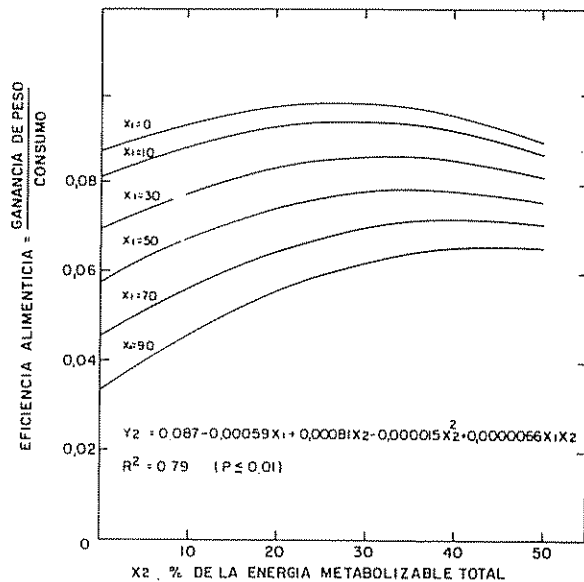


Fig. 3 — Dependencia de la eficiencia alimenticia (Y_2) de la proporción de la energía total aportada por el banano (X_2) y de la proporción de proteína cruda total aportada por la gallinaza (X_1).

variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos (K_0). La función resultante fue la siguiente:

$$BN = P_0 Y_1 - Y_1^2 - K_0, \text{ ó en su forma expandida:}$$

$$BN = P_0 (580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2 - PV (2,77)Pb + \alpha PgX_1 - K_0$$

donde:

BN = beneficio neto

PV = peso vivo del animal \div 100, kg

P_0 = precio de la carne, CR €/kg en pie

Pb = precio de la ración cuando no contiene gallinaza, CR €/kg (0,625 para propósitos del presente análisis).

Pg = precio de la gallinaza, CR €/kg MS (0,37 para efectos del presente análisis).

X_1 y X_2 = las variables ya definidas

K_0 = costos fijos más los costos variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos (CR €/0,516 para propósitos del presente análisis)

α = el valor que multiplicado por Pg da un producto igual a 0,02 (en el caso del presente análisis = 0,0541).

El desarrollo de esta función para diferentes niveles de gallinaza y de banano se presenta en la Fig. 4. Según esta función el máximo beneficio neto se logra cuando:

$$X_1 = 259,5\% \text{ de sustitución.}$$

$$X_2 = 93,2\% \text{ de sustitución}$$

Obviamente, la solución X_1 no es real. El máximo nivel de nitrógeno que podría aportar la gallinaza en una ración es de 90 por ciento. También existe un límite físico en la proporción de banano que se puede introducir en una ración. Consecuentemente, la combinación óptima de X_1 y X_2 sería cuando $X_1 = 90$ por ciento y $X_2 = 48,1$ por ciento. En la Fig. 4 se puede localizar este punto óptimo. Al cambiar el nivel de X_1 se nota un desplazamiento del nivel de X_2 correspondiente, asociado con el máximo beneficio. Se puede notar en la Fig. 4 que con ninguna de las raciones estudiadas resultó económica la producción intensiva de carne. También se puede notar que, a pesar de la menor ganancia de peso obtenida al aumentar el nivel de gallinaza en la ración, las pérdidas económicas se reducen debido a que la disminución en el precio de la ración, causada por la inclusión de gallinaza, es de mayor magnitud que la pérdida causada por las menores ganancias de peso.

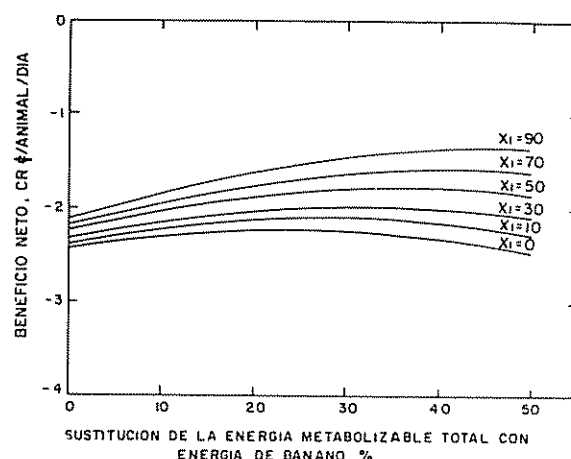


Fig. 4.—Análisis económico de la producción de carne con diferentes aportes energéticos del banano (X_2) y aportes proteicos de la gallinaza (X_1) para novillas de 198 kg de peso inicial.

En el caso del banano, las pérdidas también se reducen conforme aumenta el nivel de banano (almidón) en la ración hasta cierto punto (Fig. 4), después del cual las pérdidas tienden a aumentar. Este punto crítico varía según el nivel de gallinaza, tendiendo a aumentar linealmente al aumentar el nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza. La correspondencia con los puntos de máxima ganancia diaria, se deben a que los costos de alimentación no varían debido a la inclusión de banano en la ración y a que todos los otros costos permanecieron constantes para todos los tratamientos.

La decisión final de cuánta gallinaza debe de utilizarse o no, será dictada por el precio que ésta adquiera en el mercado, y cómo se compara el mismo con los de otras fuentes de nitrógeno. En cuanto al banano (almidón) el nivel de sustitución variará según varíe el nivel de gallinaza, siempre y cuando el precio de la energía metabolizable del banano sea igual al de la energía metabolizable de la melaza.

El factor dominante en cualquier análisis económico será, por supuesto, el precio de la carne. Al presente, y en este análisis, el precio de la carne es bajo.

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente experimento, los resultados obtenidos permiten concluir:

1. La ganancia de peso disminuye al aumentar los niveles de gallinaza en la ración, lo cual está directamente asociado con una menor retención de proteína cruda.

2. Aumentos en la proporción de la energía en forma de almidón, en la ración, causan aumentos en la ganancia de peso hasta un punto crítico, a partir del cual las ganancias disminuyen, encontrándose esta tendencia muy similar a la observada para la retención de proteína cruda.

3. La eficiencia de conversión de los alimentos siguen las mismas tendencias a las observadas para la ganancia de peso.

4. Basado en el precio actual de la carne, ninguna combinación de las variables estudiadas resultó económicamente rentable para la producción de carne; sin embargo, tanto la inclusión de gallinaza como la inclusión de banano en la ración tienden a reducir las pérdidas económicas, a través de una disminución en el costo de alimentación, la primera, y a través de una mejor eficiencia de conversión alimenticia la segunda.

Resumen

Se alimentaron 78 novillas de diferentes razas (20 meses y 200 kg de peso vivo) con raciones que contenían diversos niveles de gallinaza (% del N total aportado por gallinaza = X_1) y de almidón (% de la EM total aportada por banano = X_2). Todas las raciones estudiadas se calcularon isonitrogenadas e isocalóricas (11,5% PC y 2,5 Mcal EM/kg MS, respectivamente). El experimento tuvo una duración de 107 días. Los niveles X_1 y X_2 estudiados fueron: 0, 20, 40, 60, y 80 por ciento; y 0, 5, 15, 25 y 50 por ciento, respectivamente, utilizando un arreglo factorial incompleto dentro de un diseño completamente al azar.

Los resultados obtenidos para las ganancias de peso (Y_1 en g/animal/día) se describen con la función: $Y_1 = 580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2$ ($R^2 = 0,81$; $P \leq 0,01$). Esta relación indica que la inclusión de gallinaza en la ración causa una disminución lineal en las ganancias de peso, mientras que la inclusión de banano tiene un efecto cuadrático, que tiende a aumentar las ganancias de peso hasta un punto crítico para luego comenzar a disminuir. Este punto crítico de X_2 se desplaza desde 23,5 (cuando $X_1 = 0$) hasta 48,2 (cuando $X_1 = 90$). Similarmente, la eficiencia de conversión alimenticia es afectada en la siguiente forma: $Y_2 = 0,087 - 0,00059X_1 + 0,0081X_2 - 0,000015X_2^2 + 0,0000066X_1X_2$. Y_2 está definida como la proporción entre la ganancia (kg/día) y el consumo (kg/día). El nivel de X_2 que produce la máxima respuesta varía desde 26,4 a 46 por ciento para $X_1 = 0$ ó 90 por ciento, respectivamente.

Debido al bajo precio de la carne, ninguna de las raciones estudiadas resultó económicamente rentable. Sin embargo, se notó que la inclusión de gallinaza tiende a reducir las pérdidas, a través de una disminución en el costo de la ración. Similarmente, la inclusión de banano disminuye las pérdidas económicas a través de una mejor eficiencia alimenticia.

Literatura citada

1. ARIAS, C. BURROUGHS, W., GERLAUGH, P. y BETHKE, R. M. The influence of different amounts and sources of energy upon *in vitro* urea utilization by rumen microorganisms. *Journal of Animal Science* 10:683-692. 1951.
2. BHATTACHARYA, A. N. y FONTENOT, J. P. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *Journal of Animal Science* 24:1174-1178. 1965.
3. BHATTACHARYA, A. N. y FONTENOT, J. P. Protein and energy value of peanut hull and wood shavings poultry litter. *Journal of Animal Science* 25:367-371. 1966.
4. BLOOMFIELD, P. H., MUHRER, M. E. y PFANDER, W. H. Relation of energy source to urea utilization by rumen microorganisms. (Abstract). *Journal of Animal Science* 17: 1189. 1958.
5. COSTA, G. Hypothetical pathway of nitrogen metabolism. *Nature* 188:549-552. 1960.
6. CULLISON, A. E., McCAMPBELL, Y. C. y WARREN, E. P. Use of dried broiler feces in steer rations. (Abstract). *Journal of Animal Science*. 36:218. 1973.
7. CUTHBERTSON, D. P., y GUTHRIE, W. G. W. The effect of variations in protein and salt intake on the nitrogen and chloride contents of sweat. *Biochemical Journal* 28:1444. 1934.
8. DRAKE, C. L., McCLURE, W. H. y FONTENOT, J. P. Effect of level and kind of poultry litter for fattening steers. (Abstract). *Journal of Animal Science* 24: 879. 1965.
9. HERRERA, E. E. Engorda de vacas de desecho con subproductos de la caña y diversos niveles de almidón de banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 46 p.
10. LENG, R. A. y PRESTON, T. R. Caña de azúcar para la producción bovina: limitantes actuales, perspectivas y prioridades de la investigación. *Producción Animal Tropical* 1:1-22. 1976.
11. MITCHELL, H. H. y HAMILTON, T. S. The dermal excretion under controlled environmental conditions of nitrogen and minerals in human subjects, with particular reference to calcium and iron. *Journal of Biological Chemistry* 178:345-361. 1949.
12. MILLS, R. C., BOOTH, A. N., BOHSIEDT, G. y MART, G. E. The utilization of urea by ruminants influenced by the presence of starch in the ration. *Journal of Dairy Science* 25:925-929. 1942.
13. MUÑOZ, H. y MARTIN, I. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. ALPA Memoria 4:7-28. 1969.
14. NOLAND, P. R., FORD, B. F. y RAY, M. L. The use of ground chicken litter as a source of nitrogen for gestating-lactating ewes and fattening steers. *Journal of Animal Science* 14:860-865. 1955.
15. RODRIGUEZ, J. y ZORITA, D. E. Investigaciones básicas para la utilización de las excretas de ave en la alimentación de rumiantes: toxicidad, balance de nitrógeno y descomposición del ácido úrico. *Anales de la Escuela Veterinaria de León (España)* 10:135-260. 1964.

- 16 RUIZ, M. E. y RUIZ, A. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. I. Disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en Costa Rica. Turrialba 27:361-369 1977
- 17 RUIZ, A. y RUIZ, M. E. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. II. Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. Turrialba 28:143-149 1978
- 18 OLTIJEN, R. R., SLYTER, L. I., KOZAK, A. S. y WILLIAMS, E. E. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as non protein nitrogen sources for cattle. Journal of Nutrition 94:193-202 1968.
- 19 THOMAS, J. W., YOYO, P., TINNINITT, P. y ZINDEL, H. C. Dehydrated poultry waste as a feed for milking cows and growing sheep. Journal of Dairy Science. 55:1261-1265. 1972

Reseña de Libros

HOLDRIDGE, LESLIE R. Ecología basada en zonas de vida. Ilustrado por Joseph A. Tosi. Traducción de Humberto Jiménez Súa. San José, Costa Rica. IICA, 1978. 216 p. (Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34)

Se trata de la traducción del libro "Life Zone Ecology" del mismo autor, publicado en 1968 y traducido en excelente español por Jiménez.

El texto cubre 144 p más 6 p. de referencias y dos apéndices: un estudio de caso de una zona nubosa desértica peruana de 8 p y 56 p. de fotografías ilustrando zonas de vida y usos de la tierra, casi todas de Joseph Tosi.

Desde hace muchos años el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge que apareció por primera vez en 1947 cuando las zonas de vida fueron llamadas "formaciones", ha sido objeto de múltiples aplicaciones. Ha sido revisado varias veces por el mismo Holdridge. Ha sido usado extensamente por numerosos científicos, quienes encontraron un excelente instrumento para sus correlaciones. Asimismo ha sido objeto de críticas por otros e ignorado por un tercer sector. La misma edición de 1968 (cuya cita curiosamente falta en la bibliografía) no era de amplia distribución y su impresión fue bastante pobre.

Esta edición, mucho mejor producida y en idioma español viene a llenar una apremiante necesidad ya que el sistema ha sido usado extensamente en Turrialba en numerosos otros centros de investigación y enseñanza, especialmente en América Latina.

Aunque el libro cubre muchos aspectos del conocido sistema, también abarca capítulos sobre sucesión, suelo, atmósfera, agua, ecología humana, planificación del uso de la tierra y productividad, aunque, para entender mejor estas secciones es generalmente imprescindible estar familiarizado con las zonas de vida, su reconocimiento y su delimitación.

El libro discute naturalmente los aspectos considerados más controversiales del sistema como el concepto de la temperatura crítica, un límite situado algo encima de los 0°C aunque no se dice cuanto, donde cesan los procesos fisiológicos, la biotemperatura calculada como promedio de máximas encima de 30°C (las tempe-

raturas encima de 30°C, se reducen a esta cifra) y de las mínimas, encima de 0°C (las temperaturas debajo de 0°C, se elevan a esta cifra), el clima mediterráneo que no se considera zonal, la decisión de clasificar solo una asociación dentro de una zona de vida como la "típica" o "climática" mientras que las numerosas "otras" son "edáficas", "atmosféricas" e "hídricas" o combinaciones según imperan factores "especiales" de suelo, clima o agua en el suelo. Como se explica con ejemplos (p. 35), la asociación climática incluye una distribución estacional "normal" de la biotemperatura y la precipitación (incluyendo la duración de la estación seca) en relación con la latitud, la elevación, la ubicación hemisférica y la precipitación anual total, pendientes suaves o moderadas, suelos residuales maduros de rizados de materiales parentescos mineralógicamente completos y meteorizados bajo la acción del clima reinante; condiciones atmosféricas, geológicas, topográficas o edáficas *normales o no complicadas* (subrayado nuestro). Esta asociación climática contribuye a dar el nombre a la zona de vida. Las otras asociaciones que pueden ser muy numerosas ya que una multitud de combinaciones son posibles, tienen características "anormales" en cuanto a factores climáticos o edáficos.

Tal forma de clasificar inevitablemente produce reacciones pero también tiene ventajas pues de otra manera será imposible establecer cualquier clasificación con jerarquías entre los numerosos factores que interactúan.

Una vez aceptado un cierto número de estas interpretaciones, es más fácil seguir con los otros aspectos que resumen investigaciones del autor como el "índice de complejidad", un nomograma de movimiento de agua en diferentes asociaciones y otras fórmulas que permiten calcular ciertos índices, y adelantar teorías que van desde las diferencias raciales hasta los orígenes de la agricultura.

El libro recalca elocuentemente los efectos de la sobrepoblación. También se muestra lo equívoco del actual concepto de planeación del uso de la tierra basado en la población existente y su crecimiento potencial, cuando lo que se requiere es "evaluar una área en términos del número de personas que pueden habitarla con un nivel satisfactorio, y un buen uso de la

tierra" (p. 128)

Entrar en tantos aspectos controversiales requiere una documentación bibliográfica y ésta a menudo falta o no hace caso a muchas contribuciones de autores que han examinado problemas relacionados. El autor, en apoyo a sus ideas sobre biotemperatura cita por ejemplo las investigaciones de Gates que "parecen ser las más relevantes", pero Gates no aparece en la bibliografía. De muchos libros citados hay ediciones revisadas más recientes. Un índice general también hubiera ayudado a mejorar la localización de diferentes términos y aspectos de particular interés.

El libro contiene una gran cantidad de ideas originales y para algunos, controversiales, pero esto es en todo caso deseable para los ecólogos y sus intentos de entender mejor las correlaciones entre la biota y los factores del ambiente; asimismo ayudará a estimular nuevas ideas e investigaciones en vez de transferir conceptos y aplicaciones que a menudo nos vienen de

zonas templadas. En este sentido un libro como éste, sobre un tema tan complejo ha logrado su cometido y constituye en todo caso una contribución notable a la ecología, especialmente en las zonas tropicales donde existen montañas altas.

En vista de los numerosos mapas ecológicos basados en este sistema que ya existen para la mayoría de los países latinoamericanos, se trata de un texto indispensable para los que se ocupan de planificación del uso de la tierra, inventarios, relación, recursos y desarrollo así como numerosos aspectos ecológicos. Su precio módico lo hace accesible a todos los bolsillos.

GERARDO BUDOWSKI

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

Effects of bean maturity on seedling vigour in cacao (*Theobroma cacao*)^{*} ————— S. A. ADENIKINJU^{**}

COMPENDIO

Estudios llevados a cabo desde 1965 en la Estación Experimental de Gambari, del Cocoa Research Institute of Nigeria, han mostrado que el estado de madurez de las almendras de cacao tiene efectos definidos sobre su desarrollo y viabilidad. La madurez de las almendras afecta también el crecimiento de las plántulas mientras que las mazorcas verdes que han alcanzado su tamaño máximo pueden suplir almendras capaces de producir plántulas vigorosas o más vigorosas que aquellas de mazorcas fisiológicamente maduras. Usando plántulas más vigorosas, es posible reducir el periodo en el almacigo hasta en tres meses, mientras que las mazorcas que han alcanzado el tamaño máximo y color antes de la madurez fisiológica pueden ser también usadas para obtener esas plántulas para plantación en el campo.

Introduction

ATTEMPTS have been made in the past to measure the effects of pod maturity on bean viability and growth of cacao seedlings (1, 2, 3, 10). The results obtained since 1965 when the first studies were initiated at the Gambari Experiment Station of the Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN) have shown that the maturity of cacao pods affects both bean viability and seedling growth. No justification has so far been found for selecting only ripe cacao pods for raising seedlings for large scale planting as previously recommended (7, 8). On the other hand beans from mature green pods or pods that were only partially ripe have been found to produce seedlings which were as vigorous as or more vigorous than those raised from ripe pods (4).

This report deals with the results obtained in two previous experiments on the influence of bean maturity on total germination, seedling height and foliage production. The results on pod and bean development as well as bean viability obtained from the same experiments were reported earlier (4).

Materials and Methods

Pods of three Crosses, C77 × C23, C67 × C77 and C75 × C14 were used in the experiments. Clones C67, C75 and C77 are Upper Amazon selections while C23 and C14 are local Trinitario selections referred to earlier by Toxopeus in his reports on establishmentability (11, 12). Hand pollination was carried out in all cases to enable the age of pod from the time of pollination to be used as the measure of pod and bean maturity. There were 5 treatments represented by the symbols T1, T2, T3, T4 and T5 in each of the two experiments carried out.

Each treatment was replicated 4 times with 25 beans sown per replicate. A randomized block design was used in both experiments. The beans were sown in 25.4 × 12.7 × 5.1 cm, 0.005 gauge black polythene pots filled with top soil. Only Cross C67 × C77 was used in Experiment 1 while a mixture of the 3 Crosses was needed in Experiment 2 to provide enough samples.

In Experiment 1 the flowers were pollinated on the same day and the pods for the first treatment were harvested on January 21st 1975 with other treatments harvested subsequently at fortnight intervals to provide the 5 maturity treatments of 106, 120, 134, 148 and 162 days from pollination.

In Experiment 2, the flowers were pollinated at fortnight intervals to provide the same 5 treatments as in Experiment 1. The pods were however harvested

^{*} Received for publication June 6th, 1978

^{**} Agronomist, Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN), Ibadan. Present address: CPA, P.O. Box 1718, Lagos Nigeria

the same day on February 24, 1975 when they were 110, 124, 138, 152 and 166 days old. The maturity treatments in Experiment 2 were therefore produced by reversing the pollination and harvesting procedure in Experiment 1. This was done purposely to ensure that differences observed between maturity treatments in previous experiments where the pods in the different treatments developed over different but overlapping periods were not due mainly to differences in the climatic conditions during pod development. The pollination procedure and details about the treatments in both experiments are shown on Table 1. Sowing of the beans took place the day following each harvest.

In Experiment 1, leaf number and seedling height were recorded as from 10 weeks after sowing and subsequently at fortnight intervals till 24 weeks, the end of the nursery period. The same records were taken in Experiment 2 but these commenced as from 4 weeks after sowing.

The data on leaf number and seedling height were analysed statistically at the end of the nursery period to detect any differences between the treatment means.

Due to unequal number of seedlings resulting from differences in bean viability per treatment as reported earlier (4), the analysis was carried out on 5 randomly selected data from each replicate. In Experiment 1 comparison was limited to only 4 of the 5 original treatments because the beans from 106 day old pods, i.e. Treatment T1, were not viable.

Results and discussion

Foliage production

In both Experiments 1 and 2 the differences between the effects of bean maturity treatments on foliage production were apparent as from the first records (Tables 2 and 3). Although leaf number per seedling tended to increase slightly with increase in bean maturity initially in Experiment 1, this trend did not persist and by the end of the nursery period the seedlings raised from the most mature beans (T5) recorded fewer leaves than the other treatments (Table 2). Only the difference between treatments T3 and T5 was however significant at that stage ($P = 0.05$). The pattern was somewhat different in Experiment 2 where leaf number continued to increase with increase in bean maturity throughout the nursery period (Table 3). Only the difference between the least mature (T1) and the most mature beans (T5) was significant ($P = 0.05$) at 24 weeks.

The difference observed in the two experiments might be attributed to the different procedures adopted for producing the treatments as described earlier (Table 1). Seasonal factors probably exerted a greater influence on the results obtained in Experiment 1 where a greater part of the growth of cacao pods in each treatment covered different periods of time as was also the case for the seedlings, unlike in Experiment 2. This resulted from the fact that pollination for each treatment took place the same date while

Table 1.—Details of pollination date and the bean maturity treatments

Treatment*	Pollination date		Pod growth period		Harvesting date	
	Expt 1	Expt 2	1	2	1	2
T1	Oct. 10, 1974	Nov. 6, 1974	Oct. 10, 1974 to Jan. 21, 1975	Nov. 6, 1974 to Feb. 24, 1975	Jan. 21, 1975	Feb. 24, 1975
T2	"	Oct. 23, 1974	Oct. 10, 1974 to Feb. 4, 1975	Oct. 23, 1974 to Feb. 24, 1975	Feb. 4, 1975	Feb. 24, 1975
T3	"	Oct. 9, 1974	Oct. 10, 1974 to Feb. 18, 1975	Oct. 9, 1974 to Feb. 24, 1975	Feb. 18, 1975	Feb. 24, 1975
T4	"	Sept. 25, 1974	Oct. 10, 1974 to March 4, 1975	Sept. 25, 1974 to Feb. 24, 1975	Mar. 4, 1975	Feb. 24, 1975
T5	"	Sept. 11, 1974	Oct. 10, 1974 to March 18, 1975	Sept. 11, 1974 to Feb. 24, 1975	Mar. 18, 1975	Feb. 24, 1975

* T1, T2, T3, T4 and T5 represent beans obtained from cacao pods at 106, 120, 134, 148 and 162 days from pollination for Experiment 1 and at 110, 124, 138, 152 and 166 days, respectively for Experiment 2 in all tables.

Table 2: Leaf number per seedling at different stages in Experiment 1.

Treatment*	Weeks			After		Sowing			
	10	12	14	16	18	20	22	24	
T2	7.1	8.7	10.4	12.3	14.7	15.1	16.1	16.6	
T3	7.2	9.3	10.1	12.8	14.1	15.6	16.7	17.6	
T4	8.2	10.5	12.4	13.6	15.0	14.5	16.2	16.2	
T5	10.9	10.9	12.0	13.1	12.3	14.5	15.4	15.0	

I.S.D. (P = 0.05) at 24 weeks = 1.8

* T2, T3, T4 and T5 represent 120, 134, 148 and 162 days respectively after pollination

sowing of the beans took place on different dates in Experiment 1, unlike in Experiment 2. The effects of season and other factors besides that being tested would appear to have been reduced to the minimum in Experiment 2 where the pods were harvested on the same date for all treatments and raised in the nursery simultaneously over the same period.

Seedling height

Seedling height increased with increasing bean maturity in both experiments throughout the nursery period (Tables 4 and 5). While in Experiment 1 differences between treatments T2 and T3 on one hand T4 and T5 were significant at the end of the

Table 3: Leaf number per seedling at different stages - Experiment 2.

Treatment*	Weeks				After				Sowing			
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
T1	3.4	4.5	5.6	7.1	8.7	9.9	11.4	11.4	11.4	12.5	12.5	
T2	4.2	5.0	6.0	7.5	9.1	10.4	11.7	12.7	12.7	13.8	14.1	
T3	4.2	5.1	6.0	7.6	9.2	10.7	12.2	13.5	13.5	14.2	14.2	
T4	4.2	5.3	6.6	8.0	9.7	11.2	12.4	13.6	13.6	14.6	14.6	
T5	4.2	5.6	7.6	8.1	10.4	11.4	12.5	14.1	14.1	14.8	15.4	

I.S.D. (P = 0.05) at 24 weeks = 2.2

* T1, T2, T3, T4 and T5 represent 110, 124, 138, 152 and 166 days respectively after pollination.

Table 4: Seedling height (cm) at different estages - Experiment 1

Treatment	Weeks			After		Sowing			
	10	12	14	16	18	20	22	24	
T2	12.9	13.8	15.0	19.3	23.3	24.1	27.3	30.9	
T3	15.8	20.0	20.5	26.3	28.0	27.1	31.4	33.5	
T4	19.8	23.9	27.9	29.6	32.6	34.3	37.3	40.5	
T5	22.1	26.3	28.6	32.7	32.8	39.8	42.9	46.1	

LSD ($P = 0.05$) at 24 weeks = 5.4

nursery period (Table 4), only the difference between T1 and T5 was significant ($P = 0.05$) in Experiment 2 (Table 5). Unlike in foliage production it is noteworthy that the relative effects of bean maturity on seedling height were similar in the two experiments in spite of the differences in the procedure used for treatment application as described earlier.

It is clear from the results obtained here and from earlier studies (2, 3) that the more mature the cacao beans are the taller the seedlings produced (Fig. 1). This cannot be considered as an asset by itself, as casual observations have revealed a tendency for the taller seedlings to possess longer taproots which usually outgrow the 25.4 cm tall polythene pots into the nursery bed by the end of the nursery period of

20-24 weeks (Fig. 2). This usually results in deformation of the taproot and often the death of its tip. This is therefore a factor that counts against the use of fully ripe or overripe pods for raising seedlings. And the experience in these studies have shown that ripening or overripening can occur any time after about 162-166 days from pollination (2, 4).

The seedlings produced by the different bean maturity treatments used here were all considered vigorous enough for field planting (Fig. 3). And according to Freeman (9), provided a seedling is big enough to transplant, its original size has no bearing on its subsequent growth in the field. One can therefore assume that initial differences observed in growth of seedlings tend to disappear in the field. This

Table 5: Seedling height (cm) at different stages Experiment 2

Treatment	Weeks				After		Sowing				
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
T1	9.1	11.6	12.4	12.3	14.1	18.4	18.3	21.8	23.3	25.3	27.2
T2	11.8	14.9	14.9	17.1	18.5	21.3	21.5	25.5	26.6	29.5	32.9
T3	13.0	15.4	15.9	17.9	18.6	22.5	22.8	27.5	28.7	30.6	33.5
T4	14.7	17.5	18.1	20.5	21.2	25.9	26.3	31.7	32.4	34.1	38.0
T5	15.4	16.6	17.5	20.6	22.2	25.4	27.4	30.9	31.6	32.8	36.8

LSD ($P = 0.05$) at 24 weeks = 10.3

would explain why previous experiments at the Station have shown that the largest plants at transplanting time were not necessarily the largest two years later (9)

The results obtained here also revealed that as high as 79 - 93 per cent germination were recorded from February sowing of beans obtained from 134-152 day old unripe immature pods (Table 6). Even sowing as late as March 5 recorded 95 per cent in Experiment 1. In contrast, annual sowing is usually carried out from November to December. Good bean germination can therefore still be obtained with late sowing. The nursery period in both experiments therefore commenced 2-3 months later than usual. In spite of this late sowing the seedlings produced by Treatments T4 and T5 at 18 weeks from sowing were as vigorous as those produced by Treatments T1 and T2 at 24 weeks, the end of the normal nursery period (Tables 3 and 4). The later seedlings from T1 and T2 were earlier considered vigorous enough for field planting. There is therefore no need to fear that seedlings raised over a shorter nursery period will not be vigorous enough for field planting. In fact seedlings that are smaller than usual have been transplanted at the Station in the past when circumstances had not permitted prompt sowing and no unusual performance was noticed. Freeman (9) has in fact recorded superior performance in surviving trees in the field when sowing was done in February 1961 under shaded nursery conditions followed by field planting in June. It is therefore suggested that the current nursery period of 5 to 6 months (20 to 24 weeks) recommended by Breeman can be reduced by up to 3 months and still successfully raise seedlings that



FIG 1

One representative seedling on height basis alone from treatments T5, T4, T3, T2 and T1 (left to right) - Expt 2

can be transplanted to the field by June. This could be achieved by sowing beans in February as opposed to November or December, using pods described earlier as varying from mature unripe and green to those showing signs of ripening now known to produce the most vigorous seedlings at the CRIN nursery (3). These pods are the equivalents of treatments T4 and T5. Some of the benefits from a shorter nursery period and the use of pods of lesser maturity than the traditional ripe pods would include savings in precious nursery time and labour as well as the production of better seedlings for transplanting at the end of the

Table 6: Sowing date, nursery growth period and final germination.

Treatment	Sowing date		Nursery growth period		% germination	
	Expt 1	Expt 2	1	2	1	2
T1	January, 22, 1975	Feb 25, 1975	(Not viable)	Feb 25 to Aug, 12, 1975	—	18
T2	February 5, 1975	Feb 25, 1975	Feb 5 to July 23, 1975	Feb 25 to Aug, 12, 1975	42	75
T3	February 19, 1975	Feb 25, 1975	Feb 19 to Aug 6, 1975	Feb. 25 to Aug, 12, 1975	93	79
T4	March 5, 1975	Feb 25, 1975	Mar 5 to Aug 20, 1975	Feb 25 to Aug, 12, 1975	95	82
T5	March 19, 1975	Feb 25, 1975	Mar 19 to Sept 3, 1975	Feb 25 to Aug, 12, 1975	91	85

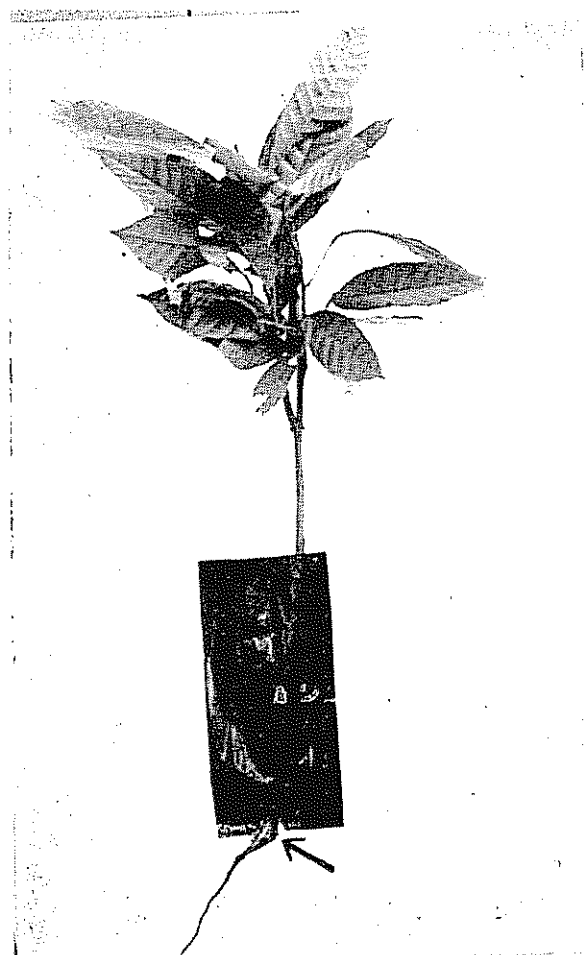


FIG. 2.

Cacao seedling with taproot bent at point of contact with nursery bed (Indicated by arrow) after outgrowing 25.4 cm deep polythene pot

nursery period. Better in the sense that the taproot development will be limited in growth to the 25.4 cm polythene pots at the time of field planting in May or June because of the shorter nursery period. This will facilitate removal of the potted seedlings from the nursery with their taproots still intact and healthy. This aspect of nursery practice at the Station however still deserves further investigation.

In conclusion, the results discussed here and those obtained from previous studies carried out at the Station on this subject show that seedlings raised from relatively immature beans obtained from unripe cacao pods are vigorous enough for field planting. Beans obtained from green mature pods harvested just prior to ripening in fact produce more vigorous seedlings than those of traditional ripe pods. There is therefore no by work done at Tafo in Ghana (6). Therefore when ever pods are required for raising seedlings on a large scale pods varying from mature green to those showing signs of ripening would also be adequate.

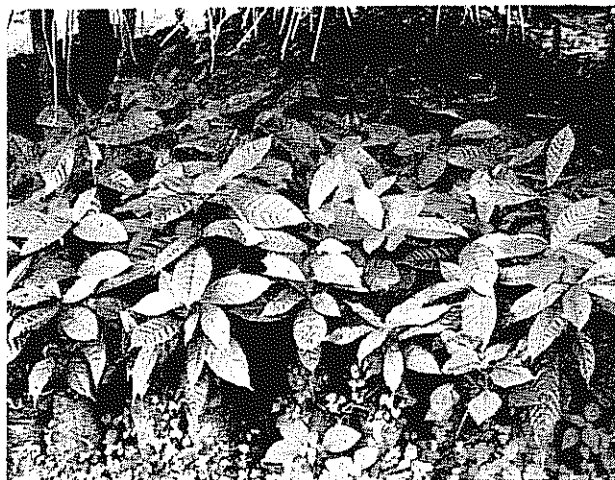


FIG. 3

Seedlings of Expt 1 two rows each from Left to Right, from Treatments T2, T3, T1 and T5 at the end of the nursery period

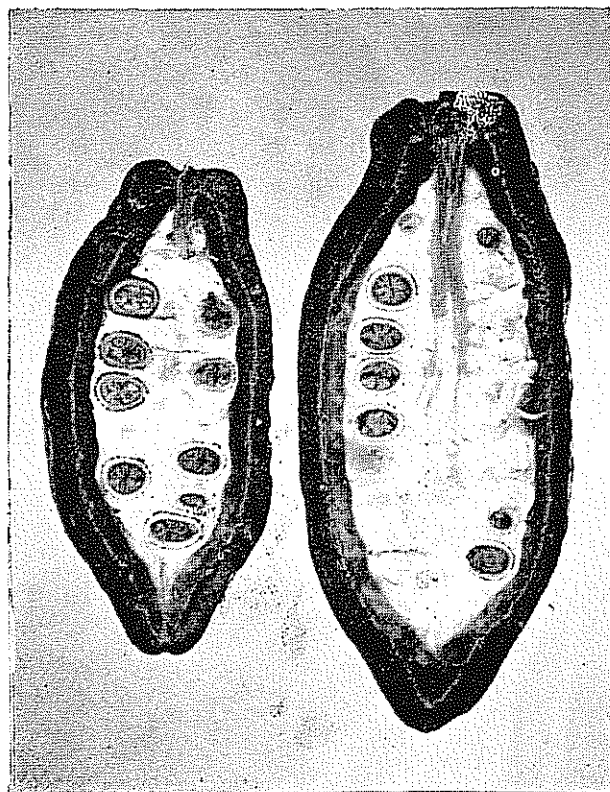


FIG. 4

Immature pods 119 days old with bean still firmly embedded in the pulp and difficult to separate for sowing.

Infact the only pods to be avoided would be those that have not attained that stage of maturity before which the beans still prove difficult to separate (Fig 4). Beans sown in February, i.e., 2-3 months latter than usual still produced seedlings that were vigorous enough for field planting at the usual time in May or June.

Summary

Studies carried out at the Gambari Experiment Station of the Cocoa Research Institute of Nigeria since 1965 have shown that the stage of maturity of cacao beans has definite affects on their development and viability. The maturity of the beans also affects the growth of seedlings while mature green pods can supply beans capable of producing seedlings that are as vigorous or more vigorous than those of ripe pods. By using more vigorous seedlings it is possible to reduce the nursery period by up to 3 months while pods which have attained the mature size and colour prior to ripening could also be used for raising such seedlings for field planting.

Literature cited

1. ADENIKINJU, S. A. Nursery germination study. Annual Report of the Cocoa Research Institute of Nigeria 1965: 109-111. 1966
2. ———. Effects of pod maturity on bean development, viability, mucilage content and seedling vigour in cacao. *Experimental Agriculture* 8: 123-129. 1972.
3. ADENIKINJU, S. A. Analysis of seedling growth patterns cocoa seedlings as influenced by bean maturity. *Experimental Agriculture* 10: 141-147. 1974.
4. ———. The influence of bean maturity on viability and seedling vigour in cacao. In *Proceedings of the 5th International Cocoa Research Conference*. Ibadan, 1978. pp. 189-194.
5. ———. The selection of cocoa pods for raising seedlings. *Cocoa Growers Bulletin* 27: 27-33. Bournville; Cadbury Limited. 1978.
6. AHENKORAH, Y. A. W. and HALM, B. J. Cocoa bean viability during pod storage and seedling performance in the nursery. *Resumés Sexta Conferencia sobre Investigación en Cacao*, Caracas. 1977.
7. CRIN. Raising of cocoa seedlings in the nursery. CRIN Cocoa Research Institute of Nigeria, Advisory Leaflet N° 3, 1965. 7p.
8. ———. Raising of cocoa plants in the nursery. Cocoa Research Institute of Nigeria, Gambari Experimental Station, Advisory Leaflet N° 3, Revised 1973. 5p.
9. FREEMAN, G. H. Method of raising cocoa seedlings in the nursery and their effects on subsequent growth in the field. *Journal of Horticultural Science* 40 (4): 341-349. 1965.
10. MARTINSON, V. A. note on pod maturity and seed viability in cocoa. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 44: 325-327. 1967.
11. TOXOPEUS, H. Establishment ability of cacao clones in Nigeria. *Euphytica* 17: 38-45. 1968.
12. ———. Establishment ability of cacao progenies in Nigeria. *Euphytica* 19: 327-333. 1970.

Notas y Comentarios

Papel de las lectinas en el organismo vegetal

Una proteína vegetal llamada lectina que podría estar involucrada en el mecanismo mediante el cual las bacterias simbióticas reconocen a sus hospedantes ha sido aislada de las raíces del trébol blanco por un equipo de científicos de la Universidad de Wisconsin. Frank Dazzo, W. Yanke y W. Brill han bautizado a su hallazgo "trifoliin" por la bacteria *Rhizobium trifolii* que infecta, forma nódulos, y entra en una relación simbiótica con el trébol (*Biochimica et Biophysica Acta* vol. 539, p. 276).

Las lectinas vegetales son proteínas que se ligan a carbohidratos y que pueden aglutinar células. Se conocen principalmente como herramientas para aislar proteínas y polisacáridos y para explorar la arquitectura molecular de las superficies celulares, las relaciones anticuerpo-antígeno y los cambios inducidos por la transformación de células normales a un estado maligno. Hasta hace poco se había prestado poca atención a la cuestión de lo que podrían estar haciendo las lectinas en la planta misma.

Los resultados del poco trabajo que se ha hecho hasta ahora sugieren que las lectinas están involucradas en la manera cómo las plantas reconocen el tipo apropiado de polen, y la forma cómo son invadidas por una enfermedad. Pero la evidencia más convincente ha emergido del estudio de la relación simbiótica entre las bacterias fijadoras del nitrógeno y las raíces de sus plantas hospedantes. Cada planta es muy exigente acerca de las bacterias con quienes vive; por ejemplo, la bacteria *Rhizobium trifolii* es capaz de entrar en simbiosis con el trébol pero no con otras leguminosas como la alfalfa y la soya. Los bioquímicos están interesados en la base molecular de este reconocimiento específico entre las bacterias y sus hospedantes.

En el caso de simbiosis del trébol con *R. trifolii*, se ha demostrado que la atracción de la superficie de las bacterias a los pelos radicales del hospedante (el primer paso necesario para la infección) es inhibida por la 2-deoxiglucosa, lo que sugiere que el receptor ligador al carbohidrato está involucrado. Esta y varias líneas de evidencia anteriores, condujeron a la sugerencia de que una lectina podría estar involucrada en el proceso de reconocimiento, y es esta lectina la que ahora ha sido aislada.

Los investigadores purificaron la proteína y probaron su capacidad para aglutinar varias cepas de *Rhizobium*. De 3-4 cepas probadas, sólo *R. trifolii* fue aglutinado, aún en concentraciones muy bajas. La lectina podía ser lavada de las raíces intactas con soluciones de 2-deoxiglucosa, lo que sugiere que está localizada en la superficie de las células adherida por un ligazón de carbohidrato.

Las técnicas de inmunofluorescencia confirmaron que el trifoliin estaba presente en las superficies radicales del trébol blanco, pero no en las de otras leguminosas como alfalfa y vicia. Las concentraciones más altas de trifoliin ocurrieron en las regiones de los pelos radicales donde se sabe que se fija el *R. trifolii*.

Dazzo y sus colegas sugieren que el trifoliin es un determinante codificado para el hospedante que juega un papel importante en el reconocimiento de las células de *Rhizobium* y en el desarrollo simbiótico subsecuente.

Las cucarachas, un refugio para los virus

Resultados sorprendentes, obtenidos por un grupo de la Universidad de Liverpool, muestran que, tanto la cucaracha americana (*Periplaneta americana*) como la común (*Blatta orientalis*), toleran en alto grado fumigaciones de formaldehído de doble fortaleza y cuatro veces la duración de la dosis recomendada para la desinfección de un cuarto (*Journal of Hygiene*, vol. 80, p. 125).

El grupo, que está formado alrededor de C. Bartzokas y K. McGarthy, descubrió que estos insectos no eran tampoco afectados cuando el agua que bebían fue reemplazada con formalina al cuatro por ciento y glutaraldehído al dos por ciento.

La solución de formol o formalina es un preservativo ampliamente usado para especímenes biológicos. Por años, el vapor de formol ha sido usado también como biocida para una amplia variedad de bichos, especialmente para combatir bacterias y virus. Es recomendado por las principales farmacéuticas como fumigante para habitaciones en los que se sospecha pueda existir la viruela.

El grupo de Liverpool sabe que los expertos en control de plagas reconocen los grandes poderes de supervivencia de que gozan las cucarachas. Otro hallazgo de este proyecto reveló, sin embargo, puede no ser tan ampliamente apreciado. Los virus que son destruidos satisfactoriamente por el gas formaldehído pueden sobrevivir la fumigación mientras están protegidos en el intestino de una robusta cucaracha. Mientras que el grupo admite que la transmisión de enfermedades viróticas por las cucarachas no está bien probada, existe evidencia de que los virus, incluyendo los del polio y la fiebre amarilla, pueden ser transportados por los insectos.

Bartzokas y sus colegas también descubrieron que aunque las cucarachas que bebían formalina al uno por ciento no sufrían inconvenientes, este trago erradicaba la flora de su intestino. La inclusión de una inmersión en un baño sónico en glutaraldehído al dos por ciento (una prueba que destruye los virus superficiales, pero que las cucarachas pasan sin molestia) produce insectos estériles.

Pero el principal mensaje de este trabajo es que aquellos que usan la fumigación con formaldehído deberían estar advertidos de que los virus pueden sobrevivir en el interior de unas pocas cucarachas robustas.

Diferencias entre líneas, cruza simples y dobles de maíz en su susceptibilidad al daño por condiciones adversas de almacenamiento^{*1/}

— ERNESTO MORENO MARTINEZ, REGINO MORONES REZA, RAUL GUTIERREZ LOMBARDO**

ABSTRACT

In order to study the behavior of different lines and crosses of maize under adverse storage conditions, 15 lines, 8 single crosses and 5 double crosses were stored with a moisture content of 17 percent and 25°C. The statistical analysis showed significant differences between lines, between single crosses and between double crosses with respect to the maintenance of viability. These differences are considered intrinsic, since all the maize tested was grown, harvested and handled under the same ecological conditions

Introducción

UNO de los daños que ocurren durante el almacenamiento de los productos agrícolas es la pérdida de la viabilidad de las semillas, lo cual repercute en la economía del productor de semillas y del agricultor que las utiliza, afectando con ello la producción agrícola regional y nacional.

La pérdida de viabilidad de la semilla de maíz, durante su almacenamiento, en gran medida se debe a la acción de los hongos del almacén, *Aspergillus* y *Penicillium* (3,6), que se ven favorecidos por la humedad y temperatura con que frecuentemente se almacena el maíz; condiciones que por sí solas contribuyen a la pérdida de viabilidad de las semillas al acelerar sus procesos fisiológicos (2, 8, 9).

En países como México, en donde las prácticas de almacenamiento son deficientes, debido a la carencia de unidades de secado y almacenes adecuados para el nivel rural y además donde las condiciones ambientales son favorables para el deterioro de los granos y semillas, se hace necesario estudiar y encontrar otras formas de aminorar el deterioro de los granos y semillas, entre ellas la búsqueda de resistencia genética al deterioro. En relación a esto, ya se han señalado que

existen diferencias en el comportamiento de diversos maíces en cuanto a su capacidad de mantener su viabilidad bajo condiciones adversas de almacenamiento (7).

Para continuar con los estudios tendientes a determinar la posible heredabilidad de la resistencia de la semilla de maíz a perder su viabilidad bajo condiciones de alta humedad, temperatura y desarrollo de hongos, se realizó el presente trabajo con el objeto de seleccionar líneas "resistentes" y "susceptibles" con las que se puedan realizar estudios de heredabilidad, así como estudios tendientes a definir la naturaleza de la variabilidad en la capacidad de mantener el poder germinativo. En este trabajo, además de la selección de líneas "resistentes" y "susceptibles", se realizó un estudio del comportamiento de la semilla de cinco híbridos comerciales, incluyendo las líneas y cruza simples que los forman, en cuanto al mantenimiento de su viabilidad bajo condiciones de almacenamiento favorable para el deterioro de las semillas

Materiales y métodos

Maíz Se utilizaron cinco híbridos comerciales, así como las líneas puras y cruza simples que se requieren para su formación. Los cinco híbridos son maíces recomendados para alturas de 1000 a 1900 m sobre el nivel del mar (msnm), siendo éstos: H-220, H-230, H-309, H-352 y H-366

Con el objeto de evaluar en forma comparativa el comportamiento de la semilla de estos maíces durante su almacenamiento, éstos fueron sembrados, cultivados y cosechados bajo las mismas condiciones ecológicas, lo cual fue realizado en el campo de producción de semillas básicas de la Productora Nacional d

* Recibido para publicación el 31 de enero de 1978

1/ Parte de este trabajo fue presentado por el tercer autor como tesis para obtener el título de Biólogo en la Facultad de Ciencias. UNAM

** Instituto de Biología. UNAM. División de Ingeniería. UAAAN; Facultad de Ciencias. UNAM. México respectivamente (Apartado Postal 70-233, México 20 D. F.)

Semillas (PRONASE) en Tepalcingo, Morelos. Con las líneas puras se formaron todas las cruza simples y a partir de cruza simples ya existentes, se formaron las cruza dobles o híbridos comerciales; al mismo tiempo, se incrementaron las líneas puras mediante cruza fraternales, de tal manera que en un ciclo agrícola y bajo las mismas condiciones ecológicas y de manejo, se obtuvieron líneas, cruza simples y dobles, lo que permitió su evaluación comparativa bajo condiciones adversas de almacenamiento. Las operaciones de siembra, fertilización, deshierbes y polinización, se realizaron conforme a las normas de producción de semilla híbrida de la PRONASE. La cosecha se efectuó cuando la semilla tenía alrededor de un 25 por ciento de humedad; una vez cosechadas las mazorcas, éstas se expusieron al sol hasta tener un contenido de humedad del 12 al 13 por ciento. Las mazorcas se desgranaron y la semilla se trató con Malathion al 4%, con una dosis de 60ppm, evitando con ello el desarrollo de insectos del almacén. La germinación al inicio de las pruebas de almacenamiento fue de 91-100 por ciento para todos los maíces. El porcentaje de invasión por hongos del almacén fue muy bajo, siendo no mayor del 3 por ciento de semillas invadidas por especies del grupo *Aspergillus glaucus*, lo cual se determinó sembrando 50 semillas en malta-sal-agar con un 6 por ciento de cloruro de sodio, incubándose por siete días a 25°C.

Pruebas de germinación. El porcentaje de germinación se determinó de acuerdo con lo señalado por la International Seed Testing Association (5).

Contenido de humedad. El contenido de humedad de la semilla se determinó con el método de secado en estufa, 103°C durante 72 horas, expresándose el porcentaje de humedad en base a peso húmedo (1).

Almacenamiento de las semillas. Todos los maíces fueron ajustados a 16,5-17,0 por ciento de contenido de humedad de la semilla, humedad que permite el desarrollo de hongos del almacén y favorece el deterioro rápido de la semilla reflejándose en la pérdida de viabilidad. La humedad se elevó mediante la adición de agua siguiendo el procedimiento señalado por Harein (4). De cada maíz por evaluar, líneas, cruza simples y dobles, se almacenaron dos kilogramos en bolsas de polietileno, en cuatro repeticiones de 500 g cada una, las que se mantuvieron abiertas y en contacto con la humedad relativa de 85 por ciento, con el objeto de mantener en el nivel deseado, alrededor de 17 por ciento, el contenido de humedad de la semilla; para tal propósito, se utilizaron cajas de plástico que contenían una solución sobresaturada de KCl para mantener una humedad relativa de 85 por ciento (10). Las bolsas que contenían el maíz fueron colocadas al azar dentro de las cajas de plástico, sobre una parrilla, evitando así el contacto de las bolsas con la solución de KCl. Las cajas se taparon y se colocaron en una incubadora a 25°C.

Muestreo y análisis estadístico. Las líneas se muestrearon cada 15 días, tomándose en cada muestreo cien semillas de cada repetición para la determinación del porcentaje de germinación; se realizaron cinco mues-

treos a 0, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento. En el caso de las cruza simples y dobles, los muestreos se realizaron cada 30 días, tomando de igual manera cien semillas de cada repetición para la prueba de germinación en cada uno de los muestreos a 0, 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento. Los datos de las pruebas de almacenamiento de cada grupo de maíces, se analizaron como factoriales, siendo un factor los diferentes maíces y el otro los períodos de almacenamiento, en un diseño completamente al azar. Se consideraron las germinaciones de todos los muestreos con el objeto de tener el comportamiento general de cada maíz, en cuanto al mantenimiento de su viabilidad a través del período de almacenamiento.

Resultados y discusión

Comportamiento de las líneas, cruza simples y dobles de maíz.

En los Cuadros 1, 2 y 3 se muestran las germinaciones de las líneas, cruza simples y dobles de cinco maíces comerciales recomendados para alturas de 1000 a 1900 msnm, que fueron almacenados bajo condiciones de humedad y temperatura favorables para su rápido deterioro. El contenido de humedad de la semilla fluctuó de 16,5 a 18,4 por ciento durante el período de almacenamiento. La micoflora predominante estuvo constituida principalmente por especies de los grupos *Aspergillus glaucus*, *A. candidus* y *A. flavus*, el 100 por ciento de las semillas presentó desarrollo de hongos durante su almacenamiento. Los análisis de varianza mostraron que hubo diferencias altamente significativas entre líneas, entre cruza simples y entre cruza dobles en cuanto al mantenimiento o conservación de su viabilidad. Igualmente se observó que el efecto de los períodos de almacenamiento sobre la pérdida de viabilidad también fue altamente significativo, esto último era lógico de esperar ya que a mayor período de almacenamiento, el poder germinativo de las semillas se reduce, aun bajo condiciones normales de almacenamiento.

El hecho de que existan diferencias altamente significativas en cuanto al mantenimiento del poder germinativo entre líneas, entre cruza simples y entre cruza dobles, las que fueron cultivadas y manejadas uniformemente, señala que la variabilidad o diferencias que se han observado en la susceptibilidad del maíz al daño por condiciones adversas de almacenamiento, son reales e intrínsecas y no debidas a efectos de otras condiciones, como lo pueden ser el cultivo, cosecha y manejo del maíz bajo diferentes condiciones ecológicas. Además del análisis de varianza para cada grupo de maíces (líneas, cruza simples y dobles), se llevó a cabo la prueba de rango múltiple de Scheffe, para señalar las diferencias y similitudes entre maíces en cuanto a su comportamiento al final del período de almacenamiento (Cuadros 1, 2, y 3).

Cuadro 1—Por ciento de germinación de líneas de maíz para altitudes de 1000 a 1900 msnm; almacenadas en una humedad relativa de 85 por ciento y a 25°C.*

Líneas	Períodos de almacenamiento o muestreos (días)						Significancia estadística (Scheffe, 0.05)**
	0	15	30	45	60	\bar{X}	
B8	97	94	90	82	71	87	a
B1	97	97	88	80	63	85	ab
B2	100	97	88	71	61	83	ab
B9	98	96	83	68	53	80	bc
B11	98	96	82	56	46	76	cd
B1B	100	100	80	52	42	75	cd
B5	98	80	70	70	47	73	d
B1	95	85	77	55	45	71	de
B2B	91	86	72	57	51	71	de
B10	100	99	70	55	31	71	de
B3	95	85	65	49	37	66	ef
B7	100	87	66	32	18	61	fg
B6	92	69	68	38	19	57	g
B13	95	75	52	30	28	56	gh
B12	100	82	46	16	9	51	h

* Cada cifra es promedio de cuatro repeticiones de cien semillas cada una

** Valores con letras minúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Por otra parte, se realizaron análisis de varianza y pruebas de Scheffe considerando solamente las germinaciones del último muestreo, encontrándose igualmente diferencias altamente significativas entre líneas, entre cruza simple y entre cruza dobles, en cuanto a la conservación de su viabilidad y aun cuando la prueba de Scheffe presentó ligeras modificaciones en el arreglo o secuencia, prácticamente se tuvieron los mismos resultados. Sin embargo, se consideró que es mejor tomar en cuenta la información a través de todos los muestreos, pues esto señala el comportamiento general de cada línea, cruza simple o cruza doble, ya que al tomar solamente la información del último muestreo no se tiene indicación del comportamiento a través de todo el período de almacenamiento, que prácticamente se inicia desde el momento de la cosecha.

Cuadro 2—Por ciento de germinación de cruza simple de maíz para altitudes de 1000 a 1900 msnm, almacenadas en una humedad relativa de 85 por ciento y a 25°C.*

Cruzas Simples	Períodos de almacenamiento o muestreos (días)						Significancia estadística (Scheffe, 0.05)**
	0	30	60	90	120	\bar{X}	
B3 × B4	100	82	50	46	43	64	a
B1 × B2	98	89	59	40	30	63	a
B9 × B8	97	87	55	26	15	56	b
B3 × B5	99	79	47	34	6	53	b
B2B × B6	98	83	39	29	17	53	b
B11 × B12	97	82	38	21	5	49	c
B13 × B9	95	79	19	11	2	41	d
B10 × B1B	100	78	22	2	1	41	d

* Cada cifra es promedio de cuatro repeticiones de cien semillas cada una por muestreo

** Valores con letras minúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Clasificación del maíz en resistente, intermedio y susceptible.

Con el objeto de seleccionar líneas resistentes y susceptibles para estudios posteriores sobre la hereditabilidad de la resistencia y naturaleza de la misma, se procedió a efectuar la diferenciación entre líneas resistentes, intermedias y susceptibles, bajo el siguiente criterio. Se promediaron los porcentajes de germinación de las cuatro repeticiones de cada línea, en cada uno de los muestreos, para después promediar las germinaciones de los cinco muestreos para cada línea, y en base a ese promedio, que representa el comportamiento general de la línea a través de su almacenamiento (Cuadro 1), se consideró como resistente al maíz cuya germinación fue de 76 por ciento o mayor, como intermedio al maíz que germinó entre 65 y 75 por ciento y como susceptible al maíz que germinó 64 por ciento o menos. Igual se procedió con las cruza simple y dobles en base a las germinaciones de los períodos a 0, 30 y 60 días de almacenamiento (Cuadro 4).

Esta clasificación en forma general, concuerda en forma bastante precisa con los resultados obtenidos con las cruza simple y dobles al final del almacenamiento a 120 días, lo cual puede observarse en la tendencia de agrupamiento conforme la prueba de Scheffe (Cuadros 2 y 3); aun cuando se observó que algunos maíces, que a los 60 días quedaron cerca del

Cuadro 3.—Por ciento de germinación de cruzas dobles de maíz para altitudes de 1000 a 1900 msnm, almacenadas a una humedad relativa de 85 por ciento y a 25°C.

Cruzas Dobles	Periodos de almacenamiento o muestreos (días)						Significancia estadística (Scheffe 0,05) **
	0	30	60	90	120	\bar{X}	
(B3 × B5) × (B2B × B6)	98	80	62	49	32	64	a
(B1 × B2) × (B3 × B4)	98	82	62	40	34	63	a
(B3 × B5) × B7	100	87	47	41	37	62	a
(B11 × B12) × (B13 × B9)	100	82	33	21	9	49	b
(B10 × B1B) × (B9 × B8)	99	83	28	8	4	44	c

* Cada cifra es promedio de cuatro repeticiones de cien semillas cada una por muestreo

** Valores con letras minúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

límite inferior de la clase intermedia, quedaron a los 120 días con comportamiento semejante a maíces que fueron clasificados como susceptibles, como lo fue el caso de la cruz simple B10 × B1B y el de la cruz doble (B10 × B1B) × (B9 × B8)

Se ajustaron ecuaciones polinomiales para observar en forma gráfica el comportamiento, durante todo el período de almacenamiento 60 o 120 días, de los maíces que a los 60 días fueron clasificados como resistentes, intermedios y susceptibles. En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran las ecuaciones obtenidas y sus gráficas, que muestran el comportamiento de tales maíces durante todo el período de almacenamiento.

Los resultados aquí obtenidos permiten concluir que existen diferencias reales entre diferentes maíces en relación a la conservación de su viabilidad.

En un estudio similar al presente, con maíces recomendados para las zonas tropicales de México, se obtuvieron resultados que corroboran el comportamiento de "resistencia" y "susceptibilidad" de la semilla de maíz bajo condiciones adversas de almacenamiento. De las líneas clasificadas como "resistentes" y susceptibles" en estos trabajos, se seleccionarán líneas con las que se realizará un estudio de heredabilidad, con el fin de determinar si esa "resistencia" observada, es heredable

Resumen

Se estudió el comportamiento de diferentes líneas, cruzas simples y dobles de maíz bajo condiciones adversas de almacenamiento, para lo cual 15 líneas, 8 cruzas simples y 5 dobles, fueron almacenadas con un contenido de humedad de 17 por ciento y a una temperatura de 25°C. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre líneas, entre cruzas simples y entre cruzas dobles, respecto al mantenimiento

Cuadro 4—Clasificación de líneas, cruzas simples y dobles de maíz en "resistentes", "intermedias" y "susceptibles", en base a su promedio de germinación hasta los 60 días de almacenamiento *

Clasificación	Rango de germinación (%)	Maíces
Susceptibles	0-64	Líneas: B7, B6, B13, B12 Cruzas simples: B13 × B9 Cruzas dobles: No hubo
Intermedias	65-75	Líneas: B1B, B5, B1, B2B, B10, B3 Cruzas simples: B3 × B5, B2B × B6, B11 × B12, B10 × B1B Cruzas dobles: (B11 × B12) × (B13 × B9), (B10 × B1B) × (B9 × B8)
Resistentes	76-100	Líneas: B8, B4, B2, B9, B11 Cruzas simples: B3 × B4, B1 × B2, B9 × B8 Cruzas dobles: (B3 × B5) × (B2B × B6), (B1 × B2) × (B3 × B4), (B3 × B5) × B7

* En las Figuras 1, 2 y 3 se puede observar, a través de todo el período de almacenamiento, el comportamiento de los maíces que a los 60 días fueron clasificados como "susceptibles", "intermedios" y "resistentes".

de la viabilidad. Estas diferencias son consideradas intrínsecas, ya que todos los maíces fueron cultivados, cosechados y manejados bajo las mismas condiciones ecológicas.

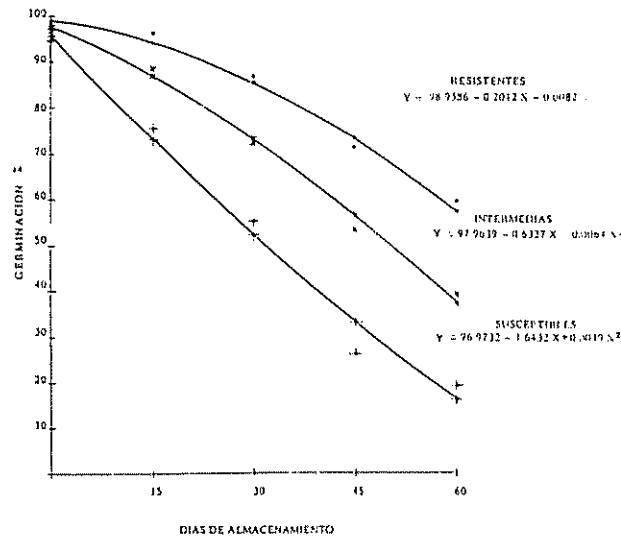


Fig. 1—Comportamiento de líneas de maíz clasificadas como resistentes, intermedias y susceptibles, en un periodo de 60 días de almacenamiento.

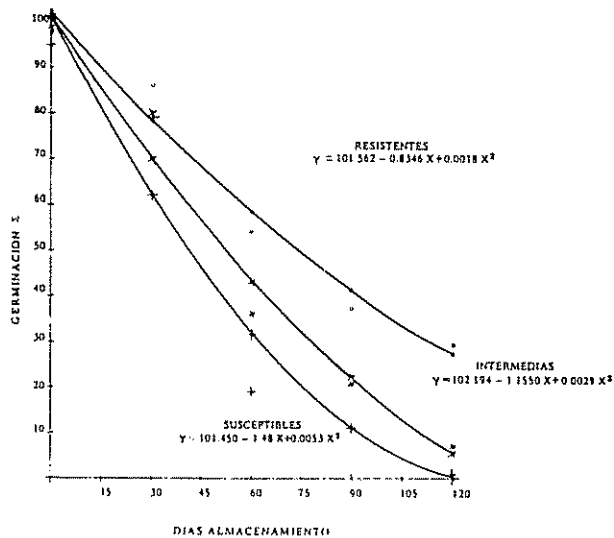


Fig. 2—Comportamiento de cruces simples de maíz, clasificadas como resistentes, intermedias y susceptible, en un periodo de 120 días de almacenamiento.

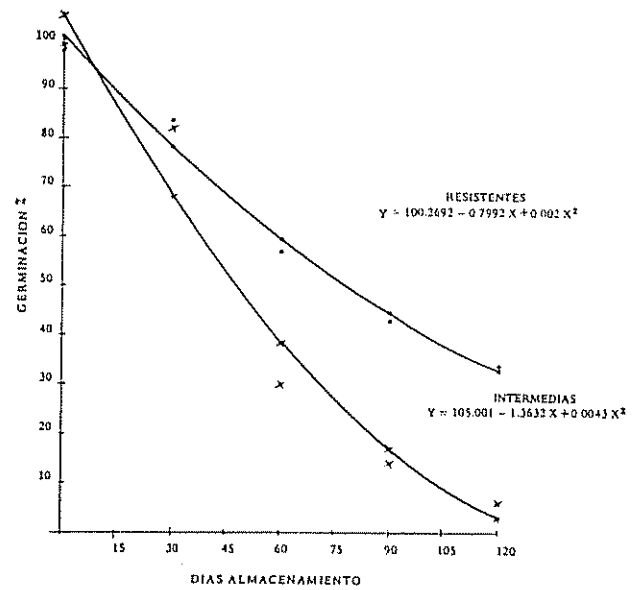


Fig. 3—Comportamiento de cruces dobles de maíz, clasificadas como resistentes e intermedias, en un periodo de 120 días de almacenamiento.

Literatura citada

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). Approved methods (8th. ed). St. Paul, Minn. The Association, 1969.
2. COUTIÑO, M. B. B., MORENO, M. E. y ZENTIENO, M. Efecto de ciertas condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) y coliflor (*Brassica oleracea* L.). Revista Latinoamericana de Microbiología 12: 109-114. 1970.
3. CHRISTENSEN, C. M. y KAUFMANN, H. H. Grain storage: The role of fungi in quality loss. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1969. 153 p.
4. HAREIN, K. P. y SODERSTROM, E. L. Coleoptera infesting stored products. In Insect Colonization and Mass Production. New York. Academic Press. 1966.
5. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. Proceedings of the International Seed Testing Association 31: 1-152. 1965.
6. MORENO, M. E. y CHRISTENSEN, C. M. Efecto de la humedad y hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. Revista Latinoamericana de Microbiología 12: 115-121. 1970.
7. — y CHRISTENSEN, C. M. Differences among lines and varieties of maize in susceptibility to damage by storage fungi. Phytopathology 61: 1498-1500. 1971.
8. PARDAVE, D. M. y MORENO, M. E. Efecto de diferentes condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla de soja. En prensa. Serie de Botánica. Anales del Instituto de Biología 1977.
9. SANCHEZ, D. R., MORENO, M. E. y ZENTIENO, M. Estudios sobre el almacenamiento de semilla de soja de la variedad Tropicana. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología. 5: 47-55. 1971.
10. WINK, W. A. y SEARS, G. R. Instrumentation studies. LVII. Equilibrium relative humidities above saturated salt solutions at various temperatures. TAPPI 33 (9): 96A-99A. 1950.

Reseña de Libros

SCHNITZER, M. and KHAN, S. U eds. Soil organic matter. Amsterdam, Elsevier, 1978 320p US \$65,25 (Developments in Soil Science 8)

Esta última adición a la serie 'Developments in Soil Science' es un texto al día sobre los aspectos fundamentales y prácticos sobre la materia orgánica del suelo.

Los desarrollos recientes en la instrumentación química, tales como métodos cromatográficos más eficientes, el sistema de cromatografía de gas-espectrometría de masa-computadora, espectrómetros avanzados de resonancia electrónica, etc han abierto nuevas posibilidades para descubrir las principales características estructurales de las sustancias húmicas y otros componentes mayores de la materia orgánica del suelo y sus principales interacciones y transformaciones. Se presentan descripciones detalladas de estos desarrollos y los progresos mayores recientes, redactados por especialistas sobre componentes de la materia orgánica; hay un capítulo sobre la interacción de esta con los plaguicidas (S. U. Khan), y del azufre orgánico y la fertilidad del suelo (V. O. Biederbeck).

VARDAMAN, J. M. Tree farm management New York, Wiley, 1978. 256 p.

Es bastante difícil hacer una revisión del libro del Sr Vardaman y no dejarse arrastrar por la reacción casi negativa que producen a éste los primeros capítulos. Creemos profundamente, que lo bueno y práctico que el libro tiene casi lo deshace el autor con los primeros cuatro capítulos.

En ellos, el Sr. Vardaman se dedica a hacer un panegírico de las virtudes del consultor forestal. No dudamos que tales personas sean útiles, pero realmente creemos que se han sobredimensionado bastante las virtudes que se derivan de su uso, en el desarrollo del negocio y explotación de los bosques de los Estados Unidos.

Un problema interesante que se nos planteaba al leer el texto, era énfasis que él mismo da a la aplicación de sus conceptos, a las coníferas y especies asociadas o parecidas y la poca referencia a los problemas de las latifoliadas. Este énfasis, restringe bastante el posible uso del libro para países tropicales.

Los capítulos del libro dedicados a los aspectos financieros del negocio de producción de árboles nos agradaron bastante, y fueron éstos los que en gran manera eliminaron de nuestra mente la reacción negativa de los primeros capítulos. Creemos que los capítulos dedicados a estos tópicos tienen dos virtudes que merecen ser reconocidas: a) tienen un enfoque bastante práctico y; b) hacen un esfuerzo aunque a veces no muy feliz de ser simples.

Es difícil por otra parte captar el público del libro; sin embargo, por el contenido del mismo podríamos decir que el libro a veces peca de ser demasiado parroquial, con términos excesivamente norteamericanos. Esto desde luego no es malo, pero desde el punto de vista del público del Sur de Estados Unidos, restringe bastante el número de posibles interesados fuera del país.

El libro sin embargo a nuestra manera de ver creemos que tiene varias virtudes que deseáramos señalar:

a)—Define claramente los aspectos económicos y comerciales de una actividad que muchas veces se toma con una exactitud casi romántica.

b)—Define con bastante exactitud la complejidad del negocio de producción de madera y eso creemos se aplica tanto en los Estados Unidos como en los países del tercer mundo.

c)—Define en términos muy específicos para los Estados Unidos lo que se debe hacer si un empresario piensa en esa clase de negocios, lo cual es desde luego bastante generalizable con las debidas reservas, del caso.

Finalmente, quiero señalar algo que después de leer el libro me vino a la mente y que quiero dejar como parte de mi opinión y es que "la mejor forma de conservar algo es utilizarlo racionalmente". Una sugerencia final al autor es que ojalá en la tercera edición se piense en una forma más universal de los conceptos. y se sea menos localista en el lenguaje.

JUAN ANTONIO AGUIRRE
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
CIENCIAS AGRICOLAS
SAN JOSE, COSTA RICA

Substituição de potássio por sódio na nutrição de alface (*Lactuca sativa* L.)* ————— JOSE R. PEREIRA**, R. L. WESTERMAN***

ABSTRACT

The effect of different levels of sodium and potassium and their interaction on yield and chemical composition of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv 'Vanguard' were investigated. Plants were grown in nutrient solution, with the following levels of sodium and potassium: 0, 2,5, 5,0, and 10,0 me/l, individually and in combination. The harvesting of the plants was 45 days after germination. Shoots and roots were separated to obtain fresh and dry weight.

Sodium functioned as a partial substitute for potassium in the nutrition of lettuce. A negative interaction on yield was observed in plants grown in high concentrations of sodium and potassium. Sodium increased the yield over the control, however the increase was only 50 per cent of the yield obtained with potassium.

The treatments influenced greatly the uptake and accumulation of sodium and potassium by shoots and roots. A decrease was observed in potassium content in shoots and roots when sodium was present in the nutrient solution. In a reciprocal way, but to a greater extent, potassium also was effective in decreasing the absorption of sodium by plants. Calcium and magnesium contents and percentages of total nitrogen, nitrate nitrogen, and organic nitrogen plus ammonium in shoots and roots were influenced to a certain extent by the treatments. Varying levels of sodium and/or potassium had no effect on total phosphorus in roots and shoots.

Introdução

O sódio apesar de não ser essencial para as plantas tem sido objeto de intensiva pesquisa devido ao seu efeito sobre as propriedades físicas do solo e a nutrição de plantas. Em alguns casos, este elemento pode agir como um substituto parcial do potássio, exercendo parte das funções deste nutriente no metabolismo das plantas ou complementando-o. Além disso, o sódio pode-se tornar tóxico para as plantas, quando presente no substrato em grande quantidade (3, 4, 5, 9, 13, 15, 22).

Tem sido observado que o sódio pode ser benéfico para algumas plantas, mesmo quando cultivadas em um meio com alto teor de potássio, em contraste, outras plantas não respondem a aplicação de sódio, mesmo em ausência de potássio (9, 14, 22, 24).

A resposta das plantas ao sódio difere grandemente entre as espécies vegetais (3, 7). De acordo com diversos investigadores a absorção genética, idade da planta e a concentração relativa deste elemento do potássio no substrato (5, 10, 16, 22). Contudo o teor e a distribuição do sódio dentro da planta diferem grandemente entre as espécies, mesmo se elas são cultivadas em meio com idêntica concentração de sódio (1, 2, 3, 10, 13, 17). A acumulação de sódio na parte aérea das plantas está estreitamente relacionada com a tolerância destas a este elemento e conseqüentemente ao desenvolvimento vegetativo e

* Recebido para publicação em 10 janeiro 1978.

** Eng. Agr., M. S., Chefe do Laboratório de Solos e Água, DREN/SUDENE. Atualmente pesquisador do Centro de Pesquisas Agropecuária do Trópico Semi-Árido-EMBRAPA, Caixa Postal 23, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

*** Prof. Assistente Department of Soil and Water and Engineering, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, U.S.A.

produção. Em feijão, por exemplo, o sódio é assimilado, mas fica retido nas raízes, entretanto, aumentando-se a sua concentração e diminuído a de potássio no meio, o sódio se transloca das raízes para a parte aérea, causando toxidez (1, 2, 10, 17, 19, 23).

Diferentes respostas também têm sido observadas em relação ao efeito do sódio sobre a composição química das plantas (13, 15, 17, 20).

Tendo em vista a importância do sódio e sua relação com o potássio na nutrição das plantas, foi realizado este experimento, visando determinar os efeitos de diferentes níveis de sódio e potássio e a interação desses dois elementos na produção e composição química da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar 'Vanguard'.

Materiais e métodos

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se a solução nutritiva de Hoagland como substrato, variando entretanto os níveis de potássio.

Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de sódio e quatro de potássio, na forma de cloreto, correspondentes a 0, 2,5, 5,0 e 10,0 me/l de cada elemento na solução nutritiva, dispostos em um arranjo fatorial 4×4 com três repetições. Os crescentes níveis de sódio e potássio estão representados pelos símbolos: Na_0 , Na_1 , Na_2 e Na_3 para o sódio e K_0 , K_1 , K_2 e K_3 para o potássio. O nitrogênio foi usado na forma de nitrato, com a finalidade de avaliar o efeito das diferentes concentrações de sódio e potássio sobre o metabolismo do nitrogênio na planta.

A solução nutritiva foi preparada com água desmineralizada, isto para minimizar os efeitos de sódio e potássio extras. O pH das soluções de todos os tratamentos foi mantido em torno de 6, ajustando-se com solução de $Ca(OH)_2$, 0,15%.

As sementes de alface foram colocadas para germinar em vermiculita. Após a germinação, as plantas foram transferidas para vasos plásticos contendo solução nutritiva permanecendo aí durante 10 dias. Após este período foram colocadas duas plantas em cada vaso contendo as soluções testes, totalizando seis plantas para cada tratamento. As soluções nutritivas nos vasos ocupavam um volume de dois litros, e eram renovadas a cada oito dias. Diariamente adicionava-se água desmineralizada para completar o volume fixado. A aeração foi feita fazendo-se passar ar artificialmente através das soluções (8).

As plantas permaneceram nas soluções testes durante 27 dias. Após este período raízes e parte aérea de cada repetição foram colhidas, mantidas separadamente, pesadas, secas a $60^\circ C$ e novamente pesadas. As raízes depois de removidas da solução foram lavadas com água desmineralizada para eliminar os nutrientes adsorvidos na superfície das mesmas. O material seco foi passado através de um moíno para fins de análise.

Matéria seca, cálcio, magnésio, potássio, sódio, nitrogênio total, nitrogênio nítrico e fósforo total fo-

ram determinados separadamente na parte aérea e raízes.

O extrato para as determinações de potássio, sódio, cálcio, magnésio e fósforo total, foi obtido através da pré-digestão do material seco com ácido nítrico concentrado e digestão final com água oxigenada a 30 por cento. O sódio e o potássio foram determinados por fotometria de chama, enquanto que o cálcio e o magnésio foram determinados por absorção atômica. A determinação do fósforo foi feita colorimetricamente usando-se o ácido ascórbico como redutor.

O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl e o nitrogênio nítrico pelo método do ácido fenoldissulfônico (11). O nitrogênio orgânico mais amoniacal foi obtido pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio nítrico.

Resultados e discussão

Produção e percentagem de matéria seca

Os dados de produção e percentagem de matéria seca da parte aérea e das raízes estão contidas na Fig 1. Uma grande diferença em peso da parte aérea e das raízes foi observado entre os tratamentos mais

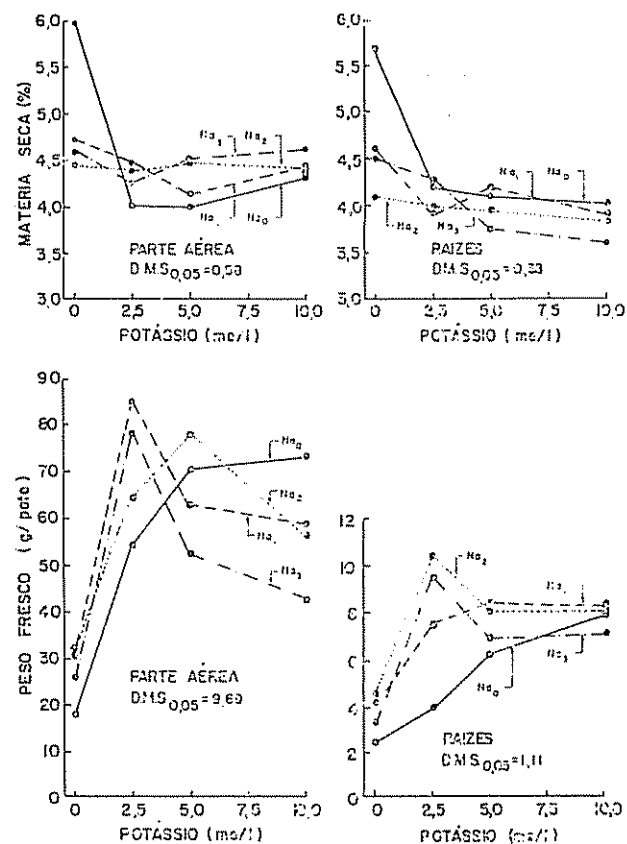


Fig 1.—Matéria verde e percentagem de matéria seca da parte aérea e raízes de alface em função de diferentes níveis de potássio e sódio.

percentagem, de matéria seca permanecem relativamente constante. A produção, tanto da parte aérea como das raízes, aumentou significativamente em relação à testemunha a proporção que os níveis de potássio aumentavam no meio. Contudo a diferença entre o peso da matéria verde da parte aérea dos tratamentos Na_0K_3 e NaK_2 não foi significativo.

Nos tratamentos com sódio em ausência de potássio foi observado um aumento de produção em cerca de 75 por cento em relação à testemunha para a parte aérea e 62 por cento para as raízes. A proporção que os níveis de sódio aumentavam foi observado um pequeno decréscimo no peso de matéria verde da parte aérea, mas as diferenças não foram significativas. Com relação às raízes o nível mais alto de sódio provocou um acentuado decréscimo no peso do material fresco em relação aos níveis Na_0K_1 e Na_0K_2 .

Comparando-se o efeito do sódio e potássio, isoladamente, no incremento do peso de material fresco foi observado que, para a parte aérea, os aumentos devidos aos níveis Na_1 , Na_2 e Na_3 de sódio corresponderam a 59, 43 e 34 por cento, dos aumentos correspondentes aos níveis K_1 , K_2 , e K_3 de potássio respectivamente. Para o caso das raízes, os mesmos níveis de sódio provocaram aumentos equivalentes a 105, 73 e 43 por cento daqueles obtidos nos tratamentos com potássio.

Os dados da Fig. 1 revelam que houve uma interação entre o sódio e o potássio afetando o crescimento, positiva e negativamente. Uma interação positiva foi observada sempre que o sódio, independente da concentração estava presente na solução nutritiva em combinação com o nível K_1 de potássio. Um significativo decréscimo, em produção da parte aérea, foi observado nos tratamentos em que o sódio estava combinado com o nível mais alto de potássio, o mesmo ocorre com o resultado do tratamento Na_3K_2 . Com relação ao peso fresco das raízes para os demais tratamentos as diferenças provocadas pela combinação dos diferentes níveis de sódio e potássio nem sempre foram significativas.

O aumento da produção de matéria verde devido ao sódio, em ausência de potássio e quando este elemento estava presente em pequena quantidade na solução nutritiva, sugere que o sódio funcionou como um substituto parcial para o potássio na nutrição da alface. Entretanto, quando o sódio estava combinado com o nível mais alto de potássio houve um efeito depressivo na produção. Nos tratamentos em que o sódio se encontrava combinado com o nível K_2 de potássio que correspondia a concentração deste nutriente na solução nutritiva de Hoagland (8), ocorreu um decréscimo na produção de matéria verde da parte aérea quando comparado com a produção obtida no tratamento Na_0K_2 , se bem que, as diferenças não foram significativas com exceção do tratamento em que o sódio se encontrava no nível mais alto (10 me/l).

A percentagem de matéria seca da parte aérea e das raízes foi mais alta no controle do que nos tratamentos com sódio e potássio, mas não houve diferença significativa quando potássio e/ou sódio estavam presentes no substrato em qualquer concentra-

ção. Idêntica resposta foi obtida por Leonard e Bear (14) Dundas (6) Lunt e Nelson (15) acharam que plantas cultivadas em um substrato alto em sódio e potássio eram mais suculentas do que plantas cultivadas em um meio baixo em potássio, entretanto Kramer (12) informa que uma maior turgescência é observada sempre que o cloro esteja presente no substrato. Neste experimento a quantidade de potássio e sódio, isoladamente e em combinação, não afetou a turgidez das plantas, o aumento observado foi devido provavelmente à presença de cloro na solução nutritiva.

Composição química

Os teores de cálcio e magnésio na parte aérea e raízes estão contidos na Fig. 2. De acordo com os dados obtidos a concentração de cálcio na parte aérea foi influenciada pelo sódio presente no substrato nutritivo, isoladamente ou em combinação com o potássio, assim em todos os tratamentos em que o sódio estava presente houve um decréscimo significativo no teor de cálcio, embora no tratamento Na_1K_0 , a diferença não tenha sido significativa. Também o potássio no nível K_3 isoladamente, provocou uma diminuição no teor de cálcio da parte aérea. Nas raízes, a acumulação de cálcio não foi afetada de maneira significativa, pelos diversos tratamentos, apesar das variações observadas entre os resultados obtidos. O teor de magnésio na parte aérea diminuiu a níveis mais baixos do que o observado na testemunha, exceto no tratamento Na_1K_0 . Os resultados obtidos nos três níveis de potássio

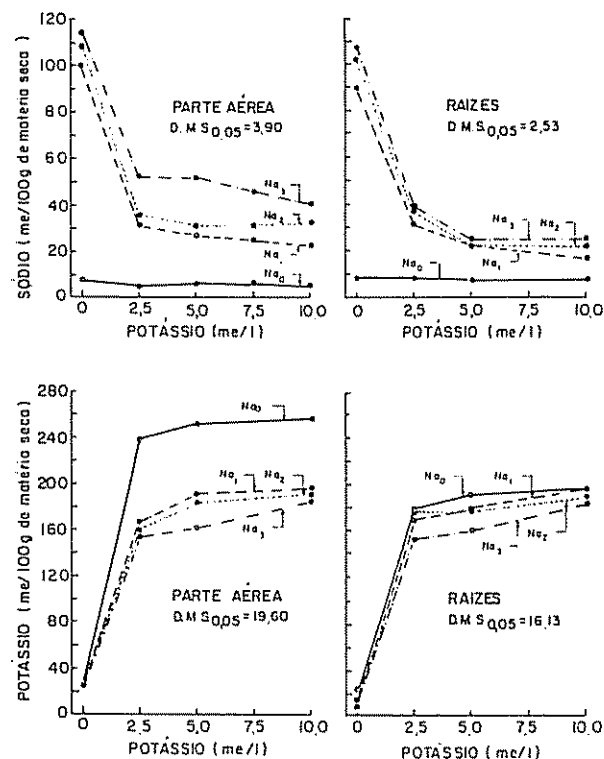


Fig. 2—Cálcio e magnésio na parte aérea e raízes de alface em função de diferentes níveis de potássio e sódio.

em ausência de sódio foram estatisticamente iguais. O sódio isoladamente estimulou a absorção de magnésio, contudo nos tratamentos onde este elemento e o potássio estavam presentes, o sódio não exerceu nenhum efeito nestes processos. Harmer e Benne (7) encontraram a mesma resposta para beterraba e cevada. Com alguma exceção, o magnésio contido nas raízes seguiu uma idêntica seqüência daquele observado na parte aérea.

A Fig. 3 mostra os dados relativos a concentração de sódio e potássio na parte aérea e raízes. A quantidade de potássio na parte aérea decresceu à proporção que a quantidade de sódio aumentava na solução nutritiva. Nos níveis Na_1 e Na_2 houve um aumento de potássio na parte aérea quando a concentração deste elemento na solução nutritiva aumentou do nível K_1 para o K_2 , entretanto nenhuma diferença foi observada entre os níveis K_2 e K_3 em combinação com sódio, exceto no nível Na_3 . Nas raízes, o sódio não exerceu nenhum efeito na acumulação de potássio.

As plantas acumularam grande quantidade de sódio (Fig. 3) quando somente este elemento constituiu os tratamentos, mas em presença de diferentes níveis de potássio, houve um significativo decréscimo na concentração de sódio em ambas as partes da planta. Nas condições deste experimento, a alface teve um papel seletivo com relação a absorção do sódio e potássio. Na ausência de potássio, a quantidade de sódio absorvida por unidade de matéria seca foi muito mais baixa do que o total de potássio absorvido em ausência de sódio. Resultados similares foram observados em outras plantas por Montasir, Sharoubeem e Sidrak (18). A presença de sódio nas plantas cultivadas em ausência deste elemento, deve ter sido devida ao fato de que as sementes germinaram em vermiculita e também ao sódio contido na água desmineralizada utilizada no preparo das soluções.

Os teores de fósforo total, nitrogênio total, nitrogênio nítrico e nitrogênio orgânico mais amoniacal constam no Quadro 1. A percentagem de fósforo total na matéria seca, tanto nas raízes como parte aérea, não foi influenciada pelos diferentes tratamentos, entretanto a quantidade de fósforo encontrado nas raízes foi aproximadamente duas vezes a encontrada na parte aérea. Quando o potássio foi omitido dos tratamentos, a percentagem de nitrogênio total da parte aérea foi mais baixa do que nos demais tratamentos. Entretanto nenhuma diferença entre o nitrogênio total foi observado nas raízes e partes aéreas quando ambos, potássio e sódio, estavam presentes no meio.

Como previamente estabelecido, o nitrogênio foi usado na forma de nitrato visando-se com isso avaliar os efeitos do sódio e do potássio, isoladamente, em combinação, sobre o crescimento e metabolismo do nitrogênio na alface. As plantas mantidas em ausência de potássio, a quantidade de nitrogênio nítrico, tanto nas raízes como na parte aérea, foi muito menor do que quando o potássio estava presente no meio nutritivo. No nível K_3 em presença de sódio, os teores de nitrato na parte aérea foram significati-

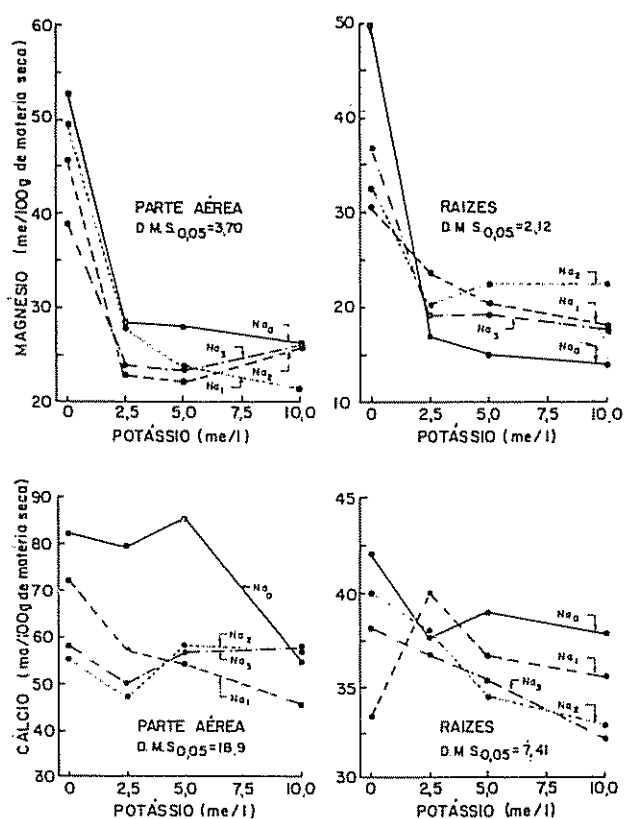


Fig. 3.—Sódio e potássio na parte aérea e raízes de alface em função de diferentes níveis de potássio e sódio.

vamente mais baixos comparados com os níveis K_2 e K_1 combinado com os diversos níveis de sódio. O sódio isoladamente provocou um aumento no nível de nitrato em relação ao controle, entretanto o efeito foi menor do que o observado em relação ao potássio. Estes dados estão de acordo com observações feitas por Shear Crane e Myers (21), segundo as quais, quando a fonte de nitrogênio para as plantas está na forma nítrica, ocorre uma acumulação de nitrato nas folhas que será utilizado no crescimento e outras atividades. A acumulação será evitada quando as condições não são favoráveis para utilização desse nitrato. Nas raízes o teor de nitrato não foi influenciado pelos tratamentos em que o sódio e o potássio estavam presentes. A parte aérea acumulou mais nitrato do que as raízes, sendo que em ausência de potássio as diferenças foram bem mais pronunciadas.

O nitrogênio total e na forma nítrica foram determinados e o nitrogênio orgânico mais amoniacal foram obtidos por diferença. O mais alto valor para o nitrogênio orgânico mais amoniacal, na parte aérea e nas raízes foram observados na testemunha e nos tratamentos onde somente sódio estava presente na solução nutritiva. A percentagem encontrada na parte aérea foi mais baixa do que nas raízes, isto sugere que a redução do nitrato em alface ocorre nas raízes,

Quadro 1.—Fósforo total, nitrogênio total, nitrogênio nítrico e nitrogênio orgânico mais amoniacal na parte aérea e raízes em função de diferentes níveis de sódio e potássio.

Trat	Parte aérea				Raízes			
	P %	N %	N-NO ₃ %	N-Org+NH ₄ %	P %	N %	N-NO ₃ %	N-Org+NH ₄ %
Na ₀ K ₀	0,70	2,98	0,67	2,31	1,46	3,36	0,22	3,15
Na ₀ K ₁	0,64	3,33	1,73	1,60	1,32	3,81	1,09	2,75
Na ₀ K ₂	0,69	3,50	1,76	1,75	1,25	3,89	1,28	2,62
Na ₀ K ₃	0,68	3,52	1,68	1,81	1,34	3,86	1,15	2,71
Na ₁ K ₀	0,70	3,18	0,95	2,23	1,40	3,44	0,40	3,04
Na ₁ K ₁	0,74	3,54	1,75	1,79	1,37	3,73	1,43	2,30
Na ₁ K ₂	0,72	3,58	1,75	1,83	1,57	3,58	1,15	2,43
Na ₁ K ₃	0,67	3,61	1,51	2,10	1,26	3,60	1,14	2,46
Na ₂ K ₀	0,68	3,29	0,95	2,34	1,40	3,60	0,48	3,21
Na ₂ K ₁	0,64	3,65	1,67	1,97	1,42	3,96	1,34	2,82
Na ₂ K ₂	0,70	3,68	1,61	2,07	1,36	3,72	1,09	2,63
Na ₂ K ₃	0,67	3,54	1,45	2,09	1,19	3,79	1,22	2,57
Na ₃ K ₀	0,70	3,21	0,96	2,24	1,54	3,56	0,45	3,11
Na ₃ K ₁	0,70	3,64	1,62	2,02	1,69	3,66	1,10	2,56
Na ₃ K ₂	0,72	3,59	1,59	2,00	1,36	3,73	1,08	2,65
Na ₃ K ₃	0,72	3,67	1,46	2,22	1,11	3,81	1,07	2,75
d m s (0,05)	0,08	0,18	0,11	0,16	0,29	0,25	0,21	0,37

sendo influenciado pela ausência de potássio. Diferentes quantidades de sódio e potássio em combinação não afetaram a acumulação do nitrogênio orgânico mais amoniacal.

Conclusões

O efeito do sódio e do potássio sobre a produção e composição química da alface variou com a concentração destes dois elementos no substrato. O sódio incrementou a produção não somente em ausência do potássio mas também quando o potássio estava presente na solução nutritiva em baixa concentração. Entretanto, o aumento em produção devido ao sódio isoladamente, foi significativamente mais baixa do que o aumento observado em relação ao potássio. No nível K₁ as plantas utilizaram sódio para seu crescimento e, neste caso, o sódio funcionou como um substituto parcial para o potássio. Quando as plantas foram cultivadas ao nível K₂, a presença do sódio na concentração mais baixa não afetou o crescimento, porém,

quando se adicionou mais sódio o desenvolvimento das plantas foi negativamente afetado. A concentração mais alta de potássio combinado com os dois últimos níveis de sódio provocou um acentuado decréscimo na produção. Nos tratamentos em que somente sódio, independentemente da concentração, constituiu os tratamentos não houve diferença nos resultados de material fresco da parte aérea. A percentagem de matéria seca da parte aérea e das raízes não foi afetado pelo sódio e potássio.

A absorção do sódio e potássio foi afetada pela concentração de ambos na solução nutritiva. O potássio provocou um maior decréscimo na absorção e acumulação do sódio pela parte aérea e raízes, do que o sódio com relação ao potássio. O sódio e o nível K₃ de potássio, acarretaram uma diminuição na acumulação de cálcio pela parte aérea. Em ausência de potássio houve um aumento na absorção de magnésio. A percentagem de nitrogênio total, em ambas as partes das plantas, foi mais baixa em ausência de potássio do que quando este nutriente estava presente no meio, en-

tretanto, as diferenças nem sempre foram significativas. A percentagem de nitrogênio nítrico na parte aérea foi mais baixa quando potássio foi mantido nos tratamentos.

Literatura citada

1. BERNSTEIN, I e PEARSON, G. A. Influence of exchangeable sodium on yield and chemical composition of plants: I. Green beans, garden beets, clover, and alfafa. *Soil Science* 82: 247-248. 1956
2. BOWER, C. A e WADLEIGH, C. H. Growth and cationic accumulation by four species of plants as influenced by various levels of exchangeable sodium. *Soil Science Society of America Proceedings* 13: 218-223. 1948
3. COLLANDER, RUNAR. Selective absorption of cations by higher plants. *Plant Physiology* 16: 691-720. 1948
4. COOPER, H. P., PADEN, W. R. e PHILLIPPE, M. M. Effects of application of sodium in fertilizer on yield and composition of the cotton plant. *Soil Science* 76: 19-28. 1953.
5. COPE, Jr., J. T., BRADFELD, R. e PECH, M. Effects of sodium fertilization on yield and cation content of some field crops. *Soil Science* 76: 65-74. 1953
6. DUNDAS, JAMES. Sodium and crop water relations. *World Crops* 3: 46-47. 1965
7. HARMER, P. M. e BENNE, E. J. Sodium as a crop nutrient. *Soil Science* 60: 137-148. 1945.
8. HOAGLAND, D. R. e ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experimental Station Circular* 347. 1950
9. HOLT, M. E. e VOLT, N. J. Sodium as a plant nutrient and substitute for potassium. *Agronomy Journal* 37: 821-827. 1945
10. HUFFAKER, R. C. e WALLACE, A. Effect of potassium and sodium levels on sodium distribution in some plant species. *Soil Science* 88: 80-82. 1959.
11. JOHNSON, C. M. e ULTRICH, A. Analytical methods for use in plant analysis. *California Agricultural Experimental Station Bulletin* 766: 26-78. 1959.
12. KRAMER, P. J. *Plant and soil water relationships*. New York, McGraw-Hill Book Company. 1967. pp. 175-213
13. LARSON, W. E. e PIERRE, W. H. Interaction of sodium and potassium on yield and cation composition of selected crops. *Soil Science* 76: 51-64. 1953.
14. LEONARD, C. D. e BEAR, F. E. Sodium as a fertilizer for New Jersey soils. *New Jersey Agricultural Experimental Station Bulletin* 752. 1950.
15. LUNT, O. R. e NELSON, W. L. Studies on the value of sodium in the mineral nutrition of cotton. *Soil Science Society of America Proceedings* 15: 195-200. 1950
16. MARSHALL, J. G. e STURGIS, M. B. Effects of sodium fertilizers on yield of cotton. *Soil Science* 76: 75-79. 1953
17. McLEAN, E. O. Uptake of sodium and other cations by five crops species. *Soil Science* 82: 21-28. 1956.
18. MONTASSIR, A. H. SHAROUBEEM, H. H. e SIDRAK, G. H. Partial substitution of sodium for potassium in water cultures. *Plant and Soil* 25: 181-194. 1966.
19. PEARSON, G. A. Absorption and translocation of sodium in beans and cotton. *Plant Physiology* 42: 1171-1175. 1967
20. PEARSON, G. A. e BERNSTEIN, I. Influence of exchangeable sodium on yield and chemical composition of plants II. Wheat, barley, oats, tall fescue, and wheatgrass. *Soil Science* 86: 254-261. 1958
21. SHEAR, C. B., CRANE, H. L. e MYERS, A. T. Exploratory pot experiment balance: A fundamental concept in plant nutrition. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 47: 239-248. 1958.
22. TROUG, E. BERGER, K. C. e ATTOE, O. J. Response of nine economic plants to fertilization with sodium. *Soil Science* 76: 41-50. 1953.
23. WALLACE, A., HEMAIDAN, N. e SUFI, S. M. Sodium translocation in bush beans. *Soil Science* 100: 331-334. 1965.
24. WYBENGA, J. M. e LEHR, J. J. Exploratory pot experiment on sensitiveness of different crops to sodium. *Plant and Soil* 9: 385-394. 1958

Productividad del ajo. I. Fertilización nitrogenada y riegos^{*1/}

M. A. LAZZARI**, R. A. ROSELL**, M. R. LANDRISCINI***

ABSTRACT

This report is a part of a program aimed to study the nitrogen economy, balance and dynamics in soils in order to obtain better crops. In this paper the effect of nitrogen fertilization and moisture levels on a "pink" garlic variety planted in a sandy clay loam soil is presented.

To obtain a high yielding and excellent quality garlic crops it is suggested:

- use proven soil and plant management techniques*
- maintain good soil phosphorus and potassium levels*
- apply 150 kg of N/ha during the vegetative cycle*
- maintain a high soil moisture level*

A procedure to establish the crop "quality" by using an "index number" is also presented.

Introducción

EL cultivo del ajo (*Allium sativum*) en la región de influencia de Bahía Blanca, Argentina, ha adquirido singular importancia económica en los últimos años. Las dos zonas de mayor actividad ajera se encuentra en el partido de Villarino requiriendo en ambos casos el empleo de riego artificial en virtud de que parte del ciclo de desarrollo del cultivo ocurre en el período de menores precipitaciones. En Médanos se emplea agua de perforaciones, extraída con molinos a viento y con bombas eléctricas, con un nivel de salinidad elevado. En el Valle Bonaerense del Río Colorado (Pedro Luro, Hilario Ascasubi, Mayor Buratovich y zonas colindantes) se emplea agua del río Colorado, la cual posee un contenido salino aceptable (hasta 11 me de sales solubles totales por litro) (7).

Experiencias conducidas por investigadores brasileños (2, 4, 8) coinciden en indicar que la producción total del cultivo y el peso medio de los bulbos de ajo es el más elevado cuando el suelo se mantiene entre 60

y 90 por ciento de su capacidad de campo o el potencial hídrico total entre 0,3 y 0,5 bar. Por otro lado, Menezes Sobrinho y colaboradores (6) establecieron que la fertilización nitrogenada óptima de varios cultivadores de ajo oscilaba entre 500 y 600 kilogramos de sulfato de amonio por hectárea. La siembra se efectuó a mediados de abril y la aplicación de fertilizantes, de una sola vez, en el mes de junio. La cosecha de 352 000 bulbos (de 22,7 g cada uno) por hectárea produjo el rendimiento de hasta 7.440 kg de ajo por hectárea.

Zink (11) estableció que un buen rendimiento del cultivo requería la aplicación de 182, 38 y 168 kg de N, P y K, respectivamente, por hectárea.

Sotomayor (10) indicó que una elevada densidad de siembra como 400 mil bulbos por hectárea aumentó el rendimiento total pero decreció significativamente el tamaño de los bulbos. Sin embargo, sugirió que una fuerte fertilización nitrogenada permitiría obtener rendimiento y calidad comerciales.

Singh *et al.* (9) y Devjatova (3) observaron también aumentos significativos de productividad del ajo cuando recibía dosis elevadas de nitrógeno en condiciones adecuadas de densidad de siembra.

Aljaro Uribe y colaboradores (1), en Chile, estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada y la densidad de siembra. Encontraron los rendimientos más elevados y la mejor calidad de bulbos con la combinación de 150 kg de N y un millón de plantas por hectárea. El nitrógeno se aplicó en dos dosis iguales: en

* Recibido para la publicación el 30 de mayo de 1978

^{1/} Investigación llevada a cabo en el Laboratorio de Humus, Universidad Nacional del Sur (UNS), Alem 925, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

** Profesores adjunto y titular, respectivamente, del Departamento de Ciencias Agrarias, UNS, Alem 925, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

*** Becaria de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

presiembrada y cuando las plantas alcanzaron 30-35 cm de altura.

El valor económico y las posibilidades de competir en mercados internacionales del cultivo del ajo y de otras especies es una consecuencia de dos factores: la productividad, expresada en rendimiento por unidad de superficie, y la calidad, expresada fundamentalmente por el tamaño y la sanidad del bulbo.

El presente informe es parte de un programa, iniciado en el año 1977, que tiene por objetivo estudiar la economía, balance y dinámica del nitrógeno para obtener mejores cultivos (en cantidad y calidad) útiles al hombre. En este trabajo se presenta el efecto de la fertilización nitrogenada y niveles de humedad sobre una variedad de ajo colorado de exportación sembrado en un suelo franco arcillo arenoso. La experiencia se llevó a cabo en lisímetros de pesada para obtener información complementaria sobre evapotranspiración del cultivo, pérdida de nitrógeno soluble por lixiviación, dinámica de nitratos, etc, que serán reportados próximamente.

Materiales y métodos

Suelo

Se utilizó un suelo de la región de Bahía Blanca, ubicado en el kilómetro 7 del Camino a la Carrindan-

ga. La descripción del perfil y las propiedades del suelo se presentan en el Cuadro 1.

Lisímetros automáticos de pesada diferencial

Se empleó una batería de cuatro lisímetros automáticos de pesada diferencial (LAPD) que permitían obtener datos de evapotranspiración real con una precisión de 0,04 mm, mediante un sistema sensible de membranas y elementos conductores que contienen mercurio y aceite.

Cada lisímetro poseía las siguientes dimensiones:

- superficie: 1 m × 1 m = 1 m²
- profundidad: 1,5 m
- volumen: 1,5 m³

Los tanques lisimétricos son de acero poseyendo agujeros de drenaje, con su correspondiente tapa a rosca, a diferentes profundidades para efectuar estudios con napas de agua variables y para obtener el agua de lixiviación o de drenaje.

La base de cada tanque lisimétrico posee una capa de grava fina y luego una capa superpuesta de arena. La altura de la arena y la grava es de 10 cm. Sobre la arena se adicionaron por capas sucesivas, los horizontes del suelo descripto, de acuerdo con la secuencia de horizontes encontrada en el campo.

Cuadro 1.—Descripción del sitio y del perfil del suelo.

Clima: Templado cálido, sequedad invernal, lluvioso en otoño y primavera. Temperatura media mensual mes más frío: menor de 18°C y mayor de —3°C. Régimen de humedad de acuerdo con 7a. Aproximación: USTIC.

Vegetación: Gramíneas (*Stipa* spp.).

Malezas: Flor Amarilla (*Dyplotaxis tenuifolia*) y cardos.

Altura mm: 60 m

Posición en el paisaje: pendiente del 4 por ciento sobre margen elevada del arroyo Napostá. Zona distal del pie de monte de Sierra de la Ventana.

Material originario: depósitos aluviales y eólicos finos someros.

Drenaje: Clase 4 bien drenado.

Humedad: moderadamente húmedo.

Erosión: leve a nula.

Descripción y propiedades del perfil:

Hor y Prof cm	Características	Densidad aparente g cm ⁻³	Materia orgánica %	Humedad equivalente %
A 0—27 cm	Franco arcillo arenoso, pardo gris muy oscuro (10 YR 3/2), estructura en bloques subangulares, buena porosidad, abundantes raíces, límite claro y suave.	1,2	2,1	19,5
AC 27—53 cm	idem al anterior pero pardo gris oscuro (10 YR 4/2) y menos raíces.	1,1	1,7	19,7
CA 53 y— mas cm	Franco arcillo arenoso, pardo (10 YR 5/3), estructura en bloques subangulares débiles, escasa porosidad, vestigios de raíces.	1,2	1,0	19,6

Manejo del cultivo

Se empleó semilla seleccionada de ajo colorado tipo exportación. Las prácticas culturales a que se sometieron el suelo y el cultivo se detallan en forma cronológica en el Cuadro 2.

Se tomaron muestras de suelo (mayo 17, setiembre 7, diciembre 13) a varias profundidades y de aguas de drenaje (octubre 10 y 11) para realizar otros estudios complementarios.

Cuadro 2.—Cronograma de prácticas culturales de un cultivo de ajo.

AÑO 1977	PRACTICA CULTURAL
Mayo 3	— el suelo se escardilló, rastrilló y preparó
Mayo 11,	— se aplicó una fertilización base a todos los tratamientos: 100 kg P ₂ O ₅ /ha 60 kg K ₂ O/ha
Mayo 12,	— los dientes (semillas) seleccionados (4,7 g de peso promedio cada uno) se curaron con un producto comercial fungicida sistémico, a razón de 300 gr. por 100 kg de semilla de ajo, compuesto de: Tiophanato M: dimetil 4-4'-Ofenilen bis-(3tioalofanato) T.M.T.D: Bisulfuro de tetrametil tiocarbamilo — se plantaron los dientes de ajo a razón de 11 dientes por metro lineal de hilera en surcos espaciados 50 cm cada uno, lo que hace un total de 44 dientes por metro cuadrado (o 440 000 dientes por hectárea) — el suelo próximo a los dientes se trató con el insecticida acaricida sistémico Thimet (Phorate) a razón de 20 kg/ha. Este tratamiento se repitió mensualmente por un total de 3 veces.
Junio 10	— fertilización nitrogenada; primera dosis de 75 kg N/ha en forma de urea
Setiembre 9,	— fertilización nitrogenada: segunda dosis de 75 kg N/ha en forma de urea.
Octubre 17.	— pulverización con Parathion 50 para el control de trips y con Oxiclورو de cobre para el control de la roya del ajo Tratamiento repetido cada 15 días hasta la cosecha del cultivo
Durante el ciclo vegetativo	— aplicación de agua de lluvia y riegos suplementarios o de mantenimiento (ver Cuadro 3) — Observaciones fenométricas (porcentaje de emergencia, altura promedio de las plantas, etc) — control manual de malezas
diciembre 13	— cosecha del cultivo Las plantas se secan al aire y a la sombra hasta obtener peso constante Los bulbos se obtuvieron limpios y secos después de cortar y descartar la parte aérea y las raíces de la planta.

Los bulbos se clasificaron en las siguientes clases de acuerdo con su diámetro: Flor (diámetro mayor de 6,5 cm); Primera (diámetro entre 5,5 y 6,5 cm); Segunda (diámetro entre 4,5 y 5,5 cm); Tercera (diámetro entre 3,5 y 4,5 cm) y Cuarta (diámetro menor de 3,5 cm)

Durante el ciclo vegetativo, de mayo a noviembre, cayeron 293,1 mm de lluvia, siendo los milímetros inferiores a 30 mm mensuales con excepción de los meses de octubre (162 mm) y noviembre (73,3 mm) El total del año 1977 alcanzó a 772 mm

El déficit pluviométrico en buena parte del ciclo vegetativo requiere el uso de agua de riego para mantener un crecimiento adecuado.

Diseño experimental

En cada lisímetro se efectuó un tratamiento diferente de acuerdo con el detalle siguiente:

- Testigo (— N, —H₂O; o T)
- Sin N y con riego suplementario (—N, + H₂O)
- Con N y sin riego suplementario (+N, — H₂O)
- Con N y con riego suplementario (+N, + H₂O).

No fue posible efectuar replicaciones en virtud de la complejidad y costo del sistema experimental utilizado.

La fertilización nitrogenada en los tratamientos "+N" se efectuó en dos aplicaciones de 75 kg de nitrógeno (ca 150 kg de urea) por hectárea cada una a mediados de junio y de setiembre (ver Cuadro 2)

Los riegos periódicos en los tratamientos "+ H₂O" se realizaron con una lámina de agua de 20 mm aproximadamente cada dos o tres semanas hasta aplicar un total de 200 mm para mantener un nivel conveniente de humedad en el espacio radical. Cuando la humedad del suelo era adecuada debido a las lluvias regulares (293,1 mm entre mayo y noviembre) se suspendió la aplicación de riego suplementario.

Todos los tratamientos recibieron riegos de mantenimiento, cuando las condiciones climáticas lo requerían, hasta completar un total de 80 mm En el Cuadro 3 se presenta la información sobre riegos aplicados

Resultados

En el Cuadro 4 se presenta el número total y peso, en gramos, de los bulbos de ajo obtenidos por tratamiento, por clase y por metro cuadrado. Los tratamientos "-N" presentaban bulbos abiertos con gran número de dientes atacados por insectos, hongos y nematodos Esos bulbos constituían material de descarte sin valor comercial. En el cuadro 4 se incluyeron dichos bulbos pero luego no se tomaron en cuenta en los cálculos de productividad.

En la zona productora ajera cercana a Bahía Blanca se construyen los surcos a una distancia de 90 cm para facilitar las labores culturales con tractores. Por ello la densidad de siembra es aproximadamente la mitad de la utilizada en esta experiencia con lisímetros.

En el Cuadro 5 se indican los porcentajes de bulbos y peso de ajo por tratamiento, por clase y por metro cuadrado. Esta información es insuficiente para establecer la calidad del ajo.

Como es importante determinar tanto el rendimiento como la calidad de un cultivo para establecer su valor comercial, se presentará, con carácter tentativo, un procedimiento para evaluar esta última por medio

Cuadro 3.—Milímetros de agua aplicados al cultivo de ajo.

Año 1977	Tratamientos	
	-H ₂ O	H ₂ O (riego suplementario)
Mayo 20	—	20
Mayo 31	—	20
Junio 3	10	10
Junio 13	—	20
Julio 1	—	20
Julio 7	10	10
Agosto 1	—	20
Agosto 18	—	20
Agosto 30	10	10
Octubre 21	20	20
Noviembre 15	10	10
Noviembre 21	10	10
Diciembre 1	10	10
Total de riegos	80	200
Lluvias Mayo-Nov.	293	293
Total de agua aplicada	373	493

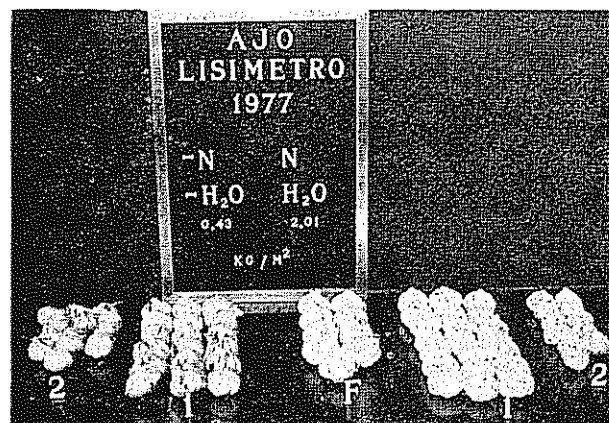


Fig 1.—De izquierda a derecha Grupos 2 y 1, muestran las clases de ajo colorado obtenidas en el testigo de comparación (con baja humedad y sin recibir nitrógeno), con un rendimiento de 0,43 kg de ajo de mala calidad por metro cuadrado. Las clases F, 1 y 2 (derecha) se lograron con la aplicación de 150 kg de N/ha y 200 mm de riego suplementario con un rendimiento de 2,01 kg de ajo de muy buena calidad por metro cuadrado. F 1 y 2 significan, respectivamente ajo Flor (diámetro mayor de 6,5 cm), de primera (diámetro entre 5,5 y 6,5 cm) y de segunda (diámetro entre 4,5 y 5,5 cm) calidad.

de un número índice. Interesa conocer la proporción relativa de cada clase, es decir, el porcentaje en peso de cada una de ellas con respecto al peso total del ajo de la parcela (5). Además cada clase debe poseer un factor de ponderación. Arbitrariamente se fijó la ponderación 6 — i, donde i es el número de la clase

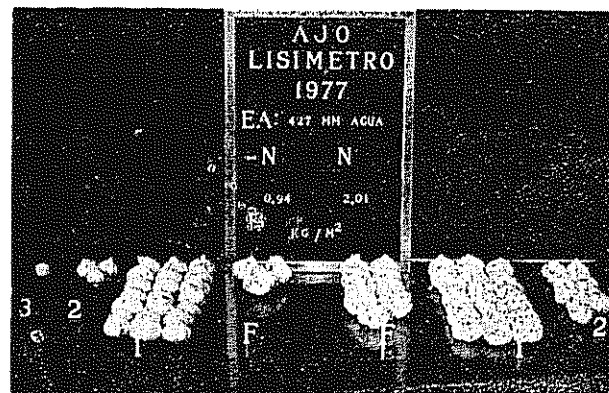


Fig 2.—De izquierda a derecha, Grupos 3, 2, 1 y F, muestran las clases de ajo colorado obtenido sin fertilización nitrogenada el cual produjo 0,9 kg de ajo por metro cuadrado. Las clases F, 1 y 2 (derecha) se lograron con la aplicación de 150 kg de nitrógeno por hectárea, obteniéndose un rendimiento de 2,01 kg de ajo de muy buena calidad por metro cuadrado. Ambos tratamientos recibieron 200 mm de agua con riegos suplementarios. El tratamiento nitrogenado evaporó 427 mm de agua durante su ciclo vegetativo. F 1, 2 y 3 significan, respectivamente, ajo Flor (diámetro mayor de 6,5 cm), de primera (diámetro entre 5,5 y 6,5 cm), de segunda (diámetro entre 4,5 y 5,5 cm) y de tercera (diámetro menor de 4,5 cm) calidad.

Cuadro 4.—Número y peso (g) de bulbos de ajo por clase y por metro cuadrado.

CLASE	TESTIGO			-N + H ₂ O			+N. - H ₂ O			+N. + H ₂ O		
	Nº	g	g/bulbo	Nº	g	g/bulbo	Nº	g	g/bulbo	Nº	g	g/bulbo
Flor	—	—	—	3	196	65,3	2	143	71,5	9	595	66,1
1ra	24	1018	42,4	35	1383	39,5	27	1100	40,7	22	1100	50
2da	14	377	26,9	5	118	23,6	10	312	31,2	10	315	31,5
3ra	—	—	—	1	13	13	—	—	—	—	—	—
TOTAL	38	1395	—	44	1711	—	39	1555	—	41	2010	—

establecido de acuerdo con la convención indicada en el Cuadro 6. Así, por ejemplo, la clase Flor tiene ponderación 5 y la clase 4ta. tiene ponderación 1. Luego el valor o número índice que establece la "calidad" para la cosecha de ajo de una parcela dada resulta ser:

$$\text{Número índice (calidad)} = \frac{5}{\sum_{i=1}^5 P_i (6 - i)}$$

donde P_i , es el porcentaje en peso del ajo con valor comercial (o sea ajo entero y sano) de la clase i

La "calidad mínima" sería 100, con un 100 por ciento de la clase 4ta. y la "calidad máxima" sería 500, con un 100 por ciento de la clase Flor

En el Cuadro 7 se presenta el cálculo de la "calidad" (número índice) del ajo obtenido en los cuatro tratamientos.

Discusión y conclusiones

En base a los datos indicados en el Cuadro 4 se puede señalar que el efecto provocado por el nitrógeno y los riegos suplementarios, en forma separada o

Cuadro 6.—Clase i y factor de ponderación del ajo con valor comercial.

Clase i	Factor de ponderación
Flor	5
1ra.	4
2da.	3
3ra.	2
4ta.	1

conjuntamente, sobre el rendimiento de los bulbos de ajo fue altamente favorable. Corroborando lo expresado por Sing *et al.* (9), Devjatova (3) Sotomayor (10) y Aljaro Uribe *et al.* (1) se observaron altos rendimientos con una fuerte fertilización nitrogenada (150 kg N/ha), riegos suplementarios y una elevada densidad de siembra de 44 plantas por metro cuadrado. Además, el peso promedio individual de los bulbos de ajo fue de 66,1 g para el ajo Flor y de 50 g para el ajo de 1ra. en el tratamiento "+ N, + H₂O"

Cuadro 5.—Porcentaje de bulbos y peso del ajo por clase.

CLASE	TESTIGO		-N. + H ₂ O		+N. - H ₂ O		+N. + H ₂ O	
	bulbos %	peso %	bulbos %	peso %	bulbos %	peso %	bulbos %	peso %
Flor	—	—	4	7	5	9	22	30
1ra	45	60	77	83	69	71	54	55
2da	56	40	14	8	26	20	21	15
3ra	—	—	5	2	—	—	—	—

Cuadro 7.—Cálculo de la calidad (número índice) del ajo con valor comercial.

Clase	Testigo	- N + H ₂ O	- H ₂ O + N	+ N + H ₂ O
Flor	—	35	45	150
1ra	210	332	284	216
2da	120	24	60	72
3ra	—	4	—	—
4ta	—	—	—	—
TOTAL: "calidad"	360	355	389	438

El máximo peso individual de bulbos (71,5 g en ajo Flor) se obtuvo en el tratamiento '+ N, — H₂O'.

La "calidad (número índice) de los bulbos comerciales de ajo se vio también afectada por el efecto del nitrógeno y los riegos suplementarios. Los tratamientos '— N, + H₂O' y '+ N, — H₂O' produjeron calidades comparables (número índice ca. 390), en virtud de poseer porcentajes similares de ajo Flor y de 1ra. clase. Ambos tratamientos fueron superiores al Testigo (número índice 360) pero notablemente inferiores al tratamiento combinado '+ N, + H₂O' que poseía 85 por ciento de ajo Flor y de 1ra. clase y un número índice 438.

De lo expuesto se puede formular algunas conclusiones para obtener una productividad y "calidad" elevadas de bulbos de ajo en la región de Bahía Blanca, Argentina:

- 1—Utilizar técnicas recomendadas de manejo del suelo y sanidad del cultivo.
- 2—Mantener un nivel de fertilidad elevado del suelo incorporando fósforo y potasio en cantidades recomendadas por el análisis del suelo.
- 3—Adicionar una dosis del orden de 150 kg de nitrógeno por hectárea durante el ciclo vegetativo de la planta, distribuyéndolo en aplicaciones parciales luego de la emergencia de la planta a partir de los 40 días de ser plantada.
- 4—Mantener un nivel elevado de humedad del suelo en buena parte del ciclo vegetativo. Al respecto se informará más adelante sobre la evapotranspiración y uso consuntivo de agua del cultivo.

Estudios continuados en 1978 utilizando fertilizantes marcados con N-15 y controles diarios de la humedad del suelo permitirán evaluar con mayor precisión el efecto del uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados y del agua edáfica para optimizar el rendimiento y la calidad del cultivo del ajo.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes instituciones y personas de Argentina que aportaron fondos para equipos, materiales y colaboración personal destinadas a este programa de investigación:

- Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires
- Comisión Administradora del Fondo de Promoción de la Tecnología Agropecuaria (CAFPTA).
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
- Cooperativa de Productores Ajeros, Médanos
- Ing. Agr. R. Martínez y Licenciada A. M. Migliorina, ambos personal de este Laboratorio, por la ejecución de varias etapas de esta investigación
- Ings. Agrs. Aldo Pucci y Evelio Avila, profesores de la disciplina Sanidad Vegetal por el asesoramiento sobre la prevención y tratamiento de enfermedades del cultivo.

Literatura citada

1. ALJARO URIBE, A. y ESCAFF GACIUA, M. Fertilización nitrogenada y densidad de plantación en el cultivo de ajos. *Agricultura Técnica (Chile)* 36: 63-68. 1976.
2. COUTO, F. A. A. Resultados experimentais de seleção e métodos de plantio de bulbilhos na brotação, crescimento e produção de alho. Tesis. Escola Superior Agricultura. Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1958. 130p.
3. DEVIATOVA, V. F. (Response of garlic to mineral fertilizers). *Himija sel' Hoz* 7 (4): 27-28. 1969. (Extractado de *Horticultural Abstracts*, 40 (2): 483. 1970).
4. GARCIA, A. y COUTO, F. A. A. Influencia de irrigação no crescimento, produção e superbrotamento do alho. *Revista de Olericultura* 4: 147-159. 1964.
5. JAUREGUI, M. R. Caracterización de la fertilidad potásica en algunos suelos tabacaleros del Valle de Lerma, Salta. Tesis Magister Scientiae. Escuela para Graduados en Ciencias Agropecuarias de la República Argentina, 1973. 233p.
6. MENEZES SOBRINHO, J. A., FERREIRA DE NOVAIS, R., LOPES DOS SANTOS, H. y AGUIAR SANS, I. M. Efeito de aplicação de doses de nitrogênio e da cobertura morta sobre a produção de tres cultivares de alho. *Revista Ceres* 21 (118): 458-469. 1974.
7. ROSELL, R. A., LUQUE, J. A. y CARLSON, R. M. Informe sobre el río Colorado. Instituto de Edafología e Hidrología N° 5, Universidad Nacional del Sur, Argentina, 1961. 23p.
8. SCALOPI, E. J., KLAR, A. E. y VASCONCELLOS, E. F. C. Irrigação e adubação nitrogenada na cultura do alho (1). *O Solo (Brasil)*, 63 (1): 63-66. 1971.

9. SINGH, J. R., SRIVASTAVA, R. P. y GAWAI, V. G. Studies in the nutrition of garlic (*Allium sativum* L.) with special reference to major elements. Part 1 Journal of Science Research, Banaras Hindu University. 12: 16-25. 1961. (Extractado de Horticultural Abstracts 33 (4): 735. 1963).
10. SOTOMAYOR, R. I. Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de plantas en la producción de ajos. Agricultura Técnica (Chile) 35 (4): 175-178. 1975
11. ZINK, F. W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 83: 579-584. 1963

Comunicaciones

A note on the defoliation of leaves in cotton 'MCU 5'

Sumario. Las hojas del algodón MCU 5 bajo riego, situadas entre 0 a 30, 30 a 60, y más de 60 cm fueron defoliadas conforme el cultivo crecía en altura, en Coimbatore, India. Se encontró que la eliminación de las hojas monopodiales a 0 a 30 cm de altura, y la eliminación de las hojas tanto monopodiales como simpodiales a 30 a 60 cm de altura, dieron el máximo rendimiento en algodón en rama, lo que indica la posibilidad de que los materiales nutritivos sean transportados de una parte a otra de la planta.

The green leaves of plants have a very important role to play as the chief producers of food in plants. The kinetic energy of light is converted into potential energy and absorbed in the leaves. As a result of photosynthesis, simple chemical substances are converted into complex compounds like glucose and from that the plant prepares substances like starch, proteins and fats. These are stored in the leaf itself or carried to other parts of the plants such as the root or stem and to other storage organs.

Chaudhry and Shah (3) observed in maize that defoliation decreased grain yield. Sánchez and Dios (6) found in maize, removal of tassel and all leaves except one recorded lowest grain yield. In cotton, removal of leaves or growing points was found to increase the yield (7). Renny *et al.* (5) found that the bottom defoliation in cotton reduced boll rot loss and modified the micro-climate. It was observed by Brown (2) that the lowest leaves made no significant contribution to midzone bolls and hence their removal had no effect on bolls in the upper zone.

The present study was carried out in order to verify this statement and to find out the effect of defoliation of different leaves at different zones on boll number and yield of seed cotton.

A trial was laid out at the Cotton Breeding Station, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India during 1976-77 on 'MCU 5' cotton, under irrigation. Coimbatore is situated at 11°N and 77°E at an altitude of 498 meters above mean sea level. The treatments included were (i) removal of sympodial leaves (T_1), (ii) removal of monopodial leaves (T_2) and (iii) removal of both sympodial and monopodial leaves (T_3). These treatments were further subordinated into defoliations at three levels viz. (a) 0 to 30 cm (H_1), (b) 30 to 60 cm (H_2) and (c) above 60 cm (H_3). The experiment was laid out in a randomised block design replicated thrice. The cotton seeds were dibbled on 23.8.1976 in ridges made 75 cm apart with a spacing of 30 cm between seeds on one side of the ridge. The plots were given a uniform dose of 60 kg N, 30 kg P_2O_5 and 30 kg K_2O per hectare. Half the quantity of N and the entire quantity of P_2O_5 and K_2O were applied as basal dose and the rest of the nitrogen was top dressed on the 45th day. The cotton crop usually grows to a height of about 90 cm. As it grown and reaches the height of 30 cm, 60 cm and 90 cm and above the leaves in the regions of 0 to 30, 30 to 60 and above 60 cms were defoliated. The boll number per plant and the yield of seed cotton in kg per hectare were recorded and presented in the Table 1.

From the Table 1 it is evident that the removal of monopodial leaves has given a higher boll number (10.57) and highest yield of seed cotton (11.82 q/ha) indicating that the removal of monopodial leaves had contributed much in the efficient translocation of food materials when compared to other defoliation, and is inferred that the monopodial leaves did not contribute to the yield to any appreciable extent. Allison and Watson (1) found that removal of part of the foliage of sorghum caused little loss of head

weight as other leaves increased their contribution considerably. In tomato, Khan and Sagar (4) concluded that although groups of leaves were mainly responsible for the supply of assimilate to individual trusses there was complete compensation by other functional leaves when some sources of assimilates were removed.

The removal of leaves in the 0 to 30 cm and 30 to 60 cm zones recorded the maximum boll number and seed cotton yield. The increased yield by removal of leaves in the lower zones can be attributed to the increased light intensity and ventilation in the lower zone as observed by Ranney *et al.* (5). The removal of top zone leaves resulted in a greater reduction of yields than with the defoliation of leaves in the other zones.

It has been found that at 0 to 30 cm (H_1) level the removal of monopodial (T_2) and sympodial (T_1) leaves were equally efficient in increasing the boll number and yield of seed cotton. At the other two heights it was found that the removal of all the leaves gave more boll number and yield of seed cotton. The removal of monopodial leaves (T_2) at 0 to 30 cm (H_1) and the removal of all the leaves (T_3) at 30 to 60 cm (H_2) level gave the maximum boll number of

12.26 and 12.73 respectively with a seed cotton yield of 13.23 Q/ha. This evidently shows that the removal of the leaves at these levels gave more ventilation and helps for the translocation of food materials from one part to another other part of the plant body which nullifies the hypotheses propounded by Brown (2) that the bolls derived most of their assimilates from the leaves in the same region of the plant. Further detailed experimentation is warranted on this aspect.

Summary

A trial was laid out at the Cotton Breeding Station, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India during 1976 - 1977 to find out the effect of defoliation of leaves on 'MCU 5' cotton under irrigation. The leaves found between 0 to 30, 30 to 60 and 60 cm and above were defoliated as the crop grows to its height. It was found that the removal of monopodial leaves at 0 to 30 cm height and removal of both the monopodial and sympodial leaves at 30 to 60 cm height gave the maximum seed cotton yield, indicating the possibility of the food materials translocated from one part to the other part of the plant body.

Table 1—Effect of treatments on boll number and yield of seed cotton

Treatments	Boll number per plant				Seed cotton Yield Q/ha			
	0-30 cm (H_1)	30-60 cm (H_2)	above 60 cm (H_3)	Mean	0-30 cm (H_1)	30-60 cm (H_2)	(H_3) above 60 cm	Mean
T_1 Sympodial leaves removal	12.46	8.40	9.06	9.97	12.98	10.25	10.31	11.18
T_2 Monopodial leaves removal	12.26	10.10	9.36	10.57	13.23	11.46	10.78	11.82
T_3 Sympodial plus monopodial Leaves removal	7.73	12.73	9.83	10.10	8.73	13.23	11.21	11.06
Mean	10.82	10.41	9.42		11.65	11.65	10.76	
		S.E.	C.D (5%)			S.E.	C.D (5%)	
Between heights		0.12	0.25			0.11	0.23	
Between leaves		0.12	0.25			0.11	0.23	
Interactions		0.21	0.44			0.18	0.39	

August 28th, 1977

M. R. IRUTHAYARAJ
R. MAYILSAMI
TAMIL NADU AGRICULTURAL UNIVERSITY
COIMBATORE - 641 003
INDIA

REFERENCES

1. ALLISON, J. C. S. and WATSON, D. J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Annals of Botany* 30:365-381. 1966.
2. BROWN K. J. Effect of selective defoliation on development of cotton bolls. *Cotton Growing Review* 30:106-114. 1975.
3. CHAUDHRY, A. R. and SHAH, G. A. Effect of defoliation treatments on yield and yield components of maize. *Information Bull. Cereal Improvement and Production Near East Project* 10(3): 18-25. 1973. *Field Crop Abstracts* 27: 6136 (1974)
4. KHAN, A. A. and SAGAR, G. R. The distributions of the products of photosynthesis from the leaves of a tomato plant during the phase of fruit productions. *Horticultural Research* 7: 61-69. 1967
5. RANNEY, C. D., HURSH, J. S. and NEWTON, O. H. Effects of bottom defoliation on microclimate and the reduction of boll rot of cotton. *Field Crop Abstract* 27:6135 (1974)
6. SANCHEZ, B. and DIOS, G. Effects of detasseling on grain yield and composition in maize. *Anales de Edafología y Agrobiología* 33: 59-70. 1974. *Field crop Abstr* 27: 6135 (1974).
7. SINGH, M. P. and SANYAL, P. Effect of topping in cotton. *Indian Agriculture* 12: 44-50, 1968.

Periodic annual DBH increment in a subtropical moist forest dominated by *Syzygium jambos* (L) Alston.

Sumario. *Syzygium jambos*, a pesar de la presencia de árboles de mayor tamaño, y el hecho de que el bosque fue sometido a una entresaque para eliminarla, mantenía aproximadamente la misma proporción de tallos y área basal durante 32 años, principalmente como árboles intermedios y suprimidos. La especie produce una fruta comestible, regenera por rebrotos después de podarse, y crece en zonas de suelos pobres, características las cuales lo hacen recomendable para programas agri-silviculturales.

Introduction

The Río Piedras Woodlot on the north coast of Puerto Rico is a secondary forest in the Subtropical Moist Life Zone (2). The woodlot is located on shallow tuffaceous soils (4) at about 40 m elevation, areas which generally accord to Beard's (1) classification for semi-evergreen seasonal forest. Mean annual rainfall exceeds 1900 mm with no monthly mean less than 70 mm. Mean temperature is about 25°C and varies little throughout the year.

A single 0.5 ha plot was established to record annual dbh increment (periodic annual increment, PAI) by species, and to observe growth of the coppicing tree *Syzygium jambos* (L.) Alston on low elevation, shallow soils.

Methods — In 1943, 96 stems ≥ 4.0 cm were measured (on a 0.05 ha plot). The stand had three stories, with *B. divaricata*, *Z. martinicense* and *S. mombin* in the canopy, species common on drier sites within the life zone. All stems were < 35 cm dbh, and the basal area was 11.7 m²/ha.

An improvement cutting in 1953 removed 25 per cent of the stems and 33 per cent of the basal area. The cutting concentrated on *S. jambos*, *C. guianensis*, *C. arborea*, Melastomataceae, *D. morototoni*, *S. mombin*, and *M. splendens*, principally suppressed

trees of small dimension. The woodlot was remeasured in 1975. Tukey's omega procedure, a multiple range test, was used to determine significant PAI difference by crown class.

Results and Discussion

Wadsworth (6) concluded that *S. jambos* seedling growth was slow but sprout growth was phenomenal, producing a dense stand within a few years. He cited a 6-year old coppice stand in Cidra, Puerto Rico, with 50,000 stems/ha and 42 m²/ha growing stock yielding an estimated 11 to 14 m³/ha/yr. Stumps were still vigorous after four cuttings. He concluded that *S. jambos* could provide small dimension wood products useful to a rural population as well as establish itself as a weed difficult to eradicate. He also observed that the species grew well on some of Puerto Rico's worst soils and produced shade so dense that subordinate vegetation could not develop, causing soil erosion on steep slopes.

During the 32 year observation of the Río Piedras Woodlot, the total number of stems decreased from 1920 to 1200/ha while the basal area increased from 11.7 to 14.9 m²/ha. About 90 per cent of the natural and man-caused stand mortality was in the 5 and 10 cm classes (Table 1).

S. jambos, a species that rarely exceeds 20 cm dbh, comprised about 25 per cent of the stems and 20 to 25 per cent of the basal area in 1943 and 1975. Much of both ingrowth and mortality was also attributed to this species.

The stand had 16 species in 1943 and 11 in 1975 (Table 1). Seven secondary species present in 1943 were absent by 1975; two climax species absent in 1943 comprised 25 per cent of the stems and 13 per cent of the basal area ingrowth by 1975.

In 1943, 55 per cent of the stand basal area was in the 10 cm dbh class; by 1975, 45 per cent in the

40 cm class. In 1943, nearly 50 per cent of the stems were in the intermediate crown class (Figure 1). After selective thinning of suppressed stems in 1953, regeneration by coppicing *S. jambos*, and other species, principally *I. ferrea* and *F. occidentalis*, resulted in 70 per cent of the stems in the suppressed crown class by 1975.

PAIs by crown class for all stems that survived from 1943 to 1953 were compared (Figure 2). Significant differences were found, with the dominant class growing faster than the suppressed class. PAIs by species with four or more individuals that survived the same interval were plotted (Figure 2). Only *P.*

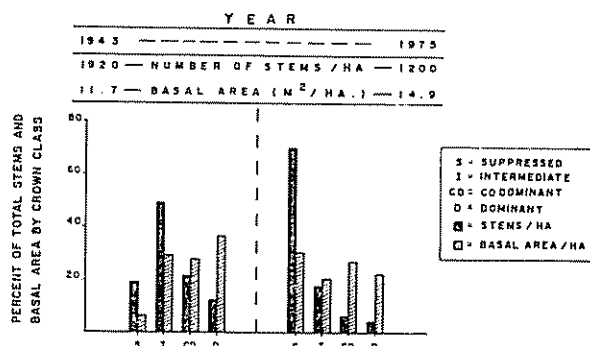


Fig. 1.—Number of stems and basal area by crown class

Table 1—Species dominance by density (stems/ha) and basal area (m^2/ha) in 1943 and 1975.

Species	1943		1975		Ingrowth 1943 to 1975		Natural and Man-Caused Mortality by dbh class, 1943 to 1975 ^{1/}				
	Nº stems	BA	Nº stems	BA	Nº stems	BA	5	10	20	40	Total
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston ^{a/}	500	2.20	440	3.90	280	2.06	140	200	—	—	340
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban ^{a/}	280	0.57	20	0.11	—	—	200	60	—	—	260
<i>Phoebe elongata</i> (Vahl) Nees ^{b/}	200	2.89	80	2.76	—	—	—	40	60	20	120
<i>Casearia arborea</i> (L. C. Rich.) Urban ^{a/}	200	0.76	100	1.34	60	0.63	40	120	—	—	160
<i>Gnarea trichillioides</i> L. ^{b/}	140	1.30	140	2.94	80	0.27	20	40	20	—	80
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. ^{b/}	140	0.95	60	2.38	—	—	—	80	—	—	80
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) H. B. K. ^{b/}	80	0.38	60	0.61	—	—	—	20	—	—	20
<i>Vitex ditaricata</i> Sw. ^{b/}	80	0.29	—	—	—	—	20	60	—	—	80
Melastomataceae ^{a/}	80	0.16	—	—	—	—	60	20	—	—	80
<i>Didymopanax morotoni</i> (Aubl.) Decne & Planch. ^{a/}	60	1.13	—	—	—	—	—	—	60	—	60
<i>Ocotea leucoxyton</i> (Sw.) Mez ^{b/}	60	0.30	20	0.03	20	0.03	—	60	—	—	60
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC. ^{b/}	20	0.42	—	—	—	—	—	—	20	—	20
<i>Spondias mombin</i> L. ^{a/}	20	0.20	—	—	—	—	—	20	—	—	20
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. ^{a/}	20	0.10	—	—	—	—	—	20	—	—	20
<i>Symplocos martinicensis</i> Jacq.	20	0.04	—	—	—	—	20	—	—	—	20
<i>Ixora ferrea</i> (Jacq.) Benth.	20	0.03	100	0.33	100	0.24	20	—	—	—	20
<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	—	—	160	0.43	160	0.43	—	—	—	—	—
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichl.	—	—	20	0.06	20	0.06	—	—	—	—	—
Total	1920	11.72	1200	14.89	720	3.72	520	740	160	20	1440

^{1/} dbh classes: 5 cm (4.0-6.5 cm), 10 cm (6.6-14.1 cm), 20 cm (14.2-26.8 cm), 40 cm (26.9-54.6 cm).

^{a/} Species selectively removed in 1953 thinning

^{b/} Species favored in 1953 thinning.

Table 2—PAI (cm/yr) by species for trees surviving 1943 to 1975 and range of DBH (cm) by species in 1943.

Species	PAI		1943-75 Statistics			DBH Range
	1943-53	1953-75	Mean	CV (%) ^{1/}	N ^{2/}	1943
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	0.14	0.13	0.13	38	10	5—8
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	0.11	0.06	0.07	29	2	5
<i>Phoebe elongata</i> (Vahl) Nees	0.66	0.21	0.33	50	4	10—20
<i>Casearia arborea</i> (L. C. Rich.) Urban	0.38	0.26	0.30	24	2	5
<i>Guarea trichillioides</i> L.	0.40	0.35	0.37	46	3	5—12
<i>Inga laurina</i> (SW.) Willd.	0.59	0.23	0.34	24	3	10—12
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) H.B.K.	0.18	0.08	0.10	11.4	3	5—8
Total	0.31	0.18	0.22	70	27	5—20

1/ CV = Coefficient of variation

2/ N = Number of individuals

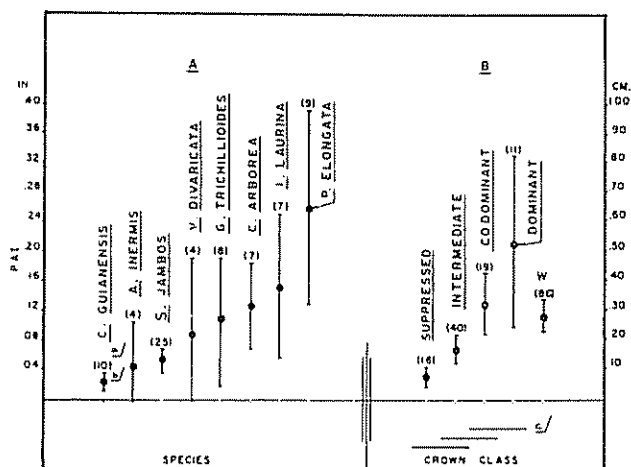


Fig. 2—Secondary woodlot dominated by *S. jambos*
 Part A - PAI by species
 Part B - PAI by crown class for all stems and PAI for all stems regardless of crown class (Σ)

- a/ Numbers above vertical lines indicate the number of replications
- b/ Vertical lines indicate the 95% confidence limits above and below the means
- c/ Horizontal lines indicate multiple range comparisons of means.

elongata exceeded 0.40 cm/yr. Statistical comparisons were not conducted because replications were inadequate.

PAIs by species for trees surviving the 32 years ranged between 0.07 and 0.37 cm/yr (Table 2). Fastest rates were attained by the species with the largest dbh in 1943.

A comprehensive interpretation of thinning effects was impossible because of the lack of a control plot

Conclusions

Despite the presence of larger stems on the plot and a thinning to remove the species, *S. jambos* maintained approximately the same proportion of stems and basal area for 32 years, principally in the intermediate and suppressed crown classes. The species is small and should not be favored in areas managed for large-dimension products. The species could, however, offer agri-silviculture benefits in areas with poor soils. The fruit is edible and the wood can be of great service in wood-starved intensive farming regions (6)

Acknowledgements

We are grateful to Dr. Frank Wadsworth, Director of the Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, who initially established the plot and offered valuable criticism of the manuscript.

November 2nd, 1977.

PETER L. WEAVER*
LUIS O. NIEVES

* Forest Service, USDA, Institute of Tropical Forestry, P. O. Box AQ
Rio Piedras, Puerto Rico, 00928

Literature cited

1. BEARD, J. S. Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25: 127-158. 1944
2. EWEL, J. J. and WHITMORE, J. L. The Ecological Life Zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA For Serv. Res. Pap. ITF-18. Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico, 1973
3. LITTLE, E. I. and F. H. WADSWORTH. Common Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. USDA Forestry Service Agricultural Handbook 249. 1964.
4. ROBERTS, R. C. Soil Survey, Puerto Rico. USDA in cooperation with the UPR Agric. Exp. Sta. Washington, D. C. (U.S. Bureau of Plant Industry, Soil Survey Report, Series 1936, Nº 8). 1984
5. STEEL, R. G. D. and J. H. TORRIE. Principles and Procedures of Statistics; McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, New York, 481 p.
6. WADSWORTH, F. H. Pomarrosa, *Jumbos jumbos* (L.) Millsp. and its place in Puerto Rico. *Caribbean Forester* 4: 183-194. 1943

Note on 2n-3n incompatibility in *Coffea canephora*

Sumario. Cruzas dialélicas entre clones de café de altos rendimientos de la serie Balehonnur Robusta (BR), indicaron un caso de incompatibilidad entre el embrión y el endospermo. Se sugiere que la falta de armonía en el endospermo pero no en el embrión es debida a que el tejido contenía dos juegos de cromosomas maternos y sólo uno paterno.

In higher plants, hybrid inviability is often due to causes other than incompatibility between the parental chromosomes as they affect the embryo itself. This fact has been proved by Laibach, as cited by Stebbins (2), who found that the crosses between *Linum austriacum* and *L. Permie* did not yield viable seeds. But he still managed to obtain hybrid plants of the same cross by embryo culture. Thus the production of hybrids by embryo culture from otherwise incompatible matings has now become common and number of hybrids has been produced. There are numerous examples in the literature on embryo and endosperm incompatibility in angiosperms.

Self-sterility in *C. canephora* has been studied by Dexreux *et al* (1), and it has been established that the failure of the seed set on selfing is due to the failure of the pollen tube growth in the style at various levels leading to self-sterility.

Diallelic crosses were effected in 1976 at the Central Coffee Research Institute using high yielding clones in B. R. (Balehonnur Robusta) series, *viz*, BR 9, BR 10, and BR 11 from S. 274 line and BR 4 and BR 5 from S. 270 line. Wherever the set was low and seed germination was a failure the crosses were repeated in 1977. The details of the experiment and the results will be published elsewhere.

Diallelic crosses involving clone BR 11 as female parent have not only yielded low set when compared to its reciprocal crosses but also the seeds failed to germinate. Poor germination was also noticed in open pollinated seeds of the clone BR 11 as shown in Table 1. Clone BR 11 as male parent yielded viable seeds and normal progenies have been established in the field. Thus BR 11 as male parent with higher compatibility with other clones is a good pollinator.

On examination the ungerminated seeds (both crosses and open pollinated) were found to be complete but the embryos were found arrested in growth. Very few seeds germinated and in most of the cases the embryo failed to emerge and those emerged dried up at various stages (Table 1, Fig. 1).

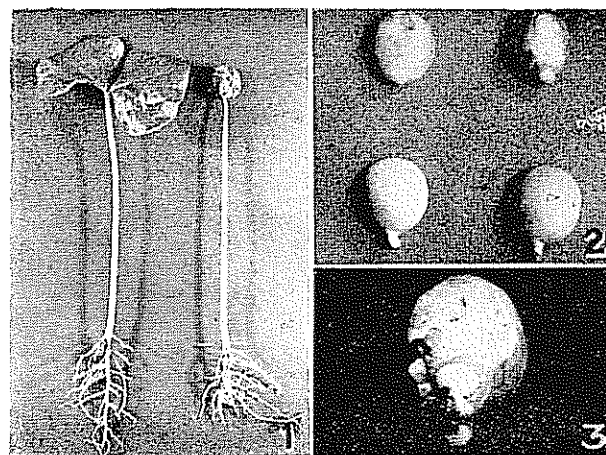


Fig. 1.—A case of normal seedling growth when BR 11 is male parent (65 days)

Fig. 2.—Abnormal germination (Failure) of seeds when BR 11 is female parent, embryos arrested as also dried up (65 days)

Fig. 3.—Embryo exposed to show the limited development of the Cotyledons (65 days).

Table 1—Germination of seeds from diallelic crosses and open pollination in *C. canephora*

Description of cross	1977		Number of seeds % Germination	1978		% Germination
	Sown	Germinated		Sown	Germinated	
<u>CROSSES</u>						
S 4042 RB 9 × 11	100	79	79 00%	100	78	78 00%
S 4043 BR 11 × 9	62	Nil	Nil	227	4	1 76%
S 4054 BR 11 × 4	179	Nil	Nil			
S 4055 BR 4 × 11	84	36	42 85%			
S 4056 BR 11 × 5	175	1	0 57%	157	Nil	Nil
S 4057 BR 5 × 11	100	77	77 00%			
S 4062 BR 11 Self	100	7	7 00%			
<u>OPEN POLLINATED</u>						
BR 11 Clone N° 13/4				115	26	22 60%
BR 11 Clone N° 22/7				35	1	2 85%
BR 11 Clone N° 27/3				40	10	25 00%

The failure of the seeds to germinate is a case of incompatibility between the embryo and the endosperm. According to Stebbins (2), the presence of genic disharmony in the endosperm but not in the embryo may be due largely to the fact that this tissue contains two sets of chromosomes derived from the maternal gamete, and only one from the paternal gamete. Thus, the double dose of maternal genes in the endosperm suppresses the enzymatic activity of the embryo to digest the endosperm for its growth leading to the death of the latter.

Embryo culture technique as done in many other crops when applied to the incompatible cases of BR 11 clone will give additional information, as proge-

nies thus raised are known to behave normally in succeeding generations

26th July 1978.

M S SREENIVASAN*

S VISHVESHVARA*

* Central Coffee Research Institute, Coffee Research Station, 577 117, Chikmagalur District, Karnataka, India.

REFERENCES

1. DEVREUX, M., VALLAËYS, P., POCHE, M. and GILLAS, A. Recherches sur l'autosterilité du Caféier Robusta (*Coffea canephora* Pierre). Bruxelles, Institut National Pour l'Etude Agronomique du Congo Belge Sr Sci N° 78 1959 44p.
2. STEBBINS, G. LEDYARD. The inviability, weakness, and sterility of interspecific hybrids. *Advances in Genetics* Vol IX 1958