

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 36

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1986

NUMERO 2

CODEN: TURRAB 36(2) 137-262

<i>Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada (en español)</i> J Avendaño, R Borel, G Cubillos	137
<i>Fluctuación estacional de poblaciones de nematodos en dos cafetales en Panamá (en español)</i> J Pinochet, D Cordero, A Berrocal	149
<i>Efecto de tratamientos pre-condicionamiento sobre el enraizamiento de los brotes del café (en inglés)</i> K Purushotham, U V. Sulladmath, S Vishveshwara	157
<i>Aplicación de N, P y K a diferentes poblaciones de plantas de cebolla (en español)</i> B Añez, R E Tavira, D	163
<i>Características de suelos afectados por la sal en la región semiárida del noreste de Brasil (en inglés)</i> M A Coelho, F F Ferreyra, H	171
<i>El estado reproductivo en cuatro fincas de ganado Jersey valorado mediante niveles de progesterona en leche (en español)</i> O Robert, R T Taylor	179
<i>Técnicas del cultivo de tejidos aplicados a cultivos nativos de América: micropropagación de oca (Oxalis tuberosa Moll.), un tubérculo andino (en inglés)</i> S J Ochatt, A A Ciai, O H Caso	187
<i>Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano de agricultores de Costa Rica (en español)</i> M. Barquero, A Constenla	191
<i>Clasificación de enraizamiento y respuestas en cultivo de algunos híbridos de cacao (en inglés)</i> O A Odegaro, N O Adedipe	197
<i>Establecimiento del cultivo del sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench (en español)</i> R K. Maiti, H González R., C O Alanís, M A Rivera	205
<i>Crecimiento in vitro y almacenaje de dos subespecies de Clavibacter xyli (en inglés)</i> M I Plata, M J Davis, S G Pueppke	215
<i>Análisis de los riesgos de sequía, granizada y helada para la agricultura del altiplano boliviano (en español)</i> J P Lhomme, O E Rojas	219
<i>Efecto del espaciado entre surcos y entre plantas de girasol (Helianthus annuus L.) II. Cultivar del ciclo largo (en español)</i> A. Vega, O R Quaino	225
<i>Multiplificación de caña de azúcar por medio de cultura apical (en inglés)</i> T S G Lee	231
<i>Influencias del sistema de almacenamiento y de la época de plantación sobre la productividad de tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.) simiente (en español)</i> A R Escande, D O Córdiz, J C Rodríguez	237
<i>Comunicaciones</i>	245
<i>El barrenador de los brotes de pino (en español)</i> L B Ford	245
<i>El taladrador de terminalia en Costa Rica (en español)</i> L B Ford	248
<i>Métodos y técnicas utilizados en la investigación del tepezcuinte (Agouti paca sinn Cuniculus paca) (en español)</i> Y Matamoros, B Pashov	251
<i>Relación entre la edad de los árboles de cacao (Theobroma cacao L.) y el contenido de nutrimentos del suelo (en inglés)</i> S O Ojeniyi	255
<i>Bacterias nitrificantes y oxidantes de amonio en suelos chilenos (en inglés)</i> L. Longeri, M. Moroni	259
<i>Reseñas de libros</i>	148, 170, 190, 214, 224, 244
<i>Notas y comentarios</i>	162, 186, 236



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

PERIODO DE DESCANSO Y ASIGNACION DE FORRAJE EN LA ESTRUCTURA
Y LA UTILIZACION DE VARIAS ESPECIES DE UNA PRADERA NATURALIZADA¹ /

J. C. AVENDAÑO*
R. BOREL**
G. CUBILLOS***

Summary

The objective of this experiment, conducted at CATIE, Turrialba, Costa Rica, was to determine the effects of three allowances (5, 10 and 15 kg DM/100 kg BW/day) and of three rest periods (21, 49 and 77 days) on the structure and utilization of grasses of different growth habits (erect, Panicum maximum and Hyparrhenia rufa and prostrate native grasses, Axonopus and Paspalum spp). A fully randomized factorial design (3 x 3) was used with two replicates

The total available herbage increased from 3 500 to 9 600 kg DM/ha with increased allowance and rest period. This reflected to a great extent the pattern of dead material accumulation.

The proportion of the total herbage mass located in the lowest layers (0-5 cm from soil level) varied between 87 and 56% at the lowest and highest allowances respectively, and reflected changes both in the botanical composition of the sward and in the morphology of the individual species. Herbage bulk density decreased with increased allowance, rest period, and in the upper sward layers.

Dry matter intake of individual steers was higher than 2.4% of body weight and tended to increase, although not significantly, with increasing allowance and rest period. Degree of defoliation increased with decreasing allowance, increasing rest period and was higher in erect than in prostrate species

The greater growth and utilization potential of the erect grasses was shown, as were the strong effects of management factors in sward structure. In this pasture type, however, the observed changes were not clearly reflected by differences in individual intake. Practical implications of these observations are discussed.

¹ Recibido para publicación el 14 de marzo de 1986.
Se agradece al Gobierno de Holanda el haber financiado la beca de unos de los autores. Al Ing. B. de la Fuente y A. Pérez quienes hicieron los análisis de laboratorios y a M.V. J.C. Rodríguez quien fistuló los novillos. A.I. y E. López su colaboración en el campo. Al Dr. K. Vohnout por los comentarios del artículo y su asesoramiento para el análisis de regresión.

* Docente, Universidad Autónoma de Chapingo

** Jefe, Programa de Sistemas Agroforestales, CATIE.

*** Especialista en Investigación Agropecuaria, IICA, Guatemala

Introducción

En las áreas de pastoreo del trópico húmedo bajo americano alrededor del 70% lo constituyen praderas naturales y naturalizadas que son la base de la producción bovina (23). A pesar de su importancia son pocos los estudios referentes a la influencia de factores de manejo sobre su crecimiento y eficiencia de utilización. En uno de estos, Galaviz (7) ha indicado la necesidad de caracterizar con mayor precisión las interacciones en las especies que conforman estas praderas, ya que combinaciones de carga baja con períodos de descanso largos permitieron aumentar la proporción de especies deseables, entre ellas

gramíneas de porte alto y leguminosas. Sin embargo, estas mismas combinaciones resultaron en un incremento diario de fitomasa generalmente menor.

Existe un efecto indirecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo a través de la composición florística. Las cargas altas con períodos de descanso cortos favorecen la proporción de gramíneas de porte bajo como *Axonopus* o *Paspalum* spp. (11), cuyas zonas de crecimiento están protegidas de la acción del pastoreo. En cambio las especies de porte alto como *Panicum maximum* son favorecidas por cargas bajas y períodos de descanso largos (7, 9, 24).

Junto con la composición botánica también se modifica la estructura de la pradera, ya que cargas bajas, acompañadas de largos períodos de descanso, reducen la densidad de la pradera al aumentar la altura de la planta, como consecuencia de un alargamiento de los entrenudos. Cargas altas y períodos de descanso cortos causan un resultado opuesto al aumentar la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15 cm), donde además aumenta la densidad de material muerto (4, 18, 21, 26, 27, 28).

Las variables que describen mejor la utilización de la pradera son el consumo individual y el grado de defoliación de la pradera (12). El consumo de los animales en pastoreo está localizado en los estratos superiores de la pastura, donde seleccionan principalmente hojas y puntas de tallos (30). En praderas con una estructura caracterizada por una alta densidad de hojas se obtiene un mayor consumo debido a que el tamaño del bocado es mayor. Períodos de descanso largos reducen el consumo al disminuir la proporción y densidad de hojas y el valor nutritivo de las mismas (18, 20, 27, 29). Como respuesta a variaciones en la carga animal, el grado de defoliación sigue una tendencia opuesta al consumo individual; sin embargo, a cargas iguales y por efecto de otros factores de manejo, el grado de defoliación y el consumo individual siguen tendencias similares (31).

Con base en estos antecedentes se realizó el presente estudio para determinar el efecto de la asignación de forraje y del período de descanso sobre la estructura y la utilización de dos tipos de gramínea de una pradera naturalizada.

Materiales y métodos

Localización

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, que se

encuentra en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (14), con una temperatura promedio anual de 22.5°C, siendo la máxima absoluta de 32°C en el mes de mayo y la mínima absoluta de 10°C en el mes de enero. La precipitación anual es de 2 640 mm, siendo diciembre el mes más lluvioso y marzo el mes más seco. La humedad relativa promedio es de 87%.

El suelo del área experimental fue clasificado por Aguirre (1) como Typic Dystropept de la Serie Instituto Pedregoso, el pH promedio es de 5.4 hasta 48 cm de profundidad; este suelo es pobre en nitrógeno, fósforo y potasio.

En julio de 1978 la vegetación inicial del área experimental estaba compuesta por las siguientes especies de gramíneas: *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum fasciculatum*, *Paspalum* sp., *Sporobolus indicus* y *Homolepsis aturensis*, como especies naturales y como introducidas *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria mutica*. Las leguminosas más frecuentes eran: *Centrosema pubescens*, *Rhynchosia* sp., *Calopogonium muconoides* y *Desmodium* sp. Las especies consideradas como malezas eran: *Sida acuta*, *S. rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Elephantopus spicatus*, *Iptis capitata*, *Killinga brevifolia*, *Elittraria imbricata*, *Bidens pilosa*, *Cassia tora*, *Lantana camara*, *Solanum nigrum*, *Drimaria cordata*, *Borreria laevis*, *Rhynchospora nervosa*, *Fibristylis dichotoma*, *Cyperus luzulae* y *C. hermaphroditus* (7).

Antecedentes del experimento

Entre julio de 1978 y noviembre de 1981 se probó diferentes combinaciones de períodos de descanso y asignaciones de forraje, siendo los períodos de 21, 35, 49, 63 y 77 días de descanso y las asignaciones 2, 5, 8, 11 y 14 kg de MS diaria por cada 100 kg de peso vivo, contando el experimento con 42 unidades experimentales (7, 9, 24).

En noviembre de 1981 se reorganizó el ensayo con el propósito de estudiar con más detalle un número menor de tratamientos y así trabajar con un área experimental más homogénea.

Factores en estudio

Se estudió dos factores: períodos de descanso y nivel de asignación de forraje. Los niveles estudiados del primer factor fueron: 21, 49, 77 días de descanso, y los del segundo 5, 10 y 15 kg de MS por cada 100 kg de peso vivo por día.

El diseño experimental usado fue completamente al azar, con un arreglo factorial de los nueve trata-

mientos y dos repeticiones en el tiempo, las que se denominaron pastoreo 1 y 2. En la medida de lo posible se ubicó los tratamientos en parcelas que habían estado sometidas a las mismas combinaciones de factores del ensayo anterior; cuando ello no fue posible, se buscó parcelas que habían estado recibiendo combinaciones parecidas, para asegurar la continuidad de los tratamientos.

Manejo del ensayo

El tamaño de las parcelas varió entre 200 y 1 700 m², de acuerdo a los tratamientos, con el intento de tener un número similar de animales en cada tratamiento. Se tuvo dos parcelas por cada combinación, una para propósito de adaptación de los animales al manejo y la otra para el efecto de mediciones de la pradera y del consumo. Las dos parcelas correspondientes a un mismo tratamiento fueron pastoreadas en secuencia.

Para efectuar el pastoreo de acuerdo a los tratamientos se utilizó 18 novillos de la raza Romo Sinuano, con un peso promedio aproximado de 200 kg. Estos fueron desparasitados antes de entrar al experimento, luego se les trató contra parásitos internos cada tres meses y contra parásitos externos cada 21 días. Se les proporcionó permanentemente en las parcelas agua y sal mezclada con harina de hueso en proporción 1:1.

La disponibilidad de forraje antes de la fecha prevista de pastoreo y la asignación establecida en cada tratamiento permitían determinar el peso total de los novillos que iban a pastorear la parcela por siete días, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$PVT = \frac{FD \times A \times 100}{AS \times 7} \quad [1]$$

donde:

PVT = Peso vivo total requerido para pastorear una parcela por 7 días, kg.

FD = Masa total de forraje disponible, kg MS/ha.

A = Área de la parcela, ha

AS = Asignación diaria de forraje, kg MS/100 kg de peso vivo por día

El peso vivo total requerido se completó mediante dos novillos efagostomizados y un número variable de novillos adicionales.

El peso vivo de los animales se determinó a intervalos de 15 días, a las 6 am.

Mediciones

Para determinar la cantidad de forraje disponible antes de pastoreo, y de forraje residual después del pastoreo, se adaptó la técnica de doble muestreo descrita por Gardner (8). En cada parcela se tomó 60 estimaciones visuales con base en una nota de uno a 10; luego se determinó la frecuencia de ocurrencia de cada nota. A continuación se tomó 10 muestras reales de 0.25 m² en lugares de la parcela representativos de las notas más frecuentes.

El forraje presente en las muestras reales fue cosechado a nivel del suelo y pesado en verde. Para la determinación del porcentaje de materia seca (MS) se tomó una submuestra de aproximadamente 400 g, que fue secada por 48 horas en un horno de circulación de aire forzada a 60°C.

La determinación de forraje disponible y residual se hizo con base en la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = \bar{Y} + b(\bar{X}_r - \bar{X}) \quad [2]$$

donde:

Y = Forraje disponible o residual estimado, g MS por 0.25 m².

Y = Forraje disponible o residual promedio cosechado en las muestras reales, g MS por 0.25 m².

X = Promedio de notas de las estimaciones visuales.

X_r = Promedio de notas correspondientes a las muestras reales.

b = Coeficiente de regresión entre las notas correspondientes a las muestras reales (X) y el forraje cosechado en las mismas (Y).

Para conocer la distribución vertical del forraje disponible y residual se cosechó, en las parcelas llamadas de medición, las muestras reales por estratos: 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 40, 40 a 80 y 80 a 160 cm de altura sobre el nivel del suelo.

El forraje cortado en cada estrato se pesó en verde. Luego para cada estrato se sacó una submuestra compuesta de las muestras; la que fue pesada en verde y separada en los siguientes componentes:

- a. Gramíneas de porte alto (*Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*).
- b. Gramíneas de porte bajo (gramíneas nativas *Anoxopus* y *Paspalum* spp)

- c. Otras (leguminosas y malas hierbas)
d. Material muerto.

Las dos primeras categorías se separaron además en hojas (láminas) y tallos. Cada componente fue secado al horno (60°C) por 48 horas y la estimación de la cantidad de forraje disponible o residual se hizo sumando los valores obtenidos en los seis estratos.

Se determinó además la densidad volumétrica de los componentes mencionados arriba según la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{M}{H} \quad [3]$$

donde:

- Densidad: Densidad volumétrica, kg MS/ha cm
M : Masa total o del componente, kg MS/ha.
H : Altura de la pradera, o del estrato según corresponda, cm

La estimación del consumo se hizo utilizando la digestibilidad de la ingesta y la producción fecal diaria.

Digestibilidad de la ingesta

Durante el periodo de medición se recolectó la ingesta de los animales efagostomizados. La ingesta se obtuvo diariamente por la mañana, dejando los animales pastorear por 15 minutos con la fistula abierta, con una bolsa recolectora sujeta al cuello. Esta ingesta se secó a 60°C por 48 horas y las submuestras de cada muestreo diario formaron una muestra compuesta que se utilizó para la determinación de la digestibilidad *in vitro* según el primer paso del método de Tilley y Terry (32) (48 horas de incubación).

Producción fecal

Todos los animales que pastoreaban un tratamiento recibieron 10 g diarios de óxido crómico (Cr₂O₃), administrado oralmente por cápsulas de papel en dos tomas: a las 7:00 a.m. y 3:00 p.m. durante los siete días de adaptación y siete días de medición. A las mismas horas a partir del tercer día de medición y por seis días se recolectó muestras de heces directamente del recto de cada animal.

Una submuestra compuesta de las heces secas de cada animal se utilizó para determinar la concentración de óxido crómico en las heces mediante el método de Czarnocki *et al.* (6).

La producción fecal se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$PF = \frac{S}{C} \quad [4]$$

donde:

- PF: Producción fecal diaria, kg MS.
S: Suministro de Cr₂O₃ diaria, g.
C: Concentración de Cr₂O₃ en heces g/g.

$$\text{Consumo} = \frac{Pf \times 100}{(100 - DIV) \times PV} \quad [5]$$

donde:

- Consumo: Consumo de MS diaria por 100 kg de peso vivo, kg.
PF: Producción fecal diaria, kg MS.
DIV: Digestibilidad *in vitro* de la ingesta, % de la MS.

(Nota: Para los novillos no fistulados se utilizó el promedio de la digestibilidad de la ingesta de los novillos efagostomizados).

- PV: Peso vivo de los novillos, kg.

Grado de defoliación

Se determinó el grado de defoliación por estratos y por componentes empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Grado de defoliación} = \frac{O - R}{O} \times 100 \quad [6]$$

donde:

- O : Cantidad de forraje disponible total o del componente antes de entrar los animales, kg MS/ha.
R : Cantidad de forraje residual total o del componente al salir los animales, kg MS/ha.

Resultados y discusión

Masa total

La masa total disponible aumentó significativamente ($P < 0.05$) con aumentos en la asignación y en el largo del periodo de descanso (Fig. 1) según un patrón que confirma los resultados encontrados en la misma pastura (7, 9, 24), en pasto Estrella (17) y en una asociación de Kudzú con pasto Ruzi (33). Las variaciones en la masa total por efecto de los tratamientos se explican en gran parte por los cambios observados de la cantidad de material muerto.

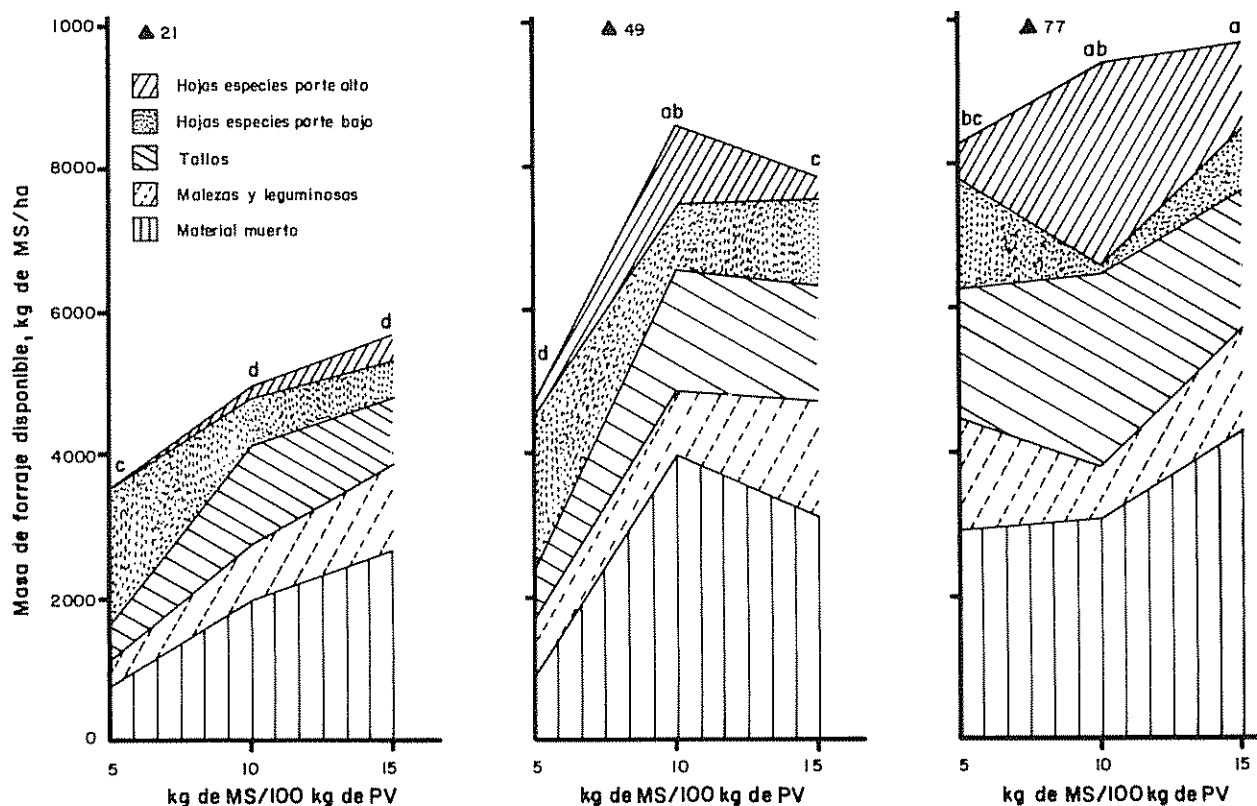


Fig. 1. Efecto de la asignación y el período de descanso (▲ días) sobre la masa total y sus componentes.

La mayor acumulación de material muerto en los períodos de descanso más largos se debe a que la pradera ha alcanzado un equilibrio donde la aparición de hojas nuevas se acompaña de muerte de las hojas inferiores (15, 22). Los demás componentes tomados como un todo y particularmente las hojas no variaron significativamente con la asignación, pero sí aumentaron cuando el largo del descanso se hizo mayor.

Distribución vertical

La Fig 2 describe la distribución vertical de la masa de gramíneas, la que se representa en forma proporcional a la superficie de cada estrato en los diagramas. La altura y la masa de ambos tipos de gramíneas obtuvo aumentos en el período de descanso. Los estratos superiores a los 5 cm variaron más sensiblemente que el estrato inferior (0-5 cm), a pesar de que en este último se encontró en todos los casos la mayor densidad de material.

La proporción de la biomasa concentrada en el estrato inferior representó entre un 87% de la biomasa total para los tratamientos de mayor intensidad de pastoreo y un 56% para los de menor intensidad, y estuvo ligada a la presencia de especies de porte bajo en los primeros. Maceira y Verona (19) reportaron tendencias similares en un ecosistema diferente. La

distribución de la masa de gramíneas dependió en mayor medida de la asignación de forraje; las asignaciones bajas aumentaron la densidad de los estratos inferiores y redujeron la altura de la pastura, lo que corrobora lo encontrado por Chacón *et al.* (5).

Las diferencias observadas en estructura de la pradera son notables cuando se compara combinaciones extremas de asignación de forraje y largo de período de descanso. Estas diferencias reflejan cambios en la composición florística, expresada en términos de la relación entre especies de porte alto y especies de porte bajo, pero también muestran un cambio en la morfología de las especies. En la Fig 2 se observa, por ejemplo, que las gramíneas de porte alto adquirieron un hábito más postrado de crecimiento a medida que los períodos de descanso se hicieron más cortos, en forma independiente de la asignación de forraje. Por el contrario las gramíneas de porte bajo se hicieron más postradas principalmente por respuesta a la asignación (16, 25).

Densidad

La densidad de la masa de hojas de gramíneas disminuyó significativamente ($P > 0.05$) con la asignación y el período de descanso (Fig 3). Aunque estas tendencias difieren de lo observado por Stobbs (26,

27), los valores encontrados se encuentran en un rango similar. La densidad de hojas disminuyó fuertemente con la altura de las plantas y los valores del estrato inferior se explican por la alta densidad de las gramíneas de porte bajo (Fig. 2).

Consumo

En general el consumo fue superior a 2.4 kg de MS/100 kg de PV/día y tendió a aumentar con asignaciones

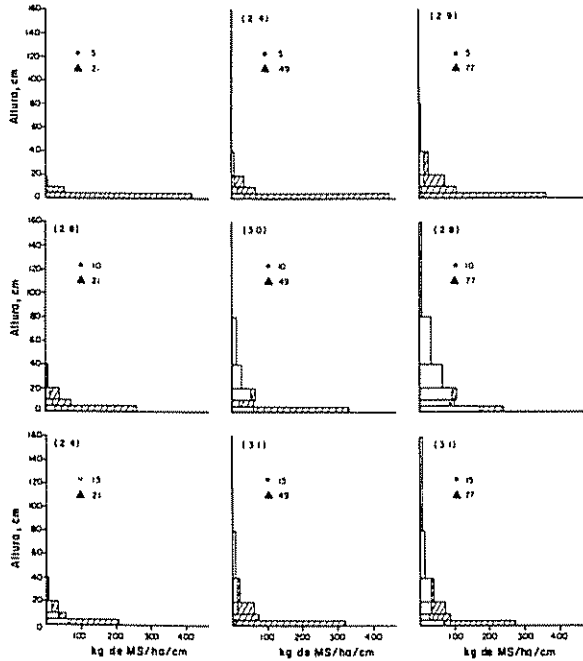


Fig. 2. Efecto de la asignación y el período de descanso, en la distribución vertical de la masa de gramíneas de porte alto □ y de porte bajo □. Asignación de forraje, kg de MS/100 kg de PV ▲, Período de descanso, días
Valores en paréntesis (): Consumo, kg MS/100 kg PV.

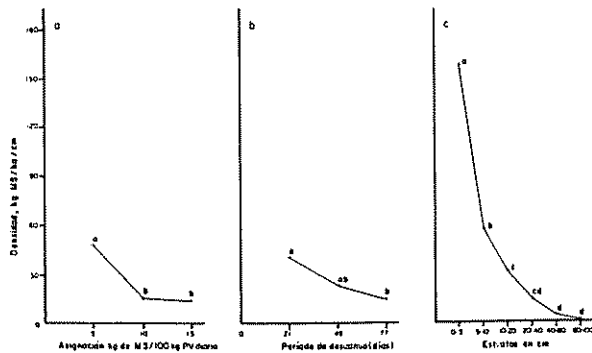


Fig. 3. Densidad de las hojas de gramíneas por efecto de la asignación (a), del período de descanso (b) y los estratos (c).

naciones altas y periodos de descanso intermedios y largos, y a disminuir ($P > 0.05$) con asignaciones altas y periodos de descanso cortos (Fig. 4). Estos valores y las tendencias observadas en este ensayo son semejantes a los encontrados en pasto Guinea (2) y en praderas de clima templado (3).

Los valores de consumo en asignaciones altas y períodos de descanso cortos, que resultaron ser menores que los alcanzados con la misma asignación y períodos largos, probablemente se debieron a la mayor proporción de material muerto en el forraje disponible y como consecuencia los animales se vieron forzados a ejercer una mayor selección.

El mayor consumo se asocia con los tratamientos donde hubo una asignación alta y períodos de descanso intermedios y largos, en los cuales se presentó una mayor disponibilidad de material verde y, por lo tanto, el consumo no estuvo restringido. Esta posible explicación se apoya en la relación entre el consumo y la cantidad de hojas disponibles arriba de 10 cm (porte bajo) ó 20 cm (porte alto) (Fig. 5). Esta relación, obtenida por método gráfico, muestra que el consumo aumenta hasta que la disponibilidad de hojas alcance unos 250 kg MS/ha en los estratos superiores de la pastura, después de lo cual se mantiene prácticamente estable. Las cantidades realmente consumidas fueron por supuesto mucho mayores, los

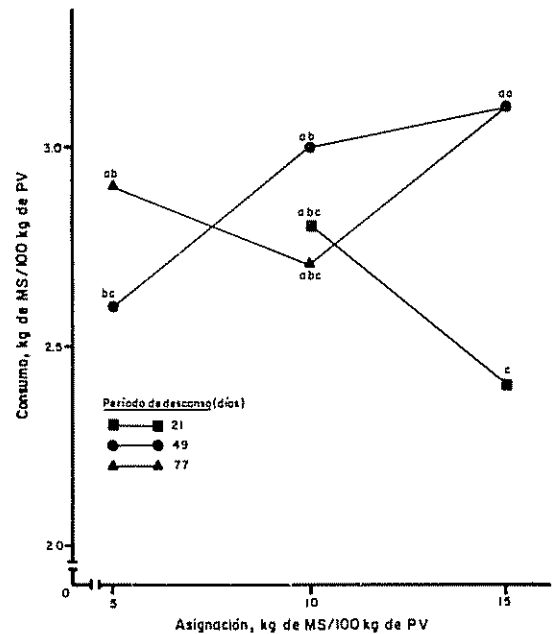


Fig. 4. Efecto de la asignación y del período de descanso sobre el consumo de novillos a pastoreo

animales pastoreando también los tallos y las hojas de los estratos inferiores. Sin embargo, la presencia de hojas en los estratos superiores (aunque en baja cantidad) puede ser considerada como un indicador, debajo de lo cual los animales no alcanzan a cubrir sus necesidades de consumo

Esto indica que la estructura de la pastura fue el factor preponderante que controló el consumo. En este sentido, se aprecia en la Fig 2 que en los tratamientos de uso menos intenso (asignaciones altas y períodos de descanso intermedios y largos), hubo una mayor proporción de forraje disponible en los estratos superiores (por encima de 20 cm), lo cual pudo haber facilitado el consumo por los animales. Además con esta estructura es probable que el tamaño de bocado haya sido mayor y consecuentemente se haya incrementado la tasa de consumo (13, 27, 28). Por ende, la relación no significativa entre el consumo y la masa disponible total refuerza la hipótesis de que el consumo en pastoreo está determinado por características de estructura de la pastura (27, 28) antes que por la disponibilidad per se.

Grado de defoliación

Los factores de manejo no afectaron significativamente el grado de defoliación, que fue generalmente mayor en asignaciones bajas para todos los componentes (Cuadro 1) y en los tratamientos con períodos más largos, tendencia que confirma lo reportado por Galaviz (7) y González (9). Esta última tendencia debería implicar más consumo, el que se explicaría por una más alta disponibilidad. Sin embargo en realidad el consumo no fue mayor, y en ese caso el mayor grado de defoliación puede ser debido a una intensa destrucción del forraje disponible por los animales, cuando este se encuentra en grandes cantidades en la pradera

El grado de defoliación de todos los componentes fue mayor ($P < 0.05$) en los estratos superiores de la pastura (Cuadro 2), tendiendo siempre a ser menor para la masa total, debido a la presencia de material muerto que era poco consumido. Observaciones casuales del comportamiento de los bovinos a pastoreo mostraron que estos seleccionaron activamente las especies de porte alto, como lo confirma el mayor grado de defoliación de las gramíneas de porte alto que las gramíneas de porte bajo

Existió una relación inversa ($r = -0.80^*$) entre el grado de defoliación y la densidad de los diferentes estratos, lo que significa que los estratos inferiores, aunque alcanzaron una densidad muy elevada de masa disponible, tuvieron un menor grado de defoliación que los estratos superiores. Esto puede reflejar dife-

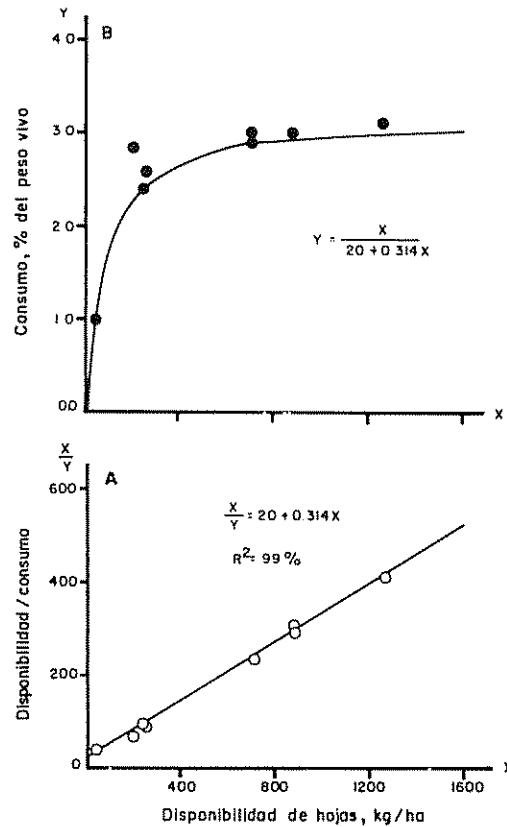


Fig 5 Relación entre la disponibilidad de hojas (plantas de porte alto 20 cm, plantas de porte bajo 10 cm) y el consumo individual de novillos
A: Construcción gráfica de la regresión
B: Aplicación a datos reales

rencias preferente por parte de los bovinos para las diversas gramíneas, encontrándose las especies de menor palatabilidad precisamente en los estratos bajos. Por otra parte, puede ocurrir también que los estratos inferiores, por la misma estructura de la pradera se encuentren fuera del alcance de los bovinos, tal como ocurrió en el tratamiento más intensivo de este experimento, en el cual casi el 90% de la masa estaba ubicada en el estrato inferior y los animales no lograron consumir cantidades medibles de pasto.

Discusión

Las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo. Generalmente una interacción en las especies y las respuestas a los tratamientos se manifestó cuando las especies de porte alto fueron favorecidas por tratamientos leves, mientras que las especies de porte bajo parecieron responder a los manejos más intensivos. Es importante, sin embargo, recalcar la menor magnitud de la respuesta de especies de porte bajo a los tratamientos en estudio, lo que sería un indicativo de que pueden acomodarse a cualquier tipo de manejo.

Cuadro 1. Grado de defoliación de la masa total y sus componentes por efecto de la asignación y del período de descanso (%).

Asignación, kg de MS/100 kg de PV/diario	Masa total	Gramíneas	Hojas de Gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
5	20.0 a	60.0 a	67.0 a	97.0 a	51.0 a
10	15.0 a	42.0 a	61.0 a	67.0 a	23.0 a
15	1.0 a	22.0 a	61.0 a	63.0 a	44.0 a
Periodo de descanso, días					
21	-10.2 a	35.0 a	47.0 a	68.0 a	26.0 a
49	13.3 a	30.4 a	64.0 a	64.0 a	50.0 a
77	26.1 a	47.0 a	73.0 a	87.0 a	43.0 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren, significativamente al 5% según Duncan.

Cuadro 2. Grado de defoliación de la masa total y sus componentes por estrato (%).

Estrato cm	Biomasa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
80-160	93.0 a	93.0 a	100.0 a	100.0 a	-
40-80	52.9 a	86.0 a	98.0 a	96.0 a	100.0 a
20-40	50.0 a	57.0 a	84.0 a	77.0 b	77.0 a
10-20	16.0 ab	36.0 ab	56.0 b	49.0 c	57.0 a
5-10	10.0 ab	34.0 ab	45.0 b	72.0 b	37.0 a
0-5	-1.0 ab	10.0 b	25.0 b	38.0 c	2.0 a

Valores con la misma letra en la misma columna difieren significativamente al 5% según Duncan.

Otra manifestación de la interacción mencionada fue que las especies de porte alto tendieron, cuando la intensidad de pastoreo le dio la oportunidad, a tener su masa de forraje disponible en estratos más altos que las plantas de porte bajo. Esa característica explica en parte el mayor grado de defoliación de las especies de porte alto ya que, en general los estratos superiores fueron más defoliados que los inferiores.

El resultado más notable de los tratamientos sobre la pradera fue la variación en la masa de forraje disponible. Sin embargo, se observó que la fracción que se podría llamar "comestible" no siguió el mismo patrón que la masa total disponible. En efecto, una proporción cuantiosa de la masa total correspondió a material muerto y tallos elongados. Por otra parte, una fracción importante de la masa total disponible se encontraba en los estratos inferiores de la pradera, los que resultaron ser menos accesibles a la acción del pastoreo. El resultado fue que a niveles similares de asignación (calculada con base en la masa total) se incrementó la presión sobre la fracción "comestible" de la pradera, al contrario de lo que la mayor dispo-

nibilidad dejaba esperar. Otro factor que tal vez limitó el aprovechamiento de las mayores cantidades de forraje disponible fue la disminución de la densidad de hojas constatada en esos tratamientos.

Estas circunstancias justifican de cierto modo la poca variación observada en el consumo, el que tal vez sólo haya respondido a una ubicación más favorable del forraje comestible dentro de la pradera. A pesar de las grandes diferencias observadas en la estructura de este tipo de pastura, los bovinos aparentemente no encontraron suficiente material para seleccionar en las condiciones de utilización liviana o tal vez fueron muy eficientes en aprovechar la pastura, bajo los manejos más intensivos.

Se observó poca respuesta en el consumo a las condiciones variables de carga (entre 2 y 4 UA/ha) cuando la respuesta esperada hubiera sido una marcada disminución del consumo en las cargas más elevadas. Sin embargo, al juzgar con base en el tratamiento más intensivo de este experimento, cuando la carga sobrepasó a los seis UA/ha, el consumo individual

fue efectivamente muy limitado. En todo caso, la carga no jugó un papel preponderante al menos durante el período experimental.

En conclusión los resultados de este experimento sugieren que, con excepción del tratamiento más intensivo, en el que la producción y la utilización de la pradera fue fuertemente limitada, y del tratamiento más liviano, en el que la producción y la calidad de la pradera fueron algo afectadas, los factores de manejo no jugaron un papel decisivo sobre la productividad de este tipo de praderas. Es probable que esta respuesta se deba en gran parte a la alta proporción de especies nativas en ellas. Se sugiere por lo tanto proseguir con estudios conducentes a la determinación del producto animal bajo cualquiera de los tratamientos intermedios estudiados en este experimento, y tomando como mayor fuente de variación la proporción inicial de gramíneas de porte alto en la pradera.

Las consecuencias de este experimento son bastantes obvias para el productor que opera en este tipo de pasturas. Por una parte estos resultados justifican en alguna forma el manejo (o más bien la falta de manejo) generalmente observado en ganaderías de pastos naturalizados. En efecto, se ve que el sistema se comporta en forma relativamente estable entre diferentes tipos de manejos y épocas del año, a pesar de las grandes variaciones en masa total de forraje. Estas variaciones afectan poco la productividad del sistema. Otra consecuencia es que habría poco mejoramiento que esperar de las técnicas de manejo de pastizales por sí solas, ya que ni la carga (salvo en niveles que sobrepasan en 4.0 UA/ha) ni la rotación de pasturas (representada en este experimento por el período de descanso) aportan cambios significativos en la productividad de los animales. Una posible intervención podría ser, como se ha indicado más arriba, la introducción de especies de mayor crecimiento y mayor consumo, pero esto conllevaría sin duda a una menor flexibilidad en el manejo ya que estas especies desaparecen cuando la carga aumenta momentáneamente o cuando el pastoreo se torne continuo. Probablemente sólo la introducción de leguminosas herbáceas o arbóreas pueda incrementar la productividad de estos sistemas en forma durable a través de una aceleración de la circulación de nitrógeno y una mejora significativa de la calidad del forraje ingerido.

Resumen

El presente estudio fue realizado en Turrialba, Costa Rica, para determinar el efecto de tres asignaciones de forrajes (5, 10 y 15 kg de MS/100 kg de PV diario) y tres períodos de descanso (21, 49 y 77 días) sobre la estructura y utilización de gramíneas de diferentes

formas de crecimiento (porte alto *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* y porte bajo *Axonopus* y *Paspalum* spp.) El diseño experimental utilizado fue uno completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos 3x3, con dos repeticiones en el tiempo.

La masa total disponible varió entre 3 500 y 9 600 kg /ha con la asignación y con el período de descanso, reflejando en gran medida la variación de la masa de material muerto.

La proporción de la masa total en el estrato inferior (0-5 cm del suelo) varió entre 87 y 56% entre la asignación baja y alta respectivamente y reflejó cambios en la composición botánica de la pradera y en la morfología de las plantas. La densidad del forraje disponible disminuyó con la asignación, con el descanso y en los estratos superiores.

El consumo individual de los bovinos fue mayor a 2.4 por ciento del peso vivo y tendió a ser mayor, aunque no significativamente, con mayores asignaciones y períodos de descanso. El grado de defoliación fue mayor con bajas asignaciones, con mayores descansos, y fue mayor en gramíneas de porte alto que de porte bajo.

Los resultados señalan el mayor potencial de crecimiento y utilización de las gramíneas de porte alto que las gramíneas de porte bajo, e indican que los factores de manejo pueden aportar cambios muy marcados en la estructura de la pradera. Sin embargo, en este tipo de pradera los cambios observados no se reflejan claramente en un mayor consumo individual. Se discute las consecuencias prácticas de estas observaciones.

Literatura citada

- 1 AGUIRRE, A. V. 1971. Estudios de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 139 p.
- 2 ANRIQUE, R. 1959. Consumo de pasto guinea (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 54 p.
- 3 BAKER, R. D.; ALVAREZ, F.; LE DU, L. 1981. The effect of herbage allowance upon the herbage intake and performance of suckler cows and calves. Grass and Forage Science 36(3):189-199.

4. CHACON, E.; STOBBS, T.H. 1977. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agriculture Research* 27(5): 7091-727.
5. CHACON, E.; STOBBS, T.H.; SANDLAND, R.L. 1976. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behaviour. *Journal of the British Grassland Society* 31(2):81-87.
6. CZARNOCKY, J.; SIBBAL, D.P.; EVANS, E.V. 1961. The determination of chromic oxide in samples of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry. *Canadian Journal of Animal Science* 4(2):167-179.
7. GALAVIZ, L.C. 1981. Comportamiento de una pradera naturalizada por efecto del periodo de descanso y la presión de pastoreo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 117 p.
8. GARDNER, A.L. 1967. Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas. Montevideo, IICA. 80 p.
9. GONZALEZ, M. 1979. Comportamiento de praderas de baja productividad bajo los efectos del periodo de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosforada. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 105 p.
10. HENDRICKSEN, R.; MINSON, J. 1980. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Journal of Agricultural Science* 95(3):547-554.
11. HENDY, K. 1975. Review of natural pastures and their management problems on the north coast of Tanzania. *East African Agricultural and Forestry Journal* 4(1):52-57.
12. HODGSON, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science* 34(1):11-18.
13. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science* 36(1):49-57.
14. HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA, 216 p.
15. HUNT, W.F. 1970. The influence of leaf death on the rate of accumulation of green herbage during pasture regrowth. *The Journal of Applied Ecology* 7:41-50.
16. KING, K.R.; STOCKDALE, C.R. 1980. The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on the productivity of irrigated pasture grazed by dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry* 20(106):537-632.
17. LEMUS, A. 1977. Producción de carne bovina en praderas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst var nlemfuensis) bajo diferentes presiones de pastoreo y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Mag. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 104 p.
18. LUDLOW, M.M.; STOBBS, T.H.; DAVIS, R.; CHARLES-EDWARDS, P.A. 1982. Effect of sward structure of two tropical grasses with contrasting canopies on light distribution, net photosynthesis and size of bite harvested by grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 33(2):187-201.
19. MACEIRA, N.O.; VERONA, C.A. 1982. Restablecimiento del canopeo en un pastizal natural frente a perturbaciones experimentales de distinta naturaleza. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires* 3(1):81-93.
20. MANNETJE, L't; EBERSOHN, J.P. 1980. Relations between sward characteristics and animal production. *Tropical Grassland* 14(3):273-280.
21. MILNE, J.A.; *et al* 1982. The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science* 37(3):209-218.
22. SALA, V.O.; *et al* 1981. Productivity dynamics of a native temperate grassland in Argentina. *Journal of Range Management* 34(1):48-51.
23. SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. Trad. por Ediberto Camacho. San José, Costa Rica, IICA. 634 p.
24. SIERRA, O. 1980. Efecto de tres factores de manejo sobre la productividad y evaluación de un pastizal natural en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 128 p.

25. SORIANO, A., *et al.* 1977. Ecología de los pastizales de la depresión del salado. Academia Nacional de Agronomía Veterinaria 3(2): 1-18.
26. STOBBS, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. Australian Journal of Agricultural Research 24(6):809-819.
27. STOBBS, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages. Australian Journal of Agricultural Research 24(6):821-829.
28. STOBBS, T.H. 1975. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures III. Influence on fertilizer nitrogen on the bite size harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps* cv. Kazungula swards. Australian Journal of Agricultural Research 26(6):997-1007.
29. STOBBS, T.H.; IMRE, B.C. 1976. Variation in yield canopy, structure, chemical composition and *in vitro* digestibility within and between *Desmodium* species and interspecific hybrids. Tropical Grasslands 10(2): 99-106.
30. STOBBS, T.H. 1977. Short term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grasses. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 7(89):892-898.
31. STUTH, J.W.; KIRBY, D.R.; CHMIELEWSKY, R.E. 1981. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. Grass and Forage Science 36(1):9-15.
32. TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18(2):104-111.
33. VILLALOBOS, J.L.M. 1979. Efecto del intervalo de descanso y la presión de pastoreo sobre el comportamiento de la asociación de Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* (Roxd.) y pasto Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain y Evrard). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 103 p.

Reseña de libros

J. DE GRAAFF. *The economics of coffee*. P.O. Box 4. 6700AA Wageningen. 1986. 294 p.

Este libro forma parte de una serie de monografías sobre la economía de varios cultivos, propios de países en desarrollo, que empieza a publicar la Universidad de Wageningen con el propósito de llenar la "brecha entre la documentación agronómica y la información sobre producción y comercialización".

Teniendo esto en mente, el libro se inicia con un capítulo muy general sobre la tecnología del cultivo, que ha sido muy bien captada si se tiene en cuenta que el autor es economista y no agrónomo.

Sigue un capítulo que constituye la columna vertebral del libro, y que es un análisis comparativo de los ocho casos o países estudiados. Aquí el autor se da a la tarea de examinar el papel del café en la economía nacional, considerando aspectos microeconómicos, producción, procesamiento, costos, mercadeo interno, cargas impositivas, servicios de apoyo a la producción, precios, ganancia y distribución de esas ganancias.

En ese segundo capítulo el autor ha hecho una muy difícil y exitosa labor de síntesis y análisis. Comparar la caficultura de Brasil con la de cualquier país productor es ya de por sí tarea difícil. Comparar en un mismo análisis países africanos y asiáticos con los americanos es de nuevo muy complicado, pero com-

parar ocho países con el nivel de detalle que se hace en esta obra parece a primera vista una tarea imposible; sin embargo se ha hecho existosamente.

Con eso concluye la primera parte del texto, la cual es seguida por una segunda en que aparecen analizados individualmente: Brasil, Colombia, Costa Rica, Kenya, Rwanda, Camerun, Costa de Marfil e Indonesia.

Cada caso está bien documentado y se trató de llegar al mismo nivel de profundidad en el análisis, aunque desde luego las fuentes de información han sido más ricas en unos países que en otros. Para cada país se presenta algunos antecedentes, aspectos ecológicos, un examen del sector cafetalero, la producción, el procesamiento, los aspectos de mercadeo o comercialización y los organismos o mecanismos de apoyo al sector. Termina con un resumen y un cuadro con los parámetros más importantes para el sector.

La obra contiene información muy útil para planificadores, funcionarios de gobierno, investigadores, extensionistas, estudiantes y otros. Sin embargo, por la misma naturaleza del tema, la utilidad decrece con el tiempo. La información fue obtenida en 1982 y si bien es cierto que la estructura puede permanecer constante por algún tiempo, y que el sistema de análisis usado es más perdurable, las constantes usadas y los precios varían muchísimo. Adicionalmente, la industria y la tecnología están sufriendo modificaciones más violentas de las que nunca antes había tenido. En resumen, el contenido de este libro es muy bueno pero sospechamos que se desactualizará muy pronto.

CARLOS ENRIQUE FERNANDEZ
PROMECAFE
IICA, COSTA RICA

J. PINOCHET*
D. CORDERO**
A. BERROCAL***

SUMMARY

*A nematode population fluctuation study was carried out during a one-year period on coffee in the regions of Boquete and Santa Fe, Republic of Panama. The populations of the three most important plant parasitic nematodes in each region were correlated with temperature and rainfall for the same period. In Santa Fe, *Discocricone-mella repleta* and *Xiphinema americanum* were the most abundant nematodes, followed by *Helicotylenchus erythrinae*. The highest population increases were recorded between the months of July and November, which corresponded with the period of high rainfall. The *Helicotylenchus* population was low throughout the year and its fluctuation uneven, presenting no correlation with environmental factors.*

*In Boquete, *Meloidogyne* spp. was the predominant nematode followed by *Helicotylenchus erythrinae*. The *Meloidogyne* population appears to have been associated more with the adjacent weeds than with the crop itself. Population increase coincided with the beginning of the rainy season during March, April and May. During the months of high rainfall, a general reduction in nematode population in the soil was observed. *X. americanum* was low throughout the year, presenting a slight increase during July. At both localities, rainfall was the determining factor for changes in nematode population. Temperature fluctuated little throughout the year and apparently had no influence on population changes.*

Introducción

El cultivo del café en Panamá comprende aproximadamente 21 000 hectáreas, según datos proporcionados por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, para 1983. En el año agrícola 1982-1983 se produjo 179 500 qq de grano despulpado, del cual se exportó el equivalente al 52% de la producción nacional (4). El café en 1983 generó divisas por 15 2 millones de dólares, siendo el tercer cultivo de importancia en exportaciones después del banano y el

azúcar. El cultivo está principalmente en manos de pequeños y medianos agricultores, los que suman 14 350 caficultores distribuidos en su mayoría en las provincias de Chiriquí, Coclé, Veraguas, Panamá y Colón (17).

En Panamá no existe información sobre las pérdidas ocasionadas por nematodos en café, aunque se estima que deben ser similares a las que ocurren en otros países de la región de Centro y Sudamérica. En general, los nematodos causan destrucción del sistema radicular, lo que se refleja en síntomas de achaparramiento en plantas jóvenes, clorosis, marchitamiento en épocas secas y a veces defoliación total (10, 20, 23). Los árboles afectados pueden manifestar deficiencias de nitrógeno y zinc (6), y los ataques severos pueden causar la muerte tanto de árboles en plantaciones establecidas como de plántulas en semilleros y viveros (16, 23).

La mayoría de la información existente de nematodos en café se refiere a la identificación de géneros

¹ Recibido para publicación el 23 de setiembre de 1985

* Nematólogo, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Apartado 6-3786, El Dorado, Panamá

** Nematólogo, Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá, Casilla No. 37, David, Chiriquí, Panamá

*** Departamento de Sanidad Vegetal, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Región II, Santiago de Veraguas, Panamá

y especies asociadas al cultivo, a los daños que ocasionan, o bien sobre su control (2, 3, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 19, 21, 24, 25, 27, 30). Sin embargo, no existe información acerca de la fluctuación estacional de las poblaciones de nematodos en diversas regiones que poseen climas, suelos y a veces prácticas culturales diferentes. La información sobre épocas de mayor actividad nematológica contribuiría a un mejor entendimiento del problema potencial de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café y, consecuentemente, a la adopción de medidas adecuadas de control, especialmente en relación a dosis, época óptima de aplicación de nematicidas y número de ciclos de aplicación por año.

Un estudio comparativo de dinámica de poblaciones se llevó a cabo en Panamá entre diciembre de 1983 y noviembre de 1984 en café, *Coffea arabica* L., cultivar Caturra, en cuatro fincas ubicadas en dos regiones cafetaleras representativas del país, con el objeto de conocer las fluctuaciones estacionales de las poblaciones de nematodos asociados a este cultivo y determinar cómo algunos factores ambientales, tales como temperatura y caída pluviométrica, afectan los cambios poblacionales.

Materiales y métodos

Se tomó un total de 128 muestras compuestas en dos fincas cafetaleras localizadas en Boquete, provincia de Chiriquí y dos en Santa Fe, provincia de Veraguas (Fig. 1). Previo a la selección de los sitios más

interesantes de muestreo, se hizo varias recolecciones con el propósito de encontrar lugares con poblaciones aceptables de nematodos fitoparásitos que pudieran tener importancia económica.

Basados en este muestreo inicial se escogió ocho fincas de las que se descartó cuatro durante el transcurso del estudio por poseer poblaciones muy bajas de nematodos. En cada sitio de muestreo se seleccionó nueve árboles al azar edad promedio era de seis años. La toma de muestra se realizó con barrenos espirales de 30 mm de diámetro, a una distancia de 30 cm de la base de la planta y a una profundidad de 40 cm cada 28-32 días por espacio de un año. Cada muestra compuesta estuvo formada por ocho submuestras de aproximadamente 70-80 g de suelo cada una; en las primeras recolecciones se incluyó muestras de raíces para extracción de nematodos endoparásitos. El material recolectado fue llevado al laboratorio de nematología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá, en Chiriquí, para su procesamiento.

La extracción de nematodos de las raíces se efectuó por macerado del tejido radicular en licuadora, combinado con embudo Baerman. La extracción de nematodos del suelo se realizó por tamizado diferencial y azúcar flotación (13). Los nematodos extraídos fueron almacenados en una solución acuosa al tres por ciento de formalina para su posterior identificación y conteo, y algunos nematodos de interés fueron

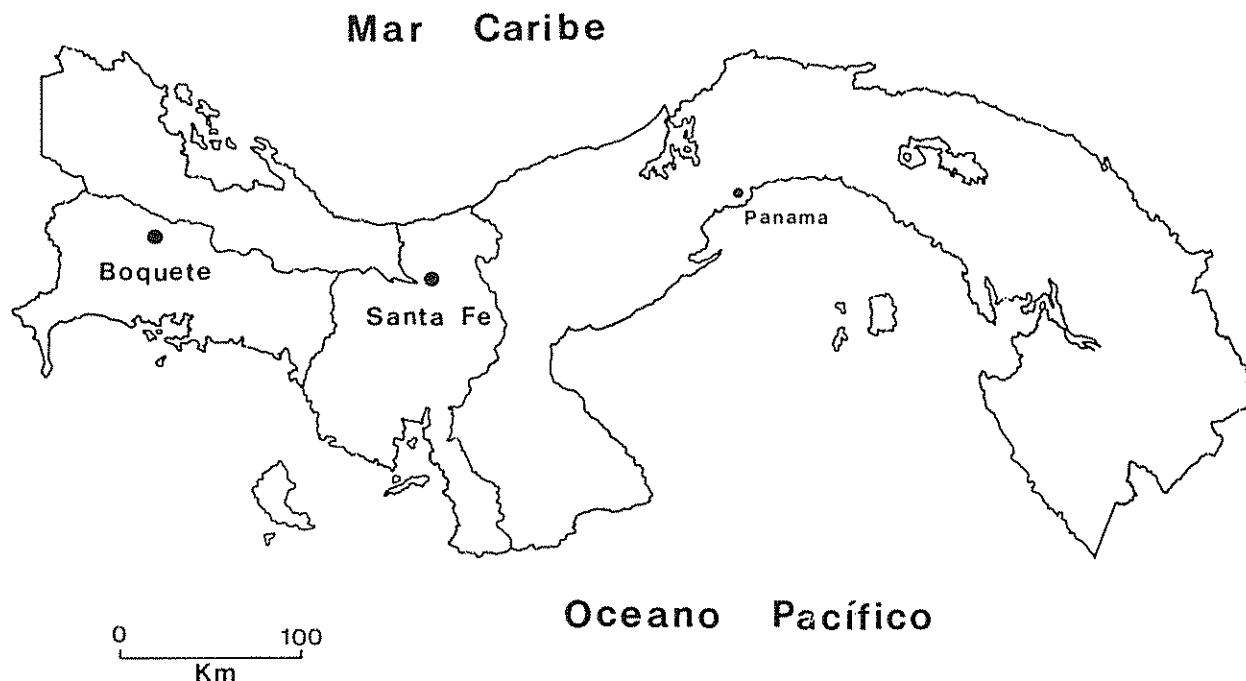


Fig. 1 Diagrama de la República de Panamá con indicación de las dos áreas de muestreo.

enviados al Commonwealth Institute of Parasitology, St. Albans, Hertsforshire, Inglaterra, para su identificación a nivel de especie.

En Santa Fe y Boquete se obtuvo datos de temperatura y precipitación mensual por el período de 12 meses para determinar su influencia sobre las poblaciones de las tres especies de nematodos de mayor importancia económica para cada región. La información meteorológica fue proporcionada por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE).

El criterio de selección de esas poblaciones estuvo basado en la patogenicidad conocida de algunas especies de nematodos en café, como *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, (1, 26, 29) y *Xiphinema americanum* Cobb, 1913 (22) y, en otros casos, en las altas poblaciones de patógenos más débiles como nematodos de los géneros *Discocriconemella* y *Helicotylenchus*. Los cuidados culturales y el estado sanitario de las plantaciones muestreadas en Boquete eran mejor que las de Santa Fe. Ninguno de los sitios muestreados tenía historial de uso de nematocidas. En el Cuadro 1 se expone algunas características ambientales y prácticas agronómicas que prevalecen en las dos regiones de muestreo, con el propósito de que ayuden a interpretar correctamente los resultados obtenidos en este estudio de dinámica de poblaciones.

Resultados

Como las dos fincas ubicadas en Santa Fe poseían la misma fauna nematológica, se procedió a traba-

jar con el promedio de ambas. Los nematodos de mayor interés detectados allí fueron *Discocriconemella repleta* Pinochet and Raski, 1976, *Xiphinema americanum* y *Helicotylenchus erythrinae* (Zimmermann, (1904) Golden 1956, siendo las dos primeras las poblaciones predominantes. La época de mayor actividad nematológica fue de julio a noviembre para *X. americanum* y *D. repleta*, alcanzando las poblaciones máximas en los meses de julio y setiembre respectivamente (Fig. 2). Este incremento poblacional coincidió con el periodo de mayor caída pluviométrica; la precipitación promedio mensual entre los meses de julio a octubre fue de 416 mm. La población de *H. erythrinae* fue baja y sus fluctuaciones erráticas, sin guardar relación alguna con cambios de temperatura y precipitación. *D. repleta* también presentó un incremento poblacional en el mes de marzo, fuera del período normal de lluvias.

En el área de Boquete también se tomó el promedio de las poblaciones provenientes de dos sitios de muestreo. La época de mayor actividad nematológica coincidió con el inicio del período de lluvias correspondiente a los meses de marzo, abril y mayo (Fig. 3). Contrariamente a lo que sucedió en Santa Fe, se registró una reducción de las poblaciones de nematodos durante los meses de mayor precipitación, comprendidos entre junio y octubre. *Meloidogyne* spp. fue el nematodo predominante en Boquete, presentando una marcada fluctuación estacional durante el año. Los mayores incrementos poblacionales se registraron de marzo a junio.

Las otras especies de interés, *H. erythrinae* y *X. americanum* no presentaron una marcada fluctua-

Cuadro 1. Información general sobre las características ambientales y agronómicas del cultivo del café en Boquete y Santa Fe, Panamá.

Características del lugar	Boquete	Santa Fe
Nivel sobre el mar	1 200 m	580 m
Clima*	Tropical muy húmedo	Tropical húmedo
Precipitación anual**	3 250 mm	2 220 mm
Temperatura promedio anual**	20.4°C	24.5°C
Textura suelo	Franco arenoso	Franco arcilloso
pH	4.7	4.6
Materia orgánica	10.1%	5.3%
Variedad	Caturra	Caturra
Edad cafetal	5 años	7 años
Densidad plantación	5 000 árb./ha	4 500 árb./ha
Sombra	80%	60%
Superficie cultivada en región	3 850 ha	950 ha
Rendimiento promedio región	65 qq/ha	25 qq/ha
No. de agricultor pequeños y medianos	950	130

* Clasificación de climas según Köppen

** Promedio últimos 20 años

ción. La máxima y mínima densidad registrada para *H. erythrinae* se presentó durante los meses de abril y julio respectivamente, manteniendo una relación inversa con la precipitación registrada para esos me-

ses. La población de *X. americanum* fue baja durante todo el año, con la excepción de un leve incremento en el mes de julio. La temperatura en Santa Fe y Boquete tuvo oscilaciones leves durante el año.

Santa Fe (Veraguas)

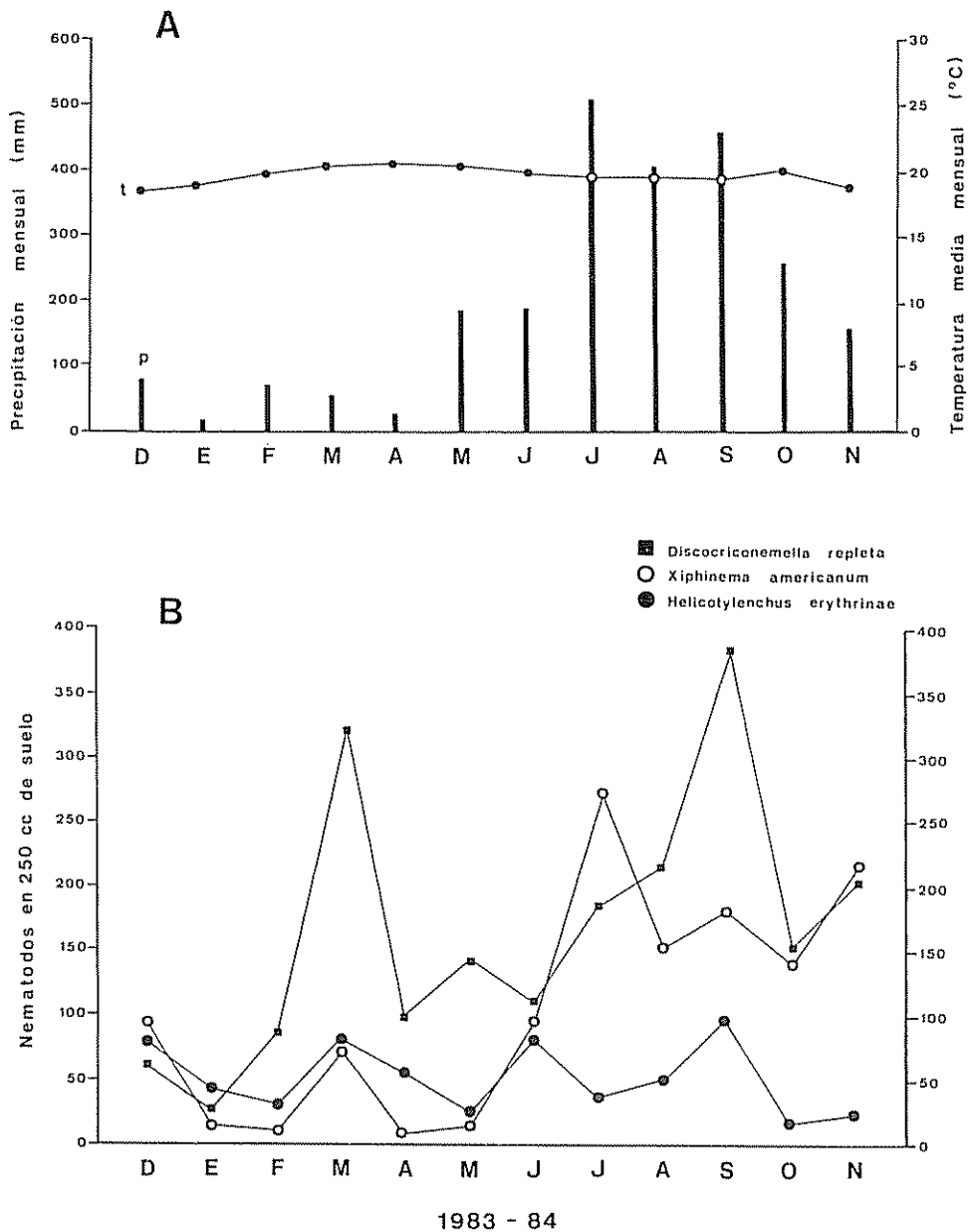


Fig 2 Dinámica de poblaciones de nematodos en café en el área de Santa Fe, provincia de Veraguas A: Precipitación y temperatura media mensual B: Fluctuación de las poblaciones de *Discocriconemella repleta*, *Xiphinema americanum* y *Helicotylenchus erythrinae* durante el mismo período

Discusión

La precipitación anual correspondiente al período en que se desarrolló el estudio fue normal para Santa Fe y Boquete. Este parece ser el principal factor ambiental del que dependen los aumentos y disminuciones de la fauna nematológica en el suelo. En Santa Fe

la época de lluvia comprendida entre junio y octubre favoreció el incremento de dos de las tres poblaciones de nematodos estudiadas. En cambio, en Boquete el período de intensas lluvias comprendido entre julio y octubre produjo una reducción de la población de los tres nematodos estudiados.

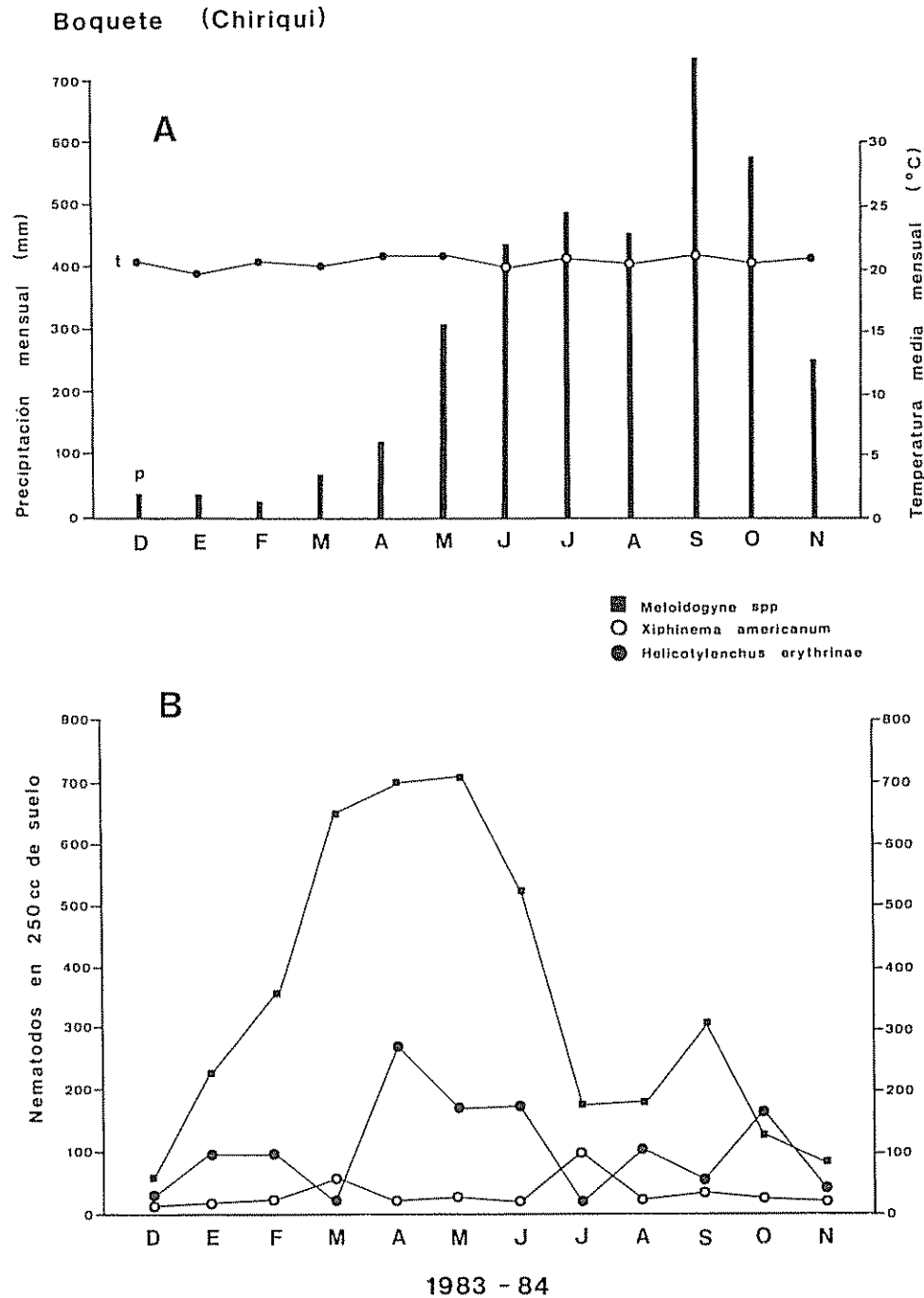


Fig 3. Dinámica de poblaciones de nematodos en café en el área de Boquete, provincia de Chiriquí. A: Precipitación y temperatura media mensual B: Fluctuación de las poblaciones de *Meloidogyne* spp, *Xiphinema americanum* y *Helicotylenchus erithrinae* durante el mismo período

Las poblaciones máximas de *Meloidogyne* spp. oscilaron entre 670 y 720 segundos estadios juveniles en 250 cc de suelo en los meses de marzo, abril y mayo durante el período de aumento de las precipitaciones; es de interés señalar que en Boquete llueve aproximadamente 1 000 mm más al año que en Santa Fe. Aparentemente el exceso de agua en Boquete, sobre los 500 mm mensuales, afectó en forma negativa la multiplicación de nematodos, probablemente por saturación del suelo, anoxia o estimulación de otros organismos predadores de nematodos (5). Desde junio a octubre el promedio mensual de precipitación en Boquete fue 538 mm. Las oscilaciones máximas y mínimas de temperatura durante el año fueron de 19.1 a 20.7 °C en Santa Fe y de 19.4 a 21.3 °C en Boquete, lo cual debe considerarse como bastante constante. Aparentemente, la temperatura no influyó sobre cambios poblacionales.

Los datos recopilados sobre la fluctuación de las poblaciones de nematodos en Santa Fe correspondieron a especies ectoparasitas. Otras especies de nematodos endoparasitos, de mayor importancia económica en café, tales como *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941 (2, 16, 18), *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949 (22), *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887 y *M. coffeicola* Lordello and Zamith, 1960 (6, 16, 20, 23, 26) no fueron detectadas en este estudio como tampoco en muestreos previos para la selección de un sitio representativo en esta localidad.

Una población mixta de *Meloidogyne* spp. apareció en las dos fincas muestreadas en Boquete. La presencia de segundos estadios juveniles de esta especie provenientes de la rizosfera de las plantas de café era abundante. Sin embargo, el sistema radicular de estos no presentaba las agallas típicas de *Meloidogyne*. En la extracción de nematodos de las raíces tampoco se obtuvo resultados positivos, sugiriendo que estas especies estaban más asociadas a malezas hospederas adyacentes a las plantas de café, principalmente *Impatiens* sp., que sí presentaban nodulaciones típicas de *Meloidogyne*.

No se excluye la posibilidad de que estas especies de nematodos también se alimenten del café, aunque aparentemente sus hospederos preferenciales eran malezas. D'Sousa, citado por Lordello (16), informó de una situación parecida en la India, en donde *M. exigua* parasita algunas malezas en plantaciones de café sin afectar a las raíces del mismo cultivo.

Todas las hembras de *Meloidogyne* recolectadas en este estudio fueron extraídas de raíces de malezas próximas al café. La población mixta de *Meloidogyne* spp. estaba formada por *M. incognita*, *M. javanica* y

M. arenaria (Neal, 1889) Chitwood, 1949 siendo la primera la especie predominante. Vale la pena mencionar que se identificó tres diseños perineales que correspondían a las características taxonómicas de *M. exigua*, una especie de conocido daño en café. A pesar de esto, los autores opinan que la presencia de *M. exigua* es dudosa por la variabilidad morfológica que suelen presentar los diseños perineales de nematodos del género *Meloidogyne*. En un estudio taxonómico de nematodos en café en Costa de Marfil, Van Doorselaere y Samsoen (28) hacen mención a la alta variabilidad de los diseños perineales de *M. incognita* en café. Taylor y Sasser (26) también hacen mención de la facilidad de confusión entre diseños perineales de *M. arenaria* con los de *M. incognita* y *M. hapla* Chitwood, 1949.

Xiphinema americanum puede considerarse como el nematodo más importante presente en Santa Fe, tanto por su nivel poblacional como por su patogenicidad. Este nematodo está asociado a la condición de muerte regresiva en cafetales mal administrados o abandonados en Guatemala (22). *X. americanum* también apareció en Boquete, aunque en poblaciones bajas que no superaron los 85 nematodos en 250 cc de suelo. Otras especies del género *Xiphinema* como *X. Krugi* Lordello, 1955, *X. brevicolle* Lordello and La Costa, 1961, *X. radicecola* Goodey, 1936, *X. insignis* Loos, 1949 y *X. basilgoodeyi* Coomans, 1965, han sido encontradas asociadas al cultivo del café en Brasil, Perú, Guatemala, India y el Congo (16); el daño que estas especies puedan producir en café es desconocido.

En Santa Fe, la población de *D. repleta* fue anormalmente alta en marzo para esa época de bajas precipitaciones comprendidas entre enero y abril (Fig. 2). Esta relación inversa pudo deberse a que las escasas lluvias del mes de febrero, de sólo 70 mm, fueron suficientes como para estimular el crecimiento radicular y consecuentemente incrementar la población de nematodos. Se desconoce la capacidad reproductora de esta especie, pero cabe mencionar que especies de otros géneros de Criconemátidos poseen ciclos de 18 a 25 días en condiciones favorables, alcanzando poblaciones altas en corto tiempo (14). También es de interés señalar que la estación de datos meteorológicos más cercana al sitio de muestreo estaba aproximadamente a 10 km. Las precipitaciones en esta región montañosa son variables y es posible que los datos recopilados en la estación meteorológica no sean iguales a la precipitación real caída cerca del sitio de muestreo; tampoco debe destacarse la posibilidad de un alto error de muestreo debido a la distribución no uniforme de los nematodos en el suelo (5).

La información obtenida en este estudio permite determinar cómo algunas poblaciones son afectadas

por las condiciones ambientales, especialmente precipitación. Bajo el punto de vista práctico, estos datos facilitan establecer una estrategia de control en plantaciones establecidas de café basada en aplicaciones oportunas de productos nematocidas, siempre que lo requieran, en períodos previos o durante aumento poblacional. Consecuentemente, la época óptima de aplicación de nematocidas en el área de Santa Fe sería abril y mayo, previo al inicio de la lluvia. Estos meses también coinciden con el incremento poblacional de nematodos en el suelo (Fig. 2). La validez de una segunda aplicación durante el período de máxima actividad nematológica entre julio y octubre, que a su vez son los meses de mayor precipitación, es cuestionable, por la poca efectividad que pueden tener las aplicaciones en dicho período. Bajo las condiciones de Boquete, una aplicación por año en los meses de enero y febrero, antes del período de mayor actividad nematológica comprendido entre marzo y mayo, sería recomendable. El período de intensas lluvias que le sigue de junio a octubre ejerce un control natural (Fig. 3). Es probable que la mayoría de las poblaciones de nematodos asociados al cultivo sean afectadas, razón por la cual no se justifica aplicaciones adicionales a partir del segundo semestre del año. En pequeñas explotaciones con bajos rendimientos es posible que no resulte rentable el uso de nematocidas.

Resumen

Un estudio comparativo de fluctuación estacional de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en café fue llevado a cabo durante el período de un año en Boquete, Provincia de Chiriquí, y Santa Fe, Provincia de Veraguas, en la República de Panamá. Las poblaciones de los tres nematodos de mayor interés en cada región se correlacionaron con temperatura y precipitación. En Santa Fe, *Discocriconemella replata* y *Xiphinema americanum* fueron los nematodos más abundantes, seguidos de *Helicotylenchus erythrinae*. La época de mayor actividad nematológica fue de julio a noviembre, meses que coincidieron con el período de mayor precipitación. La población de *Helicotylenchus* fue baja durante todo el año y sus fluctuaciones erráticas sin guardar ninguna relación con factores ambientales. En Boquete *Meloidogyne* spp. fue el nematodo predominante, seguido por *Helicotylenchus erythrinae*. La población de *Meloidogyne* parecía estar más asociado a malezas adyacentes al cultivo que al propio café. La época de mayor actividad nematológica coincidió con el inicio de las lluvias durante los meses de marzo, abril y mayo. En los meses de mayor precipitación, de junio a noviembre, se registró una reducción general de las poblaciones de nematodos en el suelo. La población de *X. americanum* fue baja durante todo el año con leve incremento en el mes de julio. En ambas

localidades la precipitación fue el factor determinante en la fluctuación de la fauna nematológica. La temperatura tuvo oscilaciones leves durante el año y no parece tener influencia sobre cambios poblacionales.

Literatura citada

1. ABREGO, L.; HOLDEMAN, Q. L. 1961. Informe de Progresos en el Estudio del Problema de los Nematodos del Café en El Salvador. In Boletín Informativo. Suplemento No. 8, Instituto Salvadoreño de Investigación del Café, Santa Tecla, El Salvador. p. 1-16.
2. ABREGO, L. 1974. Ensayos de selectividad de nematocidas en el combate de *Pratylenchus coffeae* en almacigueras de café. Nematropica 4(2):17.
3. CHITWOOD, B. G.; BERGER, C. A. 1960. Preliminary report on nematode parasites of coffee in Guatemala, with suggested ad interim control measures. Plant Disease Reporter 44:841-847.
4. DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO. 1985. Situación económica. Superficie sembrada y cosecha de Café, Tabaco y Caña de Azúcar: Año Agrícola 1983/84. Contraloría General de la República de Panamá. Panamá 15 p.
5. DROPKIN, V. H. Population Dynamics. 1980. In Introduction to plant nematology John Wiley and Sons. p. 246-249.
6. FIGUEROA, A. 1976. El nematodo *Meloidogyne* sp. en Costa Rica. In Memorias de la Iera Conferencia Regional de Planeamiento del Proyecto Internacional *Meloidogyne*, Región 1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá — Facultad de Agronomía. p. 24-26.
7. FIGUEROA, A. 1978. Efectos de carbofurán 5G en la productividad del café Caturra. Nematropica 8(2):26-33.
8. FIGUEROA, A. 1980. Efectos del carbofurán y oxamil en el café Caturra. Nematropica 10(2):66-67.

9. FIGUEROA, A. 1980 Respuestas de resiembras de café Caturra al carbofurán. *Nematropica* 10(2):67
10. FLORES, J.M.; YEPEZ, G.T. 1969. *Meloidogyne* in coffee in Venezuela. In *Nematodes of Tropical crops*. Ed. J.E. Peachey Commonwealth Bureau of Helminthology. Technical Communication No. 40 p. 251-256
11. HUANG, S.P.; RESENDE, I.C.; D'SOUZA, P.E.; CAMPOS, V.P. 1983. Effect of aldicarb, ethoprop and carbofuran on control of coffee root-knot nematode, *Meloidogyne exigua* *Journal of Nematology*. 15:510-514.
12. JARQUIN, H. Efecto de extractos vegetales sobre poblaciones de nematodos en viveros de café. *Nematropica* 13(2):116.
13. JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692.
14. JENKINS, W.R.; TAYLOR, D.P. 1967. Ring Nematodes: Criconemoides and Criconema. In *Plant Nematology*. Reinhold Publishing Corporation. p. 138-145
15. LORDELLO, L.G.E. 1965. In 1a. Reunión técnica internacional sobre plagas y enfermedades de los cafetos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. p. 100-108.
16. LORDELLO, L.G.E. 1972. Nematode pests of coffee. In *Economic Nematology* Ed John Webster Academic Press, London. p. 268-284.
17. MANELIA, J.A. 1985. Antecedentes de la caficultura nacional y recomendaciones. Análisis, la revista económica panameña. 7(5):13-19.
18. MOREIRA, G.R.; CHAVES, D.L. 1980. Control de *Pratylenchus coffeae* en café con nematocidas sistémicos aplicados al suelo y follaje. *Nematropica* 10(2):68.
19. PINOCHET, J.; VENTURA, O. 1980. Nematodes associated with agricultural crops in Honduras. *Turrialba* 30(1):43-47
20. ROMAN, J. 1978. Nematodos del café, el té y el cacao. In *Fitonematología Tropical* Ed. J. Roman. Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas, Est. Experimental Agrícola, Río Piedras, Puerto Rico p. 113-121.
21. SCHIEBER, E.; SOSSA, O. 1960. Nematodes on coffee in Guatemala, *Plant Disease Reporter* 44:722-723
22. SCHIEBER, E. 1966. Nematodos que atacan el café en Guatemala, su distribución, sintomatología y control. *Turrialba* 16:130-135.
23. SCHIEBER, E. 1968. Nematode problems of coffee. In *Tropical Nematology*. Ed. G.C. Smart and V.G. Perry. University of Florida, Gainesville, Florida, USA. p. 81-92
24. TARTE, R. 1970. Reconocimiento de nematodos asociados con diversos tipos de cultivos en Panamá. *Turrialba* 20(4):401-406.
25. TARTE, R. 1976. Estudios sobre *Meloidogyne* spp. en Panamá. In *Memorias de la Conferencia Regional de Planeamiento del Proyecto Internacional Meloidogyne, Región 1*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá. Setiembre, 1976. p. 41-44.
26. TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). *North Carolina State University Graphics*. 58 p.
27. TOLER, R.W.; CUELLAR, R.; FERRER, J.B. 1959. Preliminary survey of plant diseases in the Republic of Panama 1955-1958. *Plant Disease Reporter* 43:1 201-1 203.
28. VAN DOORSSELAERE, R.; SAMSOEN, L. 1982. Some Tylenchids from coffee fields of Ivory Coast, with the description of *Hemicriconemoides snoeki* n. sp. (Nematoda: Tylenchida). *Revue de Nématologie* 5(1):51-63.
29. VIEIRA DE MORAES, M.; LORDELLO, L.E.G.; PICCININ, O.A.; LORDELLO, R.A. 1973. Suceptibilidade de cafeeiros ao ataque por un nematóoide. *Nematologia Mediterranea* 1(2):107-110
30. WHITEHEAD, A.G. 1969. Nematodes attacking coffee, tea and cocoa, and their control. In *Nematodes of Tropical Crops*. Ed. J.E. Peached. Commonwealth Bureau of Helminthology, Technical Communication No. 40. p. 238-250.

K. PURUSHOTHAM*, U. V. SULLADMATH**, S. VISHVESHWARA***

Resumen

Para aumentar la capacidad para enraizar de los trasplantes de retoños en el Coffea arabica L. cv S 795, fueron usados como procedimientos precondicionados la decoloración y el anillamiento. La decoloración se realizó cubriendo una porción del entrenudo con una tira de tela negra. El anillamiento más la decoloración formaron otro procedimiento donde un anillo de la corteza fue removido y la parte anillada se decoloró.

Estos trasplantes de retoños precondicionados registraron el más alto porcentaje en producción de raíces, cuando el IBA 5000 ppm se dio como un procedimiento de plantación previsto (60.65%). El número de raíces primarias y sus longitudes se incrementaron significativamente con el anillado y decoloración de los trasplantes de retoños. El crecimiento de los brotes fue también vigoroso en estos trasplantes. Sin embargo, la decoloración como un procedimiento precondicionado fracasó para mejorar la producción de raíces.

El anillamiento más la decoloración de los trasplantes de retoños tratados con IBA 5000 ppm, plantados durante el mes de abril, registraron el más alto porcentaje en producción de raíces (70.30%) y un buen desarrollo del sistema para enraizar.

Introduction

The purpose of the present study was to ascertain the influence of certain preconditioning treatments on rooting of *Arabica* coffee cuttings. Pretreatments such as etiolation and girdling bring about certain physiological changes resulting in better rooting of cuttings (3, 9). Early rooting of *Robusta* coffee cuttings by ringing the suckers one month prior to layering was reported from the Central Coffee Research Institute, India (6). Advanced rooting with the application of auxins to the

callused girdle has been reported in peach, apricot and apple (1) and hibiscus cuttings (2). Increased rooting of guava and mango cuttings was made possible by etiolating the shoots (5, 10).

Materials and methods

Suckers of S.795, a second generation progeny of S.288 x Kents *Arabica* (*Coffea arabica* L.) were subjected to etiolation and ringing in March and September. For etiolation, a 3 cm strip of bark about 10 cm below the second or third node from the tip of the sucker was kept covered with black cloth for one month and left on the plant itself under field conditions. In another treatment, a strip of bark about 3 cm long was removed on suckers about 10 cm below the second or third node from the tip. This ringed portion and part of the sucker above this ring were covered for one month with a strip of black cloth for etiolation. Another set of suckers of the same age, labelled and left on the plants without any preconditioning treatment, served as the control.

One month after imposing these treatments, suckers were severed from mother plants and single node cuttings were made. Only one cutting

¹ Received for publication on November 22, 1985. This paper includes a part of the Ph D thesis submitted by the Senior author to the University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.

* Horticulturist, Central Coffee Research Institute, Coffee Research Station 577 117, Chikmagalur, India.

** Professor and Head, Division of Horticulture, GKVK, UAS, Bangalore-560 065, India.

*** Ex-director of Research, Central Coffee Research Institute, Coffee Research Station 577 117, India.

with an internodal length of 10 cm just above the treated portion was taken for planting. Preparation of cuttings, medium used, and the method of planting were the same as those adopted earlier by Purushotham and Sulladmath (7)

The experiment was laid out in a double split plot design with two periods of planting as main treatments, etiolation, ringing plus etiolation and control as subtreatments. Preplanting treatments of the preconditioned cuttings with growth regulators (GR) IBA and NAA at different concentrations (Table 1) formed the subtreatments. The experiment was repeated three times.

Observations regarding percentage of rooting, number and length of primary roots and number and length of sprouts were recorded four months after planting. Angular transformations were made for analysis and interpretation of percentages of rooting. The value of 'F' and critical differences were calculated for the double split experiment as per the procedure given by Steel and Torrie (8)

Results and discussion

Differences in percentage of rooting in cuttings planted in two different periods were not significant, but better rooting was recorded in April planted cuttings (44.50%). Rooting in ringed plus etiolated cuttings was 43.85%, while etiolation alone as a treatment recorded rooting of 41.32%. Among the cuttings treated with growth regulators, IBA 500 ppm recorded the highest number of primary roots. In

general, it was observed that preconditioning the suckers in March and planting in April enhanced rooting (Table 1). The length of primary roots was also longer in April cuttings, 14.10 cm (Table 2). Ringing followed by etiolation was better than all other preconditioning treatments (Tables 1 to 3). Although no significant differences were found in rooting percentage of cuttings between control and ringing, the root system was superior due to ringing (Table 1). The favourable effects of these preconditioning treatments were earlier reported in several other crops (3, 10, 11). This was attributed to accumulation of carbohydrates and rooting factors present in the portions above the girdle. In the present studies, etiolation alone failed to enhance rooting percentage, but the roots in the rooted cuttings were longer than in other treatments. Favourable influence of etiolation on root systems has been reported by several investigators who attributed this to accumulation of auxins in the cuttings (4, 12).

The effect of pre-conditioning treatment varied with the period of planting. Response to these treatments was better in suckers planted in April than those planted in October, although both periods coincided with growth phases of *Arabica*. This might be because favourable climatic conditions prevailed at the time of preconditioning, which evidently improved the biochemical status of suckers.

The number of sprouts developed on the sucker cuttings four months after planting were significantly higher in April cuttings (0.48), particularly in ringed plus etiolated suckers (0.61) (Table 3). Growth of

Table 1. Rooting in preconditioned suckers of S795 planted in different periods of the year (Transformed values).

Chemical treatments (Sub-sub treatments)	April				October				Grand Mean
	Control	Etiolated	Ringed + etiolated	Mean	Control	Etiolated	Ringed + etiolated	Mean	
Without GR	39.23	35.22	43.08	39.18	33.00	37.22	39.23	36.48	37.83
IBA 5000 ppm	52.78	48.85	57.00	52.88	50.85	46.92	50.77	49.51	51.20
IBA 3000 ppm	50.77	43.08	50.77	48.21	50.85	41.15	46.92	46.31	47.26
IBA 1000 ppm	43.08	41.15	37.22	40.48	41.15	39.23	33.21	37.86	39.17
NAA 2500 ppm	52.78	41.15	50.77	48.23	50.85	37.22	43.08	43.72	45.98
NAA 1500 ppm	45.00	41.15	46.92	44.36	39.15	39.23	41.15	39.84	42.10
NAA 500 ppm	39.23	37.22	43.08	39.84	37.22	35.22	39.23	37.22	38.53
IBA + NAA 2500 ppm	45.00	54.78	43.08	47.62	41.15	52.78	41.15	45.03	46.33
IBA + NAA 1500 ppm	43.08	41.15	46.92	43.72	39.23	37.22	39.23	38.56	41.14
IBA + NAA 500 ppm	39.23	39.23	43.08	40.51	39.15	37.22	41.15	39.17	39.84
Mean	45.02	42.30	46.19		42.26	40.34	41.51		
Mean for precondition treatments	43.64	41.32	43.85						
Mean for seasons		44.50				41.37			

Table 2. Number and total length (cm) of primary roots in preconditioned sucker cuttings of S.795 planted in different periods of the year.

Chemical treatments (Sub-sub treatments)	April				October				Grand Mean
	Control	Etiolated	Ringed + etiolated	Mean	Control	Etiolated	Ringed + etiolated	Mean	
Without GR	0.77 (3.79)	0.77 (3.61)	1.87 (13.13)	1.14 (6.84)	0.37 (1.62)	0.50 (2.56)	1.17 (8.18)	0.68 (4.12)	0.91 (5.48)
IBA 5000 ppm	1.95 (12.14)	2.70 (15.19)	4.10 (34.17)	2.91 (20.74)	0.87 (6.09)	1.30 (7.54)	1.37 (10.43)	1.18 (8.02)	2.05 (14.38)
IBA 3000 ppm	2.43 (14.46)	1.40 (11.42)	3.27 (17.49)	2.37 (14.46)	1.43 (5.83)	0.77 (5.09)	1.00 (11.43)	1.07 (7.46)	1.72 (10.96)
IBA 1000 ppm	1.37 (6.30)	1.53 (6.62)	1.33 (5.86)	1.41 (6.26)	1.00 (3.06)	0.77 (3.30)	0.83 (3.70)	0.87 (3.35)	1.14 (4.81)
NAA 2500 ppm	2.60 (16.07)	1.10 (7.06)	2.37 (15.11)	2.02 (12.75)	1.27 (6.20)	0.63 (3.59)	1.13 (11.73)	1.01 (7.17)	1.52 (9.96)
NAA 1500 ppm	1.87 (10.29)	1.00 (6.75)	2.77 (14.84)	1.88 (10.63)	0.83 (4.98)	0.67 (3.09)	2.10 (11.11)	1.20 (6.39)	1.54 (8.51)
NAA 500 ppm	1.03 (5.50)	1.33 (7.13)	1.87 (7.33)	1.41 (6.65)	0.83 (2.67)	0.67 (4.62)	1.10 (4.93)	0.87 (4.07)	1.14 (5.36)
IBA + NAA 2500 ppm	1.43 (10.15)	2.60 (18.56)	1.60 (5.64)	1.88 (11.45)	0.90 (4.66)	1.43 (11.05)	0.90 (1.90)	1.08 (5.87)	1.48 (8.66)
IBA + NAA 1500 ppm	1.50 (10.21)	1.87 (12.18)	2.13 (13.67)	1.83 (12.00)	1.10 (5.93)	1.60 (6.33)	0.87 (9.61)	1.19 (7.29)	1.51 (9.65)
IBA + NAA 500 ppm	1.30 (5.46)	1.00 (4.68)	2.67 (13.86)	1.66 (8.00)	0.70 (2.47)	0.67 (2.38)	0.67 (10.91)	1.01 (5.25)	1.34 (6.63)
Mean	1.62 (9.44)	1.53 (9.39)	2.40 (14.10)		0.93 (4.35)	0.90 (4.96)	1.21 (8.40)		
Mean for precondition treatments	1.28 (6.90)	1.22 (7.18)	1.81 (11.25)						
Mean for seasons		1.85 (10.98)				1.01 (5.90)			

Figures in parentheses indicate total length of primary roots per cutting.

these sprouts did not vary significantly between the periods, but longer ones (2 cm) were recorded in ringed plus etiolated suckers (Table 3). Vigorous growth of sprouts in the ringed suckers could be due to the availability of required carbohydrates and other endogenous substances accumulated above the ring. Further studies are being conducted to determine the interrelationship between the biochemical status of preconditioned suckers and their rooting capacity.

Summary

To increase the rootability of sucker cuttings in *Coffea arabica* L cv S.795 etiolation and ringing were tried as preconditioning treatments. Etiolation was done by covering a portion of the internode with

a strip of black cloth. Ringing plus etiolation made up another treatment wherein a ring of bark was removed and the ringed portion was etiolated. These preconditioned sucker cuttings recorded the highest percentage of rooting when IBA 5000 ppm was given as a preplanting treatment (60.65%). The number of primary roots and their length were significantly increased in ringed and etiolated sucker cuttings. Sprout growth was also vigorous in these cuttings. However, etiolation alone as a preconditioning treatment failed to enhance rooting.

Ringed plus etiolated sucker cuttings treated with IBA 5000 ppm planted during April recorded the highest percentage of rooting (70.30%) and had well developed root systems.

Table 3. Number and total length (cm) of sprouts in preconditioned sucker cuttings of S.795 planted in different periods of the year.

Chemical treatments (Sub-sub treatments)	April				October				Grand Mean
	Control	Etiolated	Ringed + etiolated	Mean	Control	Etiolated	Ringed + etiolated	Mean	
Without GR	0.40 (1.25)	0.27 (0.85)	0.53 (2.23)	0.40 (1.44)	0.43 (0.97)	0.10 (0.80)	0.43 (2.08)	0.32 (1.28)	0.36 (1.36)
IBA 5000 ppm	0.87 (3.27)	0.80 (2.22)	0.53 (1.88)	0.73 (2.46)	0.73 (2.82)	0.47 (1.79)	0.33 (1.44)	0.51 (2.02)	0.62 (2.24)
IBA 3000 ppm	0.63 (1.95)	0.37 (0.86)	0.70 (2.10)	0.57 (1.64)	0.40 (1.26)	0.17 (0.77)	0.67 (1.97)	0.41 (1.33)	0.49 (1.49)
IBA 1000 ppm	0.37 (1.18)	0.30 (0.87)	0.53 (1.55)	0.40 (1.90)	0.17 (1.11)	0.23 (0.77)	0.40 (1.52)	0.27 (1.13)	0.34 (1.17)
NAA 2500 ppm	0.57 (1.85)	0.27 (0.67)	0.57 (1.60)	0.47 (1.37)	0.30 (1.56)	0.13 (0.54)	0.13 (1.29)	0.19 (1.13)	0.33 (1.25)
NAA 1500 ppm	0.37 (1.35)	0.13 (0.41)	0.77 (2.74)	0.42 (1.50)	0.13 (1.18)	0.17 (0.30)	0.83 (2.17)	0.38 (1.22)	0.40 (1.36)
NAA 500 ppm	0.30 (0.98)	0.20 (0.43)	0.57 (2.02)	0.36 (1.14)	0.10 (0.83)	0.27 (0.23)	0.33 (1.51)	0.23 (0.86)	0.30 (1.00)
IBA + NAA 2500 ppm	0.60 (3.49)	0.33 (1.22)	0.63 (1.87)	0.52 (2.19)	0.17 (2.92)	0.27 (0.96)	0.47 (1.60)	0.30 (1.83)	0.41 (2.01)
IBA + NAA 1500 ppm	0.53 (1.11)	0.27 (0.98)	0.67 (2.26)	0.49 (1.45)	0.17 (0.81)	0.13 (0.77)	0.33 (2.06)	0.21 (1.21)	0.35 (1.33)
IBA + NAA 500 ppm	0.47 (1.09)	0.23 (0.79)	0.60 (1.71)	0.43 (1.20)	0.17 (0.85)	0.10 (0.76)	0.30 (1.26)	0.19 (0.96)	0.31 (1.08)
Mean	0.51 (1.75)	0.32 (0.93)	0.61 (2.00)		0.28 (1.43)	0.20 (0.77)	0.42 (1.69)		
Mean for seasons		0.48 (1.56)				0.30 (1.30)			
Mean for precondition treatments	0.50	0.26	0.52						

Figures in parentheses indicate total length of sprouts per sucker cutting

Literature cited

1. CAILAHAJAN, M.H.; SARKISOVA, M.M. 1965. Ringing and treatment with growth substances as a method of vegetative propagation of fruit crops. Horticultural Abstracts 35:5035.
2. HERMANN, D.E.; HESS, C.E. 1965. The effect of etiolation upon the rooting of cuttings. Horticultural Abstracts 35:4819.
3. JAUHARI, O.S.; RAHMAN, S.F. 1959. Further investigations on rooting in cuttings of sweetlime. Science and Culture 24:432-434.
4. KAWASE, M. 1965. Etiolation and rooting in cuttings. Physiologia Plantarum 18:1 066-1 076.
5. MUKHERJEE, S.K.; MAJUMDAR, P.K.; BID, N.N.; GOSWAMI, A.M. 1967. Standardization of rootstock of mango II. Studies on effect of source, invigoration and etiolation on the rooting of mango cuttings. Journal of Horticultural Science 42:83-87.
6. PATTABHIRAMAN, T.V.; GOPALAKRISHNAN, K.S. 1947. Importance of reserve food materials in successful establishment of shoot cuttings in *C. robusta*. Current Science 16(12):385.
7. PURUSHOTHAM, K.; SULLADMATH, U.V. 1983. Influence of length of coffee cuttings on rooting. Journal of Coffee Research 13(3):57-63.

8. STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences. McGraw Hill Book Company, Inc. New York. 481 p.
9. STOLTZ, L.P. 1965. Physiological study of the effect of girdling in rooting. Dissertation Abstracts 26:1739-40
10. TEAOTIA, S.S.; PANDEY, I.C. 1961. Effect of growth substances on the rooting of guava stem cuttings. Science and Culture 27:442.
11. TAYLOR, G.G.; ODOM, R.E. 1970. Some biochemical compounds associated with rooting of *Carya illinoensis* L. stem cuttings. Journal of American Society for Horticulture Science 95(2):146-151.
12. UTHAIAH, B.C. 1975. Studies on propagation of sapota (*Achras zapota* L.) by air layering. M.Sc., Thesis. University of Agricultural Sciences, Bangalore, India

Notas y comentarios

Los camellos como ganado lechero

Investigadores en Israel están aplicando tecnologías avanzadas para mejorar la productividad del camello beduino. Reuven Yagil, de la Universidad de Ben Gurion, en Beersheba, cree que el camello es idealmente apropiado para resolver las necesidades de la gente en las partes áridas de África.

La leche de camella es rica en minerales y vitaminas, relativamente de bajo contenido de grasa y fácilmente digerible. Paradójicamente, cuanto más tiempo esté sin tomar agua una camella, más aguada se vuelve su leche.

Las camellas de Yagil, en el desierto de Negev y en unas fincas en Pakistán, rinden unos 40 litros de leche por día, con una dieta de seis a ocho kilogramos de forraje. Esto es mucho más de lo que podrían producir vacas en un ambiente similar; la leche de camella también dura mucho más.

Tradicionalmente un rebaño de camellos cubre enormes distancias, comiendo sólo una pequeña porción de vegetación de cualquier lugar. Debido a que pueden alcanzar mayor altura y pueden comer los brotes más amargos y espinosos, dejando lo suficiente para una regeneración, no compiten con las ovejas en el pastoreo.

Yagil opina que los camellos podrían ponerse en corrales, proporcionándoles forraje cortado. Arbustos del desierto, de crecimiento rápido, que los animales apetecen, podrían ser plantados en una superficie grande. Yagil ha experimentado con plantas halófilas, como el *salt bush* (*Atriplex*), una queno-podácea, en el Negev. Esto permitiría que los pastores se establecieran como cultivadores intensivos.

Yagil tiene algún apoyo de gente de experiencia en la Comisión de Investigaciones de Alimentos y Agricultura (siglas en inglés, FARM), fundada recientemente en Kenya por un antiguo médico aviador, Sir Michael Wood. Este organismo está auspiciando un proyecto para instalar una finca experimental de camellos en el noroeste de Kenya. Los investigadores

realizarán primero un censo para encontrar núcleos de camellos apropiados para la cría y entonces formar un hato. Finalmente podrán iniciarse fincas y una estación genética.

El adiestramiento será esencial si las técnicas de Yagil para la cría de camellos van a ser puestas en marcha. Normalmente una camella no se reproduce hasta que tiene cinco a seis años de edad y, entonces, sólo tiene crías cada dos años. Inyectando hormonas la cría puede iniciarse después de los tres años y repetirse cada 18 meses (la gestación dura más de un año). La separación del hijo de su madre, cuando tiene sólo dos meses de edad, hace posible una producción y reproducción más continuas.

Para acelerar la reproducción de las mejores camellas, Yagil emplea la fertilización *in vitro* y la implantación de embriones. Los medicamentos farmacéuticos que aumentan la fertilidad hacen que una camella produzca 50 óvulos, de tal manera que 10 camellas pueden (teóricamente) engendrar 500 hijos en 18 meses. Sólo se necesita un macho. El resto puede ser beneficiado, cuando está todavía joven y tierno, para obtener carne.

A los críticos que dicen que las nuevas tecnologías destruirán una entera forma de vida, Yagil les dice que la sequía y la hambruna la han destruido ya. Las fincas ganaderas de camellos pueden proveer muchos productos. Además de la leche y la carne, con la lana se pueden hacer alfombras y frazadas, y, con el cuero, tiendas de campaña y productos de tenería y talabartería. Adalberto Gorbitz.

Literatura citada

- 1 EYLON, LILI 1986. The comeback of the camel. Hardier dromedaries see desert dwellers through droughts. Farm features from Israel. Jerusalem, 3 p. (mimeógrafo)
- 2 YAGIL, R. 1985. The desert camel; comparative physiological adaptation. Basilea, Suiza, Karger 164 p. (Comparative Animal Nutrition, Vol. 5).

Dirección: S. Karger Publishers, Inc. 79 Fifth Avenue. New York, N.Y. 10003, USA

B. AÑEZ R.*
E. TAVIRA D.*

Summary

This study evaluated the effects on onion production (Allium cepa L., c.v. Texas Early Grano 502) of varied applications of N, P, K, and 21 different row spacings, increasing in 3 cm increments from 20 to 80 cm apart. The tests were carried out at the San Juan Experimental Station, University of Los Andes, Mérida, Venezuela, on a typical Cambortid, or sandy-clay-loam soil, utilizing a "wagon-wheel" design with two complete circles as replications. Commercial bulb production was affected by changes in fertilizers and row spacing, the highest yields being obtained with row spacing of 20-23 cm and the application of 120 kg each of P₂O₅ and K₂O, without N.

Introducción

La cebolla es uno de los principales condimentos utilizados por los venezolanos en general y por los andinos en particular. Constituye el segundo renglón hortícola del país después del tomate; en 1980 fueron sembradas 4 907 hectáreas y se cosechó 4 609, con una producción de 92 500 toneladas y un rendimiento promedio de 20 069 kg/ha. Se exportó 503 toneladas por un valor de 1 449.000 bolívars. La mayor producción nacional (87 601 toneladas) se concentró en los Estados Lara (53 003 toneladas) y Falcón (34 598 toneladas), en superficies cosechadas de 2856 y 1374 hectáreas respectivamente

Esas cifras representaron el 91.78% de la superficie cosechada y el 94.7% de la producción nacional. En ese mismo año la situación para Los Andes fue bastante crítica, pues solo aparece el Estado Táchira con una superficie cosechada de 153 hectáreas, producción de 453 toneladas y un rendimiento medio sumamente bajo de 2 961 kg/ha (22). Mientras que

los Estados Falcón (25 180 kg/ha) y Lara (18 558 kg/ha) tuvieron rendimientos bastante buenos. La concentración de la producción en zonas semiáridas de muy escasa precipitación, muy parecidas a las condiciones de San Juan de Lagunillas, Estado Mérida, donde en pruebas realizadas por los autores (4) se han logrado rendimientos superiores a 30 000 kg/ha de bulbos, con tamaño y peso comerciales y de muy buena calidad, ha motivado para realizar estudios que proporcionen la información necesaria para convertir a San Juan de Lagunillas y sus alrededores en zona productora de cebolla y mejorar el abastecimiento de Mérida. El objetivo del trabajo fue medir el rendimiento en bulbos de la cebolla con la aplicación de fertilizantes a diferentes poblaciones de plantas por unidad de superficie.

Revisión bibliográfica

Las respuestas de las plantas a los diferentes elementos fertilizantes dependen de la especie, de la disponibilidad de esos elementos en el suelo, de la dosis, forma y época de su aplicación y de las condiciones climáticas imperantes en las zonas de producción. Por otra parte, la población de plantas económicamente óptimas depende de los costos de producción, del clima y suelo, especialmente humedad y

¹ Recibido para publicación el 3 de junio de 1985

* Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Facultad de Ciencias Forestales, ULA, Apdo. 220 Mérida, C. Postal 5101. Venezuela

fertilidad, de los rendimientos a las diferentes distancias de siembra y, fundamentalmente, de las preferencias del mercado (tamaño de la parte utilizada) y de los precios de venta.

Estudios sobre tasa de crecimiento y absorción de nutrimentos han indicado que las plantas de cebolla producen más del 72% de su peso seco desde el inicio de la formación de los bulbos hasta la cosecha y que extraen un promedio de 143 kg de N, 23 kg de P, 113 kg de K, 87 kg de Ca, 13 kg de Mg y 10 kg Na/ha (23)

En Gran Bretaña, Greenwood *et al.* (8, 9, 10) desarrollaron un programa de experimentos para caracterizar las respuestas de las hortalizas a la fertilización con N, P, K, bajo diferentes tipos de suelos. Los resultados para cebolla de bulbo sembrada en primavera presentan como cantidades óptimas la aplicación de 206 kg de N, 105 kg de P y 119 kg de K/ha. A pesar de las consideraciones anteriores, hay muchas discrepancias en relación a las respuestas de la cebolla a las dosis y forma de aplicación de los elementos mayores (1, 2, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

En relación a las distancias de siembra, en experimentos de campo se ha demostrado que el rendimiento total de bulbos a la cosecha se superó con el aumento del número de plantas por unidad de superficie, hasta alcanzar un máximo rendimiento, y después declinó. A la densidad de plantas para un óptimo rendimiento total los bulbos fueron demasiado pequeños para un mercado normal. Una densidad apropiada para la producción comercial de bulbos fue de 66 a 100 plantas/m² (5, 14)

En Brasil, las distancias de siembra empleadas son 40 a 50 cm entre hileras y de 10 a 30 cm dentro de la hilera (18). En Venezuela y en los Estados de mayor producción (Lara y Falcón), la cebolla se siembra en hileras simples o dobles, sobre camellones separados de 60-80 cm; en las hileras, las plantas se colocan de 5-7 cm entre ellas. Para la región andina las distancias varían a 15 a 50 cm entre hileras y de 10 a 30 cm entre plantas, siendo la más utilizada por los productores la de 30 x 30 cm (6, 7).

En estudios que se han evaluado tanto las distancias de siembra como la aplicación de fertilizantes, se ha determinado que aplicación de N en cobertura a intervalos de cuatro semanas produjeron los más altos rendimientos cuando las siembras se efectuaron a 12.7 cm entre plantas con dos hileras por surco y a 7.6 cm entre las dos hileras (20). En dos sitios distintos de Puerto Rico, Mangual-Crespo, Ramirez y Orengo (12) consiguieron que en La Fortuna los rendimientos a 30 y 60 cm fuera los mejores. Las dosis

bajas de fertilizantes (111 kg/ha de cada elemento N, P₂O₅ y K₂O, produjeron rendimientos significativamente superiores. En Las Lajas no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Materiales y métodos

Durante 1983 se realizó un estudio en la Estación Experimental del IIAP-ULA, en San Juan de Lagunillas, Estado Mérida (08° 31'N, 71° 21'W), altitud 1104 msnm, precipitación promedio de 528 mm anuales, temperatura media anual de 22°C, luminosidad media diaria de 8 03 horas, evaporación media diaria de 5.75 mm y humedad relativa media mensual de 70.08%.

Al suelo, descrito por Ochoa y Malagon (15) como Cambortid típico, franco fino, micaceo, isohipertérmico, se le tomó muestras compuestas (0-20 cm), cuyo análisis se presenta en el Cuadro 1.

Para el montaje del ensayo se utilizó el diseño conocido por los ingleses como "Systematic fan design" y "Wagon Wheel" por los norteamericanos, que fue adaptado para estas condiciones operacionales por Añez-Reverol (3), quien le dio el nombre de "Distancias consecutivas". Se usó dos círculos completos del mencionado diseño (Fig. 1a), con las características siguientes:

Radio de la circunferencia mayor (R) = 2.80 m.
Radio de la circunferencia menor (r) = 0.70 m.
Espacio sembrado (R-r) = 2.10 m.
Mayor distancia entre hileras (L) = 0.80 m.
Menor distancia entre hileras (l) = 0.20 m.
Distancia entre plantas (d) = 0.10 m.
Número de plantas por hilera (N) = 21.
Variación de las distancias entre hileras cada 0.1 m (r_e) = 0.03 m

Cada círculo o replicación (Fig. 1b) fue dividido en cinco partes a manera de parcelas principales, con tratamientos fertilizantes diferentes, a saber:

- A. Aplicación de N y K sin P.
- B. Aplicación de N y P sin K.
- C. Aplicación de P y K sin N.
- D. Aplicación de NPK.
- E. Sin aplicación de fertilizantes.

Las distancias de siembra entre hileras, en número de 21, fueron disminuyendo 0.03 m cada 0.10 m, desde una distancia mayor 0.80 m hasta una menor de 0.20 m, lo cual representa los tratamientos correspondientes a las subparcelas (Fig. 1c).

Cuadro 1. Análisis de suelo de la zona estudiada.

Variabes	Clase textural	pH (1:2)	C.O. (%)	N. Total (%)	C/N	P. Olsen (p.p.m)	K. Aprov. (me/100 g)	Mg Aprov. (me/100 g)
1983	FAa	7.30	1.29	0.131	9.8	10	0.64	1.73

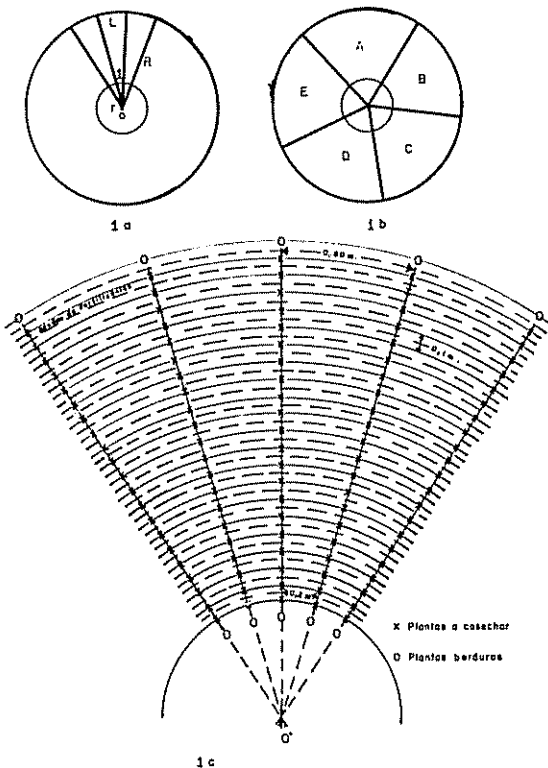


Fig. 1. Características del diseño de Distancias Consecutivas (a) Relación de los radios y distancias mayor y menor, $\frac{R}{r} = \frac{L}{r}$ (b) División en parcelas principales con diferentes tratamientos fertilizantes y (c) Distancias de siembra entre hileras y aplicación de fertilizantes

Distancias entre hileras:

- | | |
|------------|------------|
| 1. 0.20 m | 12. 0.53 m |
| 2. 0.23 m | 13. 0.56 m |
| 3. 0.26 m | 14. 0.59 m |
| 4. 0.29 m | 15. 0.62 m |
| 5. 0.32 m | 16. 0.65 m |
| 6. 0.35 m | 17. 0.68 m |
| 7. 0.38 m | 18. 0.71 m |
| 8. 0.41 m | 19. 0.74 m |
| 9. 0.44 m | 20. 0.77 m |
| 10. 0.47 m | 21. 0.80 m |
| 11. 0.50 m | |

Cada parcela principal sostuvo un total de 84 plantas; cuatro en cada distancia entre hileras, calculadas de la manera siguiente:

$P = 2 \pi R$ (perímetro de la circunferencia mayor)
 $N =$ número de plantas en la circunferencia mayor
 $L = 0.80$ m (mayor distancia entre hileras).
 $N = P/L = 2 \pi R/L = 21.99$ plantas.

Como fueron cinco parcelas principales:

$$N/5 = 21.99/5 = 4.4 \text{ plantas}$$

Se hizo aplicaciones fijas de 120 kg de N + 120 kg de P_2O_5 + 120 kg de K_2O /ha a todos los tratamientos que lo requirieron, para tal fin las cantidades de fertilizantes se aumentaron desde la menor distancia hacia la mayor distancia entre hileras. Las aplicaciones se hicieron en bandas, a las plantas que formaron líneas concéntricas con los perímetros de las circunferencias (Fig. 1c). Las fuentes de los fertilizantes fueron: N, de la urea con 46% de N, fósforo, del superfosfato triple con 46% de P_2O_5 y potasio, del Cloruro de potasio con 60% de K_2O .

El 15-12-82 se sembró un semillero de 10 m² con la variedad Texas Early Grano 502. El transplante se realizó el 16-02-83 y los fertilizantes fueron aplicados el 25-02-83; se hizo dos riegos por aspersión semanales y las malezas fueron controladas manualmente; se hizo aplicaciones semanales de Dithane M-45 al 0.5% alternado con Captan 50 al 0.5% para prevenir el cultivo contra enfermedades fungosas como la: mancha púrpura (*Alternaria porri* (Ellis) Ciferri), y la mancha blanca (*Botrytis* spp). La cosecha se efectuó el 02-06-83, en las cuatro plantas de cada subparcela y se tomó los pesos de los bulbos inmediatamente después de ser cosechados. Los datos peso promedio de los bulbos y rendimientos de los mismos en t/ha, fueron analizados estadísticamente

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se muestra que tanto el tamaño de los bulbos como el rendimiento total de cebolla fueron significativamente influidos por la aplicación de fertilizantes

Las medias en la misma hilera seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con Tukey

Cuadro 2. Peso en g de los bulbos y rendimiento de los mismos en t/ha con la aplicación de diferentes elementos fertilizantes en cebolla.

Aplicación de fertilizantes		A	B	C	D	E
MEDIAS	PESO	144 b	155 b	202 a	162 b	135 b
	REND	33 b	35 b	49 a	38 b	31 b

Se aprecia la ventaja del tratamiento C (PK sin N), coincidiendo con Smittle y Williamson (20), Timm y Riekels (21) y con las recomendaciones de Fusagri (7) en cuanto a la necesidad de una adecuada fertilización fosfórica para el buen desarrollo y producción de bulbos, y con Shickluna *et al* (19), quienes aseguran que niveles adecuados de K en los tejidos verdes parecen estar asociados con rendimientos óptimos en cebolla. El tratamiento D (NPK) resultó ser el segundo lugar tanto en peso de los bulbos como en rendimiento de los mismos, apoyando la importancia del P y K en la producción de cebolla y presentado al N, como si de alguna manera influyera negativamente esa producción, contradiciendo a los investigadores Hassan y Ayoub (11), Queddeng, Rodrigo y Lazo (17) y Agrawal, Kinra y Singh (1), cuyos resultados muestran que las aplicaciones de N aumentaron constantemente los rendimientos de cebolla y que K y P, solos o juntos no produjeron rendimientos significativamente superiores a los testigos.

La disminución de las distancias de siembra hasta 20 cm entre hileras no afectó el peso promedio de los bulbos a la cosecha (no se presenta los datos). Los rendimientos en bulbos fueron marcadamente influenciados por las distancias de siembra empleadas (Cuadros 3 y 4 y Fig. 2.)

La regresión permitió determinar la variación provocada en los rendimientos de cebolla por cada unidad de cambio ocurrida en las distancias de siembra entre hileras (Fig. 2). A pesar de la significancia de la desviación del componente de la Regresión Cuártica, se considera que ésta dio un ajuste más que aceptable ($R^2 = 0.9766$) y en consecuencia se procedió a calcular su ecuación.

Al resultar significativa la interacción aplicación de elementos fertilizante distancia entre hileras, se analizó el comportamiento del cultivo a las diferentes

Cuadro 3. Análisis de varianza de los rendimientos de cebolla en t/ha bajo la aplicación de diferentes elementos fertilizantes y distancias entre hileras.

Fuentes de Variación	F Calculada	r^2	r	R^2
Parcela principal	—			
Bloques	3.32			
Fertilizantes	50.51*			
Error (a)	—			
Distancia entre hileras	102.95*			
Regresión lineal	1 662.62*	0.8075	-0.8986	
Regresión cuadrática	238.50*	—	—	0.9232
Regresión cúbica	78.86*	—	—	0.9616
Regresión cuártica	30.84*	—	—	0.9776
Desviación R., cuártica	3.01*			
Interacción	8.26*			
Error (b)	—			
TOTAL	—			

\bar{Y} = 37.32 t/ha
 C.V. (a) = 17.18%
 C.V. (b) = 14.07%

distancias de siembra entre hileras ante la aplicación de los distintos elementos fertilizantes empleados (Cuadro 4, Fig. 3).

En términos generales los rendimientos en bulbos de cebolla aumentaron a medida que disminuyeron las distancias de siembra entre hileras con todos los

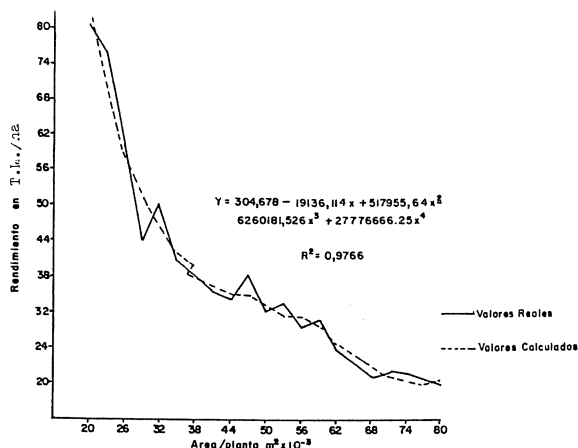


Fig. 2. Respuesta de la cebolla a las distancias de siembra entre hileras.

elementos fertilizantes usados y, aún, con el testigo sin fertilización, estos resultados concuerdan con los presentados por Bleasdale (5) y Nichols y Heydecker (14), haciendo la salvedad de que en el presente estudio el número máximo de plantas/m² fue de 50, por debajo de las 66 a 100 plantas/m² recomendadas por los citados autores para la producción comercial de cebolla.

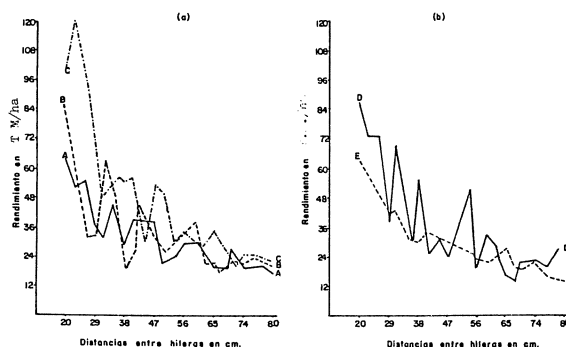


Fig. 3. Rendimientos de cebolla bajo 5 formas de aplicación de elementos fertilizantes (a) A, B, C y (b) D, E.

Cuadro 4. Rendimientos medios de cebolla en t/ha bajo la aplicación de diferentes elementos fertilizantes y distancias de siembra entre hileras en cm.

Dist. entre hileras	ELEMENTOS FERTILIZANTES				
	A	B	C	D	E
20	65.0 a	86.7 a	101.0 a	85.9 a	63.0 a
23	52.9 abc	60.3 abc	121.7 a	73.4 ab	57.5 ab
26	58.6 ab	33.3 bcde	95.2 ab	73.1 ab	49.1 abc
29	37.1 bcd	34.9 bcde	71.8 bc	38.5 cde	40.3 abcd
32	32.6 bcd	62.5 ab	47.9 cd	68.4 ab	42.9 abc
35	42.2 abcd	47.0 bc	57.1 cd	32.1 cde	29.3 cd
38	30.6 cd	19.7 cde	55.9 cd	55.9 bc	29.8 cd
41	38.1 abcd	27.0 cde	54.9 cd	25.1 de	35.5 bcd
44	39.5 abcd	46.4 bcde	32.0 de	32.5 cde	22.3 cd
47	33.7 bcd	33.2 cde	53.6 cd	24.8 de	41.1 abcd
50	20.0 d	26.7 cde	50.8 cd	35.0 cde	28.7 cd
53	25.0 d	29.9 cde	31.4 de	51.9 bcd	27.5 cd
56	29.3 cd	44.6 bcde	35.7 de	20.8 e	21.2 d
59	29.6 cd	38.1 bcde	32.8 de	34.0 cde	23.6 cd
62	28.0 cd	22.2 cde	28.2 e	27.8 de	24.1 cd
65	20.0 d	23.6 cde	36.0 de	16.0 e	27.6 cd
68	20.3 d	17.5 e	28.2 e	19.0 e	20.6 d
71	26.0 cd	23.5 cde	21.1 e	21.1 e	18.7 d
74	20.3 d	18.6 de	25.9 e	23.6 e	22.5 cd
77	21.6 d	24.3 cde	26.0 e	19.5 e	16.1 d
80	18.1 d	21.8 cde	20.3 e	26.6 de	14.1 d

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del cinco por ciento, de acuerdo con Tukey.

Resumen

La finalidad del estudio fue medir el efecto que sobre la producción de cebolla (*Allium cepa* L. var. Texas Early Grano 502), tuvieron la aplicación de diferentes elementos fertilizantes y 21 distancias de siembra entre hileras; éstas últimas fueron aumentando constantemente en la forma siguiente: la menor distancia 20 cm, fue seguida por 23, ésta por 26 y así sucesivamente hasta la 21, que fue de 80 cm. Se usó el diseño sistemático de "Distancias consecutivas" (*Wagon Wheel*), en dos círculos completos, como repeticiones. El trabajo de campo fue realizado en un suelo Cambortid típico, franco-arcilloso-arenoso de la Estación Experimental San Juan de Lagunillas, en Mérida, Venezuela. Los rendimientos de bulbos comerciales fueron aumentados significativamente por los fertilizantes, por las distancias entre hileras y por la interacción de ambas, resultando mejores aquéllos obtenidos con la aplicación de 120 kg de P_2O_5 + 120 kg de K_2O /ha sin N, cuando las distancias entre hileras tuvieron 20 a 23 cm de separación.

Literatura citada

1. AGRAWAL, M.L.; KINRA, K.L.; SINGH, H.N. 1981. Manurial requirement of onion in Gangetic alluvion of Uttar Pradesh. Indian Journal of Agricultural Research, 15:5-10.
2. ALERS-ALERS, S.; ORENCO-SANTIAGO, E.; CRUZ-PEREZ, L. 1979. The influence of various N-P-K fertilizer levels on onion production in Southern Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, LXIII:III-115.
3. AÑEZ-REVEROL, B. 1972. Diseño sistemático para experimentos con distancias de siembra. VIII Jornadas Agronómicas Cagua. Edo. Aragua, Venezuela. 23 p.
4. AÑEZ-REVEROL, B.; TAVIRA, E. 1983. La cebolla consigue en Los Andes buenas condiciones para producir. Boletín Divulgativo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
5. BLEASDALE, J.K.A. 1966. The effects of plant spacing on the yield of bulb onions (*Allium cepa* L.) grown from seed. Journal of Horticultural Science, 41:145-153. Horticultural Abstracts 36(3):3 823-5 783 562 p.
6. FAILLACE, P., G., *et al.* 1971. Diagnóstico oleícola de la región de Los Andes. Tomo II. Corporación de Los Andes Mérida, Venezuela.
7. FUNDACION SERVICIO PARA EL AGRICULTOR (FUSAGRI) 1975. Amarilidaceas. Cebolla y ajo. Serie A No. 39. Cagua, Estado Aragua, Venezuela.
8. GREENWOOD, D.J., *et al.* 1980a. Comparison of the effects of potassium fertilizer on the yield, potassium content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 95:441-456.
9. GREENWOOD, D.J., *et al.* 1980b. Comparison of the effects of phosphate fertilizer on the yield, phosphate content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge 95:457-469.
10. GREENWOOD, D.J., *et al.* 1980c. Comparison of the effects of nitrogen fertilizer on the yield, nitrogen content and quality of 21 different vegetable and agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 95:471-485.
11. HASSAN, M.S.; AYOUB, A.T. 1978. Effects of N, P and K on yield of onion in the Sudan Gezira. Experimental Agriculture 14:29-32.
12. MANGUAL-CRESPO, G.; RAMIREZ, C.T.; ORENCO, E. 1979. Effect of plant spacing and fertilizer levels on yield and dry bulb weight on onion cv. Texas Grano 502. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, LXIII:417-422.
13. MULKEY, J.R.; JR.; ALBACH, E.L.; DAINE-LLO, F.J. 1979. Response of onions to P placement. Agronomy Journal 71:1 037-1 040.
14. NICHOLS, M.A.; HEYDECKER, W. 1966. Onion spacing depends on requirements. Grower, 65:348-351. Horticultural Abstracts 36(3):3 823-5783. 562 p.
15. OCHOA, G.; MALAGON, D. 1979. Atlas de microscopia electrónica en suelos de Venezuela (Región de la Cordillera de Mérida), (1000-3500 msnm). p. 34. Universidad de Los Andes-Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela. 40 p.

16. OZAKI, H.Y.; ILLEY, J.R. 1966. The effects of ammonium nitrate, potassium sulphate side dressings on onion yield and leaf composition. Proceedings of Soil Science, Florida. 24:217-220. 1964-1965 Horticultural Abstracts 36(2):2 232-3 022 p. 351
17. QUEDDENG, A ; RODRIGO, P.A ; LAZO, F.D. 1966. Effects of certain commercial fertilizers on the yield of onion Philippine Journal of Agriculture, 28-35-47. 1963. (Publicado en 1964) Horticultural Abstracts 36(1):1-2 231 p 128.
18. RIBEIRO DE CAMPOS, H 1969 Cultura da cebolla. Campinas-Estado São Paulo, Brasil O Agronomico, 21(1-2):9-34.
19. SHICKLUNA, J.C.; DAVIS, J.F.; LUCAS, R.E. 1966. Why potatoes and onions need phosphorus and potassium on a virgen organic soil. Better Crops, 49:20-25. 1965. Horticultural Abstracts 36(2):2 232-3 822 p 351
20. SMITTLE, D.A.; WILLIAMSON, R.E. 1978. Onion production and curing in Georgia. Coastal Plain Station Tifton, Research Report 284. 11 p.
21. TIMM, H.; RIEKELS, J.W. 1964. Growth, yield and composition of onion, barley, and potato plants as affected by P and ammoniacal N fertilization. Agronomy Journal 56:335-340.
22. VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. 1984. Anuario Estadístico Agropecuario. Caracas 1980 p 117 y 118
23. ZINK, F.W. 1966. Studies of the growth rate and nutrient absorption of onion. Hilgardia, 37: 203-218. Horticultural Abstracts 36(4): 5 784-7 691 p 782.

Reseña de libros

JOHRI, B.M. *Embryology of angiosperms* Springer-Verlag Berlin, 1984. 830 + XXVI páginas.

Este moderno tratado, compuesto de 16 capítulos escritos por un selecto grupo de especialistas, constituye la mejor revisión realizada sobre el tema en más de 30 años. Resume el avance obtenido en este campo, gracias al esfuerzo de numerosos investigadores y de técnicas microscópicas modernas.

El libro es notable por la calidad de las fotografías e ilustraciones. La excelente mezcla de técnicas, dibujos, diagramas, fotografías de microscopía de luz, barrido electrónico, transmisión electrónica, fluorescencia, contraste de fases y de interferencia permiten una clara comprensión de los diversos temas tratados.

En el primer capítulo se introduce al lector en los conceptos básicos de la embriología, incluyendo técnicas de investigación; luego se procede a describir diferentes fenómenos, tales como células de transferencia, tubos polínicos persistentes, embriones de dudoso origen, otros, con una precisa selección de ejemplos naturales. Aquellas áreas en las que se carece de información adecuada, se presentan problemas no resueltos o se fundamentan en conceptos discutibles son cuidadosamente indicadas. Por primera vez la embriología de las angiospermas emerge como un

área dinámica de investigación, con avances significativos y un futuro prometedor.

Los 14 capítulos subsiguientes se refieren a la morfología, estructura, ontogenia y variación del microesporangio, el rudimento seminal, el megagametófito, grano de polen, proceso de fertilización, endosperma, embrión y la semilla. También se desarrolla aspectos como poliembrionía, apomixis, poliploidía en órganos reproductivos, germinación de las semillas, relación entre embriología y taxonomía y homologías y filogenia.

El último capítulo trata de la embriología experimental y de sus problemas y técnicas. Queda claro que en una era de observaciones e inferencias la embriología experimental ha sido introducida en una etapa de experimentos de índole fisiológica, bioquímica y genética que tratan de dilucidar los procesos involucrados en el crecimiento, desarrollo y diferenciación de los órganos reproductivos. El cultivo *in vitro* de órganos florales, yemas, polen, nucelas, células huevo, endospermas, embriones y otros ha producido resultados significativos, entre los cuales cabe destacar la obtención de haploides androgénicos y de híbridos.

Este libro constituye una fuente de referencia valiosa para aquellos individuos interesados en embriología, fitomejoramiento y cultivo de tejidos, y representa una adición importante para cualquier biblioteca en ciencias biológicas o agrícolas.

EUGENIA FLORES
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

M. A. COELHO*
F. F. FERREYRA H.**

Resumo

Com o objetivo de caracterizar a distribuição, superficial e em profundidade, de problemas de salinidade foram analisadas 525 amostras de solo, coletadas na profundidades de 0-20, 20-40 e 40-140 cm e correspondentes a 149 perfis de uma área de 504 hectares localizada no perímetro de irrigação de Morada Nova, Ceará, Brasil.

O mapeamento revelou que os solos sódicos e salino-sódicos ocorrem em 25% da área estudada e que os problemas de salinidade e sodicidade aumentam em profundidade.

Características peculiares foram verificadas nos solos sódicos e salino-sódicos. Os valores de pH predominantes situaram-se na faixa de 6,0 a 8,0, inferiores aos normalmente encontrados nesses solos. A relação Ca/Mg atingiu frequentemente valores inferiores à unidade. Sódico e cloreto foram os íons dominantes enquanto sulfato e bicarbonato ocorreram em pequenas quantidades notando-se ainda a ausência de carbonatos. Os valores de percentagem de sódio trocável (PST) foram mais elevados que os de relação de adsorção de sódio (RAS) quando determinados ou estimados. Baixos valores de condutibilidade hidráulica do solo saturado associados a altos conteúdos de argila, à predominância de argilo-minerais do grupo 2:1 e altos valores de PST representam dificuldades adicionais no manejo das áreas afetadas.

A variabilidade espacial das propriedades relacionadas, determinada através da amostragem intensiva de uma área de 0,8 hectares, situada no Perímetro de Irrigação de Pentecoste, revelou diferenças marcantes entre propriedades físicas e químicas do solo.

Introduction

Salt-affected soils of different origins occur extensively in northeastern Brazil. Soil association with a predominance of solodized solonetz, solodic planosol and solonchack, which contain variable amounts of sodium and/or sodium chloride, cover 13% of the state of Ceará (9). Alluvial soils, covering about 2% of the state's area, display salinity

problems of variable degrees and are used extensively in irrigation agriculture. Due to their topographic position, the processes involved in their formation, and the climatic characteristics of the region, large areas of alluvial soils are presently salt-affected or pose salinity hazards, problems that increase in magnitude under irrigation practices. Evaluation and classification of salinity problems in irrigated areas constitute the first step in applying management practices to improve production, to prevent and control secondary processes of degradation and to reclaim areas already affected.

The objective of this study was to characterize salt-affected soils and determine the spatial variability of the related parameters in two representative areas of public irrigation districts established in alluvial soils.

1 Received for publication in July 26, 1985.

* Professor Titular do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará. CP 3038, Fortaleza, Ceará, Brasil

** Especialista em Solos, Contrato IICA/EMBRAPA C.P. 3038, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Materials and methods

Soils

The alluvial soils studied occur in the rather narrow valleys of the main rivers of the state of Ceará and are used in irrigation agriculture due to their production, potential and position in relation to the large reservoirs that constitute the main source of water for irrigation. The location of the two public irrigation districts – Morada Nova and Pentecoste – where this study was conducted is shown in Figure 1. Soils are slightly developed, with layers of indiscriminate textures, and derived from sandy, silty and clayey sediments deposited during the Holocene (9). Their position in the general relief and in relation to other salt-affected soils of different origin is depicted in Figure 2 (14). The deficient natural drainage of some alluvial soils due to their texture and relatively low elevation above the river draining area, seepage from elevated adjacent areas, and periodic heavy rains contributes to the occurrence of shallow water tables that, with high evaporation rates, increase salinization hazards. Irrigation practice aggravates the drainage problem.

Climatic data of the areas studies are summarized below:

	Morada Nova	Pentecoste
Mean annual precipitation (mm)	600	699
Mean annual temperature (°C)	26.2	26.8
Mean daily evaporation (mm)	7.5	7.6

The rainy season is heaviest from January to July, followed by a six month dry period. The irregular temporal distribution and intensity of rainfall, as well as the occurrence of droughts, are peculiar to both areas.

Methods of analysis

In the irrigation district of Morada Nova, an area of 504 hectares was selected for collection of 525 bulk soil samples from 149 soil profiles at depth intervals of 0-20, 20-40 and up to 140 cm according to changes in soil texture. Collection of undisturbed soil samples and *in situ* determination of saturated hydraulic conductivity were performed in selected sites. Field textures were recorded at all profiles.

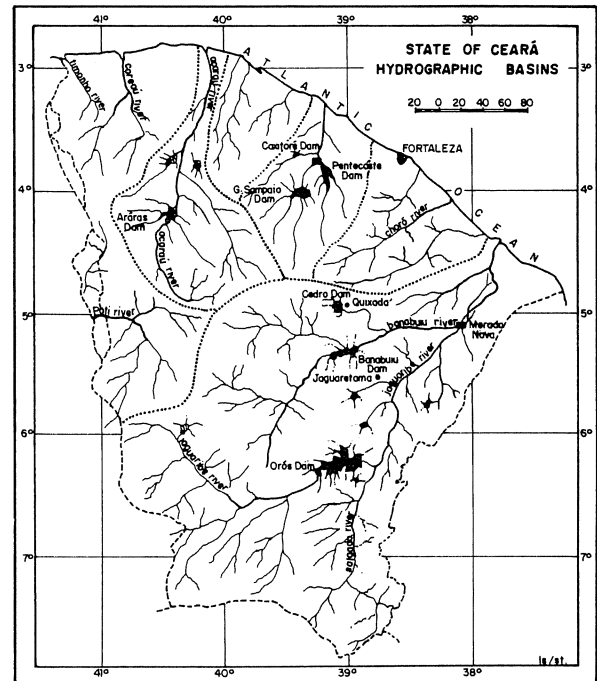


Fig. 1. Location of the study areas – Morada Nova and Pentecoste (■), and the cities of Quixadá and Jaguaratama (●) depicted in transect of Fig. 2.

Parameters determined were: pH (water, 1:1); electrical conductivity and soluble ions in the saturation extracts; Calcium and Ca + Mg by titration with EDTA 0.02 N and Mg estimated by difference; sodium and potassium by flame photometry; chloride by titration with AgNO₃ 0.025N; CO₃²⁻ and HCO₃⁻ by titration with H₂SO₄ 0.01N (3); SO₄ estimated by difference and, in selected samples, determined by turbidimetry (12). Exchangeable cations Ca, Mg, Na and K were extracted in an excess of 1N NH₄Ac, pH 7.0, and measured by flame photometry; concentrations were corrected by subtracting the soluble cations determined in the saturation extract (22). Exchangeable H + Al were extracted in an excess of 1N CaAc, pH 7.0 and exchangeable H in 1N KCl, pH 7.0. Cation exchange capacity (CEC) was estimated by the sum of exchangeable cations.

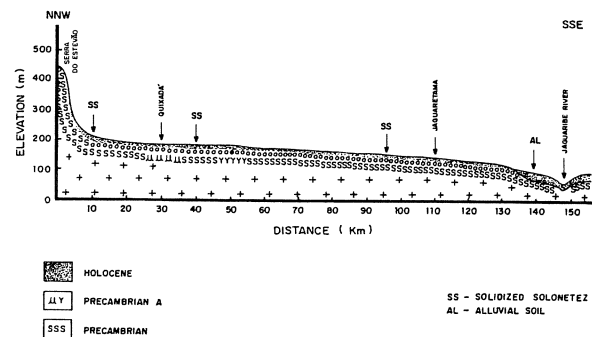


Fig. 2. Schematic cross section indicating topographic position of salt-affected soils different origins.

Sodium adsorption ratio (SAR), exchangeable sodium percentage (ESP) and exchangeable sodium ratio (ESR) were calculated according to Richards (19). Soluble sodium percentage ($SSP = Na/Ca + Mg + Na + K$) was also calculated. Water contents at 0.03 and 1.5 MPa were determined in porous plate extractors (19), aggregate stability by wet-sieving technique (15) and saturated hydraulic conductivity by the auger-hole method (2). X-ray diffractograms of selected clay fraction samples were obtained.

An area of 0.8 hectares of alluvial soil, vertic torrifluvents (6), homogeneous in respect to soil classification, comprising 128 plots of 6 x 10 m, in the irrigation district of Pentecoste, was sampled to determine: a) soil bulk density (1), in 120 undisturbed cores obtained at 0-20, 30-40 and 50-60 cm depth from 40 plots randomly selected; b) percentage of water-stable aggregates (15), in 40 soil clods collected in the abovementioned plots; and c) the same chemical characteristics of the first study in 384 bulk samples collected at 0-30, 30-60 and 60-90 cm depth in the center of each plot.

Soil classification and mapping

To classify the soils according to EC and ESP values, five salinity and five sodicity classes were adopted (Table 1). The rationale for a detailed classification was to provide better interpretation of results for evaluation and monitoring evolution of salinity problems in the area studied. For mapping purposes, however, only four soil classes were used, as shown in Table 1, through grouping salinity and sodicity classes. Mapping was performed through isolines of EC and ESP.

Statistical analysis

To verify the correlation between characteristics studied, data were subjected to linear, quadratic, semilogarithmic and logarithmic regression analysis. To evaluate spatial variability of pertinent parameters in the Pentecoste area, overall mean, standard deviation and coefficient of variation were computed for the data. Number of sample (N) to estimate parametric mean (\bar{x}) within a determined limit (f) at a significance level (t) was also computed by the expression $N = (CVt/f)^2$. Frequency distributions of bulk density, EC and ESP were also determined (13, 18, 23).

Results and discussion

Interpretation of field and laboratory data and soil classification and mapping revealed that sodic and saline-sodic soils cover approximately 25% of the 504

Table 1. Salinity (A) and sodicity (B) classes, and soil classes used in mapping (C).

A			
Salinity class	EC (dS m ⁻¹)	Description	Map symbol
S 1	0-2	non-saline	A
S 2	2-4	slightly saline	B
S 3	4-8	moderately saline	C
S 4	8-16	strongly saline	C
S 5	16	very strongly saline	C
B			
Sodicity class	ESP	Description	Map symbol
A 1	0-10	non-sodic	X
A 2	10-15	slightly sodic	Y
A 3	15-20	moderately sodic	Z
A 4	20-30	strongly sodic	Z
A 5	30	very strongly sodic	Z
C			
Non-saline Non-sodic	Saline	Sodic	Saline-Sodic
S1A1	S3A1, S3A2	S1A3, S2A3	S3A3, S3A4, S3A5
S2A1	S4A1, S4A2	S1A4, S2A4	S4A3, S4A4, S4A5
S1A2	S5A1, S5A2	S1A5, S2A5	S5A3, S5A4, S5A5
S2A2			

ha area studied in the public irrigation district of Morada Nova, with saline soils occurring in only 2.3% of the whole area.

Distributions of soil classes in one of the three plots that comprise the area (Figure 3a, b, c), indicated that salinity and sodicity problems increase with depth. The percentage of salt-affected area is higher in the second plot and lower in the third, but the in-depth distribution is similar to that presented. Typical features of the sodic and saline-sodic soils mapped are fine texture, poor structural conditions, presence of cracks and low permeability.

Wide variety in field texture was detected, but 50% of the samples fell into clay loam, silty clay loam, silty clay and clay textural classes, half of these with more than 40% clay. Deteriorated structural conditions of sodic and saline sodic soils were indicated by the percentage of water stable aggregates of thirteen selected samples with wide ranges in ESP and EC and clayey textures. The lowest value of 1% aggregate stability corresponded to a

sample with ESP of 35.6 and EC of 35 dS m⁻¹. Strong correlations were found between aggregate stability and ESP ($r = -0.74^{**}$). Low values of saturated hydraulic conductivity were associated with high contents of silt, clay and exchangeable sodium. Mean values for 37 layers of 16 selected sites were 2.31×10^{-6} , 5.79×10^{-6} and 34.72×10^{-6} ms⁻¹ corresponding to clayey, loamy and sandy layers, respectively. Linear regression analysis of moisture content at saturation (water content of saturated paste) as a function of moisture content at 0.03 and 1.5 MPa showed significantly high correlation coefficients ($\bar{r} = 0.81^{**}$ and 0.78^{**} , respectively).

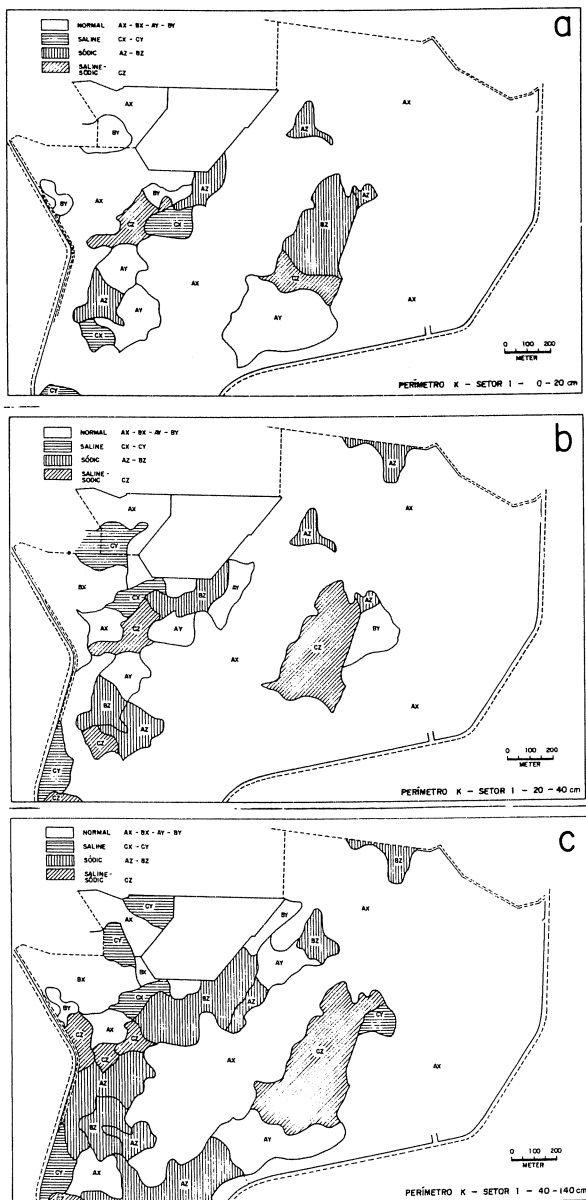


Fig. 3. Distribution of normal and salt-affected soils in plot 1 of Morada Nova study area, at depths of 0-20 (a), 20-40 (b) and 40-140 cm (c).

Some chemical characteristics of three typical profiles of non-saline non-sodic, sodic and saline-sodic soils are reported in Table 2. Results of analysis of the 525 samples revealed that 11.5% have an EC > 4 dS m⁻¹, with 75% of these in the range of 4-9 dS m⁻¹. The salinity problem is always associated with sodicity, saline soils being nearly absent in the studied area. Approximately 28% of the samples have an ESP > 15. The pH values ranged between 6.0 and 6.9 in 65% of the samples, and about 25% of the soils are slightly alkaline (pH between 7.0 and 8.0).

This suggests that a large number of soils studied are degraded sodic soils (19) with absence of carbonates and low pH values due to exchangeable hydrogen influenced by the periodic rains that occur in the region. However, their physical characteristics are typical of sodic soils. Most of the sample have high values of CEC, due to the presence of clayey soils with a predominance of 2:1 clay minerals, suggested by other soil characteristics and confirmed by mineralogical analysis of clay fraction of selected samples. Calcium and magnesium are the dominant exchangeable cations. In saline-sodic soils, low Ca/Mg ratios are typical and decrease with depth as shown in Table 2. High values of exchangeable magnesium were found by Moreira (14), in solodized solonetz soils located in the same hydrographic basin (Figure 2), and reported by Jansen and Moss (10) in solodized solonetz soils of Saskatchewan and by Sandoval and Shoemith (20) in soils of glacio-lacustrine origin of North Dakota. Sodium and chloride are the dominant soluble ions. Carbonates are absent and HCO₃⁻ and SO₄²⁻ are present in minute quantities.

Results of regression analysis reported in Table 3 revealed significant and useful relations between parameters. Relations [1], [2] and [3] indicated strong correlations between EC and dominant soluble ions. Though the coefficients of determination are higher for the quadratic function, the differences are too small to disregard the use of the simplest linear expressions. Relation [4], ESR as a function of SAR, shows that the two variables are linearly correlated. The equation is included in Table 4, among other regression equations of the same relationship found by Pereira *et al.* (16), with 27 soil samples from the public irrigation district of São Gonçalo, Brazil, by Elseewi *et al.* (7) with 31 samples from the Nile Delta, Egypt, and by Bower (5), and that reported by Richards (19) with 59 soil samples from the western United States. The regression line of equation [4] passes close to and above the origin, as does Bower's (5) line, with the intercept lower than that of Elseewi *et al.* (7). However, the slope is close to those of the Pereira *et al.* (16) and Bower (5) regression lines. The population size (478 samples) and the

inclusion of a large proportion of non-saline, non-sodic soils must be taken into account when comparing equations and correlation coefficients in

Table 4. Based upon equation [4], the following equation, similar to that of Richards (19), was developed to calculate ESP from SAR values:

Table 2. Chemical characteristics of three alluvial soils from the public irrigation district of Morada Nova.

Depth (cm)	pH	EC dSm ⁻¹	Exchangeable cations					CEC	Ca/Mg	ESP
			Ca	Mg	K	Na	H + Al			
c mol (p+) kg ⁻¹										
PROFILE No 50 NON-SALINE, NON-SODIC ALLUVIAL SOIL										
0-20	6.40	0.45	16.63	3.22	0.83	0.33	3.13	24.25	5.0	1.36
20-40	6.40	0.35	17.95	3.15	0.74	0.72	2.64	25.20	5.7	3.06
40-80	6.50	0.34	14.45	7.70	0.51	0.66	1.98	26.30	2.0	2.51
80-140	6.70	0.60	2.77	2.46	0.14	0.15	0.66	6.18	1.1	2.43
PROFILE No 79 SODIC ALLUVIAL SOIL										
0-20	6.70	0.64	10.22	9.78	0.36	5.00	1.32	26.68	1.04	18.74
20-40	7.30	1.70	15.85	8.98	0.37	5.60	0.00	30.80	1.76	18.18
40-140	7.50	2.84	13.11	9.54	0.29	6.35	0.00	29.29	1.35	21.67
PROFILE No 64 SALINE-SODIC ALLUVIAL SOIL										
0-20	6.40	8.60	10.57	7.65	0.42	5.80	0.82	25.26	1.38	22.96
20-40	7.00	5.90	7.67	8.01	0.37	3.63	0.00	19.68	0.96	18.45
40-120	7.60	4.20	8.70	13.59	0.21	4.58	0.00	27.08	0.64	16.91
120-140	7.70	2.80	5.90	8.20	0.13	5.21	0.00	19.44	0.72	26.80

Table 3. Coefficients of determination and equations obtained by regression analysis between: electrical conductivity (EC), soluble sodium (Na⁺) and chloride (Cl⁻), sum of soluble cations (Σ cat), exchangeable sodium percentage (ESP), sodium adsorption ratio (SAR), exchangeable sodium ratio (ESR) and soluble sodium percentage (SSP).

No.	Variables		r ²	Equation
	Y	X		
[1]	EC	Σ cat	0.978*	Y = 0.084 X - 0.018
			0.982*	Y = -0.821 X 10 ⁻⁴ X ² + 0.094 X - 0.123
[2]	EC	Na ⁺	0.915*	Y = 0.086 X + 0.535
			0.962*	Y = -1.26 X 10 ⁻⁴ X ² + 0.178 X + 0.209
[3]	EC	Cl ⁻	0.946*	Y = 0.071 X + 0.209
			0.991*	Y = -8.88 X 10 ⁻⁵ X ² + 0.097 X + 0.258
[4]	ESR	SAR	0.501*	Y = 0.0200 X + 0.0144
[5]	ESP	SAR	0.597*	Y = 1.038 X + 3.258
[6]	ESP	SSP	0.656*	Y = -0.0135 X ² + 1.6099 X + 1.1486
			0.663*	Y = 45.745 log(X + 5.716) - 36.527 (§)
			0.649*	log Y = 0.9435 log(X - 0.0192) + 0.1531 (§)
			0.594*	Y = 0.509 X - 15.441
			0.683*	Y = 0.0099 X ² - 0.5968 X + 10.403
			0.797*	log Y = 0.0228 X - 0.4743

* - Significant at 1% level

(§) Optimized transformation log(X + X₀); value of X₀ indicated in the equation.

Table 4. Regression equations used in calculating ESA from SAR of saturation extract.

Regression equation	r	Source
$ESR = 0.0144 + 0.0200 SAR$	0.710*	This study
$ESR = 0.0135 + 0.0212 SAR$	0.930	Pereira <i>et al.</i> (16)
$ESR = 0.0273 + 0.01457 SAR$	0.934*	Elseewi <i>et al.</i> (7)
$ESR = 0.0057 + 0.0173 SAR$	-	Bower (5)
$ESR = 0.0126 + 0.01475 SAR$	0.923	Richards (19)

* Significant at 1% level

$ESP = 100 (0.0144 + 0.0200 SAR) / 1 + (0.0144 + 0.0200 SAR)$ [7] It yields mean values of ESP higher than SAR values. Relation [5] between observed values of ESP and SAR is depicted in Figure 4, where we note the parallelism of regression and the 1:1 lines. Quadratic regression, described by the parabolic curve, shows a higher coefficient of determination than linear regression. Observed values of ESP tend to be higher than SAR in these soils. This could be due to an increase of adsorbed sodium

in the soils' exchange complex (21), occurring in clayey soils of low hydraulic conductivity through the accumulation of bicarbonates as root respiration produces CO_2 (8, 11), and resulting from the application of irrigation water. Pratt and Bair (18) attributed the values of $ESP:RAS > 1$, observed in their study, to the presence of water-insoluble sodium compounds that are soluble in the extracting solution. Finally, estimation of exchangeable cations, by subtracting the concentrations in saturation extract from the total concentrations, tends to yield higher values of exchangeable sodium (4). Results of the regression analysis of ESP as a function of soluble sodium percentage (SSP) showed increases in the coefficient of determination from the linear to the semi-logarithmic function (Table 3), and a marked increase of ESP at SSP values higher than 50.

A summary of data obtained in the soil variability study of the public irrigation district of Pentocoste reported by Coelho (6) is presented in Table 5. Variability of soil bulk density was higher in the 0-20 cm layer, CV of 5.5%, than in the 30-40 and

Table 5. Mean, standard deviation, coefficient of variation (CV), and approximate number of samples required to estimate mean values within 5% and 10% at the 0.05 significance level, of physical and chemical characteristics.

Characteristics	Depth	Mean	Standard deviation	CV %	Number of samples	
					5%	10%
Soil bulk density ($Mg\ m^{-3}$)	0-20	1.493	0.0824	5.5	5	1
	30-40	1.587	0.0325	2.0	1	1
	50-60	1.575	0.0347	2.2	1	1
Water stable aggregate (2.0-0.25 mm) (%)	0-20	42.23	10.72	24.8	100	25
pH	0-30	6.49	0.31	4.8	7	4
	30-60	6.55	0.36	5.6	8	4
	60-90	6.98	0.40	5.7	8	4
ESP	0-30	15.25	4.57	30.0	141	37
	30-60	19.70	7.47	37.9	224	58
	60-90	22.54	6.47	28.8	131	35
SAR	0-30	10.57	3.48	32.9	170	45
	30-60	14.16	4.89	34.6	187	45
	60-90	13.67	5.28	38.6	232	60
Na ($mmol(p+) l^{-1}$)	0-30	23.08	9.13	39.6	244	63
	30-60	30.48	12.53	41.1	262	68
	60-90	26.51	11.86	44.7	311	80
Cl ($mmol(e-) l^{-1}$)	0-30	29.18	11.12	38.1	226	59
	30-60	35.84	14.63	40.8	259	67
	60-90	29.65	13.48	45.4	320	82

50-60 depths, but lower than that of water stable aggregates in the same layer, with CV of 24.8%. Marked differences in spatial variability were detected in the chemical characteristics studied, as indicated by data on the most important parameters presented in Table 5. Taking the coefficient of variation as a measure of variability, results indicate that ESP, EC, SAR and soluble sodium and chloride follow pH in increasing order of variability; this is also reflected in the number of samples required to estimate mean values of these parameters, within 5% and 10% at the 0.05 significance level. Frequency distributions of soil bulk density at the three depths, and of water stable aggregate values, are close to normal distributions, with a mode/mean ratio within the range of 0.995 to 0.999 for bulk density and of 0.914 for water stable aggregates. The mode/mean ratios for EC and ESP values, at three depths, are within the range of 0.810 to 0.864 and of 0.817 to 0.877, respectively, indicating that deviations from normality are large and would result in errors ranging from 13% to 19% when using the mean instead of the mode, i.e. assuming that the values were normally distributed. However, for a set of measurements with CVs $\leq 40\%$, both normal and log-normal distributions may be equally adequate (18).

Conclusions

The percentage of salt-affected soils found to occur in the area studied is not uncommon to other irrigation districts in Northeastern Brazil, due to climatic conditions, topographic position and problems that were aggravated under irrigation practice. It was found that peculiar characteristics were associated with dominant sodic and saline-sodic soils. Soil pH values are rather lower than those specified in the U.S. Salinity Laboratory classification (19). Exchangeable magnesium levels are high, often surpassing exchangeable calcium levels. Sodium

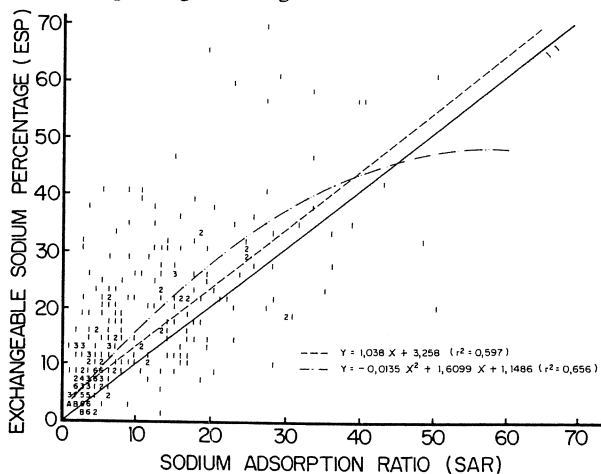


Fig. 4. Relation between observed values of ESP and SAR. Digits correspond to number of samples and letters: A = 10 to 14 samples and B = 15 to 19 samples.

and chloride are the dominant ions, while carbonates are absent and HCO_3 as well as SO_4 exist in minute quantities. ESP values are higher than SAR, when measured or estimated by the equation [7]. Low values of saturated hydraulic conductivity, found to be associated with high clay and silt contents, predominance of 2:1 clay minerals and high ESP levels, are an additional burden to soil management in these areas. Soil variability was also found to be an important factor in dealing with these soils. It was concluded that adequate techniques for management and reclamation need to be developed, and further research, especially of hydrologic parameter characterization, must be performed to evaluate feasibility of reclamation of the most affected soils.

Summary

Aiming to characterize the surge and in-depth distribution of salt problems, 525 soil samples were collected in 149 soil profiles comprising an area of 504 hectares located in the irrigation district of Morada Nova, state of Ceará, Brazil. Results indicate that sodic and saline-sodic soils cover 25% of the area studied and the salinity and sodicity problems increase with depth. It was found that peculiar characteristics were associated with the sodic and saline-sodic soils. In general pH values were in the 6.0 to 8.0 range. The Ca/Mg ratio frequently reached values below unity. Sodium and chloride are dominant, while carbonates are absent and HCO_3 , as well as SO_4 , exist in minute quantities. ESP values are higher than SAR, when measured or calculated. Low values of saturated hydraulic conductivity were associated with high clay and silt contents, predominance of 2:1 clay minerals and high ESP levels. Spatial variability of pertinent parameters evaluated through intensive sampling in a 0.8 ha area revealed marked differences between physical and chemical properties. The variability of chemical properties increases with depth.

Literature cited

1. BLAKE, G.R. Bulk density. 1965. In *Methods of soil analysis. Part I: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling.* Ed. by C.A. Black. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, p. 374-390.
2. BOERSMA, L. Field measurement of hydraulic conductivity below a water table. 1965. In *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical properties, including statistics*

- of measurement and sampling. Ed by C A Black. American Society of Agronomy Madison, Wisconsin. p. 222-233
- 3 BOWER, C.A. 1959. Cation exchange equilibria in soils affected by sodium salts. *Soil Science* 88:32-35.
 - 4 BOWER, C.A.; HATCHER, J.T. 1961. Characterization of salt affected soils with respect to sodium. *Soil Science* 91:275-280
 - 5 BOWER, C.A.; WILCOX, L.V. 1965. Saturation extract and other aqueous extracts. In *Methods of analysis Part II Chemical and microbiological properties*. Ed. C.A. Black. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 933-951
 - 6 COELHO, M.A. 1983. Variabilidade espacial de características físicas e químicas em solos salino-sódicos. *Ciência Agrônômica* 14:149-156.
 - 7 ELSEEWI, A.A.; ELATAR, H.A.; DADUD, A.M. 1977. Relationship between soluble and exchangeable sodium in some soils of the Nile Delta: an examination of the SAR concept. *Soil Science* 124:249-254
 - 8 FERREYRA, F.F.H.; COELHO, M.A. 1984. Variação da concentração de sais na solução de um solo aluvial vértico cultivado com arroz sob inundação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 8:69-76
 - 9 JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A.R. 1973. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará Vol. I e II, DPP/MA DRN/SUDENE Boletim Técnico No. 28. Rio de Janeiro Bra
 - 10 JANZEN, W.P.; MOSS, H.C. 1956. Exchangeable cations in solodized-solonetz and solonetz-like soils of Saskatchewan. *Journal of Soil Science* 7:203-212.
 - 11 KELLEY, W.P. 1962. Sodium carbonate and adsorbed sodium in semi-arid soils. *Soil Science* 69:123-133.
 - 12 MASSOUMI, A.; CORNFIELD, A.H. 1963. A rapid method for determining sulphate in water extract of soil and plants. *Analyst* 88:321-332
 - 13 McINTIRE, D.S.; TANNER, C.B. 1959. Anormally distributed soil physical measurements and non parametric statistics. *Soil Science* 88:133-137
 - 14 MOREIRA, E.G.S. 1979. Caracterização e gênese de três pedons de solonetz solodizado do Sertão Central e do Médio Jaguaribe no Estado do Ceará (Tese de Doutorado) Universidade de São Paulo Piracicaba, São Paulo.
 - 15 PAULA, J.L. de; COELHO, M.A. 1982. Método para determinação da estabilidade de agregados em solos salinos e salino-sódicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 6:155-160
 - 16 PEREIRA, F.A.M.; MEDINA, B.F.; GHEYI, H.R.; ETCHEVERS, J.D. 1982. Solos afetados por sais no Nordeste II. Correlação entre sódio solúvel e intercambiável. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 6:167-170
 - 17 PRATT, P.F.; BAIR, F.L. 1979. Sodium hazard of bicarbonate irrigation waters. *Soil Science Society of America Journal* 43:274-278
 - 18 RAO, P.V.; RAO, P.S.; DAVIDSON, J.M.; HAMMOND, L.C. 1979. Use of goodness-of-fit test for characterizing the spatial variability of soil properties. *Soil Science Society of America Journal* 43:274-278
 - 19 RICHARDS, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. *Handbook 60*. United States Department of Agriculture. Washington, D.C.
 - 20 SANDOVAL, F.M.; SHOESMITH, L. 1961. Genetic soil relationships in saline glaciolacustrine area. *Soil Science of America Proceedings*, 24:316-320.
 - 21 SOMMERFELDT, I.G.; PETERSON, H.P. 1963. Effect of anions on amount of sodium adsorbed by sodium saturated Utah bentonite. *Soil Science Society of America Proceedings* 27:641-644.
 - 22 USDA - SOIL CONSERVATION SERVICE. Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. *Soil Survey Investigation Report No. 1*. Washington, D.C.
 - 23 WAGNET, R.J.; JURINAK, J.J. 1978. Spatial variability of soluble salt content in a Mancos shale watershed. *Soil Science* 126:342-349

EL ESTADO REPRODUCTIVO EN CUATRO FINCAS DE GANADO JERSEY VALORADO MEDIANTE NIVELES DE PROGESTERONA EN LECHE¹ */

O. ROBERT**
R. T. TAYLOR**

Summary

A solid-phase radioimmunoassay (RIA) was used for the quantification of milk progesterone in Jersey cows. Milk samples were collected from cycling and artificially inseminated animals. Progesterone profiles obtained from defatted milk samples agreed with those reported in the literature. Parallelism between milk dilutions and standard curves demonstrated that the test was reliable and precise for the reproductive status of Jersey cows.

Estrus and pregnancy were detected by determining milk progesterone levels on the day of artificial insemination and twenty-three days thereafter. Diagnosis was confirmed by rectal palpation sixty days after artificial insemination. Farm staff failed to detect estrus in 37% of the nonpregnant animals, while milk progesterone levels allowed identification of all the animals returning to estrus.

Introducción

La determinación de los niveles de progesterona como indicador del estado reproductivo, se basa en la variación en los niveles de esta hormona durante el ciclo estral y la preñez, los cuales reflejan el desarrollo y actividad hormonal del cuerpo lúteo en el ovario de la vaca (12, 13, 15, 17, 18, 24, 30, 32). Varios investigadores han demostrado que en la vaca no preñada el cuerpo lúteo deja de producir progesterona alrededor del día 18 del ciclo estral, mientras que en el animal preñado la producción de progesterona es continua (1, 8, 11, 15, 30, 34). Tomando el día del celo como día cero, se ha demostrado que los niveles de progesterona aumentan a partir del día 2 ó 3 del ciclo hasta el día 9, manteniéndose relativamente altos hasta el día 16 ó 18, decreciendo de este

momento en adelante hasta alcanzar su nivel más bajo 1 ó 2 días antes del nuevo ciclo estral (8, 22, 25, 27, 31, 33).

El diagnóstico de preñez temprano se basa en la naturaleza cíclica de la producción de progesterona endógena durante el ciclo estral del bovino. Esta prueba cuantifica los niveles de progesterona en leche o plasma sanguíneo, recomendándose su realización entre los días 21 a 24 después de la inseminación artificial o monta natural (3, 9, 11). Para el diagnóstico de preñez, diversos autores reportan una efectividad que oscila entre el 75% y el 85% (3, 9, 10, 11). El error observado en el diagnóstico de preñez, se atribuye a reabsorción embrionaria temprana o inseminación artificial fuera de tiempo, lo que hace imprescindible la confirmación de preñez por palpación rectal entre los 40 y 60 días después de la inseminación artificial (9, 10, 11, 27, 29). En contraste, se ha reportado en la literatura variaciones en la exactitud del diagnóstico de no-preñez, que va desde el 95% hasta el 100% (3, 10, 11, 29).

Trabajos realizados durante la segunda mitad de la década de los setenta, demostraron claramente que los niveles de progesterona en sangre venosa y en leche de bovinos, determinados por radioinmunoanálisis (RIA), presentaban un evidente paralelismo; inclu-

1 Recibido para publicación el 7 de mayo de 1985

* Proyecto financiado mediante contrato de investigación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) No. 3258/RB y la Vicerrectoría de Investigación de la UNA.

** Cátedra de Fisiología de los Animales Domésticos, Escuela de Medicina Veterinaria, UNA, Apartado 86, Heredia, Costa Rica.

so se ha informado que los niveles de progesterona en leche pueden llegar a ser hasta cinco veces más altos que en sangre (6, 7, 19, 20, 29). Esto ha estimulado la puesta en marcha de una gran cantidad de programas y proyectos, en los cuales se estudia la relación existente entre los niveles de progesterona en leche y el estado reproductivo de la vaca, lo que ha hecho posible la utilización de la determinación de progesterona en leche por parte de muchos investigadores en diferentes países, como instrumento para el diagnóstico precoz de preñez (4, 28), detección del celo (4, 11, 34), y en estudios de ciclicidad y reabsorción embrionaria (14, 23).

El momento correcto de la inseminación es uno de los factores más importantes para alcanzar una tasa alta de concepción; por medio de la prueba de progesterona en leche es posible evaluar el sistema de inseminación que se utiliza en la finca, permitiendo diagnosticar errores que de otra manera no se podrían demostrar (5, 19).

El objetivo del presente trabajo fue determinar las ventajas y limitaciones que la determinación de los niveles de progesterona en leche puede brindarle al médico veterinario en el estudio de los problemas reproductivos, tendientes a mejorar la eficiencia reproductiva de nuestros hatos productores de leche.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en cuatro fincas localizadas en los cantones de Oreamuno y La Unión, provincia de Cartago, Goicoechea y San Isidro de Coronado, provincia de San José, con aproximadamente 800 vacas en producción de la raza Jersey. En cada una de estas fincas se contó con registros individuales de cada animal y con identificación en cada vaca mediante aretes de plástico. Los programas nutricionales seguidos en las fincas se consideraron adecuados, lo mismo que los sistemas de manejo.

El proyecto para su realización se dividió en dos etapas:

1. Determinación de los perfiles normales de progesterona durante el ciclo estral y los primeros días de la preñez. Para este fin se seleccionó al azar un grupo de animales cuyo requisito, además de una buena condición nutricional, consistió en que tuvieran más de 30 días de paridas, con la idea de observar ciclos más regulares. Se recogieron muestras diariamente, por 23 días, al final del ordeño mecánico de la tarde de un total de 10 vacas, cinco sin inseminar y cinco inseminadas.

2. Confirmación del celo y la preñez por medio de la valoración de progesterona en leche. En esta etapa se incluyeron todos aquellos animales en producción láctea que desde junio de 1983 entraron en celo y fueron inseminadas o cubiertas por toro. Se colectaron dos muestras de leche al final del ordeño mecánico (de cualquiera de los cuartos). La primera se tomó el día de la inseminación o monta natural y la segunda 23 días postinseminación o monta, en los animales que no repitieron celo, confirmándose la preñez por palpación rectal a los 60 días. En las cuatro fincas la demostración visual del celo se intentó dos veces al día en horas cercanas al ordeño.

Para la recolección de las muestras se utilizó bolsas de polietileno "Whirl Pak" (NASCO, WI, USA) de una onza, debidamente rotuladas con el número de la finca, la identificación de la vaca y la fecha. Como preservativo para evitar la proliferación microbiana se colocó en cada bolsa una pastilla de dicromato de potasio de 30 mg. Las muestras de leche se mantuvieron a 5°C hasta su envío al laboratorio, y el transporte de las mismas en dos de las fincas se hizo directamente al laboratorio; en las otras dos, se enviaron a través de los camiones cisterna de la Cooperativa Dos Pinos, depositándolas en el laboratorio de esa Cooperativa, y de ahí al laboratorio de análisis hormonal de la Escuela de Medicina Veterinaria para su posterior procesamiento.

La leche se descremó por centrifugación a 1 000 x g durante 15 minutos y la porción de crema se separó por aspiración utilizando una tromba de vacío. Una vez descremadas, las muestras se almacenaron a 5°C hasta que se llevó a cabo la determinación por RIA, y ya cuantificada la progesterona, se conservaron en congelación a -20°C. La determinación de progesterona se hizo mediante un RIA de fase sólida, utilizando reactivos de la firma Diagnostic Products (CA, USA), que incluyen un suero específico contra el conjugado de progesterona-11-hemisuccinato-BSA, ligado a la superficie interna de tubos de polietileno y progesterona marcada con I-125 como antígeno trazador.

Para la determinación de la hormona, se utilizó 200 µl de leche descremada y 1 ml de progesterona marcada con I-125, corriéndose cada muestra en duplicado. El tiempo de incubación fue de 3 horas y la separación del antígeno ligado al anticuerpo, del antígeno libre, se llevó a cabo por decantación. En cada RIA se corrió una curva estándar y los respectivos controles internos para la determinación de la variación entre y dentro de los ensayos. El conteo de la cantidad de antígeno radioactivo ligado al anticuer-

po, se hizo con un contador Gamma modelo 5 500 (Beckman Instruments Co. Ca. USA). El paralelismo entre la curva estándar y los niveles de progesterona en leche, se determinó comparando la curva con los niveles de progesterona en las diluciones seriadas de cuatro muestras de vacas preñadas.

Resultados y discusión

La variación inter ensayo, determinada en 10 radioinmunoanálisis, fue de 9.5% y 13.6% respectivamente; el paralelismo observado entre la curva estándar y los niveles de progesterona en las diluciones de las muestras de leche en vacas preñadas fue excelente

En la primera etapa de este trabajo se establecieron los niveles normales de progesterona durante el ciclo estral en vacas Jersey; la Figura 1 muestra los niveles de progesterona (ng/ml), más menos el error estándar, de muestras diarias de leche durante ciclos completos, observándose como los niveles al día del estro (día 0) y el día 20, se encuentran por debajo de 1 ng/ml, mientras que entre el día 3 y 18 del ciclo estral, los niveles de progesterona están por encima de 1 ng/ml, lo que concuerda con lo reportado por otros autores para vacas de diversas razas (1, 17, 18, 24, 25, 26, 33, 34, 35).

Comparando los resultados obtenidos en este trabajo con los reportados por otros autores (2), podemos asumir que el ensayo empleado es lo suficientemente confiable para ser utilizado como una herramienta más en el estudio de los problemas que pueden afectar la eficiencia reproductiva de nuestros hatos.

La Figura 2 muestra los niveles de progesterona en vacas inseminadas y confirmadas como preñadas por palpación rectal, en donde se observa que el patrón de liberación de esta hormona es igual al de las vacas que están ciclando entre el día 8 y 17. Sin embargo, a partir de este momento se evidencia una diferencia marcada en los niveles de progesterona en leche durante los días 18, 19, 20, 21 y 22 en las vacas preñadas, con respecto a las no preñadas. El orden de magnitud de la diferencia en los niveles de la hormona es aproximadamente 10 veces mayor en leche de vacas preñadas en el día 21 después de la I.A., que en vacas no preñadas que están ciclando al día 21 del ciclo estral; esta diferencia es útil en la evaluación del estro o la preñez mediante la cuantificación de los niveles de progesterona. Resultados similares a éstos han sido reportados por otros autores en estudios llevados a cabo en Israel y Gran Bretaña con animales de las razas Holstein Friesian y Jersey (1, 11, 17, 24, 34, 35).

En este trabajo también se estudiaron algunos casos individuales como el representado en la Fig. 3, que corresponde a una vaca Jersey de 6 años y 9 meses de edad en su cuarta lactancia. Es importante destacar las variaciones que pueden darse en los perfiles de progesterona durante los tres ciclos consecutivos analizados, en especial durante el diestro; sin embargo, en este animal se puede poner de manifiesto claramente la diferencia entre los niveles de progesterona durante el estro y el resto del ciclo.

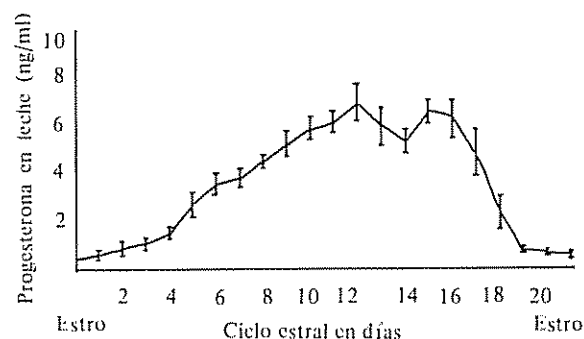


Fig 1. Niveles de progesterona (ng/ml) en muestras de leche obtenidas diariamente durante el ciclo estral. (Las barras verticales representan el error estándar de la media)

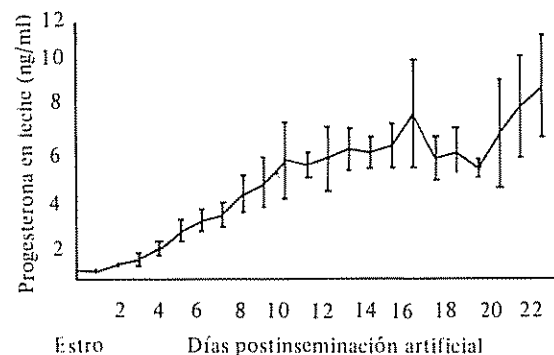


Fig 2. Perfiles de progesterona (ng/ml) en muestras de leche obtenidas diariamente durante los primeros días postinseminación artificial en vacas preñadas. (Las barras verticales representan el error estándar de la media)

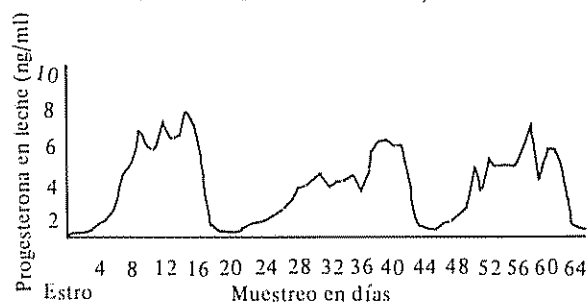


Fig 3. Niveles de progesterona (ng/ml) en muestras de leche obtenidas diariamente durante tres ciclos estrales consecutivos de una vaca Jersey.

La Fig. 4 corresponde a los niveles de progesterona en leche de una vaca de 4 años y 9 meses de edad, que mostró irregularidades en su actividad reproductiva posparto, recogiendo muestras diarias de leche a partir del segundo celo observado (85 días posparto), notándose que durante los primeros días, los niveles de progesterona no sobrepasan un valor superior a 1 ng/ml, decayendo a los 8 días y coincidiendo con la manifestación de otro celo. A partir de esta fecha no se volvió a observar el celo de esta vaca, y a la palpación rectal al día 55 de iniciado el estudio se reportó con ovarios pequeños pero cíclicos. Al analizar los niveles de progesterona, se sugiere que este animal presentó celos silenciosos y ciclos estrales cortos de menos de 21 días, pero con una tendencia a la normalización de su ciclo estral.

Es importante llevar a cabo estudios individuales para demostrar el potencial que la técnica puede ofrecer al médico veterinario, como indicador del estado reproductivo del hato y su capacidad (todavía no investigada), a la respuesta a tratamientos terapéuticos reproductivos.

En la segunda etapa de este trabajo se evaluó la determinación de progesterona en leche el día de la IA y 23 días después como elemento para la confirmación del celo y la preñez. El nivel de progesterona en leche en 258 vacas confirmadas en celo por observación visual fue de 0.33 ± 0.25 ng/ml. Este dato

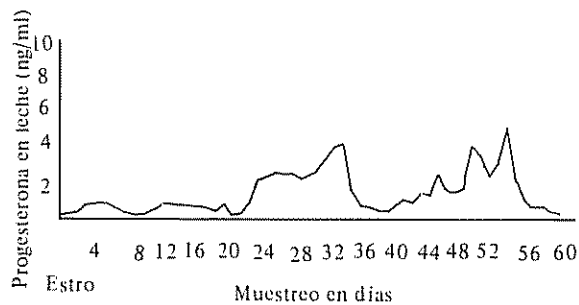


Fig. 4 Niveles de progesterona (ng/ml) en muestras de leche obtenidas diariamente en una vaca que presentó actividad reproductiva irregular pospartum.

Cuadro 1. Relación entre los animales que repitieron celo a los 23 días después de la I.A. con niveles de progesterona en leche $\geq 0 < 0.5$ $\mu\text{g/ml}$ el día de la I.A.

No. de vacas	Vacas que repitieron celo con niveles de progesterona ≥ 0.5 $\mu\text{g/ml}$ el día de la inseminación		Vacas que repitieron celo con niveles de progesterona < 0.5 $\mu\text{g/ml}$ el día de la inseminación	
		%		%
290	30	10.3	97	33.4

servió para determinar el límite superior de progesterona para vacas Jersey en celo. En el presente estudio el 10.3% de los animales inseminados con niveles de progesterona por encima de 0.5 ng/ml repitieron celo antes del día 23 postinseminación (Cuadro 1), lo que concuerda con lo reportado en la literatura (22).

En un programa de inseminación artificial las fallas en la detección del celo afectan la producción al atrasar la concepción, lo que aumenta el número de días abiertos, provocando una disminución en la producción de leche y una reducción en la tasa de producción de reemplazos. Pérdidas adicionales ocurren debido a costos de mantenimiento, además de las pérdidas por aumento en la depreciación (20).

El Cuadro 2, muestra la relación entre los celos demostrados por progesterona en leche y los observados por el personal de las fincas, en vacas que repitieron celo a los 23 días postinseminación. En todas las fincas, al 100% de las vacas que repitieron celo a los 23 días, fueron diagnosticadas correctamente por la prueba de progesterona en leche, mientras que sólo un 63% de ellas fueron observadas por el personal de las fincas. Esto indica un 37% de fallas en la detección de celos después de la inseminación artificial, lo que indica pérdidas económicas considerables que inciden en la rentabilidad del establecimiento; lo anterior confirma la importancia de la prueba de progesterona en leche en la demostración del celo; sin conocer los niveles de esta hormona al día 23, resulta imposible diferenciar entre una mala observación del celo, una reabsorción embrionaria o problemas reproductivos.

Las vacas confirmadas como preñadas por palpación rectal al día 60 después de la inseminación artificial presentaron niveles de progesterona superiores a 1 ng/ml el día 23 postinseminación. El dato contrasta con el de las vacas vacías, que presentaron niveles de progesterona por debajo de 1 ng/ml al día 23 después de la IA.

El Cuadro 3 muestra aquellos animales que presentaron valores superiores a 1 ng/ml en el día 23, de los cuales el 11% repitió celo entre los días 28 a 53. De esta observación se puede deducir que en nuestro trabajo la determinación de progesterona en leche, como prueba para detectar preñez a los 23 días, tuvo una efectividad de 89% en las cuatro fincas, concordando con lo reportado por otros autores (2, 8, 9, 10, 14, 16, 21, 27, 28, 29, 32, 36). Los resultados en el 11% de los animales que repitieron celo, podría explicarse con base en reabsorción embrionaria, la presencia de quistes luteales o por la toma incorrecta de las muestras (14, 21, 27, 29, 36).

Se hace evidente, de los resultados obtenidos en el presente trabajo, que la falla en la detección de los celos y las pérdidas económicas que esto implica son cuantiosas, lo que nos obliga a dejar presente, en el médico veterinario, el concepto de que la determinación de progesterona en leche es un elemento útil en el estudio de estos problemas, si ésta se comple-

menta con la palpación rectal y el análisis periódico de los registros reproductivos; el conjunto nos permitiría evaluar todos los aspectos que se relacionan con la eficiencia reproductiva del hato.

Resumen

Se utilizó un radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida para la determinación de los niveles de progesterona en la leche de vacas Jersey. Se colectó muestras diarias de leche durante 23 días consecutivos en 10 vacas, 5 que estaban ciclando y 5 que fueron inseminadas el día número 1 de iniciado el muestreo. Los perfiles de progesterona obtenidos concuerdan con los reportados en la literatura por otros autores, y el paralelismo observado entre la curva estándar y los niveles de la hormona en las diluciones de muestreo de leche en vacas preñadas fue satisfactorio, por lo que consideramos confiable y preciso para la evaluación del estado reproductivo de vacas Jersey.

Cuadro 2. Comparación de celos detectados por dos métodos en vacas que repitieron celo antes del día 23 postinseminación artificial y que presentaban niveles de progesterona en leche por debajo de 0.33 ± 0.25 ng/ml.

Finca	Celos identificados por progesterona en leche	%	Celos identificados por observación visual	%
I	17/17	100	14/17	82.3
II	15/15	100	11/15	73.3
III	22/22	100	13/22	59
IV	43/43	100	23/43	53.5
TOTAL	97/97	100	61/97	62.8

Cuadro 3. Relación entre los animales que repitieron o no celo después del día 23 postinseminación y que presentaron niveles de progesterona en leche superior a 1 ng/ml al día 23.

F I N C A	No. de animales con progesterona superior a 1 ng/ml al día 23 postinseminación	No. de animales que no repitió celo	No. animales que no repitió celo %	No. de animales que si repitió celo	% de animales que si repitió
I	10	9	90.0	1	10.0
II	38	33	86.8	5	13.2
III	53	48	90.5	5	9.5
IV	59	52	88.2	7	11.9
TOTAL	160	142	88.8	18	11.2

La evaluación de la demostración del estro y el diagnóstico de preñez, se llevó a cabo mediante la determinación de progesterona en leche el día de la inseminación artificial y a los 23 días postinseminación artificial, realizándose además la confirmación de la preñez por palpación rectal a los 60 días. El personal de la finca no detectó el retorno a celo 23 días postinseminación artificial en un 37% de los animales, mientras que el 100% de los animales que repitieron estro después de la inseminación artificial fueron identificados mediante los niveles de progesterona en leche.

Literatura citada

1. AGARWAL, S.P.; RAHMAN, S.A.; LAUMAS, K.R.; AGARWAL, V.K.; AHMAD, A. 1977. Studies on steroid hormones: Progesterone concentration in the blood serum of Zebu cows during oestrus cycle. *Indian Journal of Animal Science* 47:715-719.
2. APPLEYARD, W.T.; COOK, B. 1976. The detection of oestrus in dairy cattle. *Veterinary Record* 99:253-256.
3. BOOTH, J.M.; HOLDSWORTH, R.J. 1976. The establishment and operation of a central laboratory for pregnancy testing in cows. *British Veterinary Journal* 132:518-528.
4. DOBSON, H.; MIDMER, S.E.; FITZPATRICK, R.J. 1975. Relationship between progesterone concentration in milk and plasma during the bovine oestrus cycle. *Veterinary Record* 96:222-223.
5. EDDY, R.G. 1983. The use of prostaglandin analogue cloprostenol and the milk progesterone test to control breeding policy in one dairy herd. *British Veterinary Journal* 139:104-108.
6. GINTHER, O.J.; NUTI, L.; WENTWORTH, B.C.; TYLER, W.J. 1974. Progesterone concentration in milk and blood during pregnancy in cows. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 146:345-357.
7. GLENCROSS, R.G.; ABEYWARDENE, S.A. 1983. Concentrations of oestradiol-17 β and progesterone in plasma and defatted milk of cattle during the oestrus cycle. *British Veterinary Journal* 139:49-51.
8. GONZALEZ, V.; TAYLOR, R.T. 1981. La determinación de progesterona en leche como un parámetro en el control de la fertilidad en bovinos. *Ciencias Veterinarias* III:187-191.
9. GOWAN, E.W.; ETCHES, R.J. 1979. A solid-phase radioimmunoassay for progesterone and its application to pregnancy diagnosis in the cow. *Theriogenology* 11:327-342.
10. GOWAN, E.W.; ETCHES, R.J.; BRYDEN, C.; KING, G.J. 1982. Factors affecting accuracy of pregnancy diagnosis in cattle. *Journal of Dairy Science* 65:1 294-1 302.
11. HEAP, R.B.; GWYIN, M.; LAING, J.A.; WALTERS, D.E. 1973. Pregnancy diagnosis in cows, changes in milk progesterone concentration during the oestrus cycle and pregnancy measured by a rapid radioimmunoassay. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 81:151-157.
12. JOCHLE, W.; DENVILLE, N.J. 1978. Experiences with differing dosage form of a novel progestin (Sa 45 249) for the induction of oestrus in dairy cows with silent heat and simultaneous observations with milk progesterone test. *Zuchthygiene* 13:145-151.
13. KINDAHL, H.; EDQVIST, L.E.; LARSSON, K.; IMQVIST, A. 1983. Influence of prostaglandins on ovarian function post partum. *Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science* 29:173-196.
14. LAING, J.A.; GIBBS, H.A.; EASTMAN, S.A. K. 1980. A herd test for pregnancy in cattle based on progesterone levels in milk. *British Veterinary Journal* 136:413-416.
15. LAVOIE, V.; HAN, O.K.; FOSTER, D.B.; MOODY, E.L. 1981. Suckling effect on oestrus and blood plasma progesterone in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 52:802-812.
16. MAGLAD, M. 1982. Milk progesterone concentration in pregnant and nonpregnant cows measured by solid-phase RIA. Trabajo presentado a la cuarta reunión de coordinación sobre el uso de RIA y técnicas relacionadas para el mejoramiento reproductivo de los animales domésticos. Universidad de Cornell, Ithaca, New York State, USA.

17. NAKAO, T.; SUGIHASHI, A.; SAGA, N.; TSUNODA, N. 1983. Milk progesterone levels in cows with normal or prolonged oestrus cycles, referenced to an early pregnancy diagnosis. *Japanese Journal of Veterinary Science* 45:495-499.
18. NAKAO, T.; SUGIHASHI, A.; SAGA, N.; TSUNODA, N.; KAWATA, K. 1983. An improved enzyme immunoassay of progesterone applied to bovine milk. *British Veterinary Journal* 139:109-118.
19. NUTI, L.C.; WENTWORTH, B.C.; KARAVOLAS, H.J.; TYLER, W.J.; GINTHER, O.J. 1975. Comparison of radioimmunoassay and gas-liquid chromatography analysis of progesterone concentration in cow's milk. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 149:877-880.
20. ORTUÑO, A.M. 1981. Anestro por celo observado en la vaca lechera. Tesis. Para optar al grado de Médico Veterinario. Heredia, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina Veterinaria p. 61.
21. PENNINGTON, J.A.; SPAHR, S.L.; LODGE, J.R. 1975. Pregnancy diagnosis in dairy cattle by progesterone concentration in milk. *Journal of Dairy Science* 50:1 528-1 531.
22. PIETERSE, M.C.; VAN DE WIEL, D.F.M. 1981. Use of a milk progesterone test to check the detection of oestrus in cattle on a state farm in Tunisia. *The Veterinary Quarterly* 3:206-208.
23. POP, G.S.; HODGSON-JONES, L.S. 1975. Use of plasma progesterone levels in an assessment of embryonic loss in dairy cattle. *The Veterinary Record* 96:154.
24. ROBERTSON, H.A. 1972. Sequential changes plasma progesterone in the cow during the oestrus cycle, pregnancy, at parturition and postpartum. *Canada Journal of Animal Science* 52:645-658.
25. SCHAMS, D.; SCHALLEMBERGER, E.; HOFFMAN, B.; HARG, H. 1977. The oestrus cycle of the cow: Hormonal parameters and time relationship concerning oestrus, ovulation and electrical resistance of the vaginal mucus. *Acta Endocrinológica* 86:180-192.
26. SCHIAVO, J.J.; MATUSZCZKA, R.L.; OLTE-NACU, E.B.; FOOTE, R.H. 1974. Milk progesterone in postpartum and pregnant cows as a monitor of reproductive status. *Journal of Dairy Science* 58:1 713-1 716.
27. SHEMESH, M.; AYALON, N.; LAVI, S.; MILEGUIR, F.; SHORE, L.S.; TOBY, D. 1983. A new approach to the use of progesterone levels for pregnancy determination. *British Veterinary Journal* 139:41-48.
28. SHEMESH, M.; AYALON, N.; MARCUS, S.; DANIELLI, Y.; SHORE, L.S.; LAVI, S. 1981. Improvement of early pregnancy diagnosis based on milk progesterone by the use of progestin-impregnated vaginal sponges. *Theriogenology* 15:459-462.
29. SHEMESH, M.; AYALON, N.; SHALEV, E.; NERYA, A.; SCHINDLER, H.; MILGUIR, F. 1978. Milk progesterone measurement in dairy cows: correlation with oestrus and pregnancy determination. *Theriogenology* 9:343-351.
30. STABENFELDT, G.H.; OSBURN, B.I.; EWING, L.L. 1978. Peripheral plasma progesterone levels in the cow during pregnancy and parturition. *Animal Journal of Physiology* 218:571-575.
31. THIRAPATSUKUN, T.; ENTWISTLE, K.W.; GARTHER, R.J.W. 1978. Plasma progesterone levels as an early pregnancy test in beef cattle. *Theriogenology* 9:323-329.
32. THUN, V.R.; EGGENBERGER, E.; ZEROBIN, K.; SUMMERMATTER, P.; FLUKIGER, A.; GAILLARD, C. 1980. Praktische erfahrung mit dem Mich-Progesteron-Test (MPT) zur brunst und non-return-diagnose beim rind. *Zuchthgiene* 20:7-14.
33. VACA, L.A.; GALINA, C.; FERNANDEZ-BACA, S.; ESCOBAR, J.; RAMIREZ, B. 1983. Progesterone levels and relationship with diagnosis of a corpus luteum by rectal palpation during the oestrus cycle in Zebu cows. *Theriogenology* 20:67-76.
34. VAN DE WIEL, D.F.M.; VAN ELDIK, J.; KOOPS, W.; POSTMA, A.; OLDEN-BROEK, J.K. 1978. Fertility control in cattle by use of the milk progesterone test. *Tijdschr Diergeneesk* 103:91-102.

35 WISHART, D.F.; HEAD, V.A.; HORTH, C.E.
1975 Early pregnancy diagnosis in cattle.
Veterinary Record 96:34-38.

36 ZAORAL, J.; POSCHL, M.; KUAPILIK, J.;
1983 Zavilost mezi poctem analyz po
inseminaci dojníc a uspesnosti progges-
ternovecho testu (PT) Zivocisna Viroba
28:169-175.

Notas y comentarios

Momias chilenas con signos de la enfermedad de Chagas

Cuerpos humanos prehistóricos momificados, exhumados en sitios arqueológicos del desierto chileno, muestran signos de la enfermedad de Chagas, manifiesta un grupo de investigadores chilenos (*American Journal of Physical Anthropology*, vol. 68, p. 495) Las momias datan desde 470 AC hasta 600 AD, lo que sugiere que la enfermedad volvióse endémica en la parte noroeste de Chile antes de 500 AC. En la actualidad la enfermedad afecta a personas en América del Sur, principalmente en las comunidades rurales más pobres.

La enfermedad de Chagas es causada por un protozooario parásito, *Trypanosoma cruzi*, que es portado por insectos chupasangre. En Chile, Argentina, el sur y centro de Brasil, y el sur del Perú, el principal insecto vector es *Triatoma infestans*. Durante el día estos chinches se esconden en las rendijas de paredes y techos en casas construidas de adobe, piedras y paja. Emergen en la noche para alimentarse de los que duermen y así transmiten los parásitos. Tan peligroso

es el *Triatoma* que, por lo menos en el Perú, se ha observado que cuando se ponen vasijas de agua debajo de las patas de la cama para evitar que el chinche trepe por ellas, éste se sube al techo y se lanza a la cama, aterrizando cerca de su víctima. Por lo menos un biógrafo de Darwin cree que los achaques que sufrió el científico inglés después de su famoso viaje de cinco años como naturalista en el barco Beagle, y que le duraron hasta su muerte, fueron debidos a la enfermedad de Chagas, contraída durante su permanencia en Rosario, Argentina, durante varias semanas, haciendo exploraciones en esa región.

Francisco Rothhammer y sus colegas de la Universidad de Chile especulan que la enfermedad de Chagas probablemente se volvió endémica en los Andes cuando los primeros agricultores se establecieron en algún lugar y construyeron moradas permanentes. En la quebrada de Tarapacá, donde fueron encontradas las momias, esto ocurrió hace algunos 3000 años. En otras partes de los Andes, esto puede haber ocurrido antes, quizás hace unos 5000 años.

Los investigadores chilenos especulan que los paleoindios cazadores-recogedores podrían haber adquirido la enfermedad aún antes. Muchos mamíferos son reservorios naturales del *Trypanosoma cruzi* y la gente pudo haber adquirido el parásito al comer carne infestada. Los insectos vectores pudieron verse involucrados después, cuando la gente comenzó a usar cuevas y refugios rocosos. A G

S.J. OCHATT*

A.A. CIAI*

O.H. CASO*

Resumen

Este es el primer informe sobre resultados positivos en la propagación in vitro de oca empleando ápices caulinares como explantos iniciales para el cultivo. El mayor tamaño de estos explantos luego de 30 días de cultivo se logró en el medio de Murashige and Skoog (MS) suplementado con 0.1 mg/l ANA (ácido 1-naftalen acético) y 5.0 mg/l Kin (6-furfuril aminopurina). El medio de MS, líquido, con 0.5 mg/l GA₃ (ácido giberélico) como la única hormona agregada, y en cultivo con agitación (120 excursiones por minuto), resultó ser el mejor, tanto para la proliferación de yemas como para el enraizamiento de los brotes obtenidos.

Introduction

At present, we are engaged in a research project on the *in vitro* growth requirements of several species and hybrids of the genus *Oxalis* (2), as a tool for studying the cytogenetics and evolution in the family Oxalidaceae

Recently it was recommended that major efforts be made for the propagation and/or conservation of minor crops of great regional importance, such as Andean tubers, medicinal plants, tropical fruit tree species, nuts and woody plants for reforestation (3).

Among the minor tuber crops in America, oca (*Oxalis tuberosa* Moll.) stands second after potato in several Andean regions (5). Since oca is always propagated vegetatively and almost never forms seeds, it was of interest to develop a tissue culture technique for large scale propagation (9).

To date only a few authors have studied the most suitable conditions for *in vitro* propagation and/or culture in the genus *Oxalis* (2, 8). Moreover, only one report on the successful micropropagation of one of the minor American tubers has been published so far (7).

The purpose of the experiments described in this paper was to determine the most suitable media and conditions for large-scale propagation of oca through shoot tip culture.

Materials and methods

Explants were obtained from tuber-grown plants kept in a greenhouse at 20 ± 5°C under a 16 h/8 h (light/dark) photoperiod, with Lucalox lamps (400 W) to supplement daylight.

Stem sections (2 cm long) bearing either one axillary or the apical bud were harvested and disinfected in a NaClO solution (1.2% Cl₂) + 0.1% Tween-20 for 10 min., followed by several sterile-water rinses.

The initial explants for culture were 1 mm shoot tips comprising the meristematic dome and as much as 3 leaf primordia.

The basal medium (BM) was Murshige and Skoog's (1), modified by the addition of (mg/l): thiamine-HCl, 0.2; pyridoxine-HCl, 1.0; nicotinic acid, 1.0; glycine, 2.0; myo-inositol, 100; sucrose, 30 000 and with 0.0 or 0.8 g/l agar.

This BM was supplemented with either 0.1 mg/l auxins combined with 0.5, 1.0, or 5.0 mg/l cytokinins, or 0.5 mg/l GA₃ (gibberellic acid) only. The growth regulators tested were 4-(indole-3-yl)butyric acid (IBA) or 1-naphthalene acetic acid (NAA) and

¹ Received for publication on September 12, 1985.

* Centro de Ecofisiología Vegetal (CONICET-IECIC-FUND. M. LILLO). Serrano 665, 1414 Capital Federal Argentina

6-benzylaminopurine (BAP) or 6-furfurylaminopurine (Kin). The pH was adjusted with 1 N KOH to 5.8 and then the culture media were autoclaved for 20 min. at 1.013×10^5 Pa.

The culture vessels used were 20 x 120 mm tubes with 10 ml medium each for the establishment of explants (Stage I) and for the rooting of shoots (Stage III), and either 250 ml glass flasks with 30 ml semisolid medium were used for bud proliferation (Stage II), or 150 ml Erlenmeyer flasks with 15 ml liquid medium were used for both bud proliferation and rooting (Stages II and III).

Whenever liquid media were tested, the cultures were agitated on a reciprocal shaker (120 excursions per min.), as recommended elsewhere (6). Culture conditions were $24 \pm 1^\circ\text{C}$ and a 16 h light photoperiod given from cool white fluorescent tubes (1.8 W/m^2).

Each medium and culture condition was replicated 20 times, and the experiments were repeated twice.

The growth (mm) of the initial explants by the end of Stage I, the multiplication rate (newly formed buds/subcultured bud) at Stage II, and the percentage of rooted shoots at Stage III were recorded.

Results and discussion

Ten percent of the initial explants were found to be dead or contaminated after 7 days in culture.

By the end of Stage I (30 days *in vitro*), a differential effect of the growth regulators on the responses of explants was observed. The largest explants ($\bar{x} = 30$ mm) were detected on BM supplemented with 1.0 mg/l NAA and 5.0 mg/l Kin by the end of Stage I.

Explants obtained with IBA instead of NAA were always smaller ($\bar{x} = 5$ mm), regardless of the type and concentration of the cytokinin added to the culture medium. This result contrasts with our previous findings in *O. erosa* shoot tip cultures (2). Moreover, when the best media for *O. erosa* shoot tips were used for oca cultures, either the percentage of mortality was high, or explant size increased only slightly ($\bar{x} = 5$ mm).

Stage I was considered completed when a rosette of several expanded leaflets with some axillary buds began to appear.

Stage II media contained 0.1 mg/l NAA combined with 1.0 or 5.0 mg/l of either BAP or Kin. The best

responses were obtained on BM supplemented with 0.1 mg/l NAA and 5.0 mg/l Kin, as for Stage I. Multiplication of both axillary and adventitious buds was greatly enhanced ($\bar{x} = 15$ buds per initial explant) on this medium, but no leaf expansion or internode elongation was detected. Fifty percent of explants had formed roots after 20 days culture on this medium (i.e. 50 days *in vitro*). None of these rooted rosettes survived transfer to the soil.

In order to obtain phenotypically normal plants, shoots grown on the multiplication medium (BM + 0.1 mg/l NAA + 5.0 mg/l Kin) were subcultured onto either liquid or semisolid BM with 0.5 mg/l GA_3 as the sole hormonal supplement. The benefits of GA_3 on internode elongation, multiplication, phenotypic normality and the further rooting of shoots have already been reported for both potato (6) and *O. erosa* (2).

A high multiplication rate and the elongation of internodes in the shoots were observed after 15 days in the liquid medium. Furthermore, a sporadic tuberization of shoots occurred spontaneously.

When similar shoots were transferred to a similar agar-containing medium, both the medium and the explants showed browning, an indication of phenolic oxidation, and eventual death.

Individual nodes were then cut from the shoots that had been grown and were subcultured again onto the liquid multiplication medium, for further large-scale propagation. About 8.1 shoots/node were produced every 15 days.

Two different methods were tested for rooting shoots (Stage III): a) nodes were subcultured on the multiplication medium as described above, but the culture period was extended to 30 days; and b) complete shoots were harvested from the multiplication medium and subcultured for 30 days on a half-strength, semisolid, hormone-free BM (BM 1/2).

Both methods yielded 100% rooting after 30 days in culture. The liquid medium produced rooting of initial nodes as well as multiplication and rooting on the newly formed shoots (Fig. 1). A similar result has been reported in potato cultures (6). On the other hand, when the BM 1/2 was tested, only subcultured shoots rooted and no further multiplication and rooting took place (Fig. 2).

The final goal of every micropropagation assay is to obtain a large quantity of true-to-type plants quickly, in a small area, and at a reasonable price (4). Hence, a two-step procedure using BM supplemented

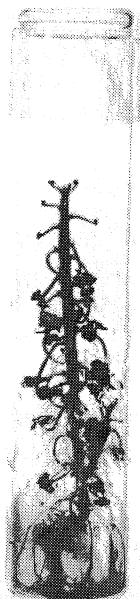


Fig. 1. Effects of an agar-containing medium on the multiplication and rooting of shoots.

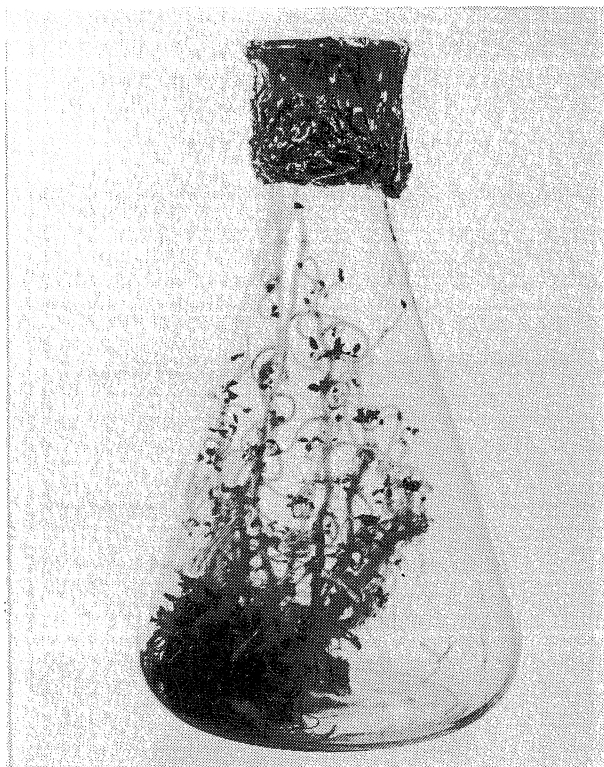


Fig. 2. Results obtained with shaken culture on the BM with 0.5 mg/l GA_3 added see simultaneous multiplication and rooting.

with 0.1 mg/l NAA and 5.0 mg/l Kin for establishing explants (Stage I), and BM with only 0.5 mg/l GA_3 , omitting agar and using shaken culture for both multiplication (Stage II) and for the rooting of shoots (Stage III) might be recommended for micropropagating oca through shoot tip culture.

The plants obtained in this way were transferred to pots containing soil:peat (3:1), and after 10 days under high humidity conditions were able to survive in the open air. At present, comparative experiments are underway with plants propagated conventionally.

Literature cited

1. MURASHIGE, T.; SKOOG F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15:473-497.
2. OCHATT, S.J.; De AZKUE, D. 1984. Callus proliferation and plant recovery with *Oxalis erosa* Knuth. shoot tip cultures. *Z. Pflanzenphysiol.* 117(2):143-146.
3. PLUCKNETT, D.L.; SMITH, N.J.H.; WILLIAMS, J.T.; MURTHI ANISHETTY, N. 1983. Crop germplasm conservation and developing countries. *Science* 220(4593):163-169.
4. QUAK, F. 1977. Meristem culture and virus-free plants. In Eds. J. Reinert, and Y.P.S. Bajaj. *Plant, Cell, Tissue and Organ Culture*. 598-615. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
5. REA, J.; MORALES, D. 1980. Catálogo de tubérculos andinos. Instituto Bol. Tecnológico Agropecuario.
6. ROCA, W.M.; ESPINOZA, N.O.; ROCA, M.R.; BRUAN, J.E. 1978. A tissue culture method for the rapid propagation of potatoes. *Amer. Potato J.* 55:691-701.
7. STONE, Q.M. 1982. The elimination of four viruses from *Ullucus tuberosus* by meristem-tip culture and chemotherapy. *Annals of Applied Biology* 191(1):79-83.
8. SUNDERLAND, N.; WELLS B. 1968. Plastid structure and development in green callus tissues of *Oxalis dispar*. *Annals of Botany* 32:327-346.
9. VIETMEYER, N. 1983. Future harvests. Unfamiliar plants may someday enrich our national larder. *Horticulture*. 24-29.

Reseña de libros

PETER SMITH. Agricultural project management: monitoring and control of implementation. Elsevier Applied Science Publishers, London, 1984. 190 p

Cuando hace un tiempo se nos pidió que reseñáramos el libro en cuestión, lo hicimos con el temor de que las experiencias poco exitosas que profesionalmente hemos tenido en la aplicación del Método del Camino Crítico en proyectos de desarrollo pesará demasiado en nuestro espíritu. Esperamos que no haya sido así

El libro consta de nueve capítulos, de los cuales el 1, 2 y 9 realmente poco añadieron a lo ya conocido. El noveno intenta incursionar en el área de aplicación en el uso de computadoras. Creemos que las sugerencias del colega, aunque interesante, son marginales para ser útiles

Los Capítulos 3 y 4 son los mejores. El material y las ideas brindadas, en cuanto a recolección de información y programación, son muy buenas, dado que

intentan cerrar la brecha entre la teoría y la práctica. Decididamente nos impresionaron.

El Capítulo 5 plantea formas de reprogramación de tiempos; realmente no nos agradó y creemos que se quedó corto en un área importante, dado que dio poco tratamiento a la calendarización.

El Capítulo 6 detalla los problemas de estimación de la probabilidad de ocurrencia de los eventos incluidos en una red CPM. Los ejemplos usados hacen énfasis en obras civiles. Señala pero no aclara los problemas normales del cálculo de probabilidad en proyectos de desarrollo. Desde luego que esos problemas no los ha aclarado nadie.

Los Capítulos 7 y 8 nos encantaron; hacen dos resúmenes brillantes de los aspectos organizativos y de uso práctico de las redes. Creemos que sólo esos dos justifican el libro

El libro es bueno, quizás con un título demasiado ambicioso, del cual el lector puede llegar a esperar demasiado. Vale la pena leerlo y quizás una próxima versión debería excluir la poca teoría que tiene y concentrarse en la aplicación práctica; experiencia que el colega sin duda posee.

JUAN ANTONIO AGUIRRE
IICA-SEDE CENTRAL
CORONADO, C.R.

M. BARQUERO*
M. A. CONSTENLA**

Summary

Organochlorine pesticide residues were found in 30 samples of human adipose tissues. These samples were taken during surgical cases in 12 Costa Rican hospitals. Pesticide identification and quantification were carried out by gas-liquid chromatography. The following mean values of pesticides were found: HCB 0.15 µg/g, Heptachlor epoxide 0.38 µg/g, α-Chlordane 0.01 µg/g, Dieldrin 0.16 µg/g, Endrin 0.01 µg/g, p,p'-DDE 45.85 µg/g, o,p'-DDT 0.70 µg/g, p,p'-DDD 0.63 µg/g, p,p'-DDT 12.08 µg/g. Due to low frequencies for α-HCH, γ-HCH, and Heptachlor it was not possible to obtain their mean values. γ-Chlordane, Aldrin and polychlorinated biphenyls were not found in high enough concentrations to make them significant.

Introducción

El descubrimiento de los insecticidas organoclorados provocó una revolución en la agricultura, ya que hasta entonces el combate de plagas no era eficaz. Sin embargo, el uso y abuso de estos productos durante muchos años dio como resultado la contaminación del ambiente y la acumulación en la grasa de los animales y del hombre (13, 22).

Los insecticidas organoclorados como el DDT y sus metabolitos tienen una alta afinidad por la grasa

y una baja tasa de metabolismo (10), lo que significa que después de una exposición ocupacional o alimentaria permanecen en la grasa del cuerpo por un largo tiempo.

Los plaguicidas clorados son por su persistencia y acumulación, excelentes indicadores del grado de contaminación, por lo que han sido objeto de numerosos estudios en diferentes países (Fig. 1).

Debido al peligro que representa la acumulación de este tipo de sustancias y al creciente interés por la protección del ambiente, en varios países se han promulgado leyes que regulan el uso de los plaguicidas (23, 26). En Costa Rica estos insecticidas han sido utilizados intensamente en agricultura y para el control de los vectores de la malaria, pero no fue sino hasta 1981 que su utilización para fines agrícolas fue regulada en la Ley de Sanidad Vegetal (7).

La presente investigación se hizo con el fin de determinar los niveles de plaguicidas organoclorados acumulados en la grasa de los agricultores costarricenses. Este estudio incluye las determinaciones de los plaguicidas HCB, α-HCH, γ-HCH, heptacloro, epóxido de heptacloro, α-clordano, γ-clordano, aldrin, dieldrin,

¹ Recibido para publicación el 20 de agosto de 1985. Se agradece por el apoyo y la ayuda financiera y técnica al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), San José, Costa Rica, al Dr. Reinhold Thiel, a Hans y Gertrude Werner, a la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Darmstadt, Alemania Federal, y a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. También se agradece muy especialmente a los médicos y microbiólogos que ayudaron en la recolección de las muestras de tejido adiposo.

* Depto. de Farmacología, Facultad de Medicina y Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

** Escuela de Química, Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), San José, Costa Rica.

endrin bifenilos policlorados, p,p'-DDT y los metabólicos o productos de degradación del p,p'-DDT como son p,p'-DDE y el p,p'-DDD*.

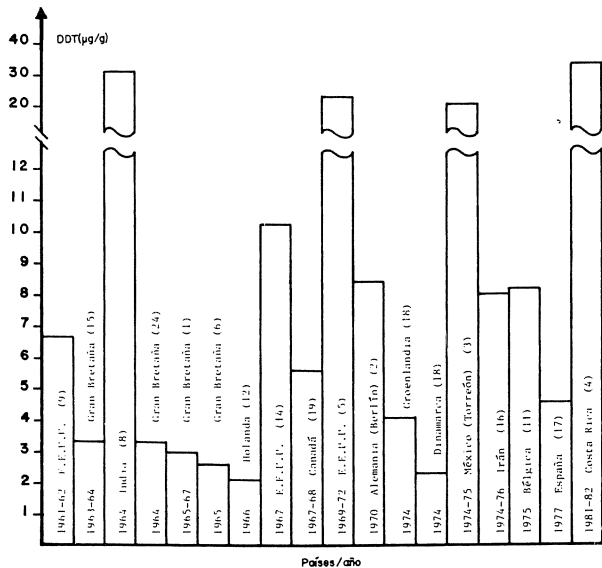


Fig. 1. Resultados comparativos de la contaminación por DDT en grasa humana en diferentes países.

Materiales y métodos

Fueron tomadas 30 muestras de tejido adiposo durante las intervenciones quirúrgicas realizadas a igual número de pacientes en 12 diferentes hospitales de Costa Rica, desde octubre de 1981 hasta febrero de 1982.

Las muestras provinieron de 30 hombres agricultores de diversos lugares del país, con ámbito de edades entre 20 y 81 años. Las muestras fueron recogidas en recipientes de vidrio lavados especialmente para análisis de plaguicidas, cubiertas con papel de aluminio y almacenadas en congelación a -15°C hasta su análisis. Se utilizó el método del Laboratorio de Residuos de Plaguicidas de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica de Darmstadt (25).

Los reactivos utilizados fueron: éter de petróleo para análisis de residuos de plaguicidas $40-60^{\circ}\text{C}$ (Merck 1772), gel de sílice 60 para cromatografía en columna $0.063-0.200\text{ mm}$ (tamiz de $70-230\text{ ASTM}$) Merck 7754, sulfato de sodio, anhidro, para análisis

de residuos (Merck 6649), arena de mar purificada con ácido y calcinada para análisis (Merck 7712), filtros para extracción (No. 603,33 x 94 mm Schleicher and Schull), lana de vidrio previamente lavada con éter de petróleo, n-heptano para análisis de residuos (Merck 4379).

La extracción de las muestras se realizó colocándolas en un soxhlet y se separó su contenido lípido con 200 mL de éter de petróleo durante tres horas.

Posteriormente se evaporó el extracto hasta reducir el volumen a unos 50 mL, que se transfirieron a un balón aforado de 100 mL. Se separó un volumen de 25 mL de esta disolución para calcular el porcentaje de grasa presente en cada muestra de tejido adiposo.

Con el objeto de no sobrepasar la capacidad de separación se colocó una alícuota con menos de 500 mg de grasa en una columna de dos centímetros de diámetro interno por 40 cm de longitud, empacada con 20 g de gel de sílice y una capa de dos o tres centímetros de sulfato de sodio anhidro en la parte superior. Se eluyó con 250 mL de éter de petróleo a una velocidad de dos o tres gotas por segundo.

Las muestras fueron analizadas en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5710A con detector de captura de electrones, en dos columnas de vidrio de dos metros de longitud con un diámetro interno de tres milímetros y un diámetro externo de seis milímetros. Una columna contenía 1.5% de sílica OV-17/1.95% de sílica OV-202 sobre Chromosorb WHP con tamiz 80-100. La otra columna contenía uno por ciento de Dexsil 300 GC sobre Chromosorb WHP con tamiz 100-120.

La temperatura de las columnas fue de 200°C y 190°C respectivamente, la del inyector 250°C y la del detector 300°C . El flujo del gas portador (argón-metano) fue de 23 mL/min en la primera columna y de 30 mL/min en la segunda. Además, fueron analizados en un cromatógrafo de gases DANI 6800 con detector de captura de electrones (Ni-63) en una columna capilar de 30 m de longitud con un diámetro interno de 0.252 mm. Esta columna contenía DB-1. La temperatura de la columna fue programada cuatro minutos a 70°C , tres minutos a 260°C y dos minutos a 260°C , la temperatura del inyector fue de 240°C y la del detector de 270°C . El volumen de inyección fue de un microlitro (Split 80: 1) y se usó el inyector automático Hewlett Packard 7672A.

Los niveles de residuos fueron calculados por la medida del área de la curva, utilizándose para esto un integrador Hewlett Packard 3380A. La precisión

* Lista de abreviaturas:

HCB:	Hexaclorobenceno.
HCH (BHC):	Hexaclorociclohexano.
DDT:	Dicloro difenil tricloroetano.
p,p'-DDE:	2,2-Bis-(p-clorofenil)-1,1-dicloroetileno.
o,p'-DDT:	1-(o-clorofenil)-1-(p-clorofenil)-2,2,2-tricloroetano.
p,p'-DDD:	2,2-Bis (p-clorofenil)-1,1-dicloroetano.
p,p'-DDT:	1,1-Bis-(p-clorofenil)-2,2,2-tricloroetano.

y la reproductibilidad del método fueron establecidas por el análisis de muestras duplicadas. La concentración mínima fue de 0.01 $\mu\text{g/g}$ para todos los compuestos con base en los lípidos extraíbles. Las concentraciones menores a 0.005 $\mu\text{g/g}$ fueron consideradas con no detectables.

La eficiencia del método analítico se determinó mediante la prueba de recuperación, enriqueciendo muestras de grasa previamente analizadas con cantidades conocidas de los plaguicidas a estudiar. Las recuperaciones obtenidas se encuentran en el ámbito de 85-99%.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 muestra los niveles promedio y la frecuencia de los plaguicidas organoclorados, en tejido adiposo humano de agricultores, en Costa Rica.

El Cuadro 2 expone los resultados de 30 muestras, agrupados por su procedencia.

El HCB (hexaclorobenceno) aparece en casi todos los especímenes analizados. Es difícil explicar su ausencia en una muestra ya que, debido a su estabilidad y a su uso extenso, se considera omnipresente (20). Sin embargo, el promedio de las muestras de 0.15 $\mu\text{g/g}$ es diez veces menor que el encontrado en Bélgica (11).

Solamente tres muestras presentaron residuos de α -HCH y una muestra de γ -HCH (lindano). El lindano se encontró en España (17) en el 95% de las muestras

y en Costa Rica únicamente en el tres por ciento de los agricultores; en Costa Rica el uso del lindano es muy reducido.

El heptacloro apareció en un 10% de los casos y los niveles encontrados fueron muy bajos, acorde con el metabolismo conocido de este insecticida. El promedio de las concentraciones de epóxido de heptacloro en Costa Rica es de 0.38 $\mu\text{g/g}$, similar al encontrado en Bélgica (11).

Se halló clordano solamente en el 17% de las muestras de los agricultores; en España no se identificó en ninguna muestra de grasa pero sí en el 17.8% de las muestras de leche humana (17).

El aldrín se metaboliza a dieldrín y también es eliminado rápidamente por la bilis (21). El dieldrín, como se observa en el Cuadro 2, fue detectado en un 17% de las muestras estudiadas y representa la suma de aldrín + dieldrín. En el Cuadro 2 se observa que su valor promedio de 0.16 $\mu\text{g/g}$ es inferior a los encontrados en Estados Unidos (5), Gran Bretaña (15) y Bélgica (11) y mayor a los de Groelandia, Dinamarca (18) e Irán (16).

El endrín estuvo en seis muestras con una frecuencia de 20%, contrario a lo determinado en España, donde ninguna muestra contuvo este plaguicida (17).

Las cantidades de DDT que se depositan en el tejido adiposo del hombre exceden bastante a los demás plaguicidas organoclorados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano (lípidos extraíbles) de agricultores en Costa Rica ($\mu\text{g/g}$).

Plaguicida	Promedio	Ámbito	Frecuencia absoluta %	
HCB	0.15	nd-0.49	29	97
α -HCH	0	nd-0.05	3	10
γ -HCH	0	nd-0.02	1	3
Heptacloro	0	nd-0.06	3	10
Epóxido de heptacloro	0.38	nd-2.00	25	83
α -clordano	0.01	nd-0.20	2	7
Diieldrín	0.16	nd-2.10	5	17
Endrín	0.01	nd-0.13	6	20
p,p'-DDE	45.85	0.17-314.00	30	100
o,p'-DDT	0.70	nd-5.70	29	97
p,p'-DDD	0.63	nd-7.60	22	73
p,p'-DDT	12.08	nd-86.00	29	97
Σ DDT	59.28	0.17-403.60	30	100

* Valor de muestra insuficiente para sacar promedios.

nd = no detectable

Cuadro 2. Residuos de DDI y su metabolitos en tejido adiposo humano de agricultores (lípidos extraíbles) en Costa Rica ($\mu\text{g/g}$).

Muestra No.	Distrito	PROCEDENCIA		p,p'-DDE	o,p'-DDT	p,p'-DDD	p,p'-DDI	Σ DDI
		Cantón	Provincia					
12	Cutris	San Carlos	Alajuela	314.00	5.70	7.60	76.00	403.30
10	San Rafael	Guatuso	Alajuela	264.00	2.60	3.20	86.00	355.80
29	Guácimo	Guácimo	Limón	179.00	0.52	0.41	26.00	205.93
24	San Ramón	San Ramón	Alajuela	116.00	2.40	2.10	34.00	154.50
28	Siquirres	Siquirres	Limón	119.00	0.74	0.66	14.00	134.40
16	Guápiles	Pococi	Limón	89.00	0.51	0.84	21.00	111.35
6	Venado	San Carlos	Alajuela	29.00	1.90	1.10	31.00	63.00
18	Cañas	Cañas	Guanacaste	46.00	0.50	0.09	2.20	48.79
25	San Ramón	San Ramón	Alajuela	31.00	0.48	0.76	13.00	45.24
4	C Cortés	Osa	Puntarenas	32.00	0.28	0.44	12.00	44.72
22	Corredor	Corredores	Puntarenas	29.00	0.85	0.58	14.00	44.43
27	Pto. Viejo	Sarapiquí	Heredia	26.00	0.87	0.33	8.70	35.90
15	Guápiles	Pococi	Limón	23.00	0.01	0.29	4.50	27.80
20	General	Pérez Zeledón	San José	16.00	0.27	ND	2.30	18.57
9	Grecia	Grecia	Alajuela	7.80	0.24	0.10	1.70	9.84
26	Miramar	Mtes de Oro	Puntarenas	6.20	0.32	0.13	2.40	9.05
23	Palmares	Palmares	Alajuela	7.20	0.17	0.06	1.50	8.93
5	Nicoya	Nicoya	Guanacaste	7.50	0.38	0.04	0.83	8.75
3	Tobosí	El Guarco	Cartago	5.60	0.47	ND	1.40	7.47
19	La Fortuna	Bagaces	Guanacaste	4.30	0.24	0.06	2.80	7.40
7	Monterrey	San Carlos	Alajuela	4.30	0.20	0.03	0.82	5.35
17	Palmera	San Carlos	Alajuela	3.70	0.14	ND	1.40	5.24
1	San Feo	Cartago	Cartago	3.50	0.44	0.06	1.20	5.20
13	Tabarcia	Mora	San José	2.70	0.10	0.05	1.20	4.05
21	San Isidro	Pérez Zeledón	San José	2.30	0.25	ND	0.63	3.18
8	Grecia	Grecia	Alajuela	2.80	0.10	0.02	0.54	3.46
2	Las Juntas	Abangares	Guanacaste	2.30	0.13	ND	0.27	2.70
30	San Isidro	Pérez Zeledón	San José	1.30	0.20	ND	0.49	1.99
11	Sarchí	Valverde Vega	Alajuela	1.50	0.10	ND	0.38	1.98
14	San Ramón	San Ramón	Alajuela	0.17	ND	ND	ND	0.17

El p,p'-DDE se encontró en el 100% de las muestras con una concentración promedio de 45.85 $\mu\text{g/g}$, mayor que la localizada en los habitantes de Torreón en México (18.36 $\mu\text{g/g}$), que es una ciudad en donde para proteger el algodón del ataque por insectos se usa mucho el DDT (3).

El o,p'-DDT es un isómero del p,p'-DDT que está presente en las formulaciones y que también contamina la grasa humana. El promedio identificado fue de 0.70 $\mu\text{g/g}$.

El p,p'-DDD es un metabolito del p,p'-DDT y se encuentra en una concentración de 0.63 $\mu\text{g/g}$. Cuando se da una exposición ocupacional, como en el caso de los agricultores, los niveles de plaguicidas encontrados en los tejidos son más altos que en la población general.

En los agricultores costarricenses el promedio de DDT total fue de 59.28 $\mu\text{g/g}$, de los más elevados que informa la literatura.

Debe tomarse en cuenta que Costa Rica tiene una gran cantidad de territorio situado entre 0-500 metros, que se denomina zona malarica y que durante mucho tiempo se fumigó con el DDT para combatir los vectores del paludismo.

Los agricultores desconocen que los plaguicidas organoclorados dejan residuos en los alimentos que cultivan, los que persisten en el suelo y pueden causar daño a insectos benéficos, a los peces, a los pájaros y al hombre, por lo que se abusan de su empleo, lo que puede manifestarse como una concentración más alta en el tejido adiposo, tal como señala este estudio.

Resumen

Mediante cromatografía gas-líquido se analizó los residuos de plaguicidas en 30 muestras de tejido adiposo humano obtenidas durante operaciones quirúrgicas en 12 hospitales de Costa Rica.

Se detectó los siguientes plaguicidas en las concentraciones que se incluyen: HCB 0.15 µg/g, epóxido de heptacloro 0.38 µg/g, α-clordano 0.01 µg/g, dieldrin 0.16 µg/g, endrín 0.01 µg/g, p,p'-DDE 45.85 µg/g, o,p'-DDT 0.70 µg/g, p,p'-DDD 0.63 µg/g, p,p'-DDT 12.08 µg/g

De α-HCH, de γ-HCH y de heptacloro se obtuvo valores insuficientes para calcular promedio; no se encontró concentraciones detectables de γ-clordano, aldrín y bifenilos policlorados

Literatura citada

1. ABBOTT, D.C.; GOULDING, R.; TATTON, J.O.G. 1968. Organochlorine pesticide residues in human fat in Great Britain. *British Medical Journal* 146:149
2. ACKER, L.; SCHULTE, E. 1974. Chlorkohlenwasserstoffe in menschlichen Fett. *Naturwissenschaften* 61:32.
3. ALBERT, L.; CEBRIAN, M.; MENDEZ, F.; PORTALES, A. 1980. Organochlorine pesticide residues in human adipose tissue in Mexico: results of a preliminary study in three Mexican cities. *Archives of Environmental Health* 35:262-269.
4. BARQUERO, M.; CONSTENLA, M.A. 1985. Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 33(1) En prensa.
5. BURNS, J.E. 1974. Organochloride pesticide and polychlorinated biphenyl residues in biopsed human adipose tissue-Texas, 1969-1972. *Pesticides Monitoring Journal* 7:122-126.
6. CASSIDY, W.; FISHER, A.J.; PEDEN, J.D.; PARRY-JONES, A. 1967. Organochlorine pesticide residues in human fats from Somerset. *Monthly Bulletin of the Ministry of Health (Gran Bretaña)* 26:2-6
7. COSTA RICA. LEY DE SANIDAD VEGETAL. Modificación Ministerios de Agricultura y Ganadería y de Salud. *La Gaceta* 31 de agosto de 1981.
8. DALE, W.E.; COPELAND, F.; HAYES, W.J. 1965. Chlorinated insecticides in the body fat of people in India. *Bulletin World Health Organization* 33:471-477.
9. DALE, W.E.; QUINBY, G.E. 1963. Chlorinated insecticides in the body fat of people in the United States. *Science* 142:593-595
10. DAVIES, J.E. 1973. *Pollution by Pesticides In Pesticide Residues in Man* Ed C.A. Edwards
11. DEJONCKHEERE, W.; STEURBAUT, W.; VERSTRAETEN, R.; KIPS, R.H. 1978. Residues of organochlorine pesticides in human fat in Belgium. *Toxicological European Research* 1:93-98.
12. DEVLIEGER, M.; ROBINSON, J.; BALDWIN, M.K.; GRABTREE, A.N.; VAN DIJK, M.C. 1968. The organochlorine insecticide content of human tissues. *Archives of Environmental Health* 17:759-767.
13. EADES, J.F. 1976. Organochlorine pesticide residues in the Irish environment. *Irish Journal of Agricultural Research* 15:341-348.
14. EDMUNDSON, W.F.; DAVIES, J.E.; HULL, W. 1968. Dieldrin storage levels in necropsy adipose tissue from a South Florida population. *Pesticides Monitoring Journal* 2:86-89.
15. EGAN, H.; GOULDING, R.; ROBURN, I.; TATTON, J.O.G. 1965. Organochlorine pesticide residues in human fat and human milk. *British Medical Journal* 2:66-69
16. HASHEMY-TONKABONY, S.E.; SOLEIMANI-AMIRI, M.J. 1978. Chlorinated pesticide residues in the body fat of people in Iran. *Environmental Research* 16:419-22.
17. HERRERA-MARTEACHE, A.; POLO, L.M.; JODRAL, M.; POLO, G.; MALLOL, J.; POZO, R. 1978. Residuos de plaguicidas en grasa humana en España. *Revista de Sanidad e Higiene Pública* 52:1125-1144
18. JENSEN, G.E.; CLAUSEN, J. 1979. Organochlorine compounds in adipose tissue of Greenlanders and Southern Danes. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 5:617-629.
19. KADIS, V.W.; BREITKREITZ, W.E.; JONAS-SON, O.J. 1970. Insecticide levels in human tissues of Alberta residents. *Canadian Journal of Public Health* 61:413-416.

-
- 20 KORTE, F. 1980. *Okologische chemie* Thieme, Stuttgart, New York. p 212.
21. KORTE, F.; MOERSDORF, K. 1963. Excretion of aldrin C-14 and dieldrin C-14 as well as their metabolites in the bile. *Medicina Experimentalis (Basel)* 8:90-94.
2. KURZEL, R.B.; CETRULO, C.L. 1981. The effect of environmental pollutants on human reproduction, including birth defects. *Environmental Science and Technology* 15: 627-640.
- 23 MARKKULA, M. 1973. Regulation of pesticides in Finland. *Residues Review* 48:117-139.
- 24 ROBINSON, J.; RICHARDSON, A.; HUNTER, C.G.; GRABTREE, A.N.; REES, H.J. 1965. Organochlorine insecticide content in human adipose tissue in Southeastern England. *British Journal of Industrial Medicine* 22:220-229.
25. STEINWANDTER, H.; SCHUTER, H. 1977. Beitrage zur Verwendung von Kieselgel in der Pesticidanalytik. *Zeitschrift fur Analytische Chemie* 286:90-94.
26. STENERSEN, J. 1972. Pesticides for plant protection in Norway: Legislation, use, and residues. *Residue Reviews* 42:91-102.

Resumen

Un número grande de híbridos de cacao fue clasificado en difícil, intermedio y fácil, según su habilidad en enraizar. Diferencias significantes ($P = 0.05$) se observaron en la producción de raíces de clases de cacao aparentemente similares. Los porcentajes medios de injertos enraizados oscilan de 28.5 a 61.5 entre los híbridos de Amazonas F_2 ; de 22.6 a 79.5 entre los híbridos del Amazonas F_3 ; y de 26.1 a 63.9 entre los híbridos Elite de la CRIN. Se descubrió que en muchos casos clones de un mismo genotipo entre varios híbridos cayeron en un mismo promedio de enraizamiento. También se llevó a cabo una investigación sobre la producción de raíces de algunos de los híbridos en relación a algunas prácticas culturales. Se descubrió que la presencia de solamente una hoja por injerto redujo significativamente la producción de raíces ($P = 0.01$) comparado con un alto número de hojas por injerto. Se observó que dos hojas por injerto fueron adecuadas para plántulas a enraizar. La reducción en el tamaño de las hojas a la mitad no tiene efecto adverso en el enraizamiento y la práctica aún aumenta la supervivencia de los injertos bajo las láminas del polietileno usado para la producción de raíces de los injertos.

Sin embargo, reducir a un octavo del tamaño normal de la hoja disminuye significativamente la producción de raíces ($P = 0.001$)

Los injertos enraizaron mejor de 7 a 8 semanas después de iniciado el crecimiento de nuevas hojas en un tallo cortado.

Introduction

In Nigeria, cacao is still propagated mainly by seedlings raised in government nurseries from pods of high yielding trees distributed by the Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN). Freeman (5) described the methods of raising seedlings in the nursery. Everard (4) had earlier observed that sowing

seeds at permanent sites, which was the practice before nurseries were introduced, was risky as rodents dig up and eat the germinating seeds. However, the propagation of cacao by rooted cuttings holds the key to revolutionising cacao production in Nigeria, as elsewhere

The propagation of cacao by cuttings started to gain impetus in 1955 when Archibald (1) gave a full description of the technique. He showed that the preservation of desirable characteristics through propagation by cuttings was accompanied by other advantages when compared with propagation by seedlings. The cacao plants derived from cuttings come into bearing earlier than seedling trees; and due to the short habit of growth, the pods are easier to harvest. The reduced height also facilitates total coverage of the trees and pods with pesticides.

In recent years, the demand for vegetatively propagated cacao planting material has been increas-

¹ Received for publication in June 3, 1986

We are grateful to Mr J. A. Amusan, Statistician, University of Ife, Institute of Agricultural Research and Training, Moor Plantation, Ibadan for helping with the statistical analysis; and to Mr Shehu Omisore of the Agronomy Division, Cocoa Research Institute of Nigeria for technical assistance.

* Asst. Director (Agric. Sciences), Federal Ministry of Science and Technology, PMB 12793, Lagos (formerly of Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan); and Profesor of Plant Physiology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, respectively.

ing. The fall in yields as a result of pests, diseases and physiological decline has led to the desirability, or even the necessity, of finding new areas for cacao plantations in addition to an extensive rehabilitation of existing cacao areas. It is desirable that maximum area should be planted with high-yielding clonal selections rather than with seedlings of uncertain performance. New hybrids are being developed (2) whose parents have to be multiplied vegetatively. The rooting potential and behaviour of selected hybrids have to be thoroughly worked out before they can be included in polyclonal hybrid seed gardens for providing clonal materials for distribution to farmers for new plantings and for the rehabilitation of old unproductive plantations (10).

One major problem in the production of cacao cuttings is the existence of difficult rooters among the various selected hybrids and the seasonality of cutting productivity and rooting response (9). The studies reported here were undertaken to classify some important cacao hybrids into rooting classes in order to identify potentially good ones for propagation by cuttings. Some experiments are also reported on cultural responses of some of the hybrids during propagation by rooted cuttings.

Materials and methods

Some cacao hybrids which had been selected for high yields and disease resistance, and others selected for ease of establishment, were used. These included 15 F₂ Amazon hybrids planted in 1949, 41 F₃ Amazon hybrids planted in 1950 and 9 CRIN elite ease-of-establishment hybrids planted in 1964. The parental identification of the various hybrids is given in Tables 1 to 3. The parentage defines the actual parents in the original countries from which the materials were introduced into Nigeria. Full details about the origin of the various hybrids are described by Odegbare (9).

The trees were planted at a spacing of 3 m x 3 m. They were properly maintained over the years by spraying regularly with insecticides and fungicides and by carrying out routine maintenance pruning. The canopy was completely closed and weeding requirements had been very minimal and mostly limited to places where overhead shade trees had fallen, damaging the continuity of the canopy. The trees were subjected to intensive yield recording over the years, and a selection based on yield records was being made for further breeding work.

The standard procedure of rooting cuttings, which has become routine for cutting production at CRIN, with necessary experimental modifications, was

employed. Cuttings were collected between 0730 and 0800 h, kept in polyethylene bags and brought as soon as possible to the rooting shed for further treatment before they were set for rooting. Generally, cuttings were taken from semi-hardened, recently matured flushes with green leaves. In the rooting shed, all but the upper four leaves of the cutting were removed with a sharp knife, while a new stem surface was exposed by cutting the lower end and immediately dipping it in distilled water contained in a large plastic bowl. The stems were 15 to 20 cm long.

Some of the cuttings were treated with indole-3-butyric acid rooting hormone (IBA). The concentrated dip method was used, the concentrated solution containing 0.50% of the hormone in 50% ethanol. The cuttings of one treatment were tied together with their bases flush to the same level and were dipped to within 1 to 2 cm of their bases. After about 2 minutes, the cuttings were removed from the solution and the bundles loosened. Excess solution was shaken off and the cuttings were set in the rooting medium.

The rooting medium was composed of sawdust and top soil in black polyethylene bags. The bags were filled in such a way as to contain sawdust in a central core within the top soil and a 5 cm layer at the top of the soil. The cutting was set within the sawdust core. The bags were arranged in a randomised complete block, thoroughly watered and covered with transparent polyethylene sheets as in the method of McKelvie (8). The plants were watered daily to keep the humidity under the polyethylene sheets as near 100% as possible. The cuttings were scored for rooting after 30 days. For the classification of the various hybrids into rooting classes, 3 or 6 replicates of 20 cuttings each were randomly selected from all parts of the canopy and were set in randomised complete blocks. The experiment was carried out 3 times and the overall mean values were used for statistical analysis.

Results

Classification of cacao hybrids into rooting classes

The IBA treatment masked the division between easy rooters and difficult rooters and therefore only the results of cuttings treated with distilled water were used to classify the hybrids into rooting classes. Analysis of variance showed that variations among the hybrids were statistically significant ($P = 0.001$) and therefore the Duncan's Multiple Range Test was used to compare the means. The results are presented in Tables 1 to 3.

In Table 1, the first four hybrids were classified as easy rooters because they were significantly better than the next six (intermediate). The last five were significantly different from the rest and they were classified as difficult rooters

Among the 41 F₃ Amazon hybrids tested (Table 2), the first 14 scoring between 61.2% and 79.5% rooting were significantly better than the rest and were grouped as easy rooters. The next 15, scoring between 47.9% and 59.1%, were grouped as intermediate rooters. The rest, scoring between 45.0% and 22.6%, fell into the difficult rooting range

Among the CRIN elite hybrids (Table 3) P47 was significantly better than all others. The next best were P49 and P39, which could be grouped with P47 as easy rooters. P78, P89, P59 and P77 were the poorest and they fell among the difficult rooters. P53 and P68 were intermediate

A reference to the genotype and parentage of the hybrids in Tables 1 to 3 indicates that in many cases hybrids of the same genotype fell into the same rooting range among the F₂ and F₃ Amazon hybrids

Rooting responses to cultural practices

Leafless cacao cuttings do not normally produce roots, even under treatment with root-inducing hormones. It is, however, the practice to reduce the number of leaves and the leaf area on a cutting without adversely affecting root formation. To test the effect of number of leaves per cutting on rooting response, 480 cuttings were taken randomly from trees in the F₃ Amazon plot. The first 240 were treated with Indole-butyric acid (IBA), and the remaining 240 were treated with distilled water. Ten cuttings were set per replicate in six replicates of cuttings with four leaves, two leaves and one leaf.

The results of the rooting response after 30 days are shown in Table 4. There was a significant difference in the mean percentage of cuttings rooted ($P = 0.01$) when more than one leaf was left on each cutting. There were also significant differences in the mean number of roots per cutting and in root length ($P = 0.05$) when more than one leaf was left on each cutting. Possession of more than three leaves, however, did not confer any great advantage in rooting response.

Table 1. Classification of F₂ Amazon hybrids into rooting classes.

Hybrid identification number	Genotype	Parentage	Mean % rooting	Statistical significance*
W4/407	T60/887	Pa35 x Na32	61.5	ab
W4/162	T36/763	Pa35 x Na32	57.3	bc
W4/297	T65/283	Pa7 x IMc47	57.1	bc
W4/296	T63/289	Pa7 x IMc47	54.0	bc
W4/127	T79/1139	Na32 x Pa7	46.9	cd
W4/450	T12/1233	Sca 12	46.1	cd
W4/628	T79/501	Na32 x Pa7	43.1	de
W4/630	T79/501	Na32 x Pa7	43.1	de
W4/627	T79/501	Na32 x Pa7	43.0	de
W4/622	T79/501	Na32 x Pa7	42.0	ef
W4/624	T79/501	Na32 x Pa7	32.9	gh
W4/687	T65/326	Pa7 x IMc47	32.8	gh
W4/692	T65/326	Pa7 x IMc47	32.0	gh
W4/633	T79/501	Na32 x Pa7	29.2	hi
W4/681	T65/326	Pa7 x IMc47	28.5	hi

* Means with the same letters are not significantly different from one another. Means with different letters are significantly different ($P = 0.05$). Each figure is the mean of 3 replicates

KEY:

- 61.5% to 54.0% = Easy rooters
- 46.9% to 42.0% = Intermediate rooters
- 32.9% to 28.5% = Difficult rooters

To test how the cultural practice of reducing the size of the leaves on the cuttings would affect rooting response. 480 cuttings were randomly selected from a population of F_3 Amazon trees and the number of leaves on each cutting was reduced to three. the number found in the earlier trial to be optimum for rooting

The cuttings were divided into four groups; the first group had the size of each leaf reduced to about one-eighth, the second group had it reduced to about one-quarter, the third group to one-half and the last group was planted without leaf size reduction

Table 2. Classification of F_3 Amazon hybrids into rooting classes.

Hybrid identification number	Genotype	Parentage	Mean % rooting	Statistical significance
W5/689	T87/1241	IMc60 x Na34	79.5	a
W5/681	T87/1241	IMc60 x Na34	78.1	a
W5/479	T60/888	Pa7 x Na32	68.9	ab
W5/591	T72/1436	Na32 x IMc60	68.9	ab
W5/702	T87/1244	IMc60 x Na34	67.7	ab
W5/676	T87/1329	IMc60 x Na34	65.0	ab
W5/566	T79/414	Na32 x Pa7	64.6	ab
W5/347	T63/967	Pa35 x Na32	64.2	ab
W5/581	T72/1436	Na32 x IMc60	64.0	ab
W5/396	T63/968	Pa35 x Na32	63.9	ab
W5/461	T60/88	Pa7 x Na32	63.7	ab
W5/587	T72/1436	Na32 x IMc60	62.9	ab
W5/385	T63/968	Pa35 x Na32	61.3	ab
W5/391	T63/968	Pa35 x Na32	61.2	ab
W5/184	T63/733	Pa35 x Na32	59.1	bc
W5/37	T85/876	IMc60 x Na34	59.0	bc
W5/392	T63/968	Pa35 x Na32	58.9	bc
W5/403	T63/764	Pa35 x Na32	58.9	bc
W5/677	T87/1329	IMc60 x Na32	56.0	bc
W5/405	T63/968	Pa35 x Na32	55.0	bc
W5/23	T63/884	Pa35 x Na32	52.8	bc
W5/699	T87/1244	IMc60 x Na34	52.1	bc
W5/574	T72/1436	Na32 x IMc60	51.4	bc
W5/387	T63/968	Pa35 x Na32	51.0	bc
W5/32	T85/876	IMc60 x Na34	50.9	bc
W5/344	T63/967	Pa35 x Na32	50.8	bc
W5/16	T63/884	Pa35 x Na32	49.8	bc
W5/253	T63/967	Pa35 x Na32	49.8	bc
W5/398	T63/764	Pa35 x Na32	47.9	cd
W5/700	T87/1244	IMc60 x Na34	45.0	de
W5/165	T63/884	Pa35 x Na32	44.0	de
W5/213	T65/327	Pa7 x IMc47	43.1	de
W5/9	T63/884	Pa35 x Na32	41.1	ef
W5/698	T87/1244	IMc60 x Na34	40.2	ef
W5/47	T85/876	IMc60 x Na34	38.2	fg
W5/202	T65/327	Pa7 x IMc47	38.2	fg
W5/75	T79/502	Na32 x Pa7	34.2	gh
W5/345	T63/966	Pa35 x Na32	32.0	gh
W5/692	T87/1244	IMc60 x Na34	27.2	hi
W5/15	T63/884	Pa35 x Na32	26.4	hi
W5/390	T63/968	Pa35 x Na32	22.6	hi

Each figure is the mean of 3 replicates

KEY:

79.5% to 61.2% = Easy rooters.

59.1% to 47.9% = Intermediate rooters

45.0% to 22.6% = Difficult rooters.

The results presented in Table 5 show that when the leaf size was reduced to one-eighth, there was a significant adverse effect on both rooting response ($P = 0.001$) and root length and the number of roots produced ($P = 0.05$)

Cuttings for cacao propagation are taken in relation to the growth of flushes, and it is commonly stated that cuttings should be taken from recently hardened flush. This statement indicated that the exact time to take cuttings for rooting is not precisely defined and the purpose of the following experiment was to determine this.

Branches of mature hardened flushes were tagged and observed daily for the onset of bud bursting for the initiation of flushing. Shoot elongation was measured from a mark made with India ink placed 10 cm from the end of the shoot tip of each of 10 tagged branches. The length of the shoot was measured weekly from the India ink mark. The results are shown in Figure 1. Because the growth cycles of the shoots were asynchronous, the data

were grouped around the initiation of flushing marked by F in the figure. The experiment was done four times with 10 branches tagged on each occasion.

Those points to either side of the point F were the means at weekly intervals before and after the initiation of growth.

Growth was rapid for the first two to three weeks from the initiation of flushing, after which the rate of growth slowed down. No more growth in length was observed after the sixth week. Cuttings of new flushes were taken for rooting weekly from the third week after initiation of flushing. At this time, the leaves were fully expanded and the flushes were still pink in colour. No cutting rooted at the third and fourth weeks.

The cuttings died after a few days of setting. A few cuttings rooted at five weeks. The best rooting occurred after seven and eight weeks. At the ninth week, the rooting percentage fell with the initiation of new flushes.

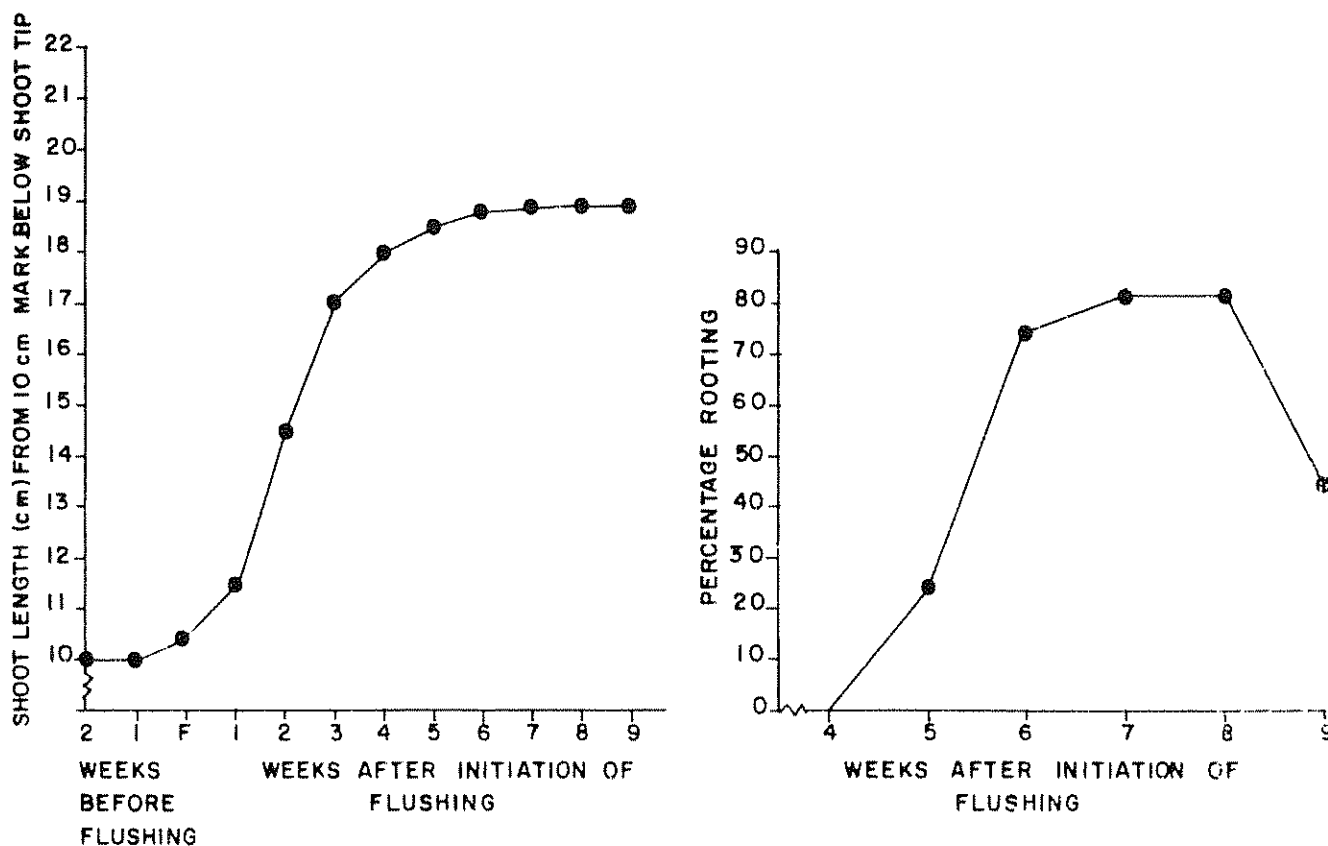


Fig. 1 Shoot elongation and rooting response at weekly intervals after initiation of flushing in F3 Amazon cacao.

Table 3. Classification of CRIN elite hybrids into rooting classes.

Hybrid identification number	Parentage	Mean % rooting	Statistical significance
P47	ICS1 x Na32	63.9	a
P49	ICS1 x Na32	53.3	b
P39	C77 x C64	47.5	b
P53	T7/12 x Na32	38.1	c
P68	T65/7 x Na32	35.8	c
P77	T85/5 x Pa32	33.6	ed
P59	T17/11 x Na32	29.2	ed
P89	Na32 x Na32	28.1	cd
P78	T85/45 x Na32	26.1	d

Each figure is the mean of 6 replicates

KEY:

63.9% to 47.5% = Easy rooters.

38.1% to 35.8% = Intermediate rooters

33.6% to 26.1% = Difficult rooters

Discussion

The preservation of desirable characteristics through vegetative propagation and other advantages makes cacao propagation by cuttings an important tool in cacao rehabilitation, re-establishment and new plantings. This calls for the most economic rooting of the best cultivars for continuous nursery operation. However, Evans (3) reported from the West Indies that cacao clones differ in the ease with which they are rooted, the slow rooting ones producing few or no roots under conditions which are satisfactory for the easy rooting clones. It thus appears that the first step in cacao propagation by rooted cuttings is to determine the rooting behaviour of the cacao cultivars selected for various desirable characteristics.

The data in Tables 1 to 3 show that large differences occurred in the rooting response of apparently similar cacao types. Among the F₂ Amazon hybrids, rooting response ranged from 61.5% to 28.5%. Among the F₃ Amazon, it ranged from 79.5% to 22.6% and among the CRIN elites from 63.9% to 26.1%. The effect of the hormones used was to reduce these wide gaps and so mask the division into easy and difficult rooters. Hartman and Kester (6) reported that great differences exist among species and among clones in the rooting ability of cuttings taken from them. In their opinion, it is often difficult to predict whether or not cuttings of a certain clone will root easily; empirical trials with each clone were necessary. With cacao, Archibald (1) also reported that considerable variation in rooting behaviour was shown between cuttings from different clones,

different trees of the same clone, different parts of the same tree and different parts of the same shoot. He ascribed the variation to internal factors.

All processes occurring in plants are subject to the dual control of the genetic complement of the plant and the environmental factors to which the plant is subjected. Whenever the same process is studied for two different varieties of the same plant, the effect of the genetic make-up on the physiology of the plant comes under consideration. The differences in physiology between varieties are as much a reflection of their genetic differences as their more immediate apparent differences in morphology. Although in many respects, morphological manifestations of genetic differences are more obvious than physiological manifestations, the latter can be much more important, e.g. varieties which may be nearly indistinguishable morphologically may differ markedly in their physiology.

These physiological differences can also be exploited, in addition to the genetic differences, for improving the performance of the plant. In the studies reported here, when the various hybrids were divided into their rooting classes, it was found that, in many cases, clones of the same genotype fell into the same rooting classes (Tables 1 to 3). This indicates that the genetic background of clones can be important in their rooting response and it could therefore be possible to breed or select for high rooting response in cacao.

Unlike many temperate plants, leafless cacao cuttings do not normally produce roots. In the investigations reported, it was found that two leaves per cutting were adequate for good rooting (Table 4), although up to four leaves may be retained as insurance against loss of leaves through physiological hazards and/or pest attack. When the leaf area was reduced to as little as one-eighth, there was highly significant reduction in percentage of rooting (Table 5). This confirms the essentiality of the leaves for the rooting process. Hunter *et al.* (7) found that the presence of a leaf in the absence of light was sufficient for root initiation in cacao, but the survival of the cutting depended on light. The latter suggests that continuation of photosynthesis in the rooting bin is essential for the growth of roots. Starch tests on cuttings showed that starch disappeared from the bases of the cuttings fairly rapidly. In cuttings from which the leaves were removed, only slight traces of starch could be found, while those on which the leaves were retained showed abundant starch. It is thus obvious that two very important factors determining the rooting and the survival of the cacao cuttings are the quantity of carbohydrates in the cuttings at the time of striking and the efficiency of the leaf in manufacturing carbohydrates. This was shown for chrysanthemum cuttings by Samananda *et al.* (12). It remains to be seen if their suggestions for combined applications of hormones will improve rooting further in cacao.

The striking of cuttings in relation to flushing has received very little attention from researchers. The age of flush is important. Swarbrick (13) obtained the best rooting of *Cola* spp. when he used three-

month old wood from fully hardened flush. Pyke (11) could obtain only callus formation from hardwood cuttings of cacao, and he concluded that cacao cuttings should be taken from soft or semi-soft materials from a recently matured flush. There has been a need to define more precisely the degree of softness of wood and maturity of the flush that will produce rooting results. The data of Figure 1 show that the precise time lies between seven and eight weeks after the initiation of flushing.

Summary

A large number of cacao hybrids were classified into **difficult**, **intermediate** and **easy** rooters. Significant differences ($P = 0.05$) were found in the rooting responses of apparently similar cacao types. Mean percentage of cuttings rooted ranged from 28.5 to 61.5 among the F_2 Amazon hybrids; from 22.6 to 79.5 among the F_3 Amazon hybrids and from 26.1 to 63.9 among the CRIN elite hybrids. It was found that in many cases clones of the same genotype among the various hybrids fell into the same rooting range.

An investigation of rooting response of some of the hybrids to some cultural practices was also carried out. It was found that the presence of only one leaf per cutting significantly reduced rooting ($P = 0.01$) when compared with a higher number of leaves per cutting. Two leaves per cutting were found to be adequate for shoot rooting. Reduction in the size of leaves by half was found to have no adverse effect on rooting and the practice even enhanced the survival of the cuttings under the polyethylene sheets.

Table 4. Effect of number of leaves per cutting on rooting response of randomly selected F_3 Amazon trees: mean percent rooting, mean number of roots per cutting and mean root length 30 days after setting.

Number of leaves per cutting	Mean percent of cuttings rooted		Mean root number per cutting		Mean root length per cutting (cm)	
	DW	IBA	DW	IBA	DW	IBA
1	46.7**	58.4**	2.2*	3.9*	1.4*	3.0*
2	65.3	80.7	4.0	5.4	2.7	3.7
3	66.9	82.6	4.3	5.6	2.9	3.8
4	64.5	79.5	4.0	5.9	3.1	3.5

Each figure is the mean of 6 replicates.

* Significantly different at $P = 0.05$

** Significantly different at $P = 0.01$

DW = Cuttings treated with distilled water

IBA = Cuttings treated with Indole-butyric acid

used for rooting the cuttings. However, reducing the size to one-eighth of the normal leaf size significantly

reduced rooting ($P = 0.001$). Cuttings rooted best at seven to eight weeks after the initiation of flushing

Table 5. Effect of reduction in leaf size on rooting response of randomly selected F_3 Amazon hybrids.

Leaf size	Mean percent of cuttings rooted		Mean root number per cutting		Mean root length per cutting (cm)	
	DW	IBA	DW	IBA	DW	IBA
One-eighth	9.8***	14.5***	1.2*	1.3*	1.0*	1.5*
One-quarter	60.4	63	2.2	2.5	2.1	2.9
Half	61.5	72.3	2.8	2.7	2.6	3.4
Full	68.9	80.2	3.4	3.5	2.9	3.5

Each figure is the mean of 6 replicates

* Significant at $P = 0.05$.

*** Significant at $P = 0.001$.

Literature cited

1. ARCHIBALD, J.F. 1955. The propagation of cacao by cuttings. West African Cocoa Research Institute Bulletin, No. 3, 1-6.
2. ATANDA, O.A. 1977. The third Nigeria cacao breeding programme a progress report In Vth International Cocoa Research Conference, Ibadan, Nigeria. Proceedings Cocoa Research Institute of Nigeria. p 85-90.
3. EVANS, H. 1951. Investigations on the propagation of cacao. Tropical Agriculture (Trinidad) 28:147-203.
4. EVERARD, C.O.R. 1964. Some aspects of vertebrate damage to cacao in West Africa In Proceedings, Conference on mirids and other pests of cocoa. p 114-119
5. FREEMAN, G.H. 1965. Methods of raising cacao seedlings in the nursery and their effect on subsequent growth in the field. Journal of Horticultural Science 40:341-349.
6. HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E. 1968. Plant Propagation: principles and practice 2nd. ed. Prentice-Hall Inc. 702 p.
7. HUNTER, C.C.F.; ARCHIBALD, J.F.; ROGERS, H.H. 1952. Vegetative propagation: I. Propagation by cuttings In Annual Report West African Cocoa Research Institute 1950-1951. p. 28-36.
8. MCKELVIE, A.E. 1957. The polythene sheet method of rooting cacao cuttings. Tropical Agriculture (Trinidad) 34:260-265.
9. ODEGBARO, O.A. 1984. Aspects of rooting and the production of cuttings in *Theobroma cacao* L. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Ibadan, Nigeria, 201 p.
10. ODEGBARO, O. A. and FOLARIN, J.O. 1974. Potential pod production and pod yields of F_3 Amazon cacao budded or grafted on shoots regenerated from coppiced Amelonado trees. Turrialba 24(3):256-264.
11. PYKE, E.E. 1931-33. Vegetative propagation of cacao I - V. 1st. 2nd. and 3rd. Annual Report Cacao Research Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad.
12. SAMANANDA, N.; ORMROD, D.P.; ADEDIPE, N.O. 1972. Rooting of chrysanthemum stem cuttings as affected by (2-chloroethyl) phosphonic acid and indolebutyric acid. Journal of Experimental Botany 36:961-965.
13. SWARBRICK, J.T. 1964. A note on the rooting of Kola (*Cola* spp.) cutting. Empire Journal of Experimental Agriculture 32:225-227.

R K. MAITI*, H GONZALEZ R **, C O ALANIS**, M A RIVERA**

Summary

The harsh environment of the arid and semi-arid regions of Nuevo Leon affects many crops. In the case of sorghum, variables like seed viability, emergence, and seedling vigor are affected by adverse factors which include wetting and drying of the seed, high temperatures, soil crusting, and sowing depth, among others, all may affect the final harvest. Information on this subject does not yet exist in Mexico.

In the Agronomy Faculty of the UANL, as part of the Corn, Bean and Sorghum Improvement Project, characteristics of emergence and seedling vigor for certain genotypes of sorghum were evaluated in relation to the wetting and drying of seed, and sowing at normal and greater than normal depths.

In the first phase of testing seed viability, four genotypes were wetted for 4, 8, 12, 16 and hours, then dried; emergence percentage, dry weight and number of leaves per plant were evaluated. A significant response was observed in all genotypes for each type of treatment, maximum growth corresponded to 8 hours of wetting, and minimum growth to 16 and 20 hours. In the second and third phases of the study, 50 and 98 genotypes were wetted for 16 and 18 hours respectively, and the differences between variables were highly significant. In planting at normal and greater than normal depths, 100 genotypes were used, and again differences between variables were statistically significant.

We conclude that a varying potential for resistance to one or more adverse factors exists in known sorghum genotypes, this knowledge is valuable in choosing the correct line, depending on prevailing conditions.

Introducción

Actualmente existe un número significativo de investigaciones sobre el cultivo del sorgo referentes al mejoramiento y manejo general del cultivo cuyo objetivo es obtener un máximo rendimiento bajo condiciones óptimas. La explotación de este cultivo en México se realiza en diversas regiones (Noreste, Bajío, Sinaloa, otros) obteniéndose rendimientos satisfactorios de 4 550 kg/ha (11). Por otro lado, hay otras zonas donde el sorgo se cultiva bajo condiciones desfavorables (sequía, altas o bajas temperaturas del suelo, costra, plagas, enfermedades, otras) que afectan simultáneamente desde su establecimiento, dando por resultados una disminución en el rendimiento; para estas áreas se considera que el establecimiento del cultivo (siembra-emergencia-cosecha), tanto para condiciones de riego como de temporal,

¹ Recibido para publicación el 6 de febrero de 1985

Los autores desean expresar su deuda de gratitud al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo del CIA-FAUNL, a los Ingenieros Francisco Zavala García, Maurilio Martínez, Rodríguez y Leonel Romero Herrera, Coordinador General e investigadores del programa de sorgo, respectivamente. Al International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Al Colegio de Graduados de la UANL, al Dr. Ulrico López Domínguez y al Ing. Marco Vinicio Gómez Meza, Coordinador y Secretario del mismo, y a la Srita Nancy E. Treviño Hernández, por las facilidades que prestaron para la realización y revisión del presente escrito.

* Profesor investigador del Colegio de Graduados de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL)

** Colaboradores del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo del Centro de Investigaciones Agropecuarias de UANL.

es quizás el factor más importante para obtener una producción óptima, pues se refleja en la densidad de población adecuada y en la eficiencia del uso del suelo para incrementar los rendimientos. No obstante su importancia, existe poca información sobre el establecimiento y producción del sorgo bajo estas condiciones.

La viabilidad de las semillas, la emergencia y el vigor de las plántulas son requisitos indispensables para un buen establecimiento del cultivo (1), (13). En las regiones áridas y semiáridas de Nuevo León estas características son afectadas por condiciones ambientales adversas (humedecimiento y secado de las semillas, altas temperaturas, encostramiento del suelo y altas profundidades de siembra) que ocurren en la germinación y emergencia de las plántulas. Además, la mayoría de los programas de mejoramiento del sorgo se caracteriza por la selección de materiales, considerando aspectos del cultivo en las etapas finales, principalmente rendimiento.

Por lo anterior se puede sugerir como alternativa de solución a este problema la selección de genotipos capaces de resistir a condiciones desfavorables, sobre todo en las etapas de germinación y emergencia.

En el ICRISAT se ha implementado algunas técnicas para la identificación de diferentes características del cultivo que influyen en su establecimiento y que pueden ser usadas para seleccionar genotipos resistentes a condiciones de "stress"; siendo las más relevantes las que en seguida se detallan:

Viabilidad de las semillas después de humedecimiento y secado

La inestabilidad de las lluvias en las zonas áridas y semiáridas hace en su mayoría que los agricultores, siembren cuando éstas ocurren (agricultura de temporal), recibiendo las semillas poca cantidad de agua, que en ocasiones es suficiente para la germinación pero no para la emergencia (7, 10); aunado a esto, las altas temperaturas provocan la pérdida, de humedad del suelo y de las semillas, perdiendo ésta su viabilidad.

Se ha encontrado que existen genotipos de sorgo con capacidad para reiniciar el crecimiento de la plúmula y radícula después de un secado prolongado; esto ocurre al tener nuevamente condiciones favorables de humedad y de esta forma pueden emerger satisfactoriamente (7). Esta característica sería benéfica para las áreas donde las siembras en seco o con poca humedad son frecuentes y la viabilidad de las semillas no se vería afectada.

Profundidad de siembra

Se ha encontrado variabilidad genética en cuanto a los efectos de la profundidad de siembra, donde la longitud del mesocotilo y coleoptilo, así como su rápida elongación, son atributos importantes en la habilidad para emerger en siembras profundas (14), que son apropiadas en zonas húmedas.

Vigor de plántulas

El vigor de plántulas puede considerarse desde dos puntos de vista: la habilidad para establecer satisfactoriamente un cultivo bajo una variedad de condiciones y la habilidad para producir plantas vigorosas de rápida emergencia (6). Se parte del supuesto de que plántulas vigorosas de sorgo pueden formar plantas vigorosas y resistentes en las últimas fases de su desarrollo. Este aspecto no ha sido comparado en sorgo; sin embargo se ha reportado correlaciones positivas entre el tamaño y peso seco de la plántula con el rendimiento de grano en avena (2) y cebada (12). Se ha encontrado que existe gran variabilidad en el vigor de plántula en sorgo (6).

Maiti (8) señala la importancia de identificar líneas resistentes a factores que causan "stress" sobre todo en etapa de plántula, tales como: viabilidad de la semilla (posterior al humedecimiento y secado), profundidad de siembra, temperatura del suelo, encostramiento, vigor de plántula, sequía y otros factores bióticos. Estas se presentan en el Noreste de México con especial referencia al Estado de Nuevo León, limitando la producción de los cultivos, lo cual ha llevado a utilizar técnicas que permitan evaluar y seleccionar genotipos con resistencia a uno o más factores adversos.

El objetivo del presente trabajo es detectar y seleccionar genotipos de sorgo para un buen establecimiento del cultivo, mediante la adopción de técnicas simples que permitan la identificación de características de resistencia a algunos factores que causan "stress" en estado de plántula.

Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Agropecuaria Marín de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), ubicada en el municipio de Marín, N.L. México. Se usó diferentes genotipos de sorgo (LES), formados por el Programa de Sorgo del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFyS), que varían en sus características morfológicas y que fueron probados bajo diferentes condiciones (Cuadro 1).

También fueron incluidos tres híbridos comerciales formados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), un híbrido de una compañía particular y un genotipo de la colección mundial proporcionado por ICRISAT.

Los factores considerados en este estudio fueron: viabilidad de la semilla posterior al humedecimiento y secado; emergencia y vigor de plántula y profundidad de siembra.

Para todos los factores las siembras fueron hechas en almácigos formados con una tercera parte de estiércol seco, otra de arena y otra de suelo común; los surcos fueron espaciados a 10 cm, y de un metro de longitud.

Las técnicas usadas para cada factor son descritas a continuación:

Viabilidad de la semilla posterior al humedecimiento y secado

Para estos factores se desarrolló tres experimentos:

- 1) Con el objeto de determinar el nivel de "stress" adecuado, cuatro genotipos (Cuadro 1) fueron sometidos a cinco horas diferentes de humedecimiento (4, 8, 12, 16 y 20 horas); las semillas fueron secadas posteriormente en una estufa de secado a 35°C durante siete días; inmediatamente después fueron sembradas bajo condiciones favorables el 25 de marzo de 1983. El diseño experimental usado fue un complemento al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue un surco donde se plantó 70 semillas. Para la evaluación se consideró el porcentaje de emergencia, número de hojas y peso seco de las plántulas.
- 2) Con base en los resultados del anterior experimento se procedió a evaluar 50 genotipos a 16 horas de humedecimiento y siete días de secado. La técnica usada fue igual a la anterior, así como el diseño experimental y las variables consideradas; únicamente cambió el número de semillas plantadas, que en este caso fue de 30 semillas por surco. La siembra se hizo el 31 de junio de 1983.
- 3) Posteriormente se evaluó bajo la misma técnica 98 genotipos en 18 horas de humedecimiento y siete días de secado. El diseño experimental y el tamaño de parcela fueron iguales que en el anterior. La siembra se hizo el 23 de agosto de 1983 y en este caso solamente se evaluó el porcentaje de emergencia.

Emergencia y vigor de plántula

Bajo un diseño completamente al azar, con dos repeticiones, fueron evaluados 100 genotipos (Cuadro 1) para emergencia y vigor de plántula. La siembra se realizó a cuatro centímetros, de profundidad; las unidades experimentales fueron de un surco donde se plantó 30 semillas el día 29 de julio de 1983. Las variables consideradas fueron: porcentaje de emergencia, número de hojas y peso seco de plántula.

Profundidad de siembra

De acuerdo a las conclusiones obtenidas por los estudiantes del Curso de Establecimiento de Cultivos, ofrecido durante el verano de 1983 en el Colegio de Graduados de la FAUANL, una gran cantidad de genotipos de sorgo (LES) tiene capacidad para emerger a una profundidad de 10 cm. Por lo tanto se evaluó 100 genotipos (Cuadro 1) por su capacidad para emerger a 12 cm, de profundidad. La siembra se hizo sobre la superficie del suelo, depositando 30 semillas en cada surco; posteriormente fueron cubiertas con la mezcla de suelo, arena y estiércol, controlando la profundidad con un marco de madera de 12 cm de altura. El diseño experimental fue un completamente al azar con tres repeticiones. La siembra fue el 17 de agosto de 1983. Se cuantificó solamente el porcentaje de emergencia.

La emergencia, el peso seco y número de hojas, fueron estimados a los 15 días tras el inicio de la emergencia en todos los experimentos; para el peso seco y número de hojas se tomó con base en muestreos de 10 plantas por unidad experimental.

El análisis estadístico se hizo por computadora, usando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science), obteniendo los análisis de varianza, pruebas de rango múltiple y correlaciones de las variables consideradas.

Resultados

Los resultados de los análisis de varianza, para las variables de interés en cada experimento, se presentan en el Cuadro 2. A continuación se enuncia los resultados de cada uno de los trabajos.

Viabilidad de las semillas posterior al humedecimiento y secado.

- 1) Los genotipos, los tratamientos y su interacción mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), para todas las variables consideradas.

Cuadro 1. Genotipos de sorgo utilizados en los diferentes factores considerados en este estudio.

Genotipo	1	2	3	4	5	Genotipo	1	2	3	4	5	Genotipo	1	2	3	4	5
LLS 1 R		X	X	X	X	LES 39 R			X	X	X	LES 78 R		X	X	X	X
LES 2R			X	X	X	LES 40R		X	X	X	X	LES 79R		X	X	X	X
LES 3R			X	X	X	LES 41R			X	X	X	LES 79R		X	X	X	X
LES 4R				X	X	LES 42R			X	X	X	LES 80R		X	X	X	X
LES 5R			X	X	X	LES 43R			X	X	X	LES 82R		X	X	X	X
						LES 44R			X	X	X	LES 83R		X	X	X	X
LES 7R			X	X	X	LES 45R			X	X	X	LES 85R		X	X	X	X
LES 8R			X	X	X	LES 46R			X	X	X	LES 86R		X	X	X	X
LES 9R		X	X	X	X	LES 47R	X		X	X	X	LES 87R		X	X	X	X
LES 10R			X	X	X	LES 48R			X	X	X	LES 88R		X	X	X	X
LES 11R		X	X	X	X	LES 49R		X	X	X	X	LES 89R		X	X	X	X
LES 12R			X	X	X	LES 52R			X	X	X	LES 90R		X	X	X	X
LES 13R			X	X	X	LES 53R			X	X	X	LES 91R		X	X	X	X
LES 14R		X	X	X	X	LES 54R			X	X	X	LES 92R		X	X	X	X
						LES 55R		X	X	X	X	LES 93R		X	X	X	X
LES 16R			X	X	X	LES 56R			X	X	X	LES 94R		X	X	X	X
LES 17R	X		X	X	X	LES 57R			X	X	X	LES 1B			X	X	X
LES 18R		X	X	X	X	LES 58R			X	X	X	LES 2B			X	X	X
LES 19R			X	X	X	LES 59R		X				LES 3B			X	X	X
LES 20R			X	X	X	LES 60R			X	X	X	LES 4B			X	X	X
LES 21R			X	X	X	LES 61R		X	X	X	X	LES 5B			X	X	X
LES 22R			X	X	X	LES 62R		X	X	X	X	LES 6B		X	X	X	X
LES 23R			X	X	X	LES 63R			X	X	X	LES 7B		X	X	X	X
LES 24R			X	X	X	LES 65R		X		X	X	LES 8B		X	X	X	X
LES 25R			X	X	X	LES 66R		X	X	X	X	LES 9B			X	X	X
LES 26R			X	X	X	LES 67R		X				LES 10B			X	X	X
LES 27R			X	X	X	LES 68R		X	X	X	X	LES 11B			X	X	X
LES 28R			X	X	X	LES 69R		X	X	X	X	LES 12B		X	X	X	X
LES 29R			X	X	X	LES 70R		X	X	X	X	LES 13B			X	X	X
LES 30R		X	X	X	X	LES 71R		X	X	X	X	LES 14B		X	X	X	X
LES 31R			X	X	X	LES 72R		X	X	X	X	LES 16B			X	X	X
LES 32R		X	X	X	X	LES 73R		X	X	X	X	aRB 3030	X	X	X	X	X
LES 33R			X	X	X	LES 74R		X				aRB 3006		X			
LES 34R			X	X	X	LES 75R		X	X	X	X	aRB 2000		X			
LES 35R			X	X	X	LES 76R		X	X	X	X	Master G	X				
LES 36R			X	X	X	LES 77R		X	X	X	X	cIS-1096		X			
LES 37R			X	X	X												
LES 38R			X	X	X												

1. Viabilidad 4, 8, 12, 16 y 20 horas de humedecimi

- 1 Viabilidad 4, 8, 12, 16 y 20 horas de humedecimiento
- 2 Viabilidad a 16 horas de humedecimiento
- 3 Viabilidad a 18 horas de humedecimiento
- 4 Emergencia y vigor de plántulas
- 5 Profundidad a 12 cm.

- a Genotipos comerciales formados por el INIA.
- b Genotipo formado por una compañía particular
- c Sorgo de la Colección Mundial proporcionado por el ICRISAT.

Cuadro 2. Resumen de los resultados de los análisis de varianza de las variables tomadas en los experimentos.

Experimento	Variables	Cuadros Medios ¹				Media	
		Genotipo	Tratamiento	Gen. X Trat.	Error	C.V. (%)	Gral.
Viabilidad a diferentes horas de humedecimiento	G.L.	3	4	12	40		
	% de emergencia	5 391 905 **	905 686**	1 109.11 **	117.614	55.46	24.03
	Peso seco/planta	0.005**	0.002**	0.003**	0.000	0.000	0.03
	Hojas totales	3.108**	2.107**	1.007**	0.001	1.70	1.86
Viabilidad a 16 horas de humedecimiento	G.L.	49			100		
	% de emergencia	1 331 3065**			57.6518	31	24.47
	Peso seco/planta	0.0288**			0.0020	39	0.114
	Hojas totales	1.8362**			0.0612	12	1.991
Viabilidad a 18 horas de humedecimiento	G.L.	97			196		
	% de emergencia	564.495 **			282.1133	32.73	51.31
Emergencia y vigor de Plántula	G.L.		99		100		
	% de emergencia	519.0642NS			376.8493	34.49	56.28
	Peso seco/planta	0.0123NS			0.0141	67.23	0.1766
	Hojas totales	0.4112NS			0.3078	9.68	5.726
Profundidad de siembra 12 cm	G.L.	99			200		
	% de emergencia	1 049.7876**			105.3255	35.84	28.63

1 El número de decimales considerado para obtener los cuadrados medios fue tres

** Diferencias altamente significativas ($P < 0.01$)

NS Diferencia no significativa

El efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de emergencia y peso seco de los genotipos puede observarse en las Figs. 1 y 2

El genotipo que mostró el mayor porcentaje de emergencia fue la LES 47 R (69.4%) y el menor fue el Master Gold con (1.71%). Se encontró un incremento gradual en la emergencia de cuatro a ocho horas de humedecimiento, observándose una disminución de ocho a 16 horas y permaneciendo constante de ésta última a las 20 horas.

La máxima emergencia se obtuvo a las ocho horas y la mínima a las 16 y 20 horas. En la interacción genotipo-humedecimiento se observó que los híbridos interactuaron en menor proporción que las líneas obteniendo, los primeros, porcentajes de emergencia más bajos y constantes.

El peso seco tuvo un comportamiento similar (en promedio) al porcentaje de emergencia (Fig. 2).

El genotipo LES 47 R, obtuvo el mayor peso seco. En cuanto a los tratamientos, el máximo valor fue a las ocho horas de humedecimiento. La interacción mostró un valor más alto con la línea LES 47 R a las 20 horas de humedecimiento. El comportamiento de las líneas con respecto a los híbridos fue igual al porcentaje de emergencia.

Para el número de hojas, los resultados fueron iguales a las anteriores variables.

Se encontró que existe una correlación positiva y altamente significativa entre el peso seco y número de hojas ($r = 0.8564$) y entre el mismo peso seco y el porcentaje de emergencia ($r = 0.7116$). De igual manera, los análisis de regresión mostraron alta significancia entre estas mismas variables, donde el peso seco se relaciona con valores de $R^2 = 0.71$ y 0.50 con el número de hojas y peso seco respectivamente.

También se observó que a 16 y 20 horas de humedecimiento todas las semillas iniciaron su germinación (elongación de la radícula), las que fueron secadas y plantadas posteriormente.

2) Con base en los anteriores resultados se evaluó 50 genotipos a 16 horas de humedecimiento, los que mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las variables estudiadas (Cuadro 2). En la Fig 3 se aprecia los rangos de emergencia y peso seco para los diferentes genotipos, observándose que sólo unos pocos genotipos fueron capaces de emerger en un buen porcentaje (mayor del 71%) y con el mayor peso seco

En lo que respecta al número de hojas, se encontró diferencias significativas donde 29 genotipos presentaron el mayor número de hojas.

3) En la evaluación de 98 genotipos a 18 horas de humedecimiento se encontró diferencias altamente significativas para el porcentaje de emergencia (Cuadro 2), donde 58 genotipos manifestaron del 61 al 100% de emergencia (Fig. 4), sobresaliendo la línea LES 23 R, que mostró un 98% de emergencia

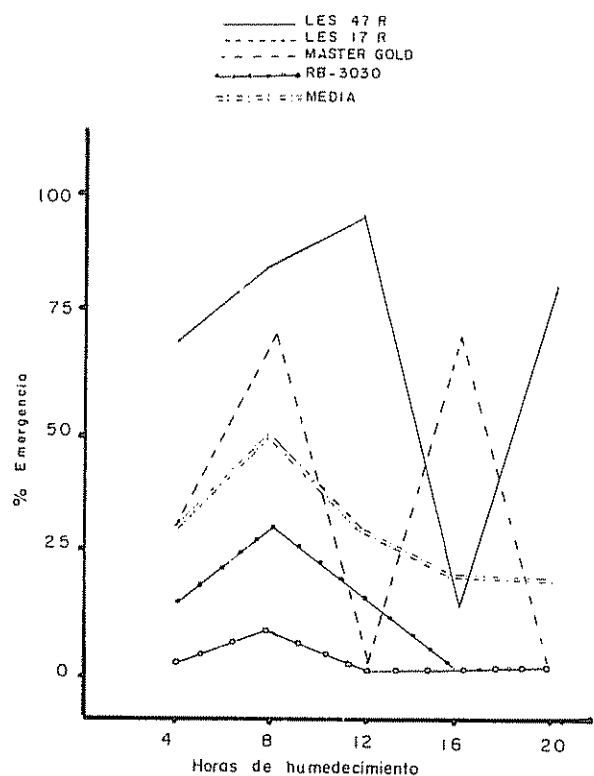


Fig 1. Porcentaje de emergencia de los genotipos a las diferentes horas de humedecimiento.

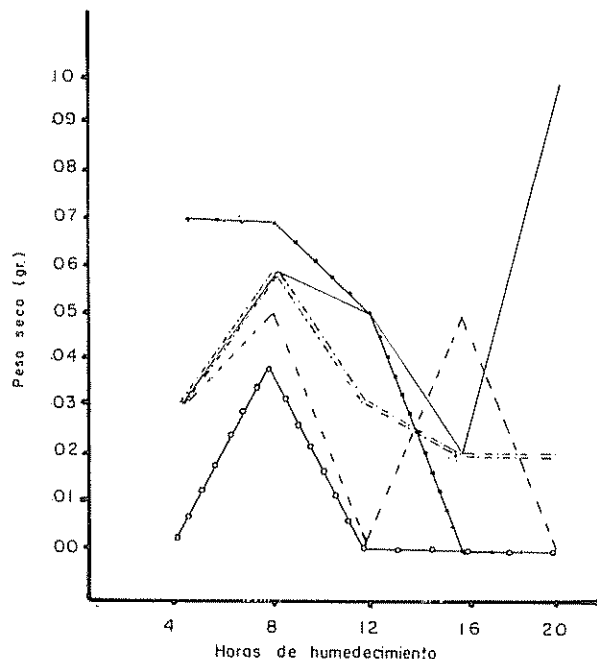


Fig 2. Comportamiento del peso seco por genotipo a los diferentes niveles de humedecimiento

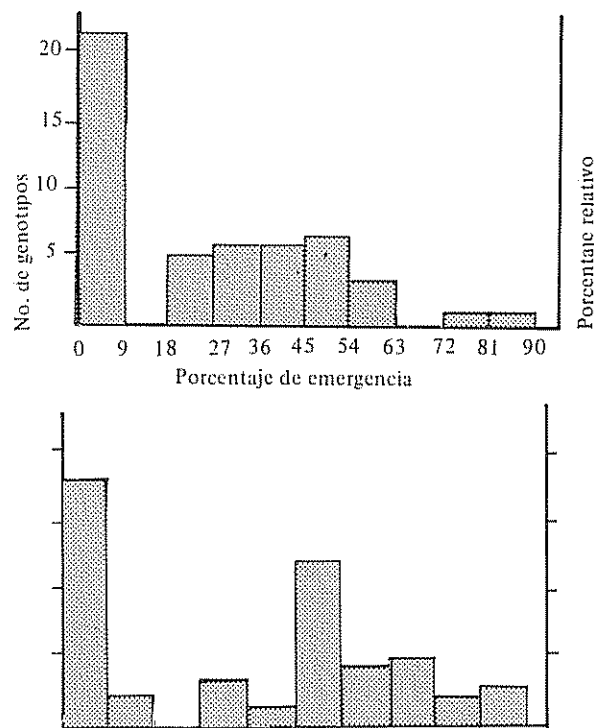


Fig 3. Porcentaje de emergencia y peso seco de los 50 genotipos evaluados a 16 horas de humedecimiento

Emergencia y vigor de plántula

En este experimento no hubo diferencias significativas para genotipos en ninguna de las variables estudiadas. En la Fig. 5 puede apreciarse la tendencia de los diferentes genotipos para el porcentaje de emergencia y peso seco.

Profundidad de siembra

Para este factor se encontró diferencias altamente significativas entre genotipos para su porcentaje de emergencia (Cuadro 2). En la Fig. 6 puede verse que 31 genotipos no fueron capaces de emerger y tres líneas (LES 83 R, 4 R y 11 R) manifestaron el 77, 81 y 84% de emergencia respectivamente.

Discusión

El humedecimiento y posteriormente el secado de la semilla afecta su viabilidad (germinación y emergencia) ya que al ser poca la cantidad de agua puede no ser suficiente para la emergencia total. Existen genotipos capaces de emerger bajo estas condiciones, los que pueden ser de utilidad en estas zonas; sin embargo, no hay la suficiente información concerniente a la selección de líneas resistentes a estos factores en el cultivo del sorgo. Ramírez y Bejarano (10) estudiaron el efecto de las altas temperaturas y período de exposición de las semillas a éstas, sobre la germinación y desarrollo inicial del maíz en Venezuela, con el propósito de establecer siembras en seco antes del inicio de las lluvias, concluyendo que los períodos de exposición de las semillas en el suelo a temperaturas mayores de 34°C por más de 10 días provocaron reducciones de la germinación en más de un 20% .

Watt (15) indica que algunas especies de pastos pueden germinar en suelos secos con potenciales de humedad de -5 a -10 bar, pero las partes del embrión no desarrollan después que han emergido de la semilla; bajo estas condiciones la semilla reinicia su germinación cuando es colocada en "agua libre"

Hegarty (3) encontró que las semillas de calabaza y zanahoria germinaron en suelos secos y pudieron sobrevivir a la alta deshidratación; las semillas parcialmente imbibidas pero sin germinar resistieron la deshidratación sin perder su viabilidad. Al respecto, existe la creencia y la práctica de que el incremento en el contenido de agua en la semilla antes de la siembra favorece la emergencia (5); en cambio Jowett (4) informa que la absorción de agua en semillas comunes de sorgo fue más ventajosa para ser sembrada en seco que las semillas harinosas, las cuales fueron altamente afectadas por el remojo y secado.

Maiti (8) ha encontrado que genotipos de sorgo pueden reiniciar su germinación y emerger al tener condiciones favorables después del humedecimiento y secado; además, observó que a 20 horas de humedecimiento no hubo mucho efecto en su viabilidad al colocarlas en condiciones adecuadas después de haber sido secadas durante 26 horas a 35°C.

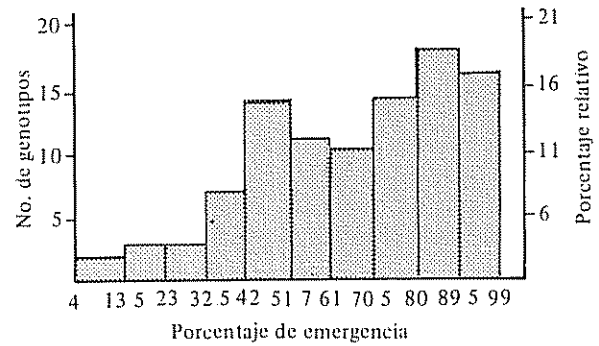


Fig. 4 Porcentaje de emergencia para los 98 genotipos evaluados a 18 horas de humedecimiento

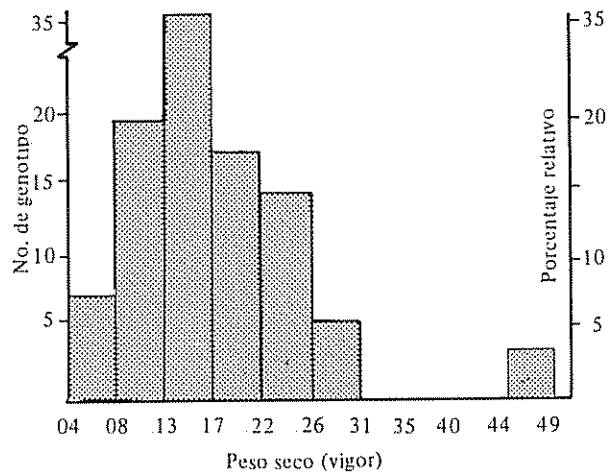
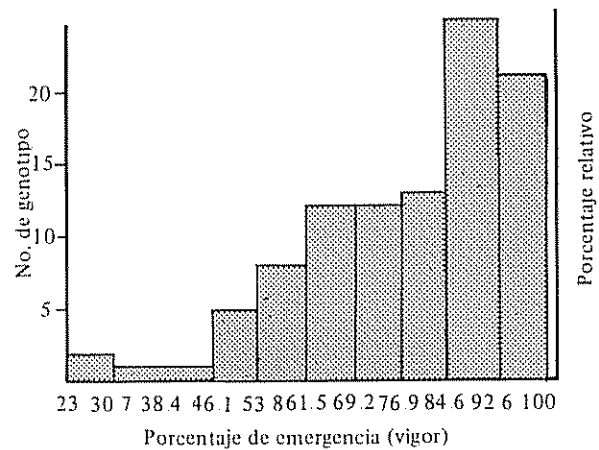


Fig 5 Porcentaje de emergencia y peso seco de 100 genotipos para evaluarse por su vigor de plántula.

En el presente estudio y en la prueba de diferentes niveles de humedecimiento, se determinó como periodo crítico para la evaluación de genotipos a 16 horas de humedecimiento, ya que los porcentajes de emergencia fueron mínimos; sin embargo, en este caso el periodo de secado fue más prolongado (7 días a 35°C) por lo que esto pudo influir en la capacidad de los genotipos para reiniciar la germinación y emerger satisfactoriamente. Maiti (8) observó que a medida que aumenta el tratamiento de remojo hay una disminución en el peso seco de la plántula a los cinco días después de la emergencia de la radícula; este efecto fue encontrado en el presente estudio a los 15 días después de la emergencia, el cual no ha sido explicado hasta la fecha. La mayor interacción mostrada por las líneas con respecto a los híbridos en cuanto a su porcentaje de emergencia, peso seco y número de hojas, así como el alto grado de asociación del peso seco con las otras dos variables, dan idea del potencial de las líneas no sólo para responder a condiciones adversas sino también para el crecimiento de plántula (vigor)

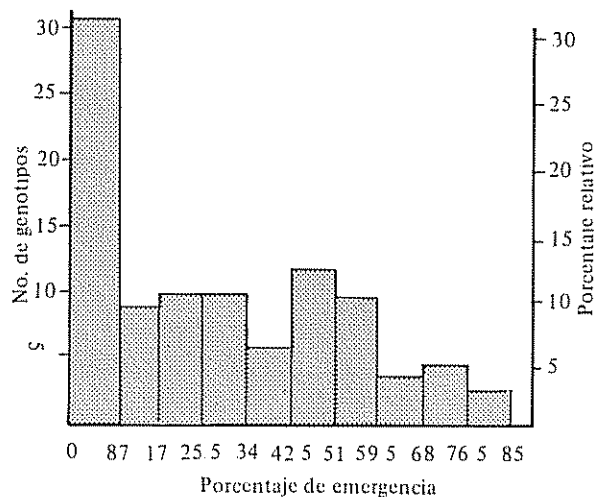


Fig 6. Porcentaje de emergencia para las 100 genotipos sembrados a 12 cm de profundidad.

La prueba de 16 horas de humedecimiento comprueba la variabilidad existente en el cultivo de sorgo para resistir a estas condiciones, al igual que lo encontrado por Watt (15), Hegarty (3) y Maiti (8). Así mismo, la variación en las características de la plántula (peso seco y número de hojas) pueden hacer posible la selección de genotipos por su vigor de plántula.

Los 98 genotipos evaluados a 18 horas de humedecimiento de la semilla comprueban lo expuesto; en este caso los porcentajes de emergencia obtenidos fueron mayores que en el anterior estudio, donde se registró un gran número de genotipos que no difieren estadísticamente en sus medias, por lo que sería más conveniente fijar otro criterio de selección (visual)

y discriminar aquellos genotipos con menor emergencia. Este efecto fue debido quizás a la poca influencia de las características genéticas sobre la germinación y emergencia, donde probablemente la cantidad de agua en la aplicación del tratamiento de remojo fue determinante.

Para el vigor de plántula, Maiti *et al* (6) describen un método simple para evaluar la plántula de sorgo por medio de una escala visual; esta escala está altamente correlacionada con el peso seco y área foliar de la plántula a los 15 días después de la emergencia; tal técnica hace más eficiente la selección de un gran número de genotipos para esta característica. En este caso no se detectó diferencias significativas para vigor de plántula con base en su peso seco, lo que puede indicar que existe poca variabilidad entre genotipos para este factor; sin embargo, en la Fig 5 se aprecia la tendencia de los diferentes genotipos, por lo que este efecto (no significancia) pudo ser debido a la técnica usada para cuantificar el peso seco donde se consideró solamente dos decimales.

Con respecto a la profundidad de siembra, Maiti (8) afirma que ésta tiene efectos significativos en la emergencia de los cultivos, observando que la elongación del coleoptilo y mesocotilo jugaron un papel importante en la emergencia. De igual manera, Wanjari y Bhoyar (14) mencionan que la rápida elongación y la mayor longitud del coleoptilo son atributos que influyen en la viabilidad y vigor en el sorgo. Los resultados de los proyectos especiales del Curso de Establecimiento de Cultivos, realizado en el verano de 1983, indican que el cultivo del sorgo presenta diferencias altamente significativas entre genotipos para emerger a 10 cm de profundidad, comparándola con la emergencia a cinco centímetros, aunque en la primera se obtuvo también altos porcentajes, la emergencia ocurrió más lentamente. Con base en esto se decidió aumentar la profundidad de siembra a 12 cm y observar su efecto en un mayor número de genotipos, encontrándose que algunos genotipos fueron capaces de emerger a 12 cm con buen vigor de plántula, sin descartar la posibilidad de que puedan emerger a profundidades mayores.

Con este trabajo se comprueba que existe variabilidad entre genotipos de sorgo para resistir a diferentes condiciones adversas, entre ellas: viabilidad de la semilla posterior al humedecimiento y secado, vigor de plántula y altas profundidades de siembra. Así mismo, es probable que esta variabilidad exista para resistir altas temperaturas del suelo, sequía, encostramiento del suelo, otras, las que se encuentran en proceso de estudio.

Según lo anterior, es factible la selección de genotipos con resistencia individual o resistencia múltiple, atributos que son de importancia y que deben ser considerados por los programas de mejoramiento

Resumen

El ambiente en las regiones áridas y semiáridas de Nuevo León muestra efectos sobre los cultivos. En el del Sorgo, las características de viabilidad de las semillas, emergencia y vigor de plántula, son afectadas por factores adversos como: el humedecimiento y secado de las semillas, altas temperaturas, encostramiento del suelo, profundidad de siembra y otros que influyen desfavorablemente en la producción final del cultivo

En genotipos de sorgo del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se evaluó la emergencia y vigor de plántulas bajo humedecimiento y secado de las semillas, bajo condiciones normales y a mayor profundidad de siembra

Para viabilidad de las semillas se probó en su primera fase cuatro genotipos a cinco horas diferentes de humedecimiento, secándolas posteriormente, evaluando el porcentaje de emergencia, peso seco y número de hojas por planta. La respuesta fue significativa entre tratamientos y genotipos para todas las variables; el punto máximo de emergencia fue a las ocho horas de humedecimiento y el mínimo a las 16 y 20 horas. En la segunda fase se probó 50 genotipos a 16 horas de humedecimiento, los que mostraron diferencias altamente significativas. En condiciones normales y a mayor profundidad de siembra (12 cm), se usó 100 genotipos, mostrando diferencias no significativas para las variables consideradas en la primera, y altamente significativas para profundidad de siembra

En conclusión, existe potencial entre genotipos de sorgo para resistir a uno o varios factores adversos en sus primeras etapas, por lo que puede usarse para la selección de líneas.

Literatura citada

1. ASHRAF, C.M.; ABU-SHAKRA, S. 1978. Wheat seed germination under low temperature and moisture stress. *Agronomy Journal* 70:135-139.

2. BAIN, R.; HOLMES, J.C.; WATERSON, H.A. 1964. Effect of seed source on field and maturity of oats. *Imp. Journal Exp. Agric.* 32(128):319-324.
3. HEGARTY, T.W. 1977. Seed activation and seed germination under moisture stress. *New Phytology* 89:349-359.
4. JOWETT, D. 1965. The grain structure of sorghum related to water uptake and germination. *E. Afr. Agric. Forestry Journal* 31:25-30.
5. LYLES, L.; FANNING, C.D. 1964. Effects of pre-soaking, moisture tension and soil salinity on the emergence of grain sorghum. *Agronomy Journal* 56:518-520.
6. MAITI, R.K.; RAJU, P.S.; BIDINGER, F.R. 1981. Evaluation of visual scoring for seedling vigour in sorghum. *Seed Science and Technology* 9:613-622.
7. MAITI, R.K. 1983. Evaluation of sorghum for multiple stress factor. Paper presented at the International Seminar. "Plant physiology in coming years". New Delhi. Jan. 20-23.
8. MAITI, R.K. 1983. Morfología, crecimiento y desarrollo del Sorgo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. (en prensa)
9. MATTHEWS, S. 1979. Seed Physiology in *Agronomy Conference Malver.* p. 70-85
10. RAMIREZ, R.; BEJARANO, A. 1973. Efecto de la siembra en suelo seco sobre la germinación y desarrollo inicial del maíz. *Agronomía Tropical* 23(2):217-231.
11. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1979. Producción agrícola a nivel municipal Cielo primavera-verano. Representación en el Estado de Nuevo León. México.
12. SINGH, V.P.; TRIPATHI, I.D.; CHOWDHURY, R.K. 1975. Effects of seed size on seedling growth and mature plant characteristics in barley (*Hordeum vulgare* L.) Haryana Agricultural University. *Journal Research* 5:48-51.

13. VANDERLIP, R.L. 1974. Corn and sorghum vigor test. Proceedings 29th. Annual Corn and Sorghum Research Conference.
14. WANJARI, K.B.; BHOYAR, N.P. 1980. Coleoptile length in sorghum. Seed Science and Technology 8:169-174

15. WATT, L.A. 1973. The effect of water potential on the germination behaviour of several warm season grass species with special reference to cracking black clay soils. Journal Soil Conservation Service of New South Wales 30:28-41.

Reseña de libros

(IDRC). Pasture improvement research in Eastern and Southern Africa (Investigación sobre mejoramiento de pasturas en Africa Este y Sureña). Canadá 1985. 508 p

Esta publicación de 508 páginas es el resultado de la Reunión de Trabajo: Pasture improvement research in Eastern and Southern Africa, realizada en Harare, Zimbabwe, entre el 17 y 21 de setiembre de 1984.

El libro expone la información en dos secciones, con base en la secuencia de presentación de los trabajos en la reunión. En la Sección I se da la evolución y el estado actual de las investigaciones con cultivos forrajeros en la mayoría de los países de esta parte del continente Africa (Zimbabwe, Malawi, Etiopía, Burundi, Madagascar, Botswana, Mozambique, Lesotho, Zambia, Kenya, Tanzania y Nigeria).

A través del análisis de la situación en cada país, el investigador que consulte la obra puede darse cuenta que los factores que más inciden en la baja productividad animal en la región son la sequía prolongada, la falta de germoplasma forrajero adaptado, la ausencia de producción de semillas de forrajeras, la migración de la población hacia los sistemas ecológicos más vulnerables y la falta de una tecnología de insumos mínimos que facilite el desarrollo de las pasturas.

Países como Kenya, Zimbabwe y Etiopía, este último con el apoyo del ILCA, incluyen una detallada información sobre las ejecuciones de sus programas nacionales de investigación en pastos. Destacan el buen comportamiento de la gramíneas de los géneros *Hypanthia*, *Heteropogon*, *Chloris*, *Cynodon* y *Cenchrus*, especialmente durante la época de lluvia, pero están de acuerdo en señalar como un factor

negativo de estas su poca persistencia y baja calidad nutritiva durante la época seca.

Debido a los problemas que presenta la producción de forrajes en la región, los investigadores de los países participantes se propusieron analizar y replantear la estrategia de las investigaciones, y fue así como con la colaboración de científicos invitados se desarrolló la Sección II de la Reunión. En esta Sección, destacados científicos en el campo de la producción de forrajes presentan sus experiencias y hacen propuestas sobre colección y conservación de germoplasma forrajero, establecimiento de pasturas, utilización de animales en la investigación con forrajes y producción comercial de semillas. Cada tema se presenta en forma clara y objetiva, constituyendo en cada caso, prácticamente, una guía para la implementación de la investigación, a nivel de las instituciones nacionales.

Dentro de esta misma sección se hace una presentación de la Red de Investigaciones sobre Pastos de Australia, Sudeste de Asia y el Pacífico, y se describe las actividades de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), que opera en América tropical y el Caribe. Estas exposiciones sobre las redes de investigación hacen énfasis en la necesidad de unificar esfuerzos, como medio para vencer los obstáculos que se presentan en la comunicación e interpretación de los resultados de las investigaciones sobre producción animal con forrajes.

La obra, incluye al final las conclusiones y recomendaciones de los participantes, en relación con la recolección y evaluación de germoplasma forrajero, y algunas recomendaciones para la orientación de las investigaciones en pasturas.

Uno de los resultados más importantes de la Reunión fue, sin lugar a dudas, el nacimiento de la Red de Investigaciones sobre Pastos para Africa Oriental y Meridional (RIPOAM).

ALBERTO RAMIREZ P
EDITOR TECNICO
PASTURAS TROPICALES - BOLETIN
CIAT-COLOMBIA

M. I. PLATA*
M. J. DAVIS**
S. G. PUEPPKE*

Resumen

Fueron determinadas curvas de crecimiento en medio líquido y longevidad in vitro a -20°C y -80°C para las cepas F-1 de *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* (raquitismo de la caña de azúcar) y FB-1 de *C. xyli* subsp. *cynodontis* (raquitismo de Bermuda grass), ambas de Florida. El tiempo de generación para F-1 y FB-1 fue estimado a 48 h y 24 h, respectivamente. La población de células viables de F-1 disminuyó de 3.5×10^7 a 66 colonias/ml y a 7.4×10^4 colonias/ml después de haber sido mantenida durante 120 días a -20°C y -80°C , respectivamente. La población de FB-1, por el contrario, disminuyó de 1.4×10^8 a 133 colonias/ml a -20°C y a 2.3×10^7 colonias/ml a -80°C , cuando se almacenó durante 150 días.

Introduction

Ratoon stunting disease (RSD) of sugarcane (*Saccharum* interspecific hybrids) first was discovered during the summer of 1944-1945 in Queensland, Australia (11). The disease is mechanically transmitted on knives and harvesting equipment, and diseased cane had been distributed widely before the disease was discovered in an extremely susceptible variety (9, 11). As a consequence, the disease has been reported in almost every sugarcane producing area of the world.

Since no microorganism could be associated with mechanically transmitted RSD and because sap from infected plants retained its infectivity through extensive dilution, researchers originally suggested that the causal agent was a virus (4, 8, 10, 11). In 1973, a small coryneform bacterium was found associated with RSD (5, 7, 12). The bacterium inhabits xylem vessels of sugarcane (6, 14, 15). The

bacteria are curved or straight rods usually measuring $0.25-0.5 \times 1-4 \mu\text{m}$ (5, 13, 15); they undergo septate division and contain mesosomes (13, 14).

In 1980, the RSD bacterium was isolated in axenic culture, and Koch's Postulates were fulfilled (1). After 2 weeks of aerobic incubation on agar at 30°C , colonies were 0.1 to 0.3 mm in diameter, convex, circular with entire margins, and nonpigmented (1). The bacterium is nonmotile and Gram-positive. The RSD bacterium has been named *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* (3).

A similar bacterium was isolated from Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L. Pers.) by Davis *et al.* (1). This bacterium (but not the RSD bacterium) produces a yellow nondiffusible pigment in culture, and Bermuda grass strains are indistinguishable morphologically and are related immunologically (1). The Bermuda grass bacterium has been named *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* (3). The ratoon stunting disease and Bermuda grass stunting disease bacteria are related to some known plant pathogenic bacteria which were originally classified in the genus *Corynebacterium* and have been reclassified as *Clavibacter* gen. nov. (3).

The purpose of this study was to obtain information about *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* and *C. xyli* subsp. *cynodontis* by determining bacterial growth curves in liquid medium and bacterial longevity *in vitro* at -20°C and -80°C .

¹ Received for publication March 24, 1985.

* Department of Plant Pathology, University of Florida, Gainesville 32611.

** Ft. Lauderdale REC, University of Florida, 3205 College Ave., Ft. Lauderdale, FL 33314. Portion of thesis submitted by first author for M.S. degree at University of Florida.

Materials and methods

Strain F-1 of *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* and strain FB-1 of *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* (both from Florida) were grown on SC medium (1) or in RSD broth (3) at 28°C for 8 to 10 days. SC medium contains distilled water, 1000 ml; cornmeal agar, 17 g; papaic digest of soy meal, 8 g; K₂HPO₄, 1 g; KH₂PO₄, 1 g; MgSO₄ · 7H₂O, 0.2 g; 15 ml of a 0.1% (wt/vol) bovine hemin chloride stock solution (deionized water, 200 ml; NaOH, 0.4 g; bovine hemin chloride (Sigma Chemical Co.), 0.2 g; bovine serum albumin fraction 5 (Sigma Chemical Co.) (10 ml of a 20% aqueous solution), 2 g; glucose (1 ml of a 50% aqueous solution), 0.5 g; and cysteine (free base) (Sigma Chemical Co.) (10 ml of a 10% aqueous solution), 1 g. The bovine serum albumin, cysteine, and glucose solutions were filter-sterilized and added to the autoclaved portion at 50°C. The pH was adjusted to 6.6. RSD broth contains deionized water, 1000 ml; yeast extract, 1 g; (NH₄)₂HPO₄, 1 g; MgSO₄ · 7H₂O, 2 g; 15 ml of a 0.1% (wt/vol) bovine hemin chloride stock solution; KCl, 0.2 g; bovine serum albumin fraction 5 (10 ml of a 20% aqueous solution); cysteine (free base), 1 g; glucose (10 ml of a 50% aqueous solution). The bovine serum albumin and glucose solutions were filter-sterilized and added to the autoclaved portion at 50°C. The pH was adjusted to 6.6.

Growth curves. Suspensions of the F-1 and FB-1 strains were prepared in sterilized deionized water and their turbidities measured at 625 nm with a Spectronic 21 spectrophotometer (Bausch and Lomb). The initial concentrations were 5.0 × 10⁶ colony-forming units (cfu)/ml ($A_{625} = 0.15$) for F-1 and 5.0 × 10⁷ cfu/ml ($A_{625} = 0.08$) for FB-1. Three replicate broth cultures of each strain were inoculated by aseptically adding 1 ml portions of the bacterial suspension to 125-ml Erlenmeyer flasks with sidearms containing 25 ml of broth. One flask containing uninoculated broth served as a control. The flasks were incubated without agitation at 28°C. The turbidity of each flask was measured every 24 h for 30 days after inoculation, and the values were plotted against time. Each growth curve study was repeated 3 times, and similar results were obtained each time.

Long-term storage. Turbid suspensions of strains F-1 and FB-1 were prepared in sterilized 0.1 M sodium phosphate buffer, pH 6.8. Each turbid suspension was dispensed into 10 tubes (5 ml/tube). Five tubes were stored at -20°C and five at -80°C. The cfu/ml of the original suspensions were determined by a dilution-plate-count method (1). A tube from each experiment was thawed and the cfu/ml determined every 30 days. The experiment was continued for 120 and 150 days for the F-1 and FB-1 strains, respectively. These experiments were

repeated twice, and similar results were obtained both times.

Results

Growth curves. Each point on the growth curves for both bacterial strains in liquid culture (Fig. 1) represents the average turbidity of 3 flasks minus the turbidity of the control flask, which was 0.04. The F-1 strain reached the stationary phase 10 days after inoculation, and thereafter there was a gradual decrease¹ in turbidity until day 20. The generation time for F-1 was estimated to be 48 h. Rapid growth was observed from day 4 to day 9 for strain FB-1. Thereafter the turbidity changed little, except that between days 12 and 16 there was a consistent slight increase in turbidity indicating a limited resumption of growth. The generation time for FB-1 was estimated to be 24 h. After 30 days of incubation, no cells of either strain grew when transferred to SC agar.

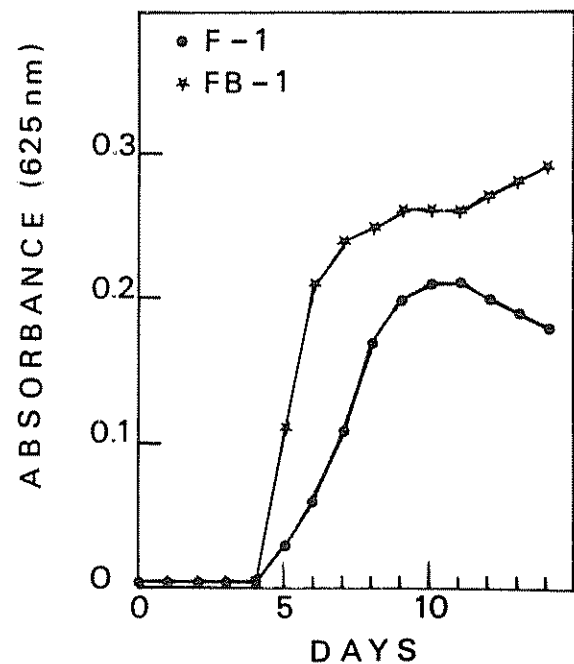


Fig. 1 Growth curves for the F-1 and FB-1 strains of *Clavibacter xyli* spp. *xyli* and *C. xyli* spp. *cynodontis*, respectively. Each point represents the average absorbance values (625 nm) of 3 flasks minus the absorbance of the control flask which was 0.04. The medium was RSD broth. No absorbance was observed in cultures during the first four days.

Long-term storage. During storage at -20°C, the viable F-1 population decreased from 3.5 × 10⁷ to 66 cfu/ml in 120 days. During the same period, but at -80°C, the population of F-1 decreased from 3.5 × 10⁷ to 7.4 × 10⁴ cfu/ml. After the initial 30 day storage time, the shapes of the survival curves for F-1 are similar for both temperatures (Fig. 2). The population of FB-1 decreased from 1.4 × 10⁸

to 133 cfu/ml at -20°C and to 2.3×10^7 cfu/ml at -80°C when stored for 150 days (Fig. 2). The survival curves for both strains suggest that a substantial loss of viability occurred during freezing at -20°C , but not at -80°C .

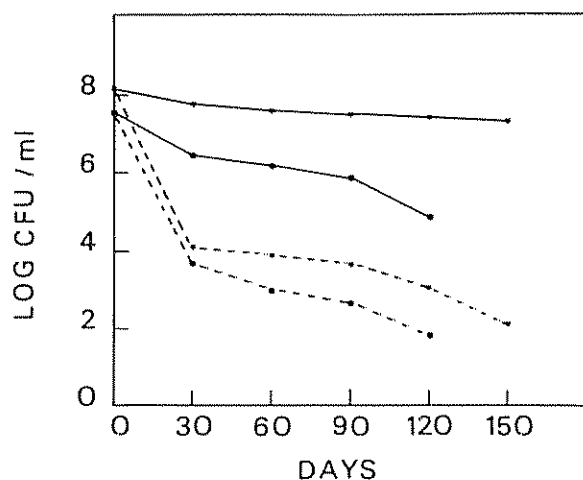


Fig. 2. Survival curves for the F-1 (o) and FB-1 (*) strains of *Clavibacter xyli* spp. *xyli* and *C. xyli* spp. *cynodontis*, respectively, when stored at two different temperatures, -20°C (---) and -80°C (—)

Abstract

Growth curves in liquid medium and longevity *in vitro* at -20°C and -80°C were determined for the F-1 strain of *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* (ratoon stunting disease) and for the FB-1 strain of *C. xyli* subsp. *cynodontis* (Bermuda grass stunting disease). The generation times were estimated to be 48 h and 24 h for F-1 and FB-1, respectively. The population of viable F-1 cells decreased from 3.5×10^7 to only 66 colony-forming units (cfu)/ml at -20°C and to 7.4×10^4 cfu/ml at -80°C when stored for 120 days. The population of FB-1 decreased from 1.4×10^8 to 133 cfu/ml at -20°C and to 2.3×10^7 cfu/ml at -80°C when stored for 150 days.

Literature cited

1. DAVIS, M.J.; GILLASPIE, A.G. Jr.; HARRIS, R.W. and LAWSON, R.H. 1980. Ratoon stunting disease of sugarcane: Isolation of the causal bacterium. *Science* 210:1 365-1 367.
2. DAVIS, M.J.; LAWSON, R.H.; GILLASPIE, A.G. Jr.; HARRIS, R.W. 1983. Properties and relationships of two xylem-limited bacteria and a mycoplasma-like organism infecting Bermuda grass. *Phytopathology* 73:341-346.
3. DAVIS, M.J.; GILLASPIE, A.G. Jr.; VIDAVER, A.K.; HARRIS, R.W. 1984. *Clavibacter*: a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov., subsp. nov., and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and Bermudagrass stunting disease. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 34:107-117.
4. GILLASPIE, A.G., Jr. 1970. Evidence that RSD of sugarcane is caused by a virus and not a mycoplasma. *Phytopathology* 60:1 448-1 450.
5. GILLASPIE, A.G., Jr.; DAVIS, R.E. and WORLEY, J.F. 1973. Diagnosis of ratoon stunting disease based on the presence of a specific microorganism. *Plant Disease Report* 57:987-990.
6. KAO, J.; DAMANN, K.E. Jr. 1980. *In situ* localization and morphology of the bacterium associated with ratoon stunting disease of sugarcane. *Canadian Journal Botany* 58:310-315.
7. MARAMOROSCH, K.; PLAVSIC-BANJAC, B.; BIRD, J.; LIU, L.J. 1973. Electron stunted sugarcane: microorganisms in xylem. *Phytopathology Z.* 77:270-273.
8. STEIB, R.J.; FORBES, I.L. 1957. Johnson grass and corn as carriers of the virus of ratoon stunting disease of sugarcane. *Sugar Bull.* 35(23):375-379.
9. STEIB, R.J. 1980. The ratoon stunting disease of sugarcane and its control by the use of an aerated steam treatment. First Inter-American Sugar Cane Seminar, Cane Diseases. No. 20 (Abstr.)
10. STEINDL, D.R.L. 1957. Host range of the ratoon stunting disease virus. *Journal Australian Institute Agricultural Science* 23(3):238.
11. STEINDL, D.R.L. 1961. Ratoon stunting disease. p. 434-458. In J.P. Martin, E.V. Abbott, C.G. Hughes. *Sugarcane Diseases of the World*. Vol. I. Elsevier Publ. Co., Amsterdam. 542 p.

12. TEAKLE, D.S.; SMITH, P.M.; STEINDL, D.R.L. 1973. Association of a small coryneform bacterium with the ratoon stunting disease of sugarcane. Australian Journal of Agricultural Research 24:869-874.
13. TEAKLE, D.S.; KONIZE, D.; APPLETON, J. 1979. A note on the diagnosis of ratoon stunting disease of sugarcane by negative electron microscopy of the associated bacterium. Journal Appl Bacteriology 46:278-284.
14. WEAVER, L.; TEAKLE, D.S.; HAYWARD, A.C. 1977. Ultrastructural studies of the bacterium associated with the ratoon stunting disease of sugarcane. Australian Journal of Agricultural Research 28:843-852.
15. WORLEY, J.F.; GILLASPIE, A.G. Jr. 1975. Electron microscopy *in situ* of the bacterium associated with ratoon stunting disease in sudangrass. Phytopathology 65:287-295.

Summary

This paper analyzes three types of risks for agriculture in the Bolivian highlands: drought, hailstorm and frost, which are related in a simple way with the meteorologic data registered at the network level. The probability of occurrence of each risk individually and the probability of occurrence of at least one of the three risks is calculated with a 10 day period of analysis

Introducción

El primer problema que se presenta al agroclimatólogo, al analizar riesgos tales como sequía, granizada y helada, es el poder definirlos de manera que se relacionen los daños del cultivo provocados por el clima con los datos registrados en la red meteorológica. Junto con este problema se plantea el de la intensidad del fenómeno climático, esto es, a partir de qué intensidad se puede afirmar que hay daño. Por ejemplo, en el caso de las granizadas generalmente no se mide la intensidad del fenómeno sino solamente su ocurrencia, quedando pendiente el problema de relacionar la intensidad con los daños provocados. Estas no tienen siempre el mismo impacto, lo cual depende también del cultivo, de su estado fenológico y del tamaño de los granizos.

Con las heladas se presenta el problema de su intensidad, en la definición del riesgo. ¿A partir de qué umbral de temperatura se debe considerar que hay una helada? Generalmente se dispone únicamente de la temperatura del aire, registrada en un abrigo meteorológico colocado a 1.5 m encima del suelo.

¹ Recibido para publicación el 27 de febrero de 1985

El presente artículo forma parte de los resultados obtenidos por el Proyecto de Agroclimatología del IICA, establecido dentro del marco de Cooperación IICA/ORSTOM (Francia). Se agradece al Dr. Michel Eldin, Director de Investigaciones del ORSTOM y al Dr. Michel Montoya, Director de la Oficina del IICA en Nicaragua, por el apoyo brindado al mismo.

* Maître Assistant, INA Paris-Grignon

** Especialista en Agroclimatología del IICA, Costa Rica

Pero esta temperatura es diferente de la que existe en las hojas y órganos de los cultivos o simplemente a nivel del suelo. En meteorología se habla de una helada cada vez que la temperatura medida en la caseta alcanza un valor igual o inferior a 0°C. Sin embargo, hay que tener presente que la temperatura mínima del día registrada en la caseta es superior a la mínima a nivel del suelo. Las temperaturas más bajas suelen ocurrir durante la noche y, muy a menudo, también por la noche se presenta una inversión térmica; esto significa que la temperatura aumenta con la altura, al menos en los primeros metros por encima del suelo. En estas condiciones la temperatura del cultivo es inferior a la temperatura registrada a la altura de la caseta.

En cuanto al riesgo de sequía, el problema es definirlo de una manera simple y fácilmente accesible, relacionándolo con los datos meteorológicos. Se entiende por sequía la carencia de suficiente agua en el suelo para un buen abastecimiento del cultivo. El agua almacenada en la capa superior del suelo proviene de la lluvia y es consumida, principalmente, en el proceso de evapotranspiración. Este proceso es descrito por el concepto de evapotranspiración potencial (ETP) y representa aproximadamente el requerimiento hídrico óptimo de un cultivo bien desarrollado, siendo factible calcularlo empíricamente a partir de los datos meteorológicos. En consecuencia, se debe relacionar el fenómeno de sequía con estos dos factores, la lluvia y la ETP, pudiéndose fijar un nivel de intensidad en función del cultivo y del tipo de suelo.

El objetivo del presente artículo es analizar estos tres tipos de riesgos de una manera simple y general, a partir de los datos meteorológicos registrados en la

red meteorológica. Sin embargo, a la hora de interpretar los resultados obtenidos se deberá tener presentes las limitaciones anotadas.

Materiales y métodos

Se utilizó los datos de las estaciones meteorológicas: La Paz, Copacabana y Charaña. Las coordenadas de dichas estaciones aparecen en el Cuadro 1.

El análisis de los datos meteorológicos se realizó en el Centro de Cómputo del IICA, que cuenta con un computador IBM 4331, y los programas fueron escritos en FORTRAN IV.

Análisis y definición de los riesgos de sequía, helada y granizada

El principio del análisis consiste en dividir el año en n periodos elementales de p días cada uno; después, calcular, para cada periodo elemental, la frecuencia de ocurrencia del fenómeno que constituye el riesgo en estudio.

En relación a la sequía, se consideró que ETP/2 pudiera representar el límite inferior de agua necesaria para el desarrollo normal del cultivo y así constituir un umbral de sequía. Por esta razón, un periodo elemental será considerado como seco si el total de lluvia caída durante el mismo no alcanza la ETP/2.

La ETP se calculó utilizando la fórmula de Priestley y Taylor (2), cuya expresión general es la siguiente:

$$ETP = 1.26 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot (R_n - G)$$

Siendo,

- ETP Evapotranspiración potencial
- Δ Pendiente de la curva que da la presión máxima de vapor de agua en función de la temperatura
- γ Constante psicrométrica

R_n Radiación neta

G Flujo de calor en el suelo, representa aproximadamente un 5% de R_n .

En cuanto a las heladas, se consideró que un periodo elemental presenta una helada cuando, por lo menos en un día dentro de este periodo, la temperatura mínima del aire es inferior a 0°C (helada meteorológica), sin tomar en cuenta la duración del fenómeno.

De igual forma, se define un periodo elemental con granizada si al menos, durante este periodo, en un día se presenta una granizada, sin preocuparse de su duración o intensidad.

Expresión matemática

Las formas de las curvas obtenidas por medio del análisis frecuencial anteriormente descrito son muy variadas. Con el objeto de simplificar estos resultados es útil dar una expresión matemática a dichas curvas, que representan la evolución de las frecuencias de cada riesgo a lo largo del año. La manera más adecuada de expresarlas es utilizando las series de Fourier:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k \cdot \cos \frac{2\pi t k}{T} + b_k \cdot \sin \frac{2\pi t k}{T} \right)$$

Donde T representa el periodo de $f(t)$, es decir los n periodos elementales que constituyen el año. a_k y b_k son los coeficientes de Fourier, que se calculan a partir de las fórmulas siguientes escritas en forma discreta:

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cdot \cos \frac{2\pi t k}{T} \cdot dt$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cdot \sin \frac{2\pi t k}{T} \cdot dt$$

Estas ecuaciones tienen la ventaja de suavizar las irregularidades de las curvas empíricas y dar así una representación más cómoda.

Cuadro 1. Coordenadas de las estaciones meteorológicas y duración de los registros de datos. Departamento de La Paz, Bolivia.

Nombre	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m)	Lluvia (años)	Temperatura (años)	Granizada (años)
Copacabana	16° 10'	69° 05'	4 018	27	22	27
Charaña	17° 35'	69° 27'	4 057	31	25	31
La Paz	17° 20'	59° 55'	3 632	28	27	28

Riesgo conjunto

Conociendo las probabilidades de sequía P (S), helada P (H) y granizada P (G), y considerando que estos eventos son independientes entre si, es interesante calcular la probabilidad con la cual ocurre al menos uno de estos tres eventos P (SUHUG) Es decir, que ocurra ya sea una sequía, una helada o una granizada. Esta probabilidad se puede calcular fácilmente utilizando los eventos contrarios.

El evento contrario de SUHUG se escribe $\bar{S} \cap \bar{H} \cap \bar{G}$; donde \bar{S} , \bar{H} y \bar{G} representan los eventos contrarios de S, H y G (Por ejemplo, \bar{S} significa ausencia de sequia).

$$P(SUHUG) = 1 - P(\bar{S} \cap \bar{H} \cap \bar{G})$$

Si se supone que los eventos S, H y G son independientes entre sí, es posible escribir:

$$P(\bar{S} \cap \bar{H} \cap \bar{G}) = P(\bar{S}) \cdot P(\bar{H}) \cdot P(\bar{G})$$

por lo que se obtiene la fórmula siguiente:

$$P(SUHUG) = P(S) + P(H) + P(G) + P(S) \cdot P(H) \cdot P(G) - P(S) \cdot P(H) - P(H) \cdot P(G) - P(S) \cdot P(G)$$

siendo posible calcular el riesgo conjunto a partir de los riesgos elementales P (S), P (H) y P (G) para cada período elemental a lo largo del año

Resultados y discusión

Riesgo de sequía, helada y granizada (período elemental de análisis de 10 días)

En las Figuras 1, 2 y 3 se presenta la evolución de estos tres riesgos a lo largo del año (frecuencias ajustadas a las series de Fourier). El riesgo de mayor importancia en la estación Charaña lo constituye el de helada, mientras que para las estaciones Copacabana y La Paz es el riesgo de sequía. En estas dos últimas estaciones la frecuencia de que se presente una helada aumenta en los meses de junio, julio y agosto. En términos generales el riesgo de granizada es el de menor importancia en las tres estaciones; sin embargo, se siente su efecto en La Paz en los meses de enero y febrero, con una frecuencia de ocurrencia entre 0.3 y 0.4.

Riesgo conjunto

Si se calcula la probabilidad de que ocurra al menos uno de los tres fenómenos, se obtienen las curvas presentadas en la Figura 4. Se aprecia claramente que en Charaña se dan las probabilidades más altas para el riesgo conjunto en cualquier época del año. Para La Paz y Copacabana estas probabilidades disminuyen en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre

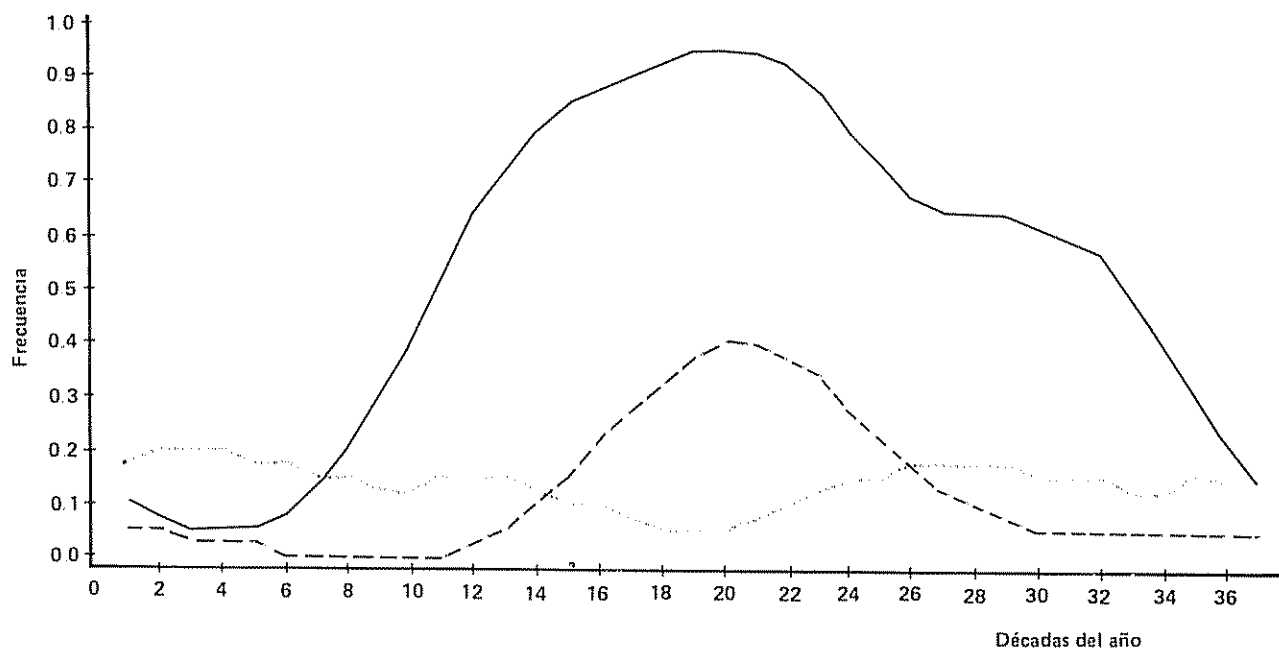


Figura 1. Evolución a lo largo del año de la frecuencia de sequía (—), helada (---) y granizada (...) con un período elemental de análisis de 10 días. Estación Copacabana, Bolivia.

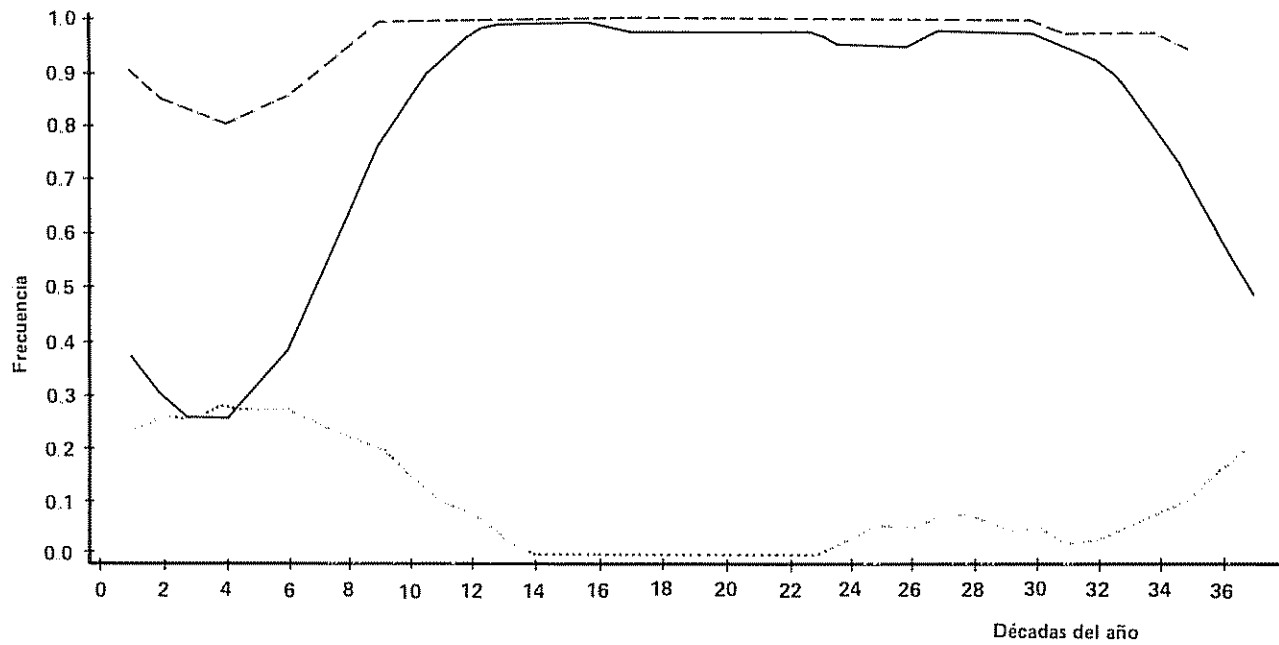


Figura 2. Evolución a lo largo del año de la frecuencia de sequía (—), helada (---) y granizada (...), con elemental de análisis de 10 días. Estación Charaña, Bolivia.

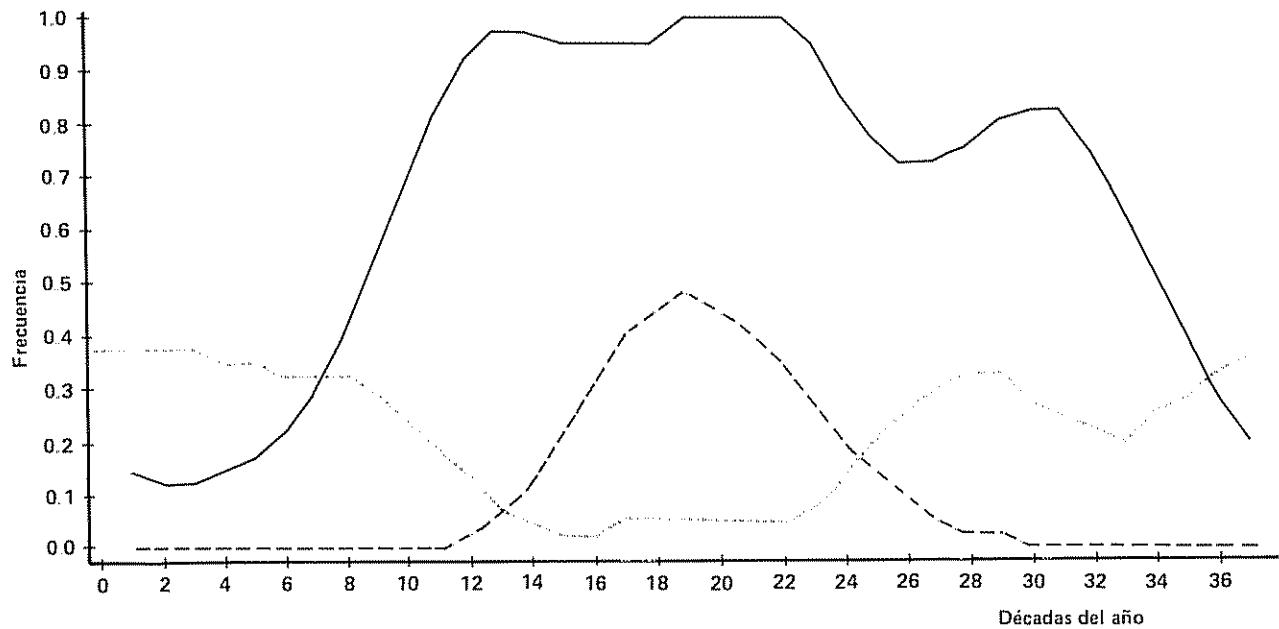


Figura 3. Evolución a lo largo del año de la frecuencia de sequía (—), helada (---) y granizada (...), con un periodo elemental de análisis de 10 días. Estación La Paz, Bolivia.

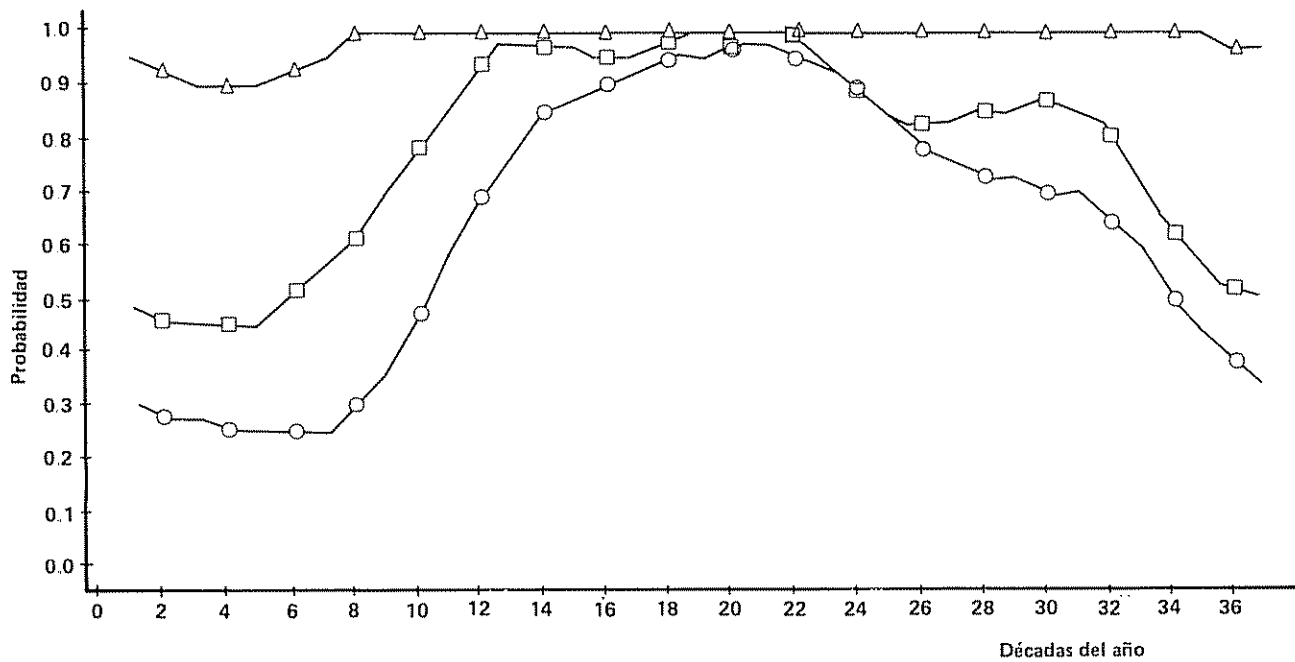


Figura 4. Evolución a lo largo del año de la frecuencia de ocurrencia de por lo menos uno de los tres riesgos. (sequía, helada o granizada), para las estaciones Charaña —△— La Paz —□— Copacabana —○— en Bolivia.

Resumen

En el presente artículo se analiza tres tipos de riesgos en la agricultura del altiplano boliviano: sequía, granizada y helada. En forma simple se relaciona estos riesgos con los datos meteorológicos registrados por la red. Se calcula la probabilidad de que ocurra cada riesgo en forma individual, como también la probabilidad de que ocurra al menos uno de los tres (riesgo conjunto), siendo el periodo elemental de análisis de 10 días.

Literatura citada

- 1 BRUNET-MORET, Y. 1969. Etude de quelques lois statistiques utilisées en hydrologie. Cahiers ORSTOM, série Hydrologie 6(3). 90 p.
- 2 PRIESTLEY, C.; TAYLOR, P.A. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large scale parameters. Monthly Weather Review. 100(2):81-92.

Reseña de libros

SPOSITO, G. *The surface chemistry of soils*. Oxford University Press, New York, USA. 1984. 234 p.

Este volumen corresponde a un tratado de alto nivel de una de las partes más importantes de la química de suelos a la química de la superficie del mismo. El Prof. Sposito, de la Universidad de California, lo escribió después de haber adquirido la distinción de ser uno de los pocos investigadores activos y verdaderos expertos en este campo. Aunque bien escrito en un inglés claro, la obra requiere para su entendimiento buenos conocimientos en fisico-química y química inorgánica avanzada, en adición a conocimientos de suelos.

Cada uno de los seis capítulos tiene una amplia bibliografía, en parte comentada. El primer capítulo, el más largo, se dedica a la descripción química de las superficies de los suelos, de su área, las cargas y su distribución sobre éstas, los grupos funcionales en estas superficies y las reacciones que resultan como consecuencia de estas propiedades. El enfoque de la presentación es fisico-químico y así permite generalizaciones con base en los datos existentes.

El segundo capítulo estudia la estructura del agua próxima a superficies de minerales de arcilla. Esta región muy especial en suelos ha recibido amplios estudios y sus propiedades determinan los fenómenos de adsorción y cambio a los cuales se entiende mejor, con base en el resumen de las investigaciones y su interpretación aquí.

Las cargas en la superficie del suelo y su interfase con la solución que lo rodea es el tema del tercer capítulo. El concepto del punto de carga cero (PZC) de los suelos se discute aquí ampliamente, tanto para minerales de arcilla como para suelos. Este capítulo también analiza los fenómenos electrocinéticos y la adsorción negativa en suelos.

En el capítulo cuarto se examina la adsorción de sustancias inorgánicas y orgánicas por suelos. Este es un capítulo sobre un tema donde el autor del volumen ha sido muy activo y aquí se resume tanto sus

puntos de vista como los de muchos otros investigadores en este campo, usando una argumentación fisico-química.

Como en otros trabajos previos del autor, se enfatiza fuertemente aquí en la necesidad de no dar más significación a algunos modelos y a los valores derivados de ellos, de que le permita una interpretación fisico-química rigurosa de las ecuaciones usadas.

Se analizó aquí los diferentes isothermas usadas para estudiar fenómenos de superficie, los procesos de adsorción en comparación con precipitaciones y las adsorciones de cationes metálicas, de oxianiones y de sustancias orgánicas.

Los modelos químicos que representan la formación de complejos en las superficies de suelos es la materia del quinto capítulo. Se analiza el modelo de la capa doble difusa y sus limitaciones teóricas.

Se discute luego los modelos de formación de complejos superficiales y los modelos de la capacitación constante, de la capa triple y el modelo objetivo. Concluye este capítulo de apreciable complejidad con una discusión de la estructura de los modelos de la formación de complejos superficiales.

El último capítulo, el más breve, estudia los aspectos de química de superficie de la estabilidad de coloides del suelo. En él se analiza las fuerzas de partículas y entre partículas usando suspensiones de montmorillonita y la usa como ejemplo. Se dedica un subcapítulo amplio a las fuerzas entre partículas de suspensiones de filosilicatos.

La estabilidad de suspensiones de coloides de suelos es el tema del último subcapítulo de este volumen muy original. Un cuadro de constantes físicas y su buen índice de materiales concluyen la obra, que enriquece apreciablemente la literatura de la química de suelos en fuerte expansión durante los últimos diez años.

Se recomienda este libro a los investigadores dedicados a química de suelos, particularmente a aquéllos con interés en los modelos que representan los fenómenos bajo estudio.

ELEMER BORNEMISZA S
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Summary

An experiment was carried out with sunflower (Cargill Super 500, a late maturing variety) to evaluate the influence of two distances between rows (50 and 70 cm) and three different spacings between plants (20, 30 and 40 cm) on seed yield, yield components, lodging and breaking of stems, and plant mortality. Set up on an Argiudol, Rafaela Series Soil, the experimental layout was a randomized complete block design with a factorial arrangement of the treatments and five replications. Yield figures (seed counts) did not show statistically significant differences among the various treatments.

However, the average weight of 1 000 seeds increased markedly as distance between rows and plants increased; a linear relationship between greater average weight/1 000 seeds and increased space between plants was observed. A similar relationship was observed between number of seeds per flower and increased space between plants. There was less lodging and breaking as space between plants increased, a linear regression was significant. Plant height was not affected by the spacing treatments, but the highest plant mortality correlated with the highest population densities. In general, the Cargill S.500 variety proved highly adaptive to different spacing layouts.

Introducción

Las condiciones ecológicas, especialmente el régimen de precipitaciones y la fertilidad del suelo, así como las particularidades morfológicas y fisiológicas de los cultivares, tienen un papel primor-

dial en el establecimiento de la densidad óptima en el cultivo de girasol. Vranceanu (17) concluye que en la práctica es muy importante establecer la superficie que permita al cultivo expresar su máximo potencial de productividad.

En el medio local los productores realizan variadas formas de siembra de girasol, siendo la más generalizada la de surcos a 70 cm con un número variable de plantas en la hilera, desde tres hasta seis o siete plantas/m de surco.

¹ Recibido para publicación el 13 de noviembre de 1985

* Técnicos de la Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela del INTA. Casilla de correo No. 22 (2300) Rafaela, Santa Fe Argentina.

Vijayalakshmi *et al.* (16) comprobaron que las densidades altas tienen mayor cantidad de raíces en superficie que las bajas, donde el grueso de ellas se encuentra a mayor profundidad. Por otra parte, en espacios anchos entre los surcos las plantas tienden a tener una mayor proporción de raíces en profundidad que en espacios angostos. Estos dos conceptos tienen mucha importancia en las condiciones locales de cultivo (de secano y con gran variabilidad de lluvias) para el aprovechamiento de la humedad del suelo. No obstante, queda por resolver cuál es la densidad más adecuada teniendo en cuenta el costo de la semillas, las posibles pérdidas de plantas, el vuelco y otros aspectos. Además, la escala de poblaciones (densidades) debe ser vista no sólo en función de su rendimiento sino también para facilitar su mecanización.

Por otra parte, no todos los cultivares responden de igual forma a la variación de la distribución de plantas. Los girasoles comerciales en Argentina pueden dividirse en dos grupos con diferentes características: de "ciclo corto", con una duración promedio de 58 días desde emergencia a floración y de "ciclo largo", con una media de 64 días para el mismo periodo Marti (6).

El carácter de precocidad está asociado con la altura de la planta, siendo los girasoles de ciclo corto los más bajos. Esta diferencia fenotípica indica que se puede esperar distinta respuesta cuando se varía la distribución de plantas en cada grupo, sobre todo teniendo en cuenta que los cultivares de talla baja ofrecen la posibilidad de incrementar el número de plantas por unidad de superficie, manteniendo las características de resistencia a la caída y rotura de tallos Vranceanu, (17).

La insuficiente información experimental sobre diferentes cultivares y distribución de plantas de girasol en esta zona planteó la necesidad de evaluar, bajo las condiciones ecológicas del centro oeste de Santa Fe, los efectos de diferentes poblaciones de plantas en girasoles de distinto ciclo.

Por las razones expuestas se condujo una experiencia cuyo objetivo fue obtener información acerca de la influencia que diferentes distancias entre surcos y espaciamientos entre plantas tienen sobre el rendimiento y sus componentes, vuelco y quebrado de tallos y pérdida de plantas. En este trabajo se informa sobre los resultados obtenidos en el ensayo con un cultivar de ciclo largo, los que se complementan con los de una experiencia similar con un cultivar de ciclo corto Vega y Quaino, (15).

Materiales y métodos

El suelo donde se realizó la experiencia es un Argiudol típico, Serie Rafaela, la que presenta muy buenas condiciones para ser utilizada con cultivos agrícolas y es representativa de los suelos zonales del centro sur del departamento Castellanos, oeste de Las Colonias y norte de San Martín en la provincia de Santa Fe, Mosconi *et al.* (8).

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con cinco repeticiones y un arreglo factorial de los tratamientos. Las combinaciones estudiadas fueron dos distancias entre surcos (50 y 70 cm) y tres espaciamientos entre plantas dentro de la línea de siembra (20, 30 y 40 cm). De esta combinación surgieron seis tratamientos o densidades: 35 714, 47 619, 50 000, 66 666, 71 428 y 100 000 plantas/ha.

La siembra se realizó a mano, ajustándose la densidad mediante un raleo cuando las plantas comenzaron a desarrollar el primer par de hojas. En el estado de cuatro hojas se determinó el número de plantas/parcela considerado como "plantas logradas". Para el control de malezas se empleó el herbicida de presiembrado trifluralina (L. E. 44%) a razón de 2 000 cc de producto comercial/ha.

El cultivar utilizado fue Cargill Super 500 sembrado el 21 de setiembre de 1982. Las lluvias registradas durante el periodo de ensayo se detallan en el Cuadro 1, junto con las precipitaciones normales (periodo 1931-1981).

Las escasas precipitaciones en julio y agosto impidieron almacenar humedad durante el barbecho. Por el contrario, las abundantes lluvias de setiembre, que sobrepasaron a la normal en un 236%, probablemente disminuyeron los efectos de la escasez de agua en los tres meses siguientes.

La floración del cultivar ensayado comenzó durante la primera quincena de diciembre y la provisión de agua desde ese momento hasta la cosecha (9/2/1983) fue abundante, ya que las lluvias totalizaron 150.4 mm para enero, lo que significó un 21% por encima de la normal. Este aporte de humedad fue importante, sobre todo si se tiene en cuenta la gran sensibilidad del girasol al estrés hídrico durante la floración y llenado de grano (Rollier, citado por Thompson (1982).

Para cada tratamiento, además del rendimiento se determinó el número de achenios/capítulo, el peso de 1 000 achenios y la altura de plantas. También se evaluó el vuelco y quebrado de tallos en cada parcela según una escala visual de 0 a 10 (0 = sin vuelco; 10 =

Cuadro 1. Lluvias mensuales desde julio de 1982 a febrero de 1983 y sus correspondientes valores promedios de 50 años.

Período	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
1982/83	7.0	5.3	141.4	27.4	69.6	80.1	150.4	231.5	712.7
1931/81	23.7	25.2	42.0	84.6	101.1	112.6	124.0	110.8	624.0

totalmente volcadas). Sólo se tuvo en cuenta aquellas plantas que, aún presentando este problema, tenían capítulos desarrollados con su correspondiente producción. Cuando no tenían achenios formados se las consideró como "plantas perdidas". Para el análisis de esta variable se utilizó la transformación

$$y^* = \sqrt{y + 0.5}$$

Para el peso de 1 000 achenios y número de achenios por capítulo se tomó al azar una muestra de cinco capítulos de cada parcela, los que se trilló y limpió a mano. La altura de plantas se evaluó sobre tres de ellas elegidas al azar y a la madurez del cultivo. No se registró ataques de plagas durante todo el ciclo del cultivo, realizándose la cosecha el 9 de febrero de 1983.

Resultados

La interacción distancia en surcos por espaciamiento de plantas no fue significativa para las variables observadas. Los valores medios obtenidos para los tratamientos estudiados se visualizan en el Cuadro 2.

Rendimiento: no hubo diferencias significativas tanto para la distancia entre surcos como para el espaciamiento entre plantas (Cuadro 2).

Achenios/capítulo: el número de achenios/capítulo fue significativamente mayor en los surcos distan-

ciados a 70 cm. Similar comportamiento ocurrió con los espaciamientos entre plantas, determinándose una relación lineal igual a

$$\hat{y} = 726.366 + 17.700 x$$

la cual indica un aumento de 17.7 achenios en cada capítulo cuando se incrementa un centímetro la distancia entre plantas (Fig. 1).

Peso de 1 000 achenios: los valores encontrados para ambas distancias entre surcos fueron diferentes (Cuadro 2), correspondiendo el mayor peso para los surcos a 70 cm.

El espaciamiento entre plantas también afectó el peso de los achenios, que aumentó significativamente a medida que la distancia entre plantas fue mayor. La ecuación

$$\hat{y} = 43.246 + 0.329 x$$

establece el comportamiento del peso de 1 000 achenios con respecto al espaciamiento entre plantas (Fig. 2)

Vuelco y quebrado de tallos: esta variable manifestó una disminución significativa para los surcos a 70 cm. Similar comportamiento se observó cuando aumentó la distancia entre plantas, donde se determinó la ecuación

Cuadro 2. Rendimiento, peso y número de achenios/capítulo, vuelco y quebrado de tallos y altura de plantas. Cultivar Cargill S. 500.

	Distancia entre surcos			Espaciamiento entre plantas			
	50	70	F	20	30	40	F
Rendimiento (kg/ha)	2 182	2 179	NS	2 132	2 111	2 299	NS
Achenios /capítulo	1 188	1 327	*	1 077	1 264	1 432	*
Peso 1 000 achenios (g)	51.2	55.0	*	49.9	52.9	56.5	*
Vuelco y quebrado (1)	4.3	2.4	*	5.3	3.0	1.9	*
Altura plantas (cm)	177.3	180.4	NS	178.9	179.0	178.8	NS

* Diferencias significativas al nivel del 5%
 NS Diferencia no significativa.
 1 Datos retransformados

$$\hat{y} = 3\,210 - 0\,042x \quad (\text{datos transformados})$$

la cual indicó una disminución de 0.042 – correspondiente en promedio a 0.16 (1.6%) en la escala original – por cada cm que se incrementó el espaciamiento (Fig. 3)

Altura de plantas: no se encontró diferencias significativas para esta variable, la cual mostró una gran estabilidad tanto para la distancia entre surcos como para el espaciamiento entre plantas.

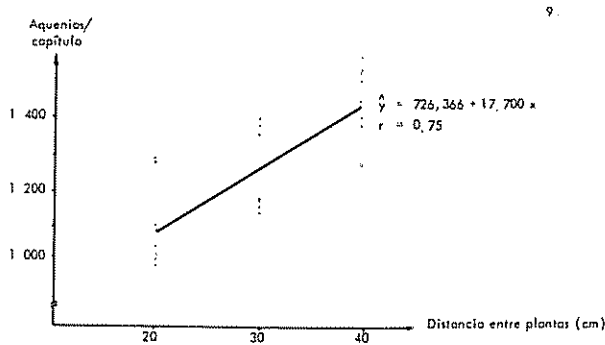


Fig. 1. Relación entre el número de achenios/capítulo de girasol y la distancia entre plantas dentro de la línea de siembra. Cultivar Cargill S 500

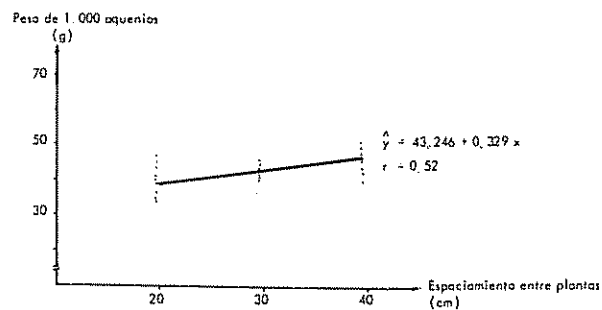


Fig. 2. Relación entre el peso de 1.000 achenios y el espaciamiento entre plantas dentro de la línea de siembra. Cultivar Cargill S 500.

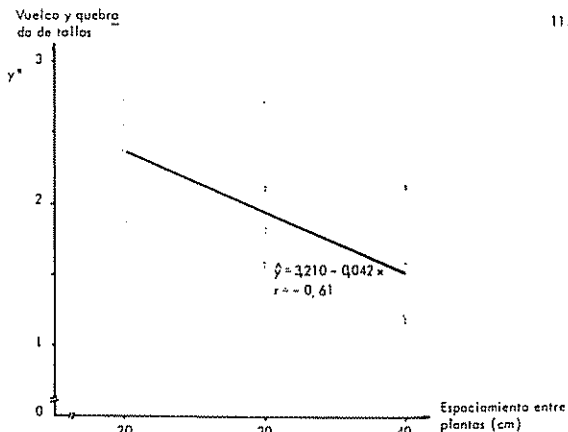


Fig. 3. Relación entre el vuelco y quebrado de tallos con el espaciamiento entre plantas dentro de la línea de siembra. Cultivar Cargill S.500.

Pérdida de plantas: para estimar las plantas perdidas desde que se les consideró logradas hasta que se les cosechó, se comparó las regresiones correspondientes a las plantas logradas (\hat{y}_L) y a las cosechadas (\hat{y}_C) sobre el espaciamiento entre plantas (Fig. 4).

$$\hat{y}_L = 115\,770\,300 - 1\,842\,440x$$

$$\hat{y}_C = 77\,654\,933 - 1\,047\,630x$$

En la Figura 4 surge que la mayor pérdida –superior a las 22 000 pl/ha (más del 28%)– ocurrió en la densidad más alta, mientras que la misma descendió a alrededor de 6 300 pl/ha (un 15% de las plantas logradas) en la densidad más baja.

Discusión

La ausencia de diferencias significativas en el rendimiento, tanto para las distancias entre surcos como entre plantas, demostró la capacidad que tiene este cultivar de compensar la producción frente a una amplia variación del número de plantas/ha.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por distintos autores, entre ellos Vijayalakshmi *et al.* (16), Vranceanu (17), Radford (10), Cardinali *et al.* (2) y Thompson (14), quienes en diferentes investigaciones no encontraron diferencias significativas de rendimiento en un amplio rango de densidades, desde aproximadamente 25 000 hasta más de 80 000 plantas/ha.

El número de achenios por capítulo depende tanto de la distancia entre surcos como del espaciamiento entre plantas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Vijayalakshmi *et al.* (16), Radford (10), Alvarez *et al.* (1), Thompson (14) y Cholaky *et al.* (3, 4), quienes coinciden en indicar una disminución significativa de los achenios por capítulo cuando se aumenta la densidad de plantas/ha.

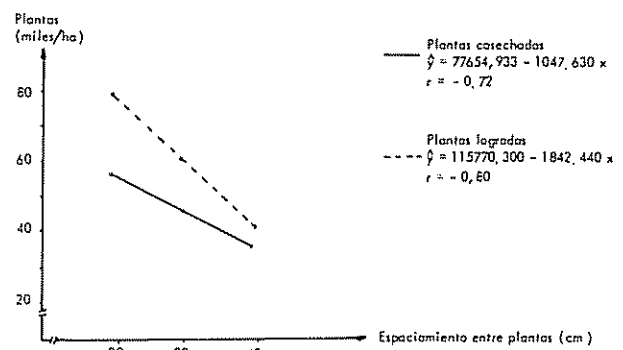


Fig. 4. Relación entre el número de plantas logradas y el de cosechadas, con el espaciamiento entre plantas dentro de la línea de siembra. Cultivar Cargill S.500.

El peso de 1 000 aquenios está determinado tanto por la distancia entre surcos como por el espaciamiento entre plantas. Probablemente este comportamiento esté correlacionado con la mayor relación diámetro del capítulo/aquenio observada en los tratamientos con menor densidad. Idénticos resultados encontraron Johnson y Marchant (5), Vijayalaksmi *et al* (16), Miller y Fick (7), Radford (10), Cholaky *et al* (3, 4), Alvarez *et al.* (1) y Thompson (14), quienes trabajaron con similares poblaciones de plantas/ha.

Los resultados del vuelco y quebrado de tallos ratifican lo observado en cultivos comerciales. Las lluvias de verano, que coinciden con el llenado de granos o madurez fisiológica, frecuentemente vienen acompañadas de vientos arrachados que provocan el vuelco de las plantas por falta de suficiente base de sustentación ("descalce") o el quebrado de tallos como consecuencia de una insuficiente elasticidad. Estos dos problemas fueron observados más reiteradamente en las siembras densas y con los cultivares de mayor altura. Cholaky *et al.* (3) también notaron que las poblaciones más densas produjeron tallos con menor diámetro y mayor porcentaje de vuelco.

La altura de plantas mostró escasas variaciones, tanto para la distancia entre surcos como para el espaciamiento entre plantas. Esta observación concuerda con lo señalado por Johnson y Marchant (5) y Cholaky *et al.* (3, 4).

Con respecto a la pérdida de plantas, debe tenerse en cuenta que aquí están consideradas todas aquellas que no llegan a formar granos (aquenios) y sus causas principales son muerte (por enfermedad) antes de la floración, enanismo, vuelco y quebrado de tallos u otros, o también plantas débiles originadas por sombreado, que si bien llegan a florecer poseen un capítulo incompletamente desarrollado y vano. Estas observaciones coinciden con Remussi *et al.* (11), Saumel *et al.* (12), Pereyra *et al.* (9) y Schelotto (13). Sin embargo, Thompson (14), trabajando con densidades de 40 a 140 000 plantas/ha encontró escasas pérdidas para la mayor población (5%).

Conclusiones

De los resultados obtenidos en esta experiencia se puede concluir que el cultivar Cargill Super 500 posee una alta capacidad de adaptación frente a diferentes densidades y distribución de plantas, demostrando que es capaz de compensar su producción por planta para mantener estable el rendimiento en un amplio rango de plantas/ha (35 000 a 100 000). Por otro lado, el número de aquenios/capítulo y el peso

de los mismos responden positivamente al aumento del espaciamiento entre surcos y entre plantas.

El vuelco y quebrado de tallos es función del espaciamiento entre plantas y entre surcos, aumentando a medida que se acortan los entresurcos y las distancias entre plantas. En cambio la altura de plantas no depende de su distribución (distancia entre surcos y entre plantas).

Resumen

Se llevó a cabo un experimento con girasol para evaluar la influencia de dos distancias entre surcos (50 y 70 cm) y tres espaciamientos entre plantas (20, 30 y 40 cm) sobre el rendimiento de semilla, componentes del rendimiento, vuelco y quebrado de tallos y pérdida de plantas. Se usó el cultivar Cargill Super 500 y el experimento se realizó en un suelo Argiudol típico, Serie Rafaela. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con cinco repeticiones y un arreglo factorial de los tratamientos.

El análisis estadístico no mostró interacción significativa entre los dos factores considerados para todos los caracteres mencionados anteriormente. El análisis de las medias del rendimiento en semillas (aquenios) no mostró diferencias entre surcos y entre plantas.

El peso promedio de 1 000 aquenios mostró una marcada diferencia entre la distancia entre surcos: a mayor distancia mayor peso promedio. También se encontró una relación lineal del peso de 1 000 aquenios sobre la distancia entre plantas, la cual establece un aumento directamente proporcional en el peso cuando esta variable se incrementa.

El número de aquenios/capítulo aumentó significativamente cuando se amplió la distancia entre surcos. Similarmente, los aquenios/capítulo aumentaron cuando se amplió el espaciamiento entre plantas, pudiéndose ajustar una relación lineal que establece un aumento directamente proporcional cuando crece la distancia entre plantas.

El vuelco y quebrado de tallos decreció considerablemente no sólo cuando se amplió la distancia entre surcos sino también cuando el espaciamiento entre plantas fue mayor. La regresión lineal del vuelco y quebrado de tallos sobre el espaciamiento entre plantas fue significativa. La altura de plantas no fue afectada por los tratamientos.

La pérdida de plantas fue también computada usando la diferencia entre las plantas logradas y las cosechadas en los distintos tratamientos. Se observó que la mayor pérdida ocurrió con la densidad más alta.

Literatura citada

1. ALVAREZ, J.; TRON, R.; LEGASA, A. 1982. Efecto de la densidad de plantas y de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de tres cultivares de girasol. INTA EEA Oliveros. Informe Técnico No. 29. 6 p.
2. CARDINALI, F.; PEREYRA, V.; FARIZO, C. 1982. Comportamiento del girasol en el centro sudeste de Buenos Aires. Círculo de Ingenieros Agrónomos de Mar del Plata. Reunión de Actualización Técnica en Producción de Girasol. p. 33-35.
3. CHOLAKY, L.; GIAYETTO, O.; SGARLATTIA, J. 1981. Influencia de la población de plantas sobre el desarrollo y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) Universidad Nacional de Río Cuarto. Rev. Vol. 1 No. 1:3-14.
4. CHOLAKY, L.; GIAYETTO, O.; NEUMANN, E. 1983. Población de plantas de girasol: efectos sobre el desarrollo, morfología y rendimiento y sus componentes. INTA EERA Manfredi. Oleico No. 21:7-18.
5. JOHNSON, B.; MARCHANT, W. 1973. Sunflower research in Georgia. Univ. of Georgia Coll. of Agric. Exp. St. Res. Bull. 126. 36 p.
6. MARTI, A. 1983. Comportamiento de cultivares comerciales de girasol en la Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela. INTA EERA Rafaela. Inf. para Ext. No. 50. 7 p.
7. MILLER, J.; FICK, G. 1978. Influence of plant population on performance of sunflower hybrids. Canadian Journal of Plant Science 58. No. 3:597-600.
8. MOSCONI, F.; HEIN, N.; PANIGATTI, J. 1982. Mapa detallado de suelos de la Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela. INTA EERA Rafaela. Public. Misc. No. 13. 36 p.
9. PEREYRA, B.; BELTRANO, J.; ORIOLI, G. 1977. Densidad de siembra y producción en cultivos de girasol. IADO. Tercera Reunión Nacional de Girasol. p. 127-131.
10. RADFORD, B. 1978. Plant population and row spacing for irrigated and rainfed oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) on the Darling Downs. Australian Journal of Experimental Agriculture and Husbandry Vol. 18. No. 90: 135-142.
11. REMUSSI, E.; SAUMELL, H.; VIDAL APONTE, G. 1974. Efectos de la uniformidad de siembra de girasol. IADO. Segunda Reunión Nacional de Girasol. Buenos Aires. p. 23-28.
12. SAUMELL, H.; REMUSSI, E.; VIDAL APONTE, G. 1974. Efectos de la densidad de siembra en girasol. IADO. Segunda Reunión Nacional de Girasol. Buenos Aires. p. 29-44.
13. SCHELOTTO, A. G. 1979. Influencia de la densidad de siembra sobre el rendimiento de girasol. INTA EERA Balcarce. Reunión de Actualización en Producción de Girasol. p/s/n.
14. THOMPSON, J. 1982. Influence of plant population on phasic development, growth, yield and water use of irrigated sunflower. Aust. Sunflower Ass. Proceeding of the X^a Int. Sunf. Conference. Queensland. Australia. p. 67-69.
15. VEGA, M.A. y QUAINO, O.R. 1984. Efecto del espaciamiento entre surcos y entre plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.). I. Cultivar de ciclo corto (en prensa).
16. VIJAYALAKSHMI, K.; SANGHI, N.; PELTON, W. and ANDERSON, C. 1975. Effects of plant population and row spacing on sunflower agronomy. Canadian Journal Plant Science 55(2):491-499.
17. VRANCEANU, A. 1977. El Girasol. Edit. Mundi. Madrid. 397 p.

Resumen

Un serio problema enfrentado en los programas de mejoramiento, utilizando los métodos convencionales, es el tiempo que se gasta en la producción de una nueva variedad en larga escala.

Cultivos de tejidos pueden ser utilizados para solucionar este problema. En este trabajo, ápices de caña de azúcar (var. NA56-79) con cerca de 2 mm fueron desarrollados en brotes y después multiplicados en un medio líquido conteniendo citoquinina (MP II), sin agitación.

Los ápices en MP II, desarrollados en brotes con 2-3 por hijos sin cualquier formación de raíces, provocarán una mejoría en la etapa de multiplicación. El número de brotes producidos por medio de este método fue de siete veces más que aquel reportado anteriormente por Lee.

El enraizamiento fue obtenido por medio de trasplante directo de los brotes para vermiculita, en invernadero a 24-32°C y humedad relativa de 70-90%. El apareamiento de raíces se dio, en general, después de una semana, siendo la tasa de sobrevivencia superior a 80%.

Las plantas producidas mediante este método eran similares a las plantas-madres, excepto por el hecho de que las plantas derivadas de culturas de ápices son más vigorosas. Actualmente se están llevando a cabo comparaciones de productividad entre plantas derivadas de culturas de ápices y sus plantas-madres.

Introduction

The rapid multiplication of sugarcane has long been considered a serious challenge in sugarcane breeding programs. Usually after 10 to 15 years of intense work to complete a selection cycle, a new and better variety can be released only several years later, when enough seedcane are obtained.

The time spent for this multiplication is considered a serious economic loss, principally in view of the higher yields that would be obtained by planting the new variety on a large commercial scale. It is also quite possible that the new variety could be entering its degenerative cycle earlier, because of the continued contamination which occurs during the multiplication stage in the open field.

¹ Received for publication in September, 1986.

The author wishes to express his thanks to Dr. L. Sodek for his suggestions and revision of this manuscript. Thanks are also due to Miss S. Perissatto and Miss L. T. Picollo for their technical assistance. The cooperation of Mrs. M. F. F. Mazetto is also appreciated.

* Head, Physiology Section – PLANALSUCAR – Institute of Sugar and Alcohol, Caixa Postal 153 – 13 600 – Araras SP – Brasil.

Tissue culture has been used for multiplication of ornamental plants. The method, known as micropropagation, usually starts with the apex (shoot-tip) of the plant in order to obtain the same genotypical plant as the original. Callus culture, which can also be used to obtain plants through somatic embryogenesis, is not recommended since it has been proven that variation occurs frequently in this process (4).

Sugarcane micropropagation has been reported by Barba *et al.* (1), Hendre *et al.* (2) and Lee (3). The method reported by Barba *et al.* (1), using callus culture with the addition of 2,4-D, is recommended more as a supplemental method of breeding than as a mass propagation procedure. The methods used by Hendre *et al.* (2) and by Lee (3) were apex culture. The shaking procedure used by Hendre *et al.* (2) is omitted by Lee (3), since this procedure is not economically feasible and the method caused more browning of the material. A comparison of theoretical and actual production of plants through this procedure was also reported by Lee (3).

This paper describes a modified method which proved to be more efficient than the one reported before by Lee (3).

Material and methods

Sugarcane plants, variety NA56-79, were obtained from the experimental station of the Institute of Sugar and Alcohol (IAA), in Araras-SP, Brasil. Single buds were sterilized by 20% QBoa (commercial sodium hypochlorite solution) for 40 minutes, washed with water and planted in vermiculite in a growth chamber at 30°C for 20-30 days.

When the seedlings were about 20-25 cm tall, stem segments of about 3 cm, together with the apex, were excised. They were first immersed in 70% alcohol for one minute and then sterilized in 20% QBoa solution for 20 minutes. The segments were then washed 3 times with water under sterile conditions and the apex, including the meristem tip and 2-3 leaf primordia, were excised with the help of a stereoscope. The size of the dissected apex was 1 mm in diameter and 2-3 mm in length. The apices were transferred to test tubes containing 20 ml of different liquid media with filter paper as the support (3).

Seven types of media were tested (Figure 1 and Table 1). MP I and MP II media are those described by Lee (3). Half strength MS is a medium without any other additives, and 1/2 MS + Sucrose has an additional 20 g/l of sucrose.

Semi-solid medium was prepared by adding 8 g/l of agar to the liquid medium. All media were adjusted to a pH of 5.8 prior to autoclaving (121°C - 30 minutes).

Multiplication was done using only MP II medium as described previously (3).

Development of the apex in these media was conducted in a growth room with a 16 hour photo-

period and 3 000 lux light intensity measured 20 cm above the cultures with a standard luxmeter. The temperature in this growth room ranged from 24-30°C during a day cycle. Growth of apex was measured at regular intervals. The resulting shoots were transplanted into paper cups containing vermiculite and transferred to the glasshouse under conditions previously described (3, 5). All the data are averages of at least 20 replications.

Results and discussion

As may be seen in Fig. 1 and Table 1, the best development of apex occurred in MP I liquid medium while in MP II liquid medium they also grew well, but at a slower rate after 10 days. Medium with 1/2 MS salts was not suitable for apex development, while the addition of sucrose only slightly promoted its growth. Semi-solid medium is definitely detrimental to the development of sugarcane apices.

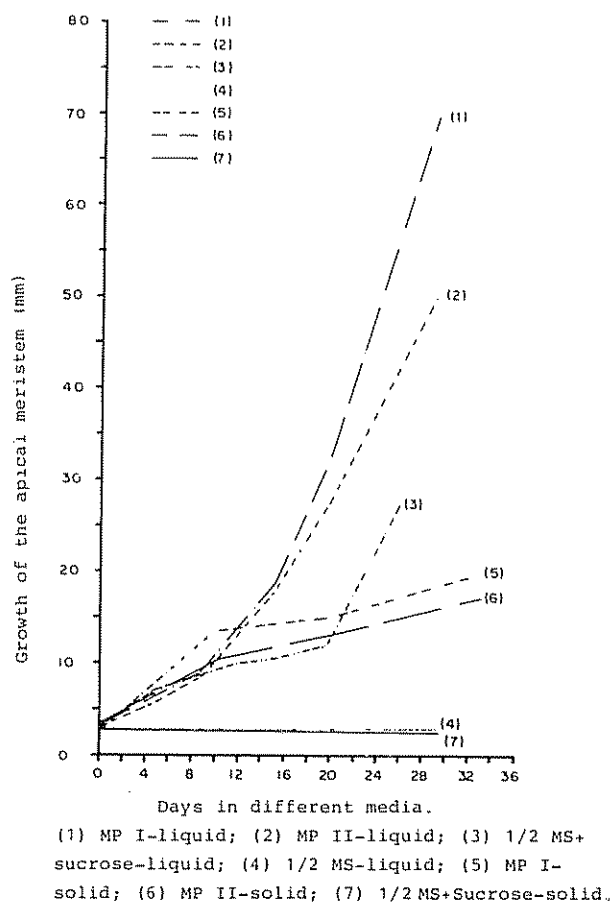


Fig. 1. Development of the apical meristem of sugarcane in different media.

Table 1. Effect of the medium on development of the apex of sugarcane (25 days in medium).

Medium tested	% Apex not developed	% Developed shoots with formed root	% Developed shoots with tillers
1 MP I-liquid	11	83	7
2 MP II-liquid	15	1	71
3 1/2 MS + Sucrose-liquid	59	40	0
4 1/2 MS-liquid	100	0	0
5 MP I-solid	89	0	0
6 MP II-solid	71	0	0
7 1/2 MS + Sucrose-solid	100	0	0

The shoots developed from apices cultured on both MP I and 1/2 MS + Sucrose medium normally formed roots after 25 days, whereas those cultured on MP II medium usually resulted in shoots with 2-3 tillers but without roots.

Table 2 shows the effect of shoot size on multiplication rate. In MP I, a shoot size of around 5 cm gives the best results, while in MP II a larger size, around 7 cm, produced the highest rate. The developing apex age (shoot age) also influenced the multiplication rate (Table 3). In MP I, younger shoots 25 to 27 days old multiplied better than the older shoots (more than 29 days in age). In contrast to this, in MP II an older shoot around 29 days old gave better results. It was found during this study that shoots with roots multiplied less than those without roots. The greater the number of roots formed, the lower was the multiplication rate.

Table 4 shows the multiplication rate of the apex developed shoots in MP II. Only those shoots derived from MP I and MP II media were used, since these two media gave the best growth rate and survival percentage.

Shoots derived from MP I-developed apices, gave a multiplication rate of 4 when first transferred to the multiplication medium (MP II). The rate increased to 6 in the second and third passages. The apices which were grown in MP II usually developed into shoots with about 2 tillers. In the first multiplication, each of these apices developed a stool comprised of about 20 shoots. The multiplication rate is reduced to 9 when each of these 20 shoots was separated and individually multiplied. On the third multiplication stage, the rate became similar between shoots originally developed in MP I and MP II.

The calculated number of shoots produced under these two systems, after 3 multiplication stages, was 144 per apex developed in MP I, compared with 1 080 for MP II. Since the multiplicable shoots are usually 50-60% of the total shoots produced each time, the real number of shoots produced is much less, although the second system again gives about 7 times more shoots after 3 multiplication stages.

Shoots produced by these two systems are similar in size after the second multiplication. The rate also becomes similar after this stage. At present, a field

Table 2. Effect of shoot size developed in different media on the multiplication rate (var. NA56-79).

Type of medium for apex development	Initial size of shoot (cm)	Multiplication Rate (MP II _{1x})	% Size plant produced (> 5 cm, < 5 cm, initial)			
MP I	0-3	(2.80)	5.57	54	23	23
	3-6	(4.58)	6.00	54	24	22
	6-9	(7.81)	5.00	67	7	26
	9-12	(10.10)	2.66	75	0	25
	12-15	(13.75)	3.00	83	0	17
MP II	0-3	(2.09)	14.30	37	44	19
	3-6	(3.35)	15.50	10	71	19
	6-9	(7.46)	21.66	60	29	11
	9-12	(10.25)	20.00	74	23	3

trial is in progress in order to compare the productivity of the material obtained by the culture system with that of the mother plant

The micropropagation of sugarcane plants described here has several practical advantages over the other culture methods. It precludes the need to use a shaker and averts the frequent changes of medium during the initial stage (2). Furthermore, it was necessary to prepare only one medium both for apex development and for multiplication. Unpublished data by this author also indicate that it is possible to omit the use of coconut milk in the MP II medium.

The importance of rapid propagation of sugarcane was described very clearly by Hendre *et al.* (2) and Lee (3).

The rooting medium which was used by Hendre *et al.* (2) in the last stage, before the shoots were transplanted to the glasshouse, was also omitted. During this work, the unrooted shoots were routinely transplanted directly into vermiculite and transferred to the glasshouse without any problems. The survival rate was usually more than 80% (3, 5).

Table 3: Effect of shoot age developed in different media on the multiplication rate (var. NA56-79).

Type of medium for apex development	Shoot age (Days)	Multiplication rate (MP II _{1x})	% Size plant produced (> 5 cm, < 5 cm, initial)		
			> 5 cm	< 5 cm	initial
MP I	25	5.90	63	9	28
	27	6.70	52	25	22
	29	4.00	62	19	19
	36	3.35	58	15	27
	38	3.00	67	25	8
MP II	25	9.00	52	30	18
	27	12.60	64	22	14
	29	20.81	44	44	12
	36	11.25	51	36	13
	38	8.00	63	30	7

Table 4. Multiplication of sugarcane, variety NA56-79.

Culture stage	Interval per passage (days)	Multiplication rate		Calculated No. of shoots recovered		% Multiplicable shoots*		Minimum actual No. shoots recovered	
		MP I (1)	MP II (2)	MP I (1)	MP II (2)	MP I (1)	MP II (2)	MP I (1)	MP II (2)
Apex developed in MP I and MP II	30	1 : 1	1 : 1 ^{3**}	1	1	100	100	1	1
1st Multiplicat.	15	1 : 4	1 : 20	4	20	53	44	2	9
2nd Multiplicat.	15	1 : 6	1 : 9	24	180	51	51	6	41
3rd Multiplicat.	15	1 : 6	1 : 6	144	1 080	59	58	21	143

* Multiplicable shoots signifies shoots with a size equal to or larger than 5 cm, which could be used immediately for the multiplication process

** The multiplication rate in the first stage, when the apex is still developing, actually is about 3. Since the shoots were not separated individually when passed through the first multiplication, the multiplication rate was considered as 1 : 1 instead of 1 : 3

1 Apex developed into shoot in MP I.

2 Apex developed into shoot in MP II.

Resumo

Um sério problema enfrentado pelos programas de melhoramento, é o tempo gasto na produção de uma nova variedade em grande escala

A cultura de tecidos pode ser utilizada para resolver este problema. Neste trabalho, ápices de cana-de-açúcar (var NA56-79) com cerca de 2 mm foram desenvolvidos em brotos e depois multiplicados em meio líquido contendo citoquinina (MP II), sem agitação

Os ápices em MP II, desenvolvidos em brotos com 2-3 perfilhos sem qualquer formação de raízes, provocaram melhoria na taxa de multiplicação. O número de brotos produzidos através deste método foi 7 vezes maior do que aquele relatado anteriormente por Lee (3)

O enraizamento foi obtido através do transplante direto dos brotos para vermiculita, em casa de vegetação a 24-32°C e umidade relativa de 70-90%. O aparecimento de raízes deu-se, em geral, depois de uma semana, sendo a taxa de sobrevivência superior a 80%

As plantas produzidas através deste método eram semelhantes às plantas-mãe, exceto pelo fato das plantas derivadas de cultura de ápices serem mais vigorosas

Atualmente está-se desenvolvendo comparação de produtividade entre plantas derivadas de cultura de ápices e suas plantas-mãe.

Literature cited

1. BARBA, R.C.; ZAMORA, A.B.; MALLION, A.K.; LINGA, C.K. 1977. Sugarcane tissue culture research. In Congress of the International Society of Sugarcane Technologists (16, 1977, São Paulo, Bra.). Proceedings p. 843-863.
2. HENDRE, R.R.; IYER, R.S.; KOTWAL, M.; KHUSPE, S.S.; MASCARENHAS, A.F. 1983. Rapid multiplication of sugarcane by tissue culture. Sugar Cane No. 1:5-8.
3. LEE, T.S.G. 1984. Micropapagação de cana-de-açúcar através de cultura de meristema apical. *Saccharum* 7(35):36-39.
4. LEE, T.S.G. 1984. Obtenção de variedades melhoradas através da técnica de cultura de tecidos. In Congresso Nacional da STAB (3, 1984, São Paulo, Bra.). Proceedings p. 180-182.
5. LEE, T.S.G.; BACCHI, O.O.S. 1984. Improved rooting of differentiated shoots from sugarcane callus tissue. *Turrialba* 34(4):481-484.

Notas y comentarios

Plantas que prestan genes a las bacterias fijadoras de nitrógeno

Si la ingeniería genética pudiese descubrir cómo las bacterias convierten el nitrógeno de la atmósfera en amonio, podría entonces ser capaz de proveer a los agricultores con semillas de cultivos que se fertilizan a sí mismos. Hay ciertas bacterias que viven en estrecha armonía con plantas leguminosas. Las plantas suministran nódulos en sus raíces para que las bacterias se aposenten en ellos, y las bacterias (*Rhizobium* y otras de la misma familia) fijan el nitrógeno del aire y así proveen a las plantas con un suministro continuo de fertilizante nitrogenado.

Si tales bacterias pudieran ser persuadidas a asociarse con otras plantas cultivadas, tales como papas y trigo, los agricultores podrían ahorrar mucho en fertilizar sus campos. Desgraciadamente, la simbiosis entre bacteria y hospedante es muy complicada. La planta produce un tipo de hemoglobina llamada leghemoglobina para proveer el oxígeno que el *Rhizobium* necesita (*Nature*, vol. 321, p. 669), y la bacteria fabrica la enzima nitrogenasa, que convierte el nitrógeno en amonio. Ahora, dos investigadores de los Estados Unidos han encontrado que la relación entre bacteria y planta es todavía más estrecha. La bacteria simbiótica, afirman ellos, ha adquirido algo de su material genético de su hospedante leguminoso.

En el proceso de fijación del nitrógeno, el amonio recién manufacturado es introducido al metabolismo de una bacteria o de una planta mediante una combinación con el aminoácido glutamato. Este paso esencial es catalizado por la enzima glutamina-sintetasa. Todd Carlson y Berry Chelm, de la Universidad del Estado de Michigan, en East Lansing, encontraron que el *Rhizobium* y sus aliados eran únicos en más cosas que su capacidad de formar nódulos en leguminosas. Producen también dos tipos de glutamina-sintetasa (*Nature*, vol. 322, p. 568). Una forma de la enzima se parece a la producida por las bacterias normales, pero el segundo tipo es distinto en su estructura y en la manera en que es modificada por la bacteria.

Chelm y Carlson extrajeron la enzima (llamada glutamina-sintetasa II, GS2) de cultivos de *Bradyrhizobium japonicum*, la bacteria simbiótica en la soya (*Glycine max*). Entonces aislaron el gen que codifica a GS2 y determinaron su secuencia en el DNA, lo que les dio la estructura de la proteína. Esta proteína resultó tener una estructura similar a la

glutamina-sintetasa producida por las plantas de soya. Cerca de la mitad de las posiciones de aminoácidos en el *Bradyrhizobium* GS2 son idénticas a aquéllas en las enzimas elaboradas por las leguminosas y otras plantas. Pero el GS2 no se parecía a la glutamina-sintetasa hecha por *Anabaena*, una alga verde-azul que fija también el nitrógeno. Así, este segundo tipo de enzima GS no es esencial a la fijación del nitrógeno.

Carson y Chelm concluyen que el antecesor de las bacterias fijadoras del nitrógeno adquirieron el gen de su segunda glutamina-sintetasa de una planta hospedante. Es interesante que los genes GS de las plantas contienen "intrones", las secciones no codificadas del DNA, que actúan como espaciadores entre las partes codificadas del gen, mientras que el gen de *Bradyrhizobium*, al igual que todos los otros genes bacterianos conocidos, no tiene intrones (*New Scientist*, 26 junio 1986, p. 34).

Esta transferencia de un gen de una planta a una bacteria (el primer ejemplo de tal traspaso) fue supuestamente ejecutada accidentalmente, posiblemente por un virus. Sin embargo, la familia entera posee ahora los dos tipos de glutamina-sintetasa. Los investigadores creen que el GS2 no es esencial para la nitrificación, así que la pregunta es ¿por qué la bacteria la ha conservado durante incontables generaciones? Los autores sugieren que esta enzima "prestada" debe tener alguna significación para la bacteria.

Este hallazgo puede reforzar algo la teoría, sostenida desde hace años por una esforzada científica, Lynn Margulis, de que los primeros organismos multicelulares se originaron de simbiosis de dos organismos monocelulares, lo que había adelantado ya en un artículo titulado "Origen de las células mitóticas" (*J. Theor. Biol.*, 1967) y en su primer libro "Origen de las células eucarióticas" (Yale University Press, 1970). La historia de como sus ideas van adquiriendo aceptación e importancia en el mundo científico es relatado en sendos artículos de Evelyn Fox Keller (*New Scientist*, 3-VI-86, p. 46) y de G. Kite (*New Scientist*, 3-VII-86, p. 50), pero esta fascinante lucha por sus ideas de esta esforzada visionaria de la ciencia no es para contarla en esta breve nota.

Volviendo al tema de la nota, se puede concluir que este descubrimiento sobre las bacterias fijadoras del nitrógeno complica las cosas en vez de simplificarlas. Así que, el que se pueda o no adaptar la fijación del nitrógeno del tipo *Rhizobium* para cultivos no leguminosos, sigue siendo una incógnita abierta. A. G.

INFLUENCIAS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DE LA EPOCA DE
PLANTACION SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE TUBERCULOS DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) SIMIENTE¹ /

A.R. ESCANDE*
D.O. CALDIZ**
J.C. RODRIGUEZ*

Summary

The effects of three planting dates and five different storage systems (silo, S; heap silo, MS, heaps in refrigerated storehouse, MF; field heaps, MP; field heaps with diffuse light treatment, MPLD) on the productivity of seed potatoes of three varieties (Bonaevense La Ballenera MAA, Sierra Volcán INTA and Spunta) were studied.

Harvest was 60 days after natural foliage death, after discarding externally damaged, rotten and excessively small tubers, the seed potatoes were kept for seven and nine months in the aforementioned systems. Weight loss, sprouting and physiological aging were reduced in the more controlled environments of S, MS and MF.

Excepting the varieties Sierra Volcán INTA and Spunta that were stored in MP until the third planting date, it was observed that ambient conditions during crop growth exerted greater influence on the final yield than the type of storage system employed.

The utilization of diffuse light (PMLD) during the three months prior to planting extended the effective storage period and increased viability and yield, as compared with MP.

Introducción

Una vez cosechados los productos vegetales deben ser conservados en un ambiente adecuado que permita reducir las pérdidas al mínimo. En ciertos casos se puede aumentar fácilmente el volu-

men de tubérculos destinado al mercado por medio de la reducción en las pérdidas postcosecha, más que mediante incrementos en la producción (7). En Panamá las pérdidas postcosecha alcanzaban al 50% de los tubérculos y se redujo en forma notable mediante un adecuado sistema de almacenamiento (25).

¹ Recibido para publicación el 2 de diciembre de 1985. Este trabajo fue financiado parcialmente por el INTA (Plan 29:2400) y por el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires a través del Programa "Ecofisiología de Papa". Los autores agradecen a los Sres. O. Gerpé, E.R. Atlante y C. Bañuelos la colaboración brindada durante el desarrollo del trabajo y a la Sección Estadística del INTA, EEA Balcarce por el análisis de los datos. Durante el presente trabajo D.O. Caldiz recibió apoyo del CONICET a través del PRINFIVE (CONICET-UNLP)

* INTA, EEA Balcarce CC 276, 7620 Balcarce, Argentina.

** Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía, UNLP. CC 31, 1900 La Plata, Argentina.

Así como los tubérculos responden, durante el período de crecimiento, a las variaciones del ambiente que los rodea (15), y modifican en consecuencia su ritmo de crecimiento, durante la conservación establecen un equilibrio dinámico con el ambiente de almacenamiento (3). Por lo tanto los cambios de temperatura, humedad y movimiento del aire producirán una respuesta, que será mayor cuanto mayores sean las modificaciones del entorno (10). Estas respuestas implican pérdidas de peso por brotación, respiración y evaporación y modificaciones en la edad fisiológica de la simiente, que serán mayores cuanto mayor sea la temperatura (6) y la longitud del período de conservación (12).

Estas consideraciones previas adquieren particular importancia en ciertas zonas productoras de papa semitardía de Argentina, dado que los tubérculos destinados a nuevas plantaciones deben ser conservados por períodos de siete a ocho meses (4), lo cual determina un mayor riesgo para que lleguen al momento de la plantación en condiciones fitosanitarias y fisiológicas adecuadas, más aún cuando se almacenan en el tradicional sistema de "pilas a campo", donde no es posible controlar las condiciones del ambiente.

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del sistema de conservación y de la época de plantación sobre las pérdidas de peso, la brotación, la edad fisiológica y la productividad de los tubérculos simiente, cuando el periodo de conservación fluctúa entre siete y nueve meses.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante la campaña agrícola 1982/1983 en el establecimiento "La Jacinta", partido de Coronel Suárez, Provincia de Buenos Aires, Argentina, situado a 37°30' L.S y 61°57' L.O. a 185 m sobre el nivel del mar.

Se utilizó tubérculos de *Solanum tuberosum* spp *tuberosum* cv. Spunta (corto periodo de dormición), cv. Bonaerense La Ballenera MAA, (Ballenera MAA) (periodo de dormición intermedio) y cv. Sierra volcán (largo periodo de dormición), los que fueron almacenados según la secuencia que se detalla en la Fig. 1.

Los tubérculos fueron colectados con una cosechadora integral 60 días después de la muerte natural del follaje y volcados en los extremos del lote cosechado, cubriéndolos con una capa de paja de maíz (*Zea mays* L.) de 0.10 m de espesor ("montones"). Luego de 29 días de conservación en los citados montones, los tubérculos de las secuencias MP, MF y MS fueron clasificados para eliminar aquellos con podre-

dumbres, y transferidos a Pila, Frigorífico o Silo, respectivamente. El frigorífico utilizado era un lugar estanco, donde se conservó los tubérculos en bolsas, a una temperatura de 3° +/- 1°C. El silo empleado tenía un equipo de refrigeración convencional y ventiladores que permitían el ingreso de aire desde el exterior, así como su distribución a través de canales

Setenta y ocho días después de colocar los tubérculos en la pila una parte de los mismos fue transferida a cajones de madera, los que fueron completados con dos capas de tubérculos. Los cajones tenían tacos en sus esquinas, los que al apilarlos permitían que la luz indirecta del sol alcanzara los tubérculos, y ranuras en su base que favorecían la aireación por convección natural.

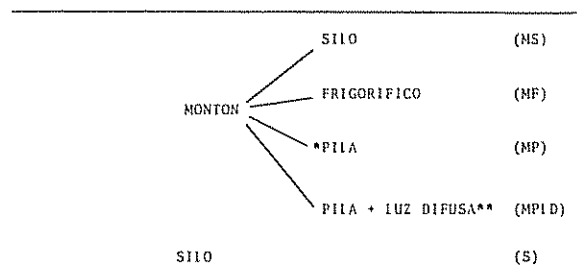
Los tubérculos almacenados en el sistema S ingresaron al silo inmediatamente después de la cosecha; allí se secaron durante 24 horas mediante el ingreso de aire externo frío y en los 14 días siguientes se les mantuvo a 15°C y 95% de humedad relativa. Luego se bajó la temperatura a razón de 1°C por día, hasta alcanzar 3°C, manteniendo el nivel de humedad relativa. Previo al retiro de los tubérculos del silo, la temperatura se elevó a razón de 1°C diario hasta alcanzar 10°C luego de una semana.

Los tubérculos almacenados en los sistemas MS y MF fueron ingresados a un ambiente con 3°C. En este último sistema los tubérculos sufrieron un nuevo cambio brusco de temperatura, al egreso, mientras que aquéllos conservados en MS experimentaron un incremento gradual de la temperatura, tal como en S. Salvo en el frigorífico, en el resto de los sistemas los tubérculos se conservaron a granel.

Para las evaluaciones de pérdidas de peso y pudriciones sólo se trabajó con los cultivares Spunta y Ballenera MAA. Los tubérculos para las muestras de pila y silo fueron envasados en bolsas de red de nylon, de malla abierta, de 20 y 25 kg respectivamente, en tanto que las muestras del frigorífico se conservaron en bolsas de polipropileno de malla cerrada y capacidad similar a las descritas.

Se evaluó las pérdidas de peso considerando las causadas por evaporación, respiración y brotación en conjunto y las pérdidas por pudrición y golpes, mediante la determinación de la cantidad de tubérculos comercializables al final del periodo de almacenamiento.

Para el estudio de las pérdidas de peso, inmediatamente después de la cosecha se completó por cada tratamiento, cuatro bolsas con 20 kg de tubérculos sanos (100-200 g) y se contó el número de los mismos



* Indica la realización de un desbrote

** Sólo para los cultivares Spunta y Ballenera MAA.

Fig. 1. Sistemas de almacenamiento utilizados.

con el objeto de reemplazarlos o estimar su peso en caso de pudriciones. El contenido fue pesado a los 30 días, al pasar los tubérculos de los montones a cada uno de los sistemas respectivos y al finalizar el período de almacenamiento. Los tubérculos y los brotes fueron pesados en forma separada, con una precisión de 10 g.

Para conocer el estado sanitario de los tubérculos se realizó una evaluación denominada "inicial", antes de seleccionarlos por su aspecto externo para su pasaje a los montones o su ingreso al silo. Para ello se tomó 10 muestras de 25 kg, elegidos al azar; se cortaron en la zona de inserción del estolón y en los sitios con síntomas y se clasificaron en sanos, con pudrición seca, con pudrición húmeda, con coloración de anillo vascular y dañados por golpes.

Para estudiar la edad fisiológica de los tubérculos se siguió la metodología de Claver (9), determinando la duración del período desde la fecha de probable plantación hasta la nueva formación de tubérculos sobre los brotes. Se utilizó 25 tubérculos, tomados al azar, por cada tratamiento.

Para determinar el valor simiente de los tubérculos se realizó una plantación a campo, en tres épocas, donde se determinó el número de plantas logradas (%) y el rendimiento. Los tubérculos fueron cortados y sumergidos durante tres minutos en una suspensión de 167 g de Tiabendazol en 100 litros de agua. Luego se les dejó secar, a la sombra por un período mínimo de seis horas.

Las plantaciones fueron realizadas el 15 de octubre, el 10 de noviembre y el 3 de diciembre con una máquina de cangilones, en parcelas de ocho surcos de seis metros de largo, en un diseño totalmente aleatorizado con ocho repeticiones. La distancia de plantación fue de 0.75 metros entre surcos y 0.18 m entre plantas en el surco. La alimentación de los cangilones fue manual y cada uno de ellos transportó un solo corte.

A partir del 24 de diciembre se regó la plantación cada 8-10 días con el equivalente a 40 mm. En la Figura 2 se consigna, además, las precipitaciones durante el ciclo de cultivo. El control de plagas, enfermedades y malezas se realizó como se acostumbra, en tanto que la cosecha se efectuó con una arrancadora de disco y posterior recolección manual, sobre los seis surcos centrales de cada parcela.

Los datos de cada uno de los parámetros evaluados fueron analizados por un análisis de varianza y los promedios comparados según Tukey ($P < 0.05$). Fueron realizados, además, las correlaciones entre el nú-

mero de plantas y el rendimiento, y entre estas variables y la edad fisiológica de los tubérculos.

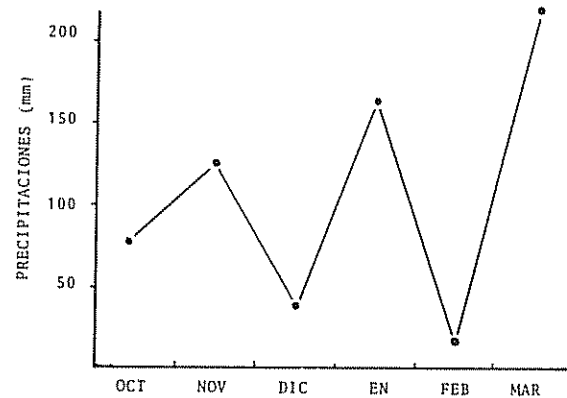


Fig. 2. Precipitaciones durante el ciclo de cultivo.

Resultados y discusión

Bajo las condiciones en que se ejecutó esta investigación no se registró enfermedades que incidieran sobre la calidad de los tubérculos, aunque experiencias previas (11) han demostrado que, en Argentina, las mermas por pudriciones son importantes durante el almacenamiento.

Las pérdidas de peso fueron menores cuando los tubérculos se conservaron en condiciones controladas (Cuadro 1). La tendencia de que en S éstas fueran aún más reducidas se debió probablemente a la mayor velocidad con que se produjo la suberización, favorecida por la alta humedad relativa y por la temperatura mantenida en el silo al inicio del período de almacenamiento (29); resultados similares encontraron Caldiz *et al.* (4) utilizando el cultivar Spunta. El almacenamiento en la secuencia MP produjo pérdidas de peso similares a la encontradas por Radtke y Escande (22). Los tubérculos del cultivar Spunta perdieron más peso que los de Ballenera, lo que puede atribuirse a la mayor brotación de los primeros y no a diferencias varietales en la velocidad de evaporación, pues cuando los tubérculos de ambos cultivares se conservaron en MF y no brotaron las pérdidas de peso fueron similares. La citada mayor brotación de Spunta es la que también determinó las diferencias en el volumen de tubérculos comercializables (Cuadro 1), dado que la pérdida de agua es mayor a través de los brotes que a través de la peridermis del tubérculo (23).

En líneas generales, los resultados obtenidos confirman el efecto de las temperaturas sobre la edad fisiológica de los tubérculos (Cuadro 2), pues el período de incubación fue más breve para todos los

Cuadro 1. Pérdidas de peso (%), brotación (%) y tubérculos comercializables al finalizar el período de almacenamiento.

Sistema de almacenamiento	Pérdida de peso		Brotación		Total de tubérculos comercializables	
	Spunta	Ballenera	Spunta	Ballenera	Spunta	Ballenera
S	3.9 a	3.7 a	0.07 a	0.05 a	95.6 a	95.7 a
MS	5.5 a	6.1 b	0.23 a	0.06 a	92.6 b	93.3 b
MI	5.5 a	6.2 b	0.00 a	0.00 a	93.1 b	92.4 b
MP	22.4 b	14.7 c	4.87 b	2.92 b	79.1 c	88.6 c

El uso de muestras distintas para la evaluación de estos parámetros determina que en algunos casos la suma de porcentajes exceda el valor 100.

Los promedios de una misma columna, seguidos por letras en común y aquellos unidos por líneas enteras no difieren entre sí.

cultivares cuando los tubérculos se conservaron en MP, donde las temperaturas durante el almacenamiento fueron superiores a las de los restantes sistemas. Estos resultados concuerdan con trabajos previos (4, 24) y comprueban que la edad fisiológica es una consecuencia de una evolución fisiológica bien definida (19) que indica el grado de envejecimiento del tubérculo (30).

Escande *et al.* (12) demostraron que cuando los tubérculos de Sierra Volcán INTA se conservaban en MS se mantenían fisiológicamente más jóvenes que en S, resultados similares a los del presente trabajo. Se desconoce, hasta ahora, las causas del comportamiento de este cultivar. Además, si bien Spunta posee un período de dormición más corto que Sierra Volcán INTA, para cualquier condición de almacenamiento, este último cultivar resultó mucho más sensible al envejecimiento. El cultivar Ballenera MAA, en cambio, resultó el menos sensible y por lo tanto podría ser conservado en MP por mayor tiempo que el resto (Cuadro 2). Estas diferencias entre cultivares fueron encontradas también por Caldiz *et al.* (4) y Reust (24).

El porcentaje de plantas logradas se correlacionó con el menor envejecimiento de los tubérculos sólo en la primera plantación ($r: 0.62$). Cuando los tubérculos se conservaron en MP se logró el menor porcentaje de plantas, lo que podría explicarse por la menor capacidad de suberización de los cortes, motivada por el mayor grado de envejecimiento (17).

El menor número de plantas logradas en la tercera plantación se debió a la escasa disponibilidad de agua en el suelo, en forma inmediata a la plantación, que no favoreció la implantación, y a la mayor sensibilidad de los tubérculos fisiológicamente envejecidos al stress hídrico (20).

Cuando los tubérculos de los cultivares Spunta y Ballenera MAA se conservaron en MPLD, el porcentaje de plantas logradas fue similar que cuando se almacenaron en S, MS o MF (Cuadro 3). Es decir, que cuando el período de almacenamiento se prolongó, el agregado de luz difusa a un sistema sencillo permitió incrementar el porcentaje de plantas logradas.

Svenson y Carlson (26) determinaron que la reducción en el número de plantas producía una dismi-

Cuadro 2. Edad fisiológica de los tubérculos (expresada en días).

Sistema de almacenamiento	Primera plantación			Segunda plantación		
	Ballenera	Spunta	S. Volcán	Ballenera	Spunta	S. Volcán
S	100 a	97 a	52 b	54 a	44 ab	32 b
MS	88 b	87 b	62 a	59 a	45 a	51 a
MI	85 b	83 b	53 b	59 a	37 c	36 b
MP	79 b	62 c	49 b	43 b	39 bc	32 b

Los promedios de una misma columna, seguidos por letras en común y aquellos de cada época y sistema unidos por líneas enteras no difieren entre sí.

Cuadro 3. Plantas logradas por parcela (%).

Sistema de almacenamiento	Plantación	Spunta			Ballenera			Sierra Volcán INTA		
		1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
S		70 a	66 a	56 a	76 a	67 a	50 ab	68 a	58 a	54 a
MS		65 ab	67 a	50 a	66 a	68 a	50 ab	68 a	64 a	54 a
MI		62 bc	65 a	57 a	71 a	63 a	47 b	64 a	73 a	52 a
MP		57 c	66 a	22 b	70 a	66 a	49 b	56 b	57 a	32 b
MPLD		—	—	50 a	—	—	57 a	—	—	—

Los promedios de una misma columna seguidos por letras en común y aquellos de cada cultivar y sistemas unidos por líneas enteras no difieren entre sí

nución en la acumulación de materia seca por el cultivo, lo cual determinaría el rendimiento; en concordancia con estos resultados el rendimiento de tubérculos se correlacionó con el número de plantas ($r: 0.44; 0.34$ y 0.60 para la primera, segunda y tercera plantación, respectivamente). Para la tercera plantación el porcentaje de plantas logradas disminuyó sensiblemente, pero los rendimientos de cada cultivar fueron superiores a los de épocas previas, resultados que difieren de los de Van Gool (14) y Pabelo *et al* (18), y que se explican pues a partir del 24 de diciembre el cultivo fue regado y, por lo tanto, la plantación de la tercera época no sufrió de penurias hídricas luego de la emergencia.

Los resultados del presente trabajo y los de Perenne y Madec (19) y Caldíz *et al.* (5) comprueban que no siempre la utilización de tubérculos simiente fisiológicamente jóvenes conduce a una alta productividad, aún cuando el ciclo de cultivo sea largo, pues hay numerosos factores que interactúan con el rendimiento.

En cuanto al rendimiento de cada cultivar, según el sistema de almacenamiento y la época de plantación, es de destacar el comportamiento de Ballenera MAA (Cuadro 4), que no modificó para cada época de

plantación su potencial productivo, aún cuando se conservó en MP. Estos resultados confirman que este cultivar, dado su largo período de dormición y su insensibilidad al envejecimiento fisiológico, puede ser conservado durante largos períodos en sistemas de almacenamiento sencillo. En cuanto a los cultivares Spunta y Sierra Volcán INTA en general, la conservación en aquellos sistemas donde el control del ambiente fue mayor (S, MS y MF) permitió aumentar los rendimientos, particularmente cuando el período de conservación se prolongó hasta la tercera plantación (Cuadro 4). Cuando se incorporó la luz difusa a los sistemas sencillos, como MP, el rendimiento fue similar al obtenido en S, MS o MF.

La utilización de la secuencia MPLD merece una consideración aparte, dado que la incorporación de la luz difusa a un sistema de almacenamiento sencillo permitió incrementar el porcentaje de plantas logradas y los rendimientos de todos los cultivares utilizados (Cuadros 3 y 4). El efecto beneficioso de la luz durante la conservación fue mencionado por Claver (9), Fischnich (13) y Wassink *et al.* (28); además la conservación en luz difusa reduce la longitud de los brotes en valores cercanos al 90% (8) y permite que los mismos sean vigorosos y presenten primordios de raíz, lo cual facilita el pronto establecimiento del sistema radicular y la emergencia (27).

Cuadro 4. Rendimiento total de tubérculos (tn · ha⁻¹).

Sistema de Almacenamiento	Plantación	Spunta			Ballenera			Sierra Volcán INTA		
		1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
S		15 a	12.1 b	29.5 a	28.3 a	24.9 a	27.3 a	10.7 a	7.7 a	23.1 a
MS		16.6 a	17.4 ab	27.5 a	25.5 a	23.5 a	31.3 a	7.5 ab	6.2 a	20.3 a
MF		18.4 a	21.1 a	30.6 a	28.3 a	22.7 a	28.5 a	7.9 ab	8.1 a	20.2 a
MP		14.4 a	18.9 ab	12.4 b	25.9 a	22.1 a	27.9 a	6.6 b	8.3 a	12.4 b
MPLD		—	—	24.6 a	—	—	31.2 a	—	—	—

Los promedios de una misma columna seguidos por letras en común y aquellos de cada cultivar y sistemas unidos por líneas enteras no difieren entre sí.

La utilización de luz difusa en sistemas sencillos de almacenamiento de tubérculos simiente es actualmente recomendada en numerosos países (1, 16, 21) y de acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo sería de mucho interés continuar con el estudio del efecto de la luz difusa en el almacenamiento, en distintas áreas productoras del país y evaluando la respuesta de un mayor número de cultivares.

Conclusiones

En los sistemas de almacenamiento donde el ambiente fue controlado más eficientemente (S, MS y MF) las pérdidas de peso, la brotación y el envejecimiento de los tubérculos son menores.

Sierra Volcán fue el cultivar más sensible al envejecimiento fisiológico.

En general, el rendimiento es más influenciado por las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo que por el sistema de almacenamiento utilizado, pero de todos modos el cultivar y el periodo de conservación definen el tipo de sistema de almacenamiento que se requiere.

La utilización de luz difusa, durante 90 días previos a la plantación, permitió incrementar el porcentaje de plantas logradas, el rendimiento y la longitud del periodo de almacenamiento, con respecto al sistema MP.

Resumen

Se estudió el efecto de cinco sistemas de almacenamiento (silo S; montón silo MS; montón frigorífico MF; montón pila MP; montón pila, luz difusa MPLD) y tres épocas de plantación sobre la productividad de tubérculos de papa simiente de los cultivares Bonaeense La Ballenera MAA, Sierra Volcán INTA y Spunta.

La cosecha se realizó 60 días después de la muerte natural del follaje y los tubérculos, previo descarte de los muy pequeños, podridos y, o, con daños externos por golpes, fueron conservados durante siete y nueve meses en los sistemas mencionados. Las pérdidas de peso, la brotación y el envejecimiento fisiológico de los tubérculos fueron menores cuando se conservaron en S, MS y MF, donde el ambiente de almacenamiento fue mejor controlado.

El rendimiento final fue más influido por las condiciones ambientales durante el periodo de cultivo que por el sistema de almacenamiento, salvo en el

caso de los cultivares Sierra Volcán INTA y Spunta, cuando se conservaron en MP hasta la tercera época de plantación.

La utilización de la luz difusa (MPLD) durante tres meses previos a la plantación permitió extender el periodo de conservación, incrementar el número de plantas logradas y el rendimiento, en relación a MP.

Literatura citada

1. BOOTH, R.H. 1984. The development of a simple potato seed tuber storage technology and its transfers to farmers in developing countries. EAPR (Interlaken) 297-298.
2. BURTON, W.G. 1972. The response of the potato plant and tuber to temperature. In Crop Processes in Controlled Environment. Proceedings International Symposium, Glasshouse Crops, Research Institute Ed. by Littlehampton. A.R. Rees, K.E. Cockshull, D.W. Hand and R.G. Hurd, Academic Press, London.
3. BURTON, W.G. 1978. The physics and physiology of storage. In The Potato Crop. Ed. by P.M. Harris, Chapman and Hall.
4. CALDIZ, D.O., CLAVER, F.K.; ESCANDE, A.R. 1984. Effect of harvesting time and storage system on the quality of seed potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). Turrialba 34:287-290.
5. CALDIZ, D.O.; PANELO, M.; CLAVER, F.K.; MONTALDI, E.R. 1985. The effect of two planting dates on the physiological age and yielding potential of seed potatoes grown in a warm-temperate climate in Argentina. Potato Research 28 (En prensa).
6. CARLS, J. and CAESAR, K. 1979. Influence of storage temperature on the physiological age and yield of the progeny of seed potatoes under tropical conditions. Potato Research 22:87-99.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1978. Almacenamiento mejorado de papas. Circular del CIP 6(11). 3 p.

8. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1982. Informe Anual del CIP, Lima, Perú. 1983 158 p.
9. CLAVER, F.K. 1951. Influencia de luz, oscuridad y temperatura sobre la incubación de la papa *Phyton* 1:3-12.
10. EDDOWES, M. 1978. Storage of potatoes. *Out. on Agric.* 9:253-259.
11. ESCANDE, A.R.; FERNANDEZ, H.; RADTKE, W. 1973. Merms por pudriciones en papas almacenadas. *IDIA, Argentina.* 305:8-15.
12. ESCANDE, A.R.; MELEGARI, A.L.; CALDIZ, D.O.; RODRIGUEZ, J.C.; PALLADINO, H.; MIRON, R.H. 1983. Estudio sobre distintos sistemas de almacenamiento de papa para semilla. Taller de Trabajo: Análisis de la situación actual y perspectivas de las investigaciones sobre almacenamiento de papa en los países del Sur y Este de Sudamérica. Santiago y Osorno, Chile. (Inédito). 14 p.
13. FISCHNICH, O. 1955. The influence of artificial light on storage and sprouting of seed potatoes. *Kartoffelbau* 6:32-37.
14. GOOL, Van E. 1954. Comportamiento y fecha óptima de plantación de cuatro variedades de papa en Balcarce. *Meteoros* 4:54-68.
15. LOON, Van C.D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. *America Potato Journal* 58:51-69.
16. MALAMUD, O.S.; BOOTH, R.H.; RHOADES, R.E. 1984. Transfer, adoption and impact of the diffused light technology for storing potato seed tubers in the Andean zone of Latin America. *EAPR (Interlaken)* 295-296.
17. MEIJERS, C. 1981. Wound healing. In *Storage of potatoes*. Ed. by A. Rastovski *et al.* Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 340-343.
18. PANELO, M.; CALDIZ, D.O.; CLAVER, F.K. 1982. La tuberización y el rendimiento de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivados en Miramar, Argentina. *Revista Facultad de Agronomía, La Plata* 58:99-120.
19. PERENNEC, P.; MADEC, P. 1980. Age physiologique du plant de pomme de terre. Incidence sur la germination et repercussions sur le comportement des plantes. *Potato Research* 23:183-199.
20. POTATO MARKETING BOARD. 1980. Physiological age. A summary of Potato Marketing Board sponsored research. Potato Marketing Board, London. 12 p.
21. POTTS, M.J. 1983. Diffuse light potato seed storage as an example of technology transfer: A case study. *American Potato Journal* 60:217-226.
22. RADTKE, W.; ESCANDE, A.R. 1973. Merms en papas almacenadas; merms totales. *RIA, Argentina serie 2* 10:223-231.
23. RASTOVSKY, A. 1978. Potato storage and storage environment. *EAPR (Warsaw)* 97-108.
24. REUST, W. 1982. Contribution a l'appréciation de l'age physiologique des tubercules de pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.) et étude de son importance sur le rendement. These Dr. Sc. Tech. Ecole Polytechnique Federale Zurich. 113 p.
25. ROSSKAMP, R.; LEPPACK, E. 1978. Almacenamiento de papas en Panamá: un ejemplo para zonas tropicales y subtropicales. *Soc. Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), W. Germany* 101 p.
26. SVENSOON, B.; CARLSSON, H. 1975. Influence of potato stand density on yield and quality. *EAPR (Wageningen)* 124-125.
27. SWIEZYNSKI, K.M.; SYKALA, A.; WROBLEWSKA, J.K. 1978. Differences in early growth of shoots and roots in potato clones. *Potato Research* 21:241-248.
28. WASSINK, E.C.; KRIJTHE, N.K.; SCHEER, VAN der C. 1978. Proceedings K. Ned. Akad. Wet. 53:1 228-1 239. Citado por W.G. Burton. In Ed. P.M. Harris, *the Potato Crop*. Chapman and Hall.
29. WIGGINTON, M.J. 1974. Effects of temperature, oxygen tension and relative humidity

on the wound-healing process in the potato tuber. *Potato Research* 17:200-214.

30 WURR, D.C.E. 1980. Physiological quality of potato seed tubers. *ADAS Quart. Review* 36:27-39

Reseña de libros

DIAZ, D A. Un implemento para cosechar la yuca. Editado por Trudy Brekelbaum. Cali, CIAT, 1979. 14 p.

El documento describe el diseño y construcción de dos tipos de implementos para cosechar yuca. Estos implementos son acoplados a los tres puntos de enganche de un tractor con sistema hidráulico, para su funcionamiento.

La preparación del cultivo para la cosecha y la operación del implemento en éste son ilustrados con nítidas fotografías.

Esta publicación muestra además las ventajas del implemento diseñado al ser comparado con una cosechadora comercial y con la operación manual.

Por último, y como lo menciona el autor, es el primer paso para mecanizar la cosecha de raíces de yuca, ya que este implemento reduciría los costos de cosecha comparado con la cosecha en forma manual.

La información contenida en este folleto es de gran utilidad para personal de campo y, en general, para todas aquellas personas involucradas en el cultivo de la yuca.

JOSE WILBERTH ALFARO Z.
IICA, COSTA RICA

DOLL, J y ARGEL, P. Guía práctica para el control de malezas en potreros. Cali, CIAT, 1984. 29 p.

Dentro del manejo de las pasturas está el evitar que sean invadidas por malezas. El sobrepastoreo es actualmente la causa principal de la invasión de malezas.

La publicación citada trata sobre los factores que permiten la invasión de malezas en los potreros, los métodos de control y el control integrado para el combate de malezas de hoja angosta, hoja ancha y arbustos. Muestra información básica acerca de 35 malezas de hoja ancha y arbustos más comunes en los potreros tropicales y los herbicidas más empleados para el control de cada una de ellas. Además se presenta casos prácticos en potreros invadidos por varias malezas, con la correspondiente recomendación técnica para su erradicación.

Se describe en forma breve el control de malezas en leguminosas forrajeras, selección del producto químico a aplicar y las precauciones que se debe tener al hacer uso de herbicidas.

Se puede decir entonces que el mal manejo de una pradera es la causa principal de la invasión de malezas y que el combate más efectivo de éstas es el buen manejo.

Este documento es uno de los pocos que presenta información aplicable a nivel de campo en el trópico y está dirigida a especialistas y estudiantes de zootecnia, con valiosas recomendaciones prácticas para el control de malezas en potreros.

JOSE WILBERTH ALFARO Z.
IICA, COSTA RICA

COMUNICACIONES

El barrenador de los brotes del pino.

Summary. The wide use of pines in reforestation projects in the tropics and subtropics is discussed, including the planting of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Costa Rica. Consideration is given to the impact of insects and disease on forest production projects. The introduction of the Nantucket pine shoot moth, *Rhyacionia frustrana*, to Costa Rica is announced.

From the literature cited a physical description of the insect is given and its natural extension and attack characteristics are outlined. It is reported that the insect seldom kills trees, its principle impact being restricted to a reduction in vertical growth and a forking of the lower stem.

The inherent difficulties of chemical control under Costa Rican conditions are discussed. A hymenopterous parasite (*Goniozus* sp., Bethyilidae) is reported from Costa Rica, as well as a possible fungal pathogen. Possible silvicultural methods to minimize both populations and damage are presented.

Attack rates observed in Costa Rica are reported, as well as the insect's distribution in the country. The possibility that the insect made its way into Costa Rica via ornamental pines from its natural range in Nicaragua is offered.

It is concluded that the wide distribution of *Rhyacionia* in Costa Rica makes its eradication unlikely, and that it should be considered when planting pines. The importance of maintaining a quarantine on pine material between central and southern Costa Rica is emphasized, in order to prevent the introduction of the insect to Panama and South America.

El género *Pinus* L. incluye unas de las especies forestales más sembradas en proyectos de reforestación en el Trópico y Subtrópico, debido a su madera fuerte, fibras largas, crecimiento rápido, y comporta-

miento natural de desarrollarse en rodales puros. En Costa Rica, ensayos establecidos por Diversificación Agrícola (Centro Agrícola Cantonal de Turrialba, Ministerio de Agricultura y Ganadería) (6) y el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) (1) han mostrado la buena adaptabilidad del pino hondureño (*Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr & Golf.) a las condiciones ambientales del Valle de Turrialba. Basado en estos primeros resultados, se iniciaron, proyectos ambiciosos de reforestación con esta especie incluyendo uno, de la Scott Paper Company, en más de 500 ha.

Un aspecto importante al programar la producción de materia prima para la industria forestal es el impacto posible de insectos y enfermedades forestales. La mayoría de los primeros intentos de reforestación en América tropical, por ejemplo con *Swietenia* y *Cedrela*, fracasaron debido a los ataques del barrenador de las meliaceas, *Hypsipyla grandella* Zeller (5).

El éxito inicial del pino hondureño se debe en parte, probablemente a la falta de parásitos, por ser una especie exótica. El daño debido a las zompopas (*Atta* spp.) se ha reducido con el uso de cebo venenoso (2). No obstante, siempre queda la posibilidad, con una especie exótica, de que se introduzca un parásito desde su extensión nativa. La presencia del tizón de las agujas (*Dothistroma septosporum* (Dorog Morelet), por ejemplo, ha limitado la extensión costarricense donde pueda ser sembrado el pino hondureño con éxito (3). Ya que esta enfermedad está en el país, no es aconsejable cultivar la especie arriba de los 800 msnm, si bien antes de la introducción del patógeno el pino crecía bien hasta los 1200 msnm (1).

En mayo de 1980 se reportó el ataque de un barrenador en una plantación de pino hondureño de cinco a siete años de edad en Guayacán de Siquirres. En ese entonces no había un entomólogo forestal trabajando en Costa Rica, pues nadie recolectó ni identificó el insecto. Cuando el autor regresó al país, en enero de 1981, recolectó especímenes e identificó el insecto como *Rhyacionia frustrana* (Comstock) (Lepidoptera: Olethreutidae), el barrenador Nantucket de los pinos. La identificación genérica fue confirmada por un taxónomo en los Estados Unidos*. Salazar (7) publicó notas preliminares sobre el insecto en 1984.

El insecto

El adulto del barrenador de los pinos es una palomilla pequeña, de unos cinco mm de largo. El cuerpo, la cabeza y los apéndices están revestidos por escamas minutas grisáceas, excepto por las alas anteriores, cubiertas por manchas de color ladrillo y cobrizo separadas por franjas irregulares de escamas grisáceas. La larva, que barrena los brotes, es de color crema cuando joven y con cabeza negra cambiando a café-claro o anaranjado, midiendo nueve milímetros cuando madura. La pupa, que se encuentra dentro de los brotes, es de color leonado, y mide seis milímetros de largo descripción tomada de Yates (10).

La extensión natural de *R. frustrana* incluye todo el este de EUA hasta las praderas y el sureste de Canadá. Se prolonga en México y Centroamérica hasta el extremo sur del hábitat natural de *Pinus* en el nuevo mundo, la costa atlántica central de Nicaragua (9). En toda su extensión natural hay solamente unas pocas especies de pino no atacadas por el insecto (9).

Existe una gran cantidad de literatura sobre la biología del insecto, revisada en 1960 por Yates (9). El período necesario para completar su ciclo vital varía según la latitud, con una generación por año en el extremo norte de su extensión (9) hasta ocho generaciones por año en Cuba (4). En Costa Rica las generaciones no son bien marcadas y se puede encontrar todas las fases —huevecillo, larva, pupa y adulto— en un momento dado.

El ataque

Un ataque de *R. frustrana* se inicia cuando la hembra pone huevecillos en la superficie de los brotes nuevos, próximo a las bases de los fascículos. La larva joven teje una tela delicada en el eje de una aguja, de-

bajo de la cual se alimenta con los tejidos tiernos del brote. Según crece teje más tela en el extremo del brote, donde se acumula material fecal y resina. Pronto entra al tallo, barrenando hasta la yema terminal. Los extremos de los brotes mueren y cambian al color pardo, que se puede notar desde alguna distancia (10).

Los ataques ocurren en árboles jóvenes, desde la etapa de vivero. Los adultos no vuelan más alto que tres metros pues los ataques no son comunes en los ápices principales (líderes) después que los árboles alcanzan esta altura. Sin embargo, continúan ataques en los brotes laterales debajo de tres metros de alto en árboles más altos.

La literatura no es muy precisa en cuanto a los posibles daños que *R. frustrana* puede causar a los árboles. Árboles muy pequeños que son atacados en todos sus brotes repetidamente pueden morir debido al insecto, pero generalmente la pérdida de crecimiento vertical y la deformación del fuste son los riesgos más serios. Hubo una diferencia significativa en crecimiento vertical en los primeros cinco o seis años entre árboles tratados y no tratados (con insecticida) de *P. taeda* (8), pero no se ha indicado si esta diferencia duró hasta el final de la rotación comercial.

Control del insecto

En los Estados Unidos se ha experimentado mucho con el control de poblaciones de *R. frustrana* por medios químicos. En vista de que el insecto persiste durante todo el año en Costa Rica, un insecticida de contacto y de corta duración sería de poco valor. Incluso un insecticida persistente no serviría mucho ya que los árboles seguirían produciendo nuevos brotes, los que estarían libres del químico. Scott Paper Company ha experimentado con insecticidas sistémicos, con resultados mixtos. Puede haber promesa con un sistema de liberación sostenida de insecticida sistémico (8), todavía no probado en Costa Rica.

Se ha encontrado una avispa parásita de *R. frustrana*, *Goniozus* sp. (Hymenoptera: Bethyilidae)*, en una plantación de pino hondureño en Tuís de Turrialba. Apparently esta avispa se introdujo junto con el taladrador pero no es muy común.

Se ha visto señas de un patógeno de la larva dentro de brotes atacados; se encuentra larvas muertas, cubiertas por hifas grisáceas, pero este patógeno no ha sido identificado.

* Dr. D.M. Weisman, Insect Identification and Beneficial Insect Introduction Institute, Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, MD, 20705

* Dr. A.S. Menke, Insect Identification and Beneficial Insect Introduction Institute, Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, MD, 20705

Existen posibilidades de medidas silviculturales para hacer mínimo el impacto de *R. frustrana*. Algunas se basan en la reducción de la cantidad de material hospedero propicio para la reproducción del insecto, manteniendo así sus poblaciones a niveles bajos. Se debe evitar la siembra de extensiones grandes de la misma edad de pinos; si se siembra pinos entre bloques de pinos más viejos, una poda de las ramas inferiores de los árboles grandes, hasta una altura de tres metros, aminorará la cantidad de material hospedero. El uso de bloques intercalados de otros géneros forestales conseguirá el mismo resultado.

Otra medida silvicultural que podría reducir el impacto del insecto es la poda de tallos bifurcados, para asegurar que los árboles produzcan un fuste recto.

Experiencias en Costa Rica

R. frustrana se encuentra en pinos en todo el valle del Río Reventazón. En la Zona Atlántica Norte se localiza en pinos ornamentales hasta la Hacienda La Suerte, Cariari, Provincia de Limón, a unos 20 km de la frontera con Nicaragua, indicando la posibilidad de que el insecto se haya introducido por tierra desde su extensión natural. Se desconoce si hay siembras de pino entre el extremo austral de su extensión natural (Nicaragua) y la frontera con Costa Rica.

En La Cruz, Provincia de Guanacaste, hay una plantación de pino hondureño dañado por el barrenador. Tal plantación queda a pocos kilómetros de Nicaragua, sólo que en la Costa Pacífica, lejos de la extensión natural de pino. En setiembre de 1982 no se había encontrado *R. frustrana* en la Zona Sur. Salazar (7) opina que el insecto puede haberse introducido hace muchos años, sin ser notado por el poco número de árboles, incluso dispersos. Sin embargo, en su reconocimiento de plagas en plantaciones forestales (2), incluyendo visitas a plantaciones de pino en todo el país entre 1978 y 1980, el autor no observó ataque de *Rhyacionia*.

En julio de 1981 y en una plantación de pino hondureño de tres años de edad en Pavones de Turrialba, el 72.7% de los brotes principales en árboles con menos de tres metros de altura estaban atacados, mientras que solamente el 5.3% de los brotes principales en árboles con más de tres metros de altura tenían similar daño. En la misma fecha, en otro lote de la misma plantación, también de tres años de edad con resiembras, había poca diferencia en el porcentaje de brotes laterales y principales atacados (18.7% y 17.8% respectivamente). El 58.9% de los árboles de ese lote

tenía por lo menos un brote, principal o lateral, atacado. El lote había sido tratado con Furadan, un insecticida sistémico.

En ese mismo lote, árboles con ataques viejos en el brote principal habían producido un promedio de 3.2 rebrotes/ataque, y en 35.1% de estos árboles, uno de los rebrotes había tomado la dominancia sobre los demás evitando una bifurcación en el fuste. En plantaciones jóvenes, a veces el total de los árboles tiene por lo menos uno de sus brotes atacado.

Se ha observado ataques de *R. frustrana* en árboles de *Pinus canariensis*, *P. halepensis*, *P. keyisia*, *P. muricata*, *P. oocarpa* y *P. radiata*.

Discusión

El taladrador Nantucket de los brotes de pino debe ser tomado en cuenta al planear un programa de producción forestal basado en pinos en Costa Rica. Su extensión amplia en el país hará casi imposible su erradicación. En vista de que el insecto no se había extendido hasta la Zona Sur en setiembre de 1982, se debe tomar precauciones para no transportar material de vivero desde la Meseta Central hasta esa zona, para no arriesgar la introducción del insecto a Panamá y, posiblemente, a Suramérica.

Todavía no ha sido establecido el grado de peligro que *R. frustrana* presenta a una plantación de pinos. Ford* encontró que la mayoría de los brotes principales de *P. caribaea* produce un rebrote dominante después del asalto del insecto, y que estos rebrotes crecen tan rápido como los brotes no atacados. Se puede evaluar la eficacia económica de una medida de control del taladrador solamente si se sabe la cantidad de daño económico que causa.

Vale la pena experimentar con el sistema de liberación sostenida de insecticida sistémico (8) para el control de *Rhyacionia* bajo condiciones ambientales en Costa Rica.

Se debe investigar la biología de la avispa parásita y del patógeno del taladrador, para saber si pueden ser manipulados y hacerlos combatir al insecto, así como para que otras medidas de combate no las afecten negativamente.

* Ford, I. B. El impacto de *Rhyacionia frustrana* sobre pinos en Costa Rica. Manuscrito no publicado.

Resumen

En Costa Rica se discute el amplio uso de pinos en los proyectos de reforestación para trópicos y subtropicos, incluyendo el plantio de *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Se considera el impacto de insectos y enfermedades en proyectos de producción forestal, y se anuncia la introducción de la polilla de los retoños de pino Nantucket *Rhyacionia fustana*.

En la literatura se da una descripción física del insecto y se delimitan su extensión natural y características de ataque. Este insecto a menudo mata los árboles, su principal impacto se restringe con una reducción en el crecimiento vertical y una bifurcación de tallo inferior.

Se discute las dificultades naturales del control químico bajo las condiciones de Costa Rica. Se ha reportado un parásito himenóptero (*Goniozus* sp., Bethyilidae), así como un hongo patógeno. Se presenta posibles métodos de silvicultura para disminuir la población de la polilla y su daño.

En Costa Rica se reporta pocos ataques observados y poca propagación del insecto. Existe la posibilidad de que desde Nicaragua penetre, en su propagación natural, por la vía de pinos ornamentales.

En conclusión, la amplia propagación del *Rhyacionia* en Costa Rica hace improbable su erradicación, lo que debe considerarse al plantar pinos. Se acentúa en el país la importancia de mantener una cuarentena en materia de pinos, con el propósito de evitar que el insecto se introduzca en Panamá y Suramérica.

7 de mayo de 1985

L B FORD*

* College of Forest Resources AR-10, University of Washington, Seattle, WA98195 USA

Literatura citada

1. COMBE, J.; GEWALD, N. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 378 p.
2. FORD, L. B. 1981. Reconocimiento de las plagas de las plantaciones forestales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 7. 53 p.
3. FORD, L. B. 1982. *Dothistroma* en Costa Rica. Turrialba 32(1):75-82.

4. HOCHMUT, R.; MANSO, G. 1975. Plagas forestales en Cuba. Habana, Cuba. Instituto Cubano del Libro. 290 p.
5. RAMIREZ S., J. 1964. Investigación preliminar sobre biología, ecología y control de *Hypsipyla grandella* Zeller. Boletín Internacional Forestal de Latinoamérica. 16:54-77.
6. SALAZAR, R. 1976. Rendimiento del *Pinus caribaea* var *hondurensis* Barr. y Golf. a los ocho años de edad en el Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica. Centro Agrícola Cantonal de Turrialba. 33 p.
7. SALAZAR, R. 1984. Notas preliminares sobre el barrenador de los brotes terminales del pino, *Rhyacionia frustrana* (Lepidoptera: Tortricidae) en Costa Rica. Turrialba 34(2): 250-252.
8. THOMPSON, H.E.; ALLAN, G.G.; NEOGI, A.N. 1981. The control of pine tip moths by using sustained release systemic insecticides. Int. Pest Control 23(1):10-11.
9. YATES, H.O. III. 1960. The Nantucket pine moth: a literature review. USDA Forest Service, SE Forest Exp. Sta. 115. 19 p.
10. YATES, H.O. III. 1981. Overgaard, N.A.; Koerber, T.W. Nantucket pine tip moth. USDA Forest Service Forest and Disease Leaflet 70. 7 p.

El taladrador de *Terminalia* en Costa Rica.

Summary. Several species of *Terminalia* show promise for reforestation projects in Costa Rica: two local species, *T. amazonia* and *T. oblonga* and two African species, *T. ivorensis* and *T. superba*. An important aspect in evaluating the potential of these species is their susceptibility to damage from insects and diseases. A stem borer attacking native and exotic *Terminalia* has recently been found in plantations in various parts of country.

The borer is the larva of a moth of the genus *Cossula* (Lepidoptera: Cossidae). A brief description is given. The attack occurs in stems of approximately 10 cm diameter, a single larva boring under the bark, and then entering the xylem and boring upwards for 25-40 cm, making a gallery about 12-14 cm in diameter.

It is common to see holes similar to those made by the borer in sawn wood of the native *Terminalia*. This indicates

that the insect is indigenous. Observed attack rates in plantations were between 4% and 45% of trees, with up to 35% of trees being attacked by a single generation of the moth. However, the author visited large plantations that showed no signs of the borer, even in areas with native populations of *Terminalia*.

An evaluation of the economic impact of the borer should be made, as well a thorough study of its biology and possible integrated control measures.

Entre las especies forestales consideradas para la reforestación en Costa Rica, varias pertenecen al género *Terminalia* L. La *Terminalia* nativa, como el guayabón (*T. oblonga* (R. and P.) Steud.¹ y el amarillón (*T. amazonia* (Gmel.) Excell) son conocidos por la calidad de la madera, que a menudo se usa para pisos, tabilla para forros, muebles y otras construcciones internas (4). Actualmente hay poca experiencia local con estas especies a nivel de plantación, ya que la madera industrializada proviene de bosques naturales. En Africa hay mucha experiencia en plantaciones con *T. ivorensis* A. Chev. y el *T. superba* Engl. and Diels (2). Ensayos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, muestran estas dos especies africanas como muy promisorias (1). Otros ensayos con *T. ivorensis*, establecidos por Diversificación Agrícola (Centro Agrícola Cantonal de Turrialba) en varias zonas de Costa Rica, también muestran crecimientos satisfactorios.

Un aspecto importante a ser considerado para evaluar el comportamiento de una especie forestal en plantación es el posible impacto de los insectos y las enfermedades. El éxito inicial de *T. ivorensis* en plantaciones en Costa Rica se debe, en parte, a la falta relativa de plagas que limiten su crecimiento. Sin embargo, recientemente se han encontrado ataques serios de un taladrador del fuste en plantaciones de *Terminalia*, tanto especies nativas como exóticas, en varias partes de Costa Rica.

El insecto

El taladrador es la larva de una palomilla del género *Cossula* (Lepidoptera: Cossidae)². El adulto es cubierto por escamas café-grisáceas, con cuerpo robusto. El ancho de las alas es de aproximadamente cuatro centímetros. La larva es de color crema, con la cápsula cefálica de color café-claro y con las patas reducidas (ausentes). Alcanza un tamaño de más de 40 mm de largo y nueve milímetros de ancho. La

pupa mide 40 mm de largo y nueve milímetros de ancho, y es de color leonado, con una punta aguda de cinco milímetros de largo en la cabeza.

El ataque

El insecto se introduce en el fuste cuando éste llega a un DAP de aproximadamente 10 cm. Se ha observado ataques desde casi el nivel del suelo hasta unos cuatro metros de alto, no así el lugar ni la manera de oviposición. El ataque se detecta por el aserrín y las heces liberadas por la larva desde su agujero; asimismo, el árbol produce un flujo de savia clara que mancha la corteza debajo del ataque.

Debajo de la corteza la larva joven se alimenta en la zona del cambium, haciendo un hueco de unos cuatro centímetros de ancho por 15 cm de largo. La larva penetra la madera, taladrando horizontalmente hasta llegar a la médula, donde comienza a taladrar hacia arriba. La galería cilíndrica tiene un diámetro de 12-14 mm y se extiende verticalmente por 25-40 cm (Fig. 1). El insecto entra a la fase de pupa en el extremo superior de la galería, se queda allí hasta que esté lista para convertirse en adulto. El capullo se mueve hasta la entrada de la galería, en la corteza, y allí se abre para que la palomilla pueda salir.



Fig. 1. Una galería de *Cossula* sp. en *Terminalia ivorensis*.

1 Conocido localmente como *T. lucida* Hoffm. ex Mart.

2 Determinado por el Dr. D.M. Weisman, Systematic Entomology Laboratory, Insect Identification and Beneficial Insect Introduction Institute, Agricultural Research Service, USDA.

Experiencias en Costa Rica

La madera aserrada de guayabón y amarillón del bosque natural presenta agujeros similares a los que hace el taladrador (Comunicación personal con el Téc. Víctor Rojas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica), se asume que el insecto es nativo y taladra los árboles juveniles.

Se observó el insecto en árboles de *T. ivorensis* plantados a 3 x 3 m en el CATIE, Turrialba. La plantación se estableció bajo el sistema taungya en 1978 (3). Los primeros ataques del taladrador fueron reportados en 1980 y a los tres años el DAP promedio era de 14.9 cm y el promedio de la altura total de 9.3 m; el 4.3% de los árboles había sido atacado.

A un mes de la evaluación del tercer año la infestación había aumentado al 22.1% de los árboles. En este mes se raleó la plantación, eliminando los árboles atacados. Sin embargo, seis meses después del raleo (octubre), el 18.1% de los árboles restantes presentaba ataques, algunos con más de una perforación; (un promedio de 1.3 ataques/árbol). En setiembre de 1982, el 34.9% de los árboles tenía ataques nuevos, y el 45.1% de los árboles había sido atacado, en 1981 ó 1982.

Se ha observado presencia del taladrador en la Zona Norte y la Zona Sur de Costa Rica. En Guápiles, Provincia de Limón, el 41.7% de una plantación de *T. oblonga* había sido atacada, y el 25.0% de los árboles tenía ataques actuales en setiembre de 1982. En una plantación de *T. ivorensis*, ubicada en la finca del Instituto Agropecuario de Pococi, sólo el 2.8% de los árboles había sido dañado en setiembre de 1982. En una plantación de *T. oblonga* en la Hacienda La Rosalia, Guácimo, Provincia de Limón, el 18.8% de los árboles había sido penetrado por el taladrador, pero en setiembre de 1982 solamente el 2.1% de los árboles tenía ataques recientes.

En la zona sur se observó ataques de *Cossula* en dos plantaciones. En Volcán de Buenos Aires, provincia de Puntarenas, en julio de 1982, el 18.2% de los árboles de una plantación de *T. amazonia* fue atacado después de una poda. Una plantación de *T. ivorensis* en Paso Canoas, provincia de Puntarenas, presentó un ataque de 15.8% de los árboles, en setiembre de 1982.

Se ha visitado plantaciones de *Terminalia* no atacadas por el insecto, algunas donde existe una población cercana de *Terminalia* nativa. Todas las plantaciones afectadas, menos la de Paso Canoas, parecen tener sus doseles poco cerrados y las plantaciones no afectadas tienen sus doseles cerrados.

Discusión

El taladrador de los *Terminalia*, *Cossula* sp., parece ser nativo de Costa Rica. La posibilidad de ataques del insecto debe considerarse antes de plantar árboles de este género.

Al evaluar la seriedad del ataque de un insecto forestal no hay que cuantificar solamente el porcentaje de árboles atacados, que en este caso es de 15% a 50%, sino también el impacto sobre la producción de madera utilizable.

Es posible que *Cossula* no cause la muerte de un hospedero. Además, el porcentaje del volumen total de un árbol afectado por el insecto es mínimo. Con insectos que penetran la madera de árboles vivos siempre hay el riesgo de la introducción de microorganismos que pudrirán o mancharán la madera. Sin embargo, no se ha observado ninguna indicación de pudrición asociada en galerías de *Cossula*.

En principio pareciera que este taladrador no tiene un impacto económico serio sobre las plantaciones de *Terminalia*. No obstante, debe llevarse a cabo una investigación para determinar: 1) el impacto económico del insecto, 2) su extensión natural, 3) su ciclo vital, y 4) posibles métodos de manejo integral de sus poblaciones.

Resumen

Para proyectos de reforestación en Costa Rica varias especies de *Terminalia*, dos especies locales, *T. amazonia* y *T. oblonga*, y dos especies africanas, *T. ivorensis* y *T. superba*, son prometedoras.

Un aspecto importante en la evaluación del potencial de estas especies es su susceptibilidad al deterioro por causa de insectos y enfermedades.

Recientemente ha sido descubierto en plantaciones de varios lugares del país un taladrador de tallos que ataca la *Terminalia* nativa y la exótica. El taladrador es una larva de una polilla del género *Cossula*: (Lepidoptera: Cossidae); se da una pequeña descripción del mismo.

El ataque ocurre en tallos de aproximadamente 10 cm de diámetro, con una simple larva que taladra bajo la corteza y penetra el xilema hacia arriba en unos 25-40 cm, hasta formar un pasadizo de cerca de 12-14 cm de diámetro.

Es común ver hoyos similares a estos, hechos por el taladrador en maderas aserradas de la *Terminalia*.

nativa, lo que indica que el insecto es nativo. Los medios de ataque observados en plantaciones fueron entre el 4% y el 45% de los árboles, hasta con un 35% de los árboles atacados por una única generación de la polilla. Sin embargo, se visitó grandes plantaciones que no mostraron señales del taladrador, aún en áreas con poblaciones nativas de *Terminalia*

Debería hacerse una evaluación del impacto económico del taladrador, así como un estudio completo de su biología y posibles medidas para su control integral

7 de mayo de 1985

L. B. FORD*

* College of Forest Resources AR-10, University of Washington, Seattle, WA98195 USA.

Literatura citada

1. COMBE, J ; GEWALD, N J 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Catie 378 p
2. LAMB, A.F.A.; NTIMA, O.O. 1971. *Terminalia ivorensis*. No 5, fast growing timber trees of the lowland tropics. Oxford, UK Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. 72 p.
3. MAGNE, O.J. 1979. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A Chev en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y plantón en el trasplante. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 90 p.
4. ROJAS, CH., V 1980. Algunos aspectos sobre la utilización de la madera en Costa Rica. Tecnología en Marcha, Costa Rica 3(1):11-16.

Métodos y técnicas utilizados en la investigación del tepeizcuinte (*Agouti paca* *sinn* *Cuniculus paca*).

Summary. Techniques used in studying the *Agouti paca* in captivity are described. They allow general manipulation, sexual identification, medication, weighing and transfer of the animals without harming them.

Algunos roedores histricomorfos han sido mantenidos en condiciones de laboratorio para estudiar su biología. Las técnicas empleadas para manejarlos fueron descritas por Weir (20, 21, 22), Rowlands (16),

Bass *et al.* (5) y Roberts *et al.* (15). *Cavia porcellus* (20), *Hydrocheirus hydrochaeris* (7, 14) y *Chinchilla laniger* (3, 4, 20) son otros histricomorfos que, además de servir para laboratorio, han sido utilizados por el hombre para su alimentación o por su piel. Todos estos animales son posibles de manipular, tanto por su pequeño tamaño como por su comportamiento.

El tepeizcuinte (*Agouti paca*), roedor perteneciente a este suborden, ha sido mantenido en cautiverio desde hace más de un siglo (2, 8, 9, 13, 17). Sin embargo, debido a su habilidad e inteligencia, pero sobre todo a su agresividad, ha sido imposible manipularlo tanto en cautiverio como en forma silvestre, por lo que se conoce poco de su biología.

En el presente estudio, iniciado en julio de 1977, se trabajó con 115 animales de diferentes sexos y edades que viven en seis criaderos distribuidos en varios sitios del país, descritos por Matamoros (9), y en el criadero de la Escuela de Medicina Veterinaria, en donde fue realizada la mayoría de las investigaciones. Se describe a continuación los métodos y técnicas que se encontró practicable con el fin que sean empleados en futuras investigaciones sobre la especie.

Métodos y técnicas

Jaulas:

Las jaulas de la Escuela de Medicina Veterinaria fueron construidas tomando en cuenta el comportamiento del animal y la metodología de la investigación. Tienen 4.15 m de largo y dos metros de ancho, con piso de cemento. Las paredes son de *block* hasta un metro de altura y se continúan con malla ciclón 1.35 m más. Una caseta de 0.57 m de alto, 0.40 m de ancho y 1.80 m de largo esta adosada a la pared. Tiene un techo móvil que se levanta para observar los animales; en un extremo hay una abertura de 0.30 m de ancho. La caseta le sirve a los animales de albergue durante el día. Se ha observado que aquellas hembras que carecen de este refugio diurno no presentan ciclos reproductores regulares.

Dentro de la jaula hay una piletta de 0.80 m de largo, 0.40 m de ancho y 0.90 m de profundidad. Las piletas de las jaulas utilizadas como parideras tienen 0.20 m de profundidad, pues ésta es la alzada promedio de las crías.

Manipulación de los animales

Para manipular los animales se utilizó una trampa Havehart de metal de seis kg de peso, que se coloca dentro de la caseta o en una puerta (Fig. 1). Los animales son guiados para que se introduzcan en

ella; los tepezcuintes se acostumbran rápidamente a este método de captura y penetran en la trampa fácilmente (Fig. 2)

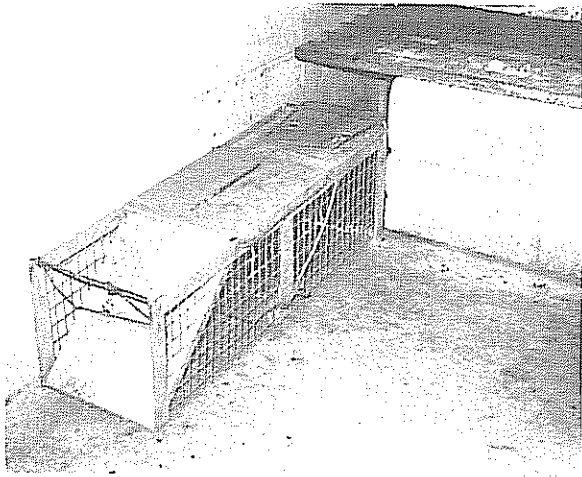


Fig 1 Trampa en la puerta de la caseta



Fig 2 Tepezcuinte entrando a la trampa.

Una vez dentro de la trampa los animales pueden ser pesados. Para el examen la trampa se coloca en posición vertical, de manera que el animal muestre la región ventral (Fig. 3). Esto es posible debido a que el tepezcuinte dobla sus dedos con facilidad y se puede agarrar de los alambres de la malla. En esta posición se le puede examinar, sexar y aplicar medicamentos.

La trampa se utiliza también para trasladar los animales. Para evitar agresiones por territorialidad cuando se va a poner animales juntos, deben ser introducidos en jaulas vacías y todos al mismo tiempo.

Determinación del sexo

Es posible determinar el sexo externamente pues los machos tienen una mayor anchura a nivel zigomático que las hembras. Para comprobarlo se pueden examinar con la trampa (Figs. 4 y 5). Los individuos jóvenes que no presentan esta diferencia morfológica tan marcada deben ser examinados hasta sentir el hueso peneano de los machos.



Fig 3 Trampa en posición vertical para examinar al animal

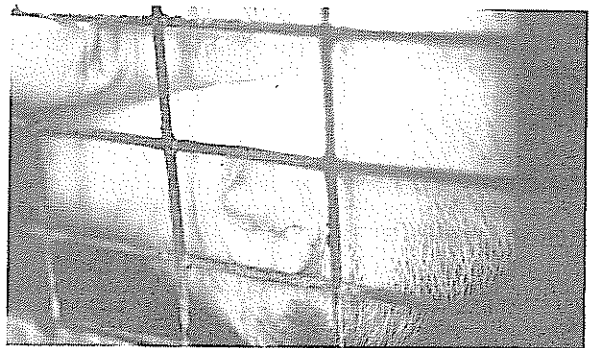


Fig 4 Vagina abierta



Fig 5 Pene y testículo del macho

Aplicación de medicamentos

Los medicamentos por vía oral se dosifican con una jeringa a la que se le ha puesto media pipeta, de las utilizadas en inseminación artificial. La pipeta se introduce en la boca del animal (que se encuentra dentro de la trampa) por entre los dientes incisivos y se presiona el émbolo de la jeringa (Fig 6)

Para la aplicación de medicamentos por vía intramuscular se acorrala el animal hacia un extremo de la trampa y por medio de barrotes se le inmoviliza para que no escape; una vez en esta posición se le inyecta en el sitio elegido (Fig 7)

Anestesia

Es necesario anestesiarse a los animales cuando su manipulación no se puede realizar a través de los alambres de la trampa. El hidrocloreto de ketamina, en dosis de 18 a 20 mg/kg intramuscular, anestesia efectivamente a los animales. A los 10 minutos de aplicado surte efecto y su acción dura aproximadamente una hora

Obtención de sangre

En cantidades grandes se ha podido obtener únicamente del corazón, debido a que los vasos periféricos son muy delgados

Se utiliza una aguja No. 18. A pesar de obtener la sangre con una jeringa con heparina (1 cc, de heparina de 10 USP unidades/ml por 10 cc de sangre) ésta se coagula a los pocos minutos de extraída, lo que ha imposibilitado realizar investigaciones con ella

Discusión

El tepezcuinte es un animal de hábitos nocturnos que habita en la selva húmeda. La mayoría del tiempo pasa oculto en madrigueras subterráneas y es muy agresivo (13), características que han imposibilitado conocer muchos aspectos de su biología. Collet (5) confirma lo anterior y basa su investigación, sobre las características demográficas de una población de tepezcuintes, en 200 especímenes muertos

Una manera de obtener información acerca de esta especie, sin tener que sacrificar los ejemplares, es estudiarla en cautiverio. Aguirre y Fey (1), Gallardo citado por Mondolfi (13), Lander (8) y Vergara (19) han intentado manejar este animal en cautiverio sin mucho éxito. Los autores mencionados diseñaron las jaulas tomando en cuenta las necesidades del animal únicamente, proveyéndoles de madrigueras similares a las naturales, que imposibilitan su observación y captura.



Fig 6 Aplicación de medicamentos por vía oral.



Fig 7 Aplicación de medicamentos por vía intramuscular.

Las técnicas para la manipulación de los animales, descritas por estos autores, fueron probadas; se encontró que son difíciles de emplear y que les causa lesiones al tratar de inmovilizarlos. En cambio la trampa que se utilizó en el presente trabajo les provee de espacio donde movilizarse y no les produce lesiones. Con esta técnica de manipulación se pudo determinar el ciclo estral del tepeizcuinte, que es de aproximadamente 31 días, el periodo de gestación de 114 días, y se confirmó la existencia de un celo después del parto y un anestro por lactancia (11). La misma facilitó el manejo reproductor de la especie y permitió obtener ocho crías de tres hembras en cuatro años.

La posibilidad de medicar a los animales por vía oral permitió un control parasitario efectivo.

Gallardo, citado por Mondolfi (13), Lander (8), Aguirre y Fey (1) y Vergara (19) en sus experiencias pusieron varios animales adultos en una jaula. Lander (8) comunica que los problemas que esto ocasiona son el ataque entre sí y a las crías. Esto lo confirmó Matamoros (10), quien concordó con Smythe (18) en que son monógamos. La monogamia de esta especie ha sido confirmada por Marcus (12), de manera que es importante tener cada pareja en una jaula.

La introducción de una especie silvestre al laboratorio conlleva una gran cantidad de problemas. Solamente cuando los animales están adecuadamente enjaulados, alimentados y con buena salud es que se reproducen y dan suficientes crías para estudios posteriores.

Agradecimientos

Se agradece al señor Alvaro Ulate su amplia colaboración. Este trabajo fue financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional, proyecto 815039.

Resumen

Se describe las técnicas empleadas en la investigación del tepeizcuinte (*Agouti paca*) en cautiverio. Estas han permitido que se pueda manipular, sexar, pesar y trasladar los animales sin producirles lesiones.

6 de mayo de 1986

Y. MATAMOROS H.*

B. PASHOV N.*

* Escuela de Medicina Veterinaria Universidad Nacional Barrial de Heredia

Literatura citada

1. AGUIRRE, G ; FEY E. 1981. Estudio preliminar del tepeizcuinte (*Agouti paca nelsoni*, Godman) en la selva Lacandona, Chiapas. Reyes, P. Ed. In Estudios ecológicos en el trópico mexicano. México D.F. Instituto de Ecología 41-54.
2. ALFARO, A. 1896. Mamíferos de Costa Rica. San José 51 p.
3. AMBROSINO, G. 1974. La chinchilla: Cria y explotación 2 ed. Aedos. Barcelona. 247 p.
4. AYALA, E. 1972. La chinchilla. Madrid, Publicaciones de extensión agraria. 56 p.
5. BASS, E.J ; POTKAY, S ; BACKER, J. 1976. The agouti (*Dasyprocta* sp.) in biomedical research and captivity. Laboratory Animal Sciences 26(5):788-800.
6. COLLETT, S. 1981. Population characteristics of *Agouti paca* (Rodentia) in Colombia. Publications of the Museum. Michigan State University Biological Series 5(7):489-601.
7. GONZALEZ, E. 1977. El capibara una fuente indígena de carne de la América Tropical. Revista Mundial de Zootecnia 21:24-30.
8. LANDER, A. 1974. Observaciones preliminares sobre lapas *Agouti paca* (Linn 1966) (Rodentia, Agoutidae) en Venezuela, Universidad Central de Venezuela. Facultad Agronomía, Instituto de Zoología Agrícola, Maracay, Venezuela. 104 p.
9. MATAMOROS, Y. 1980. Contribución al estudio de la biología del tepeizcuinte (*Cuniculus paca*) en cautiverio. Tesis. Universidad de Costa Rica. 75 p.
10. MATAMOROS, Y. 1982. Notas sobre la biología del tepeizcuinte (*Cuniculus paca* Brisson). (Rodentia: Desyproctidae) en cautiverio. Brenesia 19/20:71-82.
11. MATAMOROS, Y.; PASHOV, B. 1984. Ciclo estral del tepeizcuinte (*Cuniculus paca*) Brenesia 22:249-260.
12. MARCUS, M. 1984. Social organization, ranging behavior and foraging ecology of *paca Agouti paca*) en central Panamá. Trabajo no publicado.

- 13 MONDOLFI, E. 1972. Mamíferos de caza de Venezuela, la lapa o paca. *Defensa de la Naturaleza* 2(5):4-16
- 14 OJASTI, J. 1971. El chigüire. *Defensa de la Naturaleza* 1(3):5-25.
- 15 ROBERTS, M.; MALINIAK, E.; DEAL, M. 1984. The reproductive biology of the rock cavy. *Karadon rupestri*, in captivity. A study of reproductive adaptation in a trophic specialist. *Mammalia* 48(2):253-266.
- 16 ROWLANDS, I.W. 1974. Mountain Viscacha. Symposium of the Zoological Society, London 131, 141
- 17 SERRE DEL SAGUES, P. 1920. Un manjar regio de las Repúblicas hispanoamericanas El Paca "Tepeizcuinte". Tr. Fernández, R. *Revista de Costa Rica* 1(12):343-345.
- 18 SMYTHE, N. 1978. The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*) Smithsonian Contributions to Zoology. 257:1-52.
- 19 VERGARA, S. 1981. Diseño de un Zoocriadero para *Dasyprocta punctata* y *Agouti paca*. Corporación Autónoma Regional de los Valles de Sinu y del San Jorge. Mimeografiado 44 p.
- 20 WEIR, B. 1967. The care and management of laboratory histricomorph rodents. *Laboratory Animal* 1:95-104
- 21 WEIR, B. 1974. Another histricomorph rodent: keeping casiragua (*Proechimys guirae*) in captivity. *Laboratory Animal* 7:125-134.
- 22 WEIR, B. 1974. Notes on the origin of the domestic guinea pig. Symposium of the Zoological Society, London 34:437-446.

Relationship between age of cocoa (*Theobroma cacao* L.) trees and soil nutrient contents.

Resumen. La relación entre la edad de los árboles de cacao y las concentraciones de C orgánico, N, P disponible, K cambiante, Ca y Mg en el perfil y superficie de suelos fue estudiada en tres localidades en tres años.

La edad de los árboles de cacao varió de 4 a 37 años. Los valores del C orgánico del suelo, N, K cambiante, Ca y Mg fueron correlacionados positivamente con la edad de los árboles de cacao. El P disponible fue correlacionado negativamente con la edad de los árboles de cacao.

Hubo disminución en los contenidos nutritivos del suelo cuando la edad de los árboles de cacao aumentó a 37 años.

Cocoa, the mayor component of chocolate and many beverages consumed throughout the world, is an important cash crop in tropical countries. An investigation of the relationship between the age of cocoa trees and soil chemistry is expected to contribute to the understanding of the supplementary nutritional needs of the crop.

This relationship has not received sufficient attention, although it has generated controversy. In Ghana, Ahenkorah (1) observed that cocoa cropping deteriorates humus and the cation content of soil, but Wessel (10), in a discussion of cocoa soils of Nigeria, indicated that cocoa did not deteriorate soil chemical properties. Ahenkorah noted and absence of published information from other cocoa growing countries relating soil fertility with cocoa cropping. The present study, performed over three years at three locations in Nigeria, investigates changes in nutrient contents of surface and subsurface soil as a result of differing age of cocoa trees.

Materials and methods

In 1979 five Amelonado cocoa plots which were 34, 25, 22, 18, and 10 years old were selected at Apoje (6°57'N, 4°6'E). A profile pit was dug in each plot for the purpose of collecting soil samples from each specified horizon (Table 1). The soil at Apoje, classified as Psammentric Usthorthent (USDA), is derived from biotite, and the surface soil is composed of 75.0% sand, 8.6% silt and 16.4% clay (4).

In 1981 soil samples were collected at a 15 cm depth at Gambari (6°50'N, 4°33'E) over each of seven cocoa plots that were 4 to 37 years in age (Table 2). Soil samples from each plot were combined. The soil at Gambari has the same origin as the soil at Apoje, but the surface (0 to 15 cm) soil consists of 75.8% sand, 9.1% silt and 15.1% clay.

In 1982 three cocoa plots which were 10, 15 and 19 years old and 3.5, 4 and 5 ha in size respectively were located at Ilesa (6°32'N, 4°54'E). Specified numbers of surface soil samples were collected over each plot (Table 3) as dictated by soil colour variability. The soil at Ilesa, classified as Oxic Paleustalf, is derived from amphibolites and consists of 85.7% sand, 7.0% silt and 7.3% clay.

Each soil sample was air-dried and 2 mm sieved. Organic C was determined by the Walkley-Black method (9) and total N by the Kjeldahl method. Available P was determined by the molybdenum blue method after extraction with Bray and Kurtz solution No. 1.

Exchangeable bases were displaced by 1N ammonium acetate (pH 7.0), K was determined by flame photometry and Ca and Mg by atomic absorption spectrophotometry. The value of pH was determined using a glass electrode placed in 1:1 soil - 1N KCL medium

Results and discussion

Organic C in the 0 to 20 and 20 to 38 cm soil layers increased linearly with increase in age of cocoa trees (Table 1). But the relationship does not hold in the third (38 to 65 cm) horizon. Mean organic C content in the soil profile also rose linearly with the increase in the age of trees, the correlation coefficient being 0.97. At Gambari, organic C in surface soil tended to increase with the age of the tree (Table 2) up to 34 years, but fell to the minimum when the age of the tree increased to 37 years. At Ilesa (Table 3), maximum and mean values of soil organic C also increased as the cocoa trees advanced in age from 10 to 19 years.

Soil N contents in the first two horizons under 24, 25 and 22 year old cocoa trees (as compared with 18 and 10 year old trees) were greater. The mean soil N content in the soil profile was positively correlated with the age of trees ($r = 0.92$). In surface soil at

Gambari, mean soil N and the maximum value of soil N increased when the age of cocoa trees advanced from 10 to 19 years.

Soil K contents in the first two horizons under 34 and 25 year old cocoa trees (as compared with 22, 20 and 18 year old trees) were greater. The correlation between mean values of K in the soil profile and age of cocoa trees was 0.85.

Soil Ca contents in the first two horizons under 34, 25 and 22 year old cocoa trees (as compared with 18 and 10 year old trees) were greater. In the third horizon, greater amounts of Ca were observed under 34 and 25 year old trees compared with younger trees. The correlation coefficient between mean Ca content in the soil profile and age of cocoa trees was 0.97.

At Gambari, exchangeable K and Ca in surface soil were positively correlated with the age of cocoa trees. It is shown that the values of soil K and Ca declined when cocoa trees reached the age of 33 years and rose at the age of 34 years before falling finally at the age of 37 years. The relatively low values observed for 33 year-old trees might be due to error. A similar observation was made at Ilesa, where the greatest

Table 1. Relationship between age of *Theobroma cacao* trees and chemical properties of soil horizons.

Property	cm	Age of cocoa (year)				
		34	25	22	18	10
C (percent)	0-20	4.1	3.2	2.8	2.7	1.2
	20-38	3.2	3.0	1.8	1.4	0.9
	38-65	2.8	1.2	0.9	1.3	0.7
N (percent)	0-20	0.19	0.19	0.14	0.10	0.10
	20-30	0.17	0.11	0.18	0.09	0.10
	38-65	0.08	0.11	0.16	0.08	0.06
P (ppm)	0-20	8.7	9.3	8.3	11.2	10.9
	20-30	2.1	0.6	3.7	3.9	3.6
	38-65	0.6	0.6	0.6	1.8	1.6
K (meq/100 g)	0-20	1.41	0.38	0.04	0.05	0.04
	20-38	0.49	0.19	0.11	0.04	0.04
	38-65	0.10	0.08	0.21	0.18	0.20
Ca (meq/100 g)	0-20	11.1	2.5	8.6	0.8	2.2
	20-38	10.0	1.5	5.4	0.5	1.2
	38-65	6.4	2.3	0.8	0.5	2.2
Mg (meq/100 g)	0-20	0.86	0.68	0.85	0.44	0.36
	20-38	0.59	0.45	0.84	0.44	0.23
	38-65	0.70	0.62	0.21	0.32	0.47

Table 2. Relationship between age of *Theobroma cocoa* trees and soil chemical properties at Gambari.

Age of tree (year)	C (percent)	P (ppm)	K (meq/100 g)	Ca (meq/100 g)	pH
4	1.7	25.7	0.02	1.2	6.1
18	2.0	8.5	0.07	3.2	6.8
22	2.5	11.2	0.11	3.6	7.1
30	3.0	9.3	0.09	7.9	6.9
33	3.0	8.3	0.14	2.8	7.0
34	3.3	4.0	0.21	16.2	7.2
37	1.2	2.4	0.12	2.0	6.8
Correlation with tree age	0.34	-0.91	0.59	0.40	0.77

mean values of soil K and Ca were observed under 15 year old trees compared with 10 and 19 year old trees

Soil Mg contents in the first two horizons under 34, 25 and 22 year old trees (as compared with 18 and 10 year old trees) were greater. In the third horizon, soil Mg content was greater under 34 and 25 year old trees. The correlation coefficient between age of trees and mean Mg content in the soil profile was 0.93. At Ilesa, mean Mg content in surface soil increased with the age of trees between 10 and 19 years

The value of soil pH in surface soil rose non-linearly with the age of cocoa trees (Tables 2 and 3). This is consistent with positive correlations observed between age of cocoa trees and concentrations of soil K, Ca and Mg

Available soil P content was smaller under old cocoa trees in all horizons. In the first and third horizons, the soil under 18 and 10 year old trees had greater P content than the soil under 34, 25 and 22 year old trees. The second horizon under 34 and

25 year old cocoa trees (as compared with younger trees) had a smaller P content. The correlation coefficient between mean soil P in the profile and age of cocoa trees was -0.78. In surface soil at Gambari, soil P content was smaller under older cocoa trees

Increases in concentrations of soil organic C, N, exchangeable K, Ca and Mg with the age of cocoa trees from 4 to 34 years are consistent with the fact that the cocoa canopy closes about the fourth year (3). The canopy cover and litter fall increase until cocoa trees reach 30 to 40 years in age (10). The drastic reduction in concentrations of soil organic C, K and Ca when cocoa trees reach the age of 37 years may be due to insufficient canopy shading. Trunk die-back and consequent reduction in shading is a common feature of old cocoa farms of about 40 years in age (2). Increased shading and litter turn-over with advanced age of cocoa trees up to 34 years might increase soil organic C and N contents and reduce base leaching. The fact that K content increased deeper into the soil profile in 10, 18 and 22 year old cocoa plots suggests that K leaching from surface soil occurred in the sandy soil at Apoje (4)

Table 3. Range in values of chemical properties of surface soil in *Theobroma cocoa* plots of different ages at Ilesa.

Age of tree (year)	No. of Samples	C percent	N	K meq/100 g	Ca	Mg meq/100 g	pH
19	19	1.4-3.2 (2.4)	0.11-0.32 (0.20)	0.05-0.36 (0.10)	0.08-10.0 (3.2)	0.24-1.42 (0.85)	5.4-8.8 (8.3)
15	19	1.5-3.0 (2.2)	0.12-0.29 (0.19)	0.06-0.95 (0.25)	0.9-10.2 (3.9)	0.17-1.30 (0.69)	5.3-8.4 (6.8)
10	21	0.8-2.5 (1.5)	0.12-0.22 (0.18)	0.05-0.38 (0.10)	0.3-4.0 (0.5)	0.22-1.44 (0.67)	5.2-8.0 (6.6)

Values in parentheses are means

An observed increase in concentrations of soil N, K, Ca and Mg and reduction in soil P with older cocoa trees are consistent with the results of nutritional studies on cocoa. Whereas N fertilizer decreased cocoa yield in Nigeria (5, 6, 7, 8), application of urea to cocoa seedling produced a beneficial effect (11). Responses of mature cocoa to K, Ca and Mg fertilizer were rare (6). Experiments in Ghana (1) and Nigeria (7) showed that P was the macronutrient delimiting the yield of cocoa, although there was only response to P when N was applied.

It is suggested that more emphasis be placed on supplementary nutritional needs of young cocoa plants compared with old plants. This is because soil organic C, N, K, Ca and Mg contents increased with the age of cocoa trees. However efforts should be made to prevent likely deficiencies of P in soil under mature cocoa trees since available soil P decreased as cocoa trees got older.

Summary

The relationships between age of cocoa trees and concentrations of organic C, N, available P, exchangeable K, Ca and Mg in the soil profile and surface soil were studied at three locations during three years. The age of the cocoa trees varied between 4 and 37 years. Values of soil organic C, N, exchangeable K, Ca and Mg were positively correlated with the age of cocoa trees, while available soil P was negatively correlated. There was a decrease in values of soil nutrient contents when the age of cocoa trees increased to 37 years.

Acknowledgements

The study was supported by the Cocoa Research Institute of Nigeria.

August 1, 1985

S.O. OJENIYI*

* Department of Crop Production, Federal University of Technology, PMB 704, Akure, Nigeria (Formerly at Cocoa Research Institute of Nigeria)

Literature cited

1. AHENKORAH, Y. 1979. The influence of environment on growth and production of the cocoa tree; soils and nutrition. Proceedings 7th International cocoa research conference, Cameroon p 167-176 1979.
2. HALL, T.R.; SMITH, R.W. 1963. The performance of randomly planted West African Amelonado cocoa at Tafo 1938 to 1960. Ghana Journal of Science 3:35-42.
3. LASS, R.A.; EGBE, N.E. 1972. Cocoa in Nigeria. Cocoa Growers Bulletin 18:5-13.
4. OJENIYI, S.O.; EGBE, N.E. 1981. Effect of foliar application of potassium on cocoa yield. Journal of Horticultural Science 56:181-185.
5. OJENIYI, S.O.; EGBE, N.E.; OMOTOSO, T.I. 1981. Boron nutrition of Amazon cocoa in Nigeria. I. Early results of fertilizer trials. Experimental Agriculture 17:399-402.
6. OJENIYI, S.O. 1982. Review of results of fertilizer trials on cocoa (*Theobroma cacao*) in Nigeria. Proceedings 8th International cocoa research conference, Colombia p. 171-173.
7. OJENIYI, S.O.; EGBE, N.E.; OMOTOSO, T.I. 1982. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on unshaded Amazon cocoa in Nigeria. Fertilizer Research 3:13-16.
8. OJENIYI, S.O.; EGBE, N.E. 1983. Results of a boron-potassium nitrogen fertilizer experiment on Amazon cocoa (*Theobroma cacao*). Proceedings 9th International cocoa research conference, Togo p. 124-128.
9. WALKEY, A.; BLACK, C.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37:29-38.
10. WESSEL, M. 1969. Cocoa soil of Nigeria. Proceedings 2nd International cocoa research conference, Brazil p 417-429.
11. WESSEL, M. 1970. Effects of fertilizers on growth of young cocoa. Tropical Agriculture 47:63-66.

Ammonium-oxidizing nitrifying bacteria from Chilean soils.

Resumen. Se describe el aislamiento e identificación de bacterias oxidantes del amonio existentes en suelos colectados en la VIII Región, Chile. Se analizó un total de 10 muestras de suelos correspondientes a las siguientes ocho series de suelos: San Esteban, Cauquenes, San Carlos, Mirador, Collipulli, Quella, Diguillin, Santa Bárbara. El aislamiento se realizó mediante cultivos de enriquecimiento. La identificación de las bacterias se basó en las características morfológicas observadas al microscopio electrónico de transmisión. Se detectó *Nitrosomonas* solamente en una de las muestras de suelo, *Nitrospira* en cuatro y *Nitrosolobus* en seis de ellas. No se encontró alguna relación entre los géneros aislados y las propiedades de los suelos.

Although the process of autotrophic nitrification in soils has been extensively investigated, there are relatively few reports on the ecology of nitrifying bacteria in soils in relation to the geographic distribution of the generator species.

Moreover, there is a lack of information from many areas of the world. The purpose of this study was to identify ammonium-oxidizing bacteria in Chilean soils.

Materials and methods

The soils studied (Table 1) correspond to series occurring in the provinces of Concepción and Nuble, VIII Región, Chile. They were surface sampled (0-25 cm) in field-moist condition and kept under refrigeration. Subsamples were sieved (2 mm), air-dried and analyzed. For enrichment, an amount of field-moist soil equivalent to 2 g of oven-dried material was placed in 250 ml Erlenmeyer flasks containing 50 ml of sterile ammonium sulfate growth medium (3) and incubated at 25°C, until the color of the

medium changed to yellow. The pH was readjusted with sterile 5% sodium carbonate solution. When a second color change occurred, 0.5 ml of the culture was transferred to fresh medium, and a drop was spread on Bhuiya and Walker medium (3) solidified with 2% Noble (Difco) agar. This procedure was repeated three times. After the last color change, 0.5 ml of the culture was diluted tenfold up to 10^{-7} in tubes containing 4.5 ml of medium. The tubes were incubated at 25°C for three weeks and a new tenfold dilution was made from the highest dilution showing nitrite production, and a drop was spread on an agar plate. This procedure was repeated five to six times. From the agar plates showing a strong nitrite reaction to Griess-Hosvay reagent after incubation at 25°C for three weeks, nitrifier-likely colonies were picked using microcapillary drawn Pasteur pipettes (9) and transferred to tubes of medium and incubated at 25°C.

Identification of ammonium-oxidizing bacteria at the genus level was done by transmission electron microscopy following the morphological criteria given by Buchanan and Gibbons (4).

Enrichment cultures, or cultures from successfully transferred colonies, were used to inoculate (1% inoculum) flasks containing 2 liters of medium. These cultures were incubated at 25°C and sparged with air ($50 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) sterilized through a 0.45 µm Millipore filter. During incubation the pH was adjusted by the addition of a 5% solution of sodium carbonate, and bacterial growth was measured colorimetrically (14). Bacterial cells were processed for electron microscopy according to the method of Watson (13). After prefixation with glutaraldehyde in the growth medium, the cells were harvested by filtration through a 0.45 µm membrane filter (47 mm

Table 1. Characteristics of the soils sampled.

Sample No.	Soil		Predominant Clay	pH	Organic matter %	Nitrate N ppm	P2O5 ppm	K2O meq/100 g
	Series	Subgroup						
1	San Esteban	Ultic Palexeralfs	Kaolinite	6.3	4.6	12.3	14.0	0.46
2	Cauquenes	Ultic Palexeralfs	Kaolinite	6.2	2.5	8.9	8.0	0.48
3	San Carlos	Typic Durixeralfs	Metahalloysite	5.9	3.2	15.8	14.0	0.32
4	Mirador	Ultic Palexeralfs	Metahalloyside	5.8	3.0	8.7	8.0	0.98
5	Collipulli	Ultic Palexeralfs	Metahalloysite	5.2	2.5	5.3	6.0	0.70
6	Collipulli	Ultic Palexeralfs	Metahalloysite	5.5	2.2	19.2	3.6	0.82
7	Quella	Typic Pelloxerents	Montmorillonite	5.8	3.2	5.2	20.0	0.22
8	Diguillin	Typic Dystrandeps	Allophane	6.0	10.0	12.3	16.0	0.70
9	Santa Barbara	Typic Dystrandeps	Allophane	5.9	6.9	8.8	6.0	0.30
10	Santa Barbara	Typic Dystrandeps	Allophane	6.0	9.7	35.0	7.2	0.50

in diameter) placed in a Swinnex (Millipore) holder. The steps of fixation with osmium tetroxide and staining with uranyl acetate were performed without removing the bacteria from the filter, simply by forcing the solutions through the filter using disposable syringes. The bacteria were resuspended in a few drops of buffer, enrobed in an equal volume of 3% Noble agar, dehydrated with alcohol and embedded in a mixture of Araldite-Epon 812. Sections were cut to 45 nm, placed on Formvar coated grids and stained with lead citrate. Electron micrographs were obtained from a Philips EM-200 operated at 80 kV.

Results and discussion

From each of the ten soil samples, enrichment of ammonium-oxidizing bacteria was obtained, but all attempts to obtain pure cultures through the transfer and dilution procedure, or by plating and colony picking, failed. In spite of this, identification to genera level was possible in thin sections of non-pure cultures prepared for TEM. This could be accomplished because in the enrichment cultures, the ammonium-oxidizing bacteria population far outnumbered that of heterotrophic contaminants; also their morphology is sufficiently characteristic to allow for reliable identification.

Nitrosolobus (Fig. 1a) was found to be the most common genus (Table 2), being detected in 6 of the soil samples surveyed. The genus *Nitrosospira* (Fig. 1b) was present in 4 of the samples; *Nitrosomonas* (Fig. 1c) was found in only one soil, which also contained *Nitrosolobus*. The last observation supports the findings of Belser and Schmidt (2) regarding the coexistence of multiple genera of ammonium-oxidizing bacteria in the same soil. It should be stressed that

while most investigators have reported the genera *Nitrosomonas* and/or *Nitrosospira* as the most frequently isolated (1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 12), in our study the most prevalent genus was *Nitrosolobus*. The predominance of the genus *Nitrosolobus* in certain soils has also been reported by other authors. Bhuiya and Walker (3) isolated *Nitrosospira* from all acid tea soils tested from Bangladesh, but in tea soils from Sri Lanka and nonacidic soils from Bangladesh they found that *Nitrosolobus* was the most common genus. Walker (11), in a search of nitrifiers from soils collected from different continents, concluded that *Nitrosolobus*, and not *Nitrosomonas*, is the dominant genus in agricultural soils. Additionally, MacDonald (5), in his study of the dynamics of the nitrifying bacterial population in a soil from Rothamsted, isolated *Nitrosolobus* only.

In this study, we found no relationship between the occurrence of the different genera and such soil properties as pH, predominant clay mineral, and chemical composition.

We are not aware of any previous report of the identification of autotrophic ammonium-oxidizing bacteria in Chilean soils.

Summary

The isolation and identification of ammonium-oxidizing bacteria in soils collected from the VIII Región, Chile is described.

Table 2. Ammonium-oxidizing bacteria identified in soil samples from Chile.

Sample No.	Soils series	Genus
1	San Esteban	<i>Nitrosospira</i>
2	Cauquenes	<i>Nitrosolobus</i>
3	San Carlos	<i>Nitrosolobus</i>
4	Mirador	<i>Nitrosolobus</i>
5	Collipulli	<i>Nitrosolobus</i>
6	Collipulli	<i>Nitrosospira</i>
7	Quella	<i>Nitrosolobus</i> and <i>Nitrosomonas</i>
8	Diguillin	<i>Nitrosolobus</i>
9	Santa Bárbara	<i>Nitrosospira</i>
10	Santa Bárbara	<i>Nitrosospira</i>

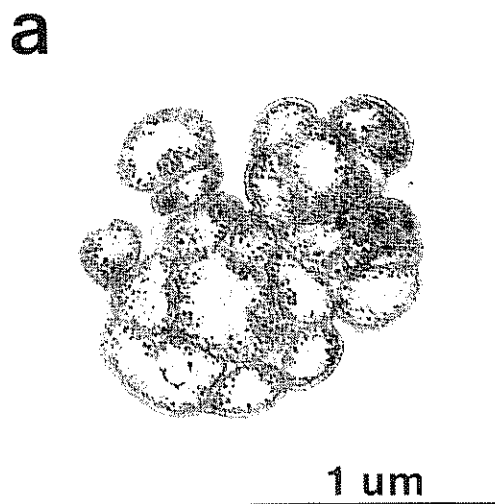


Fig. 1. Electron micrographs of lead-stained thin sections: (a) *Nitrosolobus* sp. from Mirador soil; (b) *Nitrosospira* sp. from San Estebal soil; (c) *Nitrosomonas* sp. from Quella soil.

Ten samples of soil corresponding to 8 different soil series, namely San Esteban, Cauquenes, San Carlos, Mirador, Collipulli, Quella, Diguillin and Santa Bárbara were analyzed. Isolation was done by soil enrichment cultures. Identification of bacteria was based on morphological characters as revealed by transmission electron microscopy. *Nitrosomonas* was found only in one of the soil samples. *Nitrospira* in four, and *Nitrosolobus* in six of the soils tested. No relationship was found between the genera isolated and soil properties.

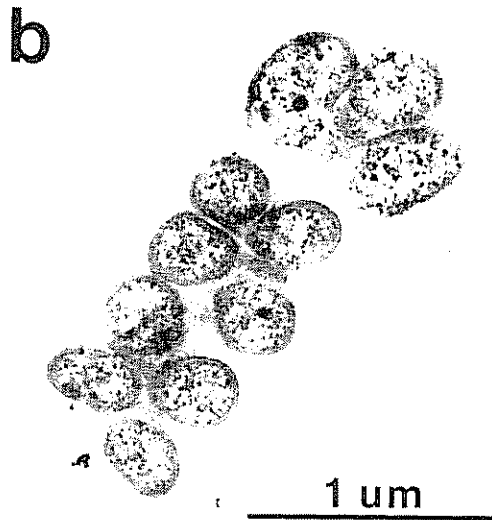


Fig. 1b

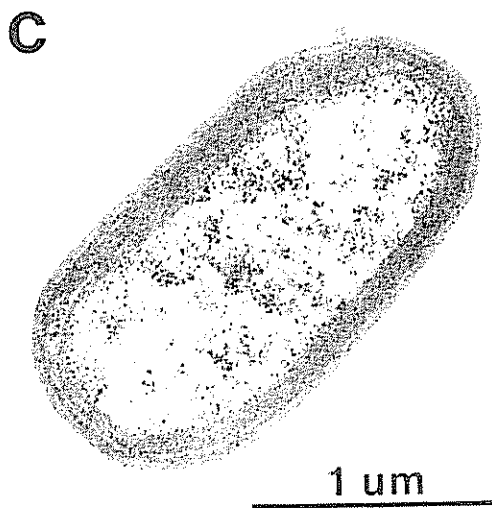


Fig. 1c

Acknowledgements

TEM studies were carried out at the Laboratorio de Microscopía Electrónica, Dirección de Investigación, Universidad de Concepción. Embedding, sectioning and staining was done by Mr. Julio Pujin; electron microscope manipulation was performed by Mr. Raul Alarcón, while photograph processing and printing was done by Mr. Hugo Pacheco. We want to thank them all for their generous help in the completion of this study.

July 11, 1985

L LONGERI*

M MORONI*

* Departamento de Agronomía, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile

Literature cited

- 1 BELSER, L.W.; MAYS, E.L. 1982. Use of nitrifier activity measurements to estimate the efficiency of viable nitrifier counts in soils and sediments. *Applied and Environmental Microbiology* 43:945-948.
- 2 BELSER, L.W.; SCHMIDT, E.L. 1978. Diversity in the ammonia-oxidizing nitrifier population of a soil. *Applied and Environmental Microbiology* 36:584-588.
- 3 BHUIYA, Z.H.; WALKER, N. 1977. Autotrophic nitrifying bacteria in acid tea soils from Bangladesh and Sri Lanka. *Journal of Applied Bacteriology* 42:253-257.
- 4 BUCHANAN, R.E.; GIBBONS, N.E. 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 8th Ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore.
- 5 MACDONALD, R.M. 1979. Population dynamics of the nitrifying bacterium *Nitrosolobus* in soil. *Journal of Applied Ecology* 16:529-535.
- 6 MEIKLEJOHN, JANE. 1950. The isolation of *Nitrosomonas europaea* in pure culture. *The Journal of General Microbiology* 4:185-190.
- 7 SARATHCHANDRA, S.U.; CHALCROFT, J.P. 1978. A note on the isolation of chemotrophic ammonium-oxidizing bacteria from two New Zealand soils. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 21:297-299.

- 8 SCHMIDT, E. L.; MOLINA, J. A. E.; CHIANG, C. 1973 Isolation of chemoautotrophic nitrifiers from Moroccan soils. *Bulletin of Ecological Research Communications* 17:166-167
- 9 SORIANO, S.; WALKER, N. 1968 Isolation of ammonia-oxidizing autotrophic bacteria. *Journal of Applied Bacteriology* 31:493-497
- 10 SORIANO, S.; WALKER, N. 1973 The nitrifying bacteria in soils from Rothamsted classical fields and elsewhere. *Journal of Applied Bacteriology* 36:523-529
- 11 WALKER, N. 1978 On the diversity of nitrifiers in nature. In D. Schlessinger ed. *Microbiology* 1978. American Society of Microbiology, Washington D.C. p. 346-347
- 12 WALKER, N.; WICKRAMASINGHE, K. N. 1979 Nitrification and autotrophic nitrifying bacteria in acid tea soils. *Soil Biology and Biochemistry* 11:231-236
- 13 WATSON, S. W. 1971 Reisolation of *Nitrosospira briensis* S. Winogradsky and H. Winogradsky 1933. *Archiv für Mikrobiologie* 75:179-188
- 14 ZIMMERMAN, M. 1961 *Photometrische Metall- und Wasser-Analysen* 2nd ed. B-a3(61) Nitrit-Ion. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft M.B.H., Stuttgart