

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 31

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1981

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 31(1)1-93

<i>Características tecnológicas y nutricionales de 20 cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris) I. Características físicas del grano (en español)</i> Sonia Linares B, Concepción M. de Bosque, Luiz G. Elías, Ricardo Bressani	1
<i>Observaciones sobre la distribución espacial de Medoidogyne incognita después de la cosecha en dos plantíos de tabaco burley (en español)</i> Róger López Ch.	11
<i>Carbohidratos estructurales, proteína y digestibilidad in vitro de ocho pastos tropicales (en inglés)</i> Gudesteu P. Rocha, Raul R. Vera	15
<i>Efecto del período de amamantamiento con calostro sobre el comportamiento de terneros de lechería (en español)</i> M. E. Ruíz, E. Pérez, R. Medina	21
<i>Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. I. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na) (en español)</i> U. Grimm, H. W. Fassbender	27
<i>Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y descomposición de los residuos vegetales (en español)</i> H. W. Fassbender, U. Grimm	39
<i>Determinación de los períodos global y crítico de competencia de las malezas con arroz (Oryza sativa L "inti") de transplante (en español)</i> Luis Cerna Bazán, Gustavo Arbaiza Cubas	49
<i>Daños vegetales y respuesta de rendimiento a Diatraea saccharalis y Spodoptera frugiperda en ciclos de selección de dos poblaciones tropicales de maíz en México (en inglés)</i> F. B. Peairs, J. L. Saunders	55
<i>Análisis económico de sistemas potenciales de cultivos intercalados en Jamaica (en inglés)</i> David Schroder, Philip F. Warnken	63
<i>Estudio microbiológico de maceración de arroz (Oryza sativa) II. Determinación de los contenidos de algunos ácidos orgánicos en el líquido de maceración del arroz (en portugués)</i> M. P. Cereda, I. A. Bonassi, A. R. Gil	69
<i>Comunicaciones</i>	75
<i>Acumulación de materia seca y micronutrientes de dos cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz) (en portugués)</i> J. O. Lorenzi, J. R. Gallo, E. Malavolta, D. A. Monteiro	75
<i>Virus del Rayado fino: su detección en glándulas salivales y evidencia del incremento del virus en el insecto vector Dalbulus maidis (en inglés)</i> Carmen Rivera, Y. Kozuka, R. Gámez	78
<i>Germinación de dos especies de Tiliaceas arbóreas de la vegetación secundaria tropical: Belotia campbellii y Heliocharis donell-smithii (en español)</i> Carlos Vázquez-Yanes	81

Reseña de libros 83



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Características tecnológicas y nutricionales de 20 cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). I.
Características físicas del grano¹ /

SONIA LINARES B.*, CONCEPCION M. DE BOSQUE*, LUIZ G. ELIAS**, RICARDO BRESSANI***

Abstract

The objective of this work was to estimate the possible effect of variety on the physical, organoleptic and culinary characteristics of 20 bean varieties (10 black, 4 red, 3 beige and 3 white) and, taking yield into consideration, correlate the information obtained.

The following 10 physical characteristics were measured in each variety: color, brilliance or shine of the seed coat, weight, volume, cooking time, thickness of broth, percentage of seed coat, percentage of cotyledon, water absorption, and hardness of the seed.

In general, a high variability was found in the different parameters measured, between and within varieties. Yield per unit area was higher for black and beige varieties. The negative correlation between this parameter and weight and volume suggests that smaller seeds have higher yields.

The physical parameters that showed better practical possibilities were size of the seed and cooking time. A positive significant ($P < 0.01$) correlation ($r = 0.96$) was found between weight and volume, and since dry weight is a less variable and easier parameter to measure, it was taken as representative of seed size. Cooking time, a relevant parameter since it determines acceptability, was negatively ($P < 0.05$) correlated with seed weight, and positively and significantly ($P < 0.01$) correlated with percentage of seed coat. These relationships indicate that cooking time is influenced by seed size and, possibly to a higher degree, by the percentage of seed coat.

Hardness of the seed, as measured by the penetrometer, was positively correlated with percentage of seed coat, on the other hand, it was found that a seed with a shinier seed coat absorbs less water and requires more time for cooking.

From these results, it was concluded that cooking time, perhaps the main factor determining acceptability by the consumer, is determined by several physical characteristics of beans, such as color, shine of the seed coat, size, percentage of seed coat, and probably other characteristics not considered in this work.

¹ Recibido para su publicación 23 de noviembre de 1980. Este trabajo fue financiado por el International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada (Grant in-aid INCAP PN-311). La Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y el Ministry of Overseas Development del Reino Unido de la Gran Bretaña subvencionaron en parte las becas de la Señorita Linares y de la Señora de Bosque, respectivamente.

* Este trabajo se basa en parte en la tesis de graduación de Sonia Linares B. y Concepción M. de Bosque, previo a

optar al título de *Magister Scientifical* en Ciencia y Tecnología de Alimentos (INCAP-CESNA). Guatemala, 1979.

** Científico y Jefe del Programa de Alimentos Básicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

*** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es la leguminosa más importante en nutrición humana en la América Latina (2), y constituye una de las fuentes más baratas de proteína (1); contribuye además, con cantidades significativas de calorías y otros nutrimentos (3).

Desde el punto de vista del consumidor, existen factores que gobiernan la aceptabilidad de un determinado tipo de frijol por las poblaciones que lo consumen, como son los factores fisicoculinarios y fisiológicos (5, 9). Se ha propuesto definir como calidad de cocción al conjunto de los siguientes factores: uniformidad en el tamaño y color de las semillas; tiempo mínimo de cocción para suavizarlas; espesor del caldo de cocción; ausencia de fisuras; y condiciones sanitarias normales (5).

En los países centroamericanos, la población prefiere los frijoles rojos y negros y de apariencia opaca, por considerar que los frijoles brillantes tardan más en cocerse y, con respecto a tamaño y forma, prefieren los medianos y ovalados, respectivamente (15).

Sin embargo, no existe en la actualidad una información completa sobre las causas por las cuales determinadas poblaciones prefieren cierto tipo de frijol sobre otro, y aún más, las razones que determinan las características particulares de preferencia, de parte del consumidor, por cada tipo de frijol (8).

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de estimar el posible efecto de variedad sobre las características físicas del frijol, y relacionar estas últimas adicionando el rendimiento agronómico, a fin de conocer el significado de las mismas.

Materiales y métodos

Veinte variedades promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) (10 negras, 4 rojas, 3 cafés y 3 blancas) provenientes originalmente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), fueron sembradas en la finca experimental del INCAP, Guatemala, en un diseño de cuatro bloques al azar (parcelas de 25 metros cuadrados) con un total de 80 muestras, las cuales fueron cosechadas, pesadas para conocer su rendimiento, y almacenadas a 4°C en los laboratorios del INCAP hasta el momento en que fueron sometidas a los diferentes análisis. El Cuadro 1 muestra la identificación y algunas características de las variedades estudiadas.

Preparación de las muestras

Las 80 muestras de frijol crudo se limpiaron y separaron en dos porciones, la primera constituida por 100 semillas y la segunda por 25, en las cuales se realizaron las determinaciones que se indicarán posteriormente.

Análisis de los materiales

En cada una de las muestras, en la porción de 100 semillas, se determinó lo siguiente:

1. Color.
2. Brillantez. Se determinó en forma subjetiva, clasificando las semillas en muy brillantes, brillantes intermedias y opacas. Se dio luego una identificación numérica a cada nivel de brillantez para poder relacionarla con las otras características físicas.
3. Peso. Se pesaron las 100 semillas en forma directa en una balanza.
4. Tamaño. Se llevó a cabo midiendo el desplazamiento de volumen en la semilla de chan (*Salvia hispánica*) producido por las 100 semillas.
5. Tiempo de cocción. Las 100 semillas remojadas en agua corriente (relación frijol: agua, 1:3) a temperatura ambiente por 16 horas, fueron desaguadas y colocadas en un recipiente con 150 ml de agua destilada en ebullición bajo temperatura y presión normales, y se cubrió el recipiente con papel de aluminio para evitar evaporación del agua. El tiempo mínimo de cocción se tomó cuando un mínimo de 50% de los granos se rompió (16).
6. Espesor del caldo. Se determinó en el agua de cocción obtenida de la prueba de "tiempo de cocción", utilizando un viscosímetro Saybolt.

En la porción de 25 semillas se determinó lo siguiente:

1. Porcentaje de cáscara.
2. Porcentaje de absorción de agua. Se sometieron las 25 semillas a remojo en agua corriente a temperatura ambiente por 16 horas, usando una relación de frijol: agua de 1:3; los frijoles remojados se retiraron del recipiente, se desaguaron y se pesaron. El porcentaje de absorción de agua se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de absorción} = \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

Cuadro 1. Identificación original y algunas características de las 20 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Variedad No.	Identificación CIAT	Nombre de variedad	Hábito de crecimiento*	Color	Brillo**	Rendimiento*** ton/ha $\bar{x} \pm D.E.$
1	P-757	Porrillo 1	II	Negro	B	1.34 ± 0.24
2	P-459	Jamapa	II	Negro	B	1.58 ± 0.11
3	P-302	PI-309-804	II	Negro	B	1.43 ± 0.30
4	P-458	Ica Tui	II	Negro	B	1.38 ± 0.16
5	P-566	Porrillo Sintético	II	Negro	O	1.58 ± 0.23
6	P-498	Puebla 152	III	Negro	B	1.62 ± 0.15
7	P-560	51051	II	Negro	O	1.58 ± 0.08
8	P-675	Ica Pijao	II	Negro	O	1.72 ± 0.33
9	P-539	Venezuela 2	II	Negro	O	1.32 ± 0.09
10	P-512	S-166 A-N	II	Negro	O	1.23 ± 0.14
11	P-402	Brasil 2	I	Café	O	1.47 ± 0.09
12	P-524	S-630 BC-63	II	Café	O	1.41 ± 0.10
13	P-758	Puebla 152	III	Café	MB	1.65 ± 0.49
14	P-637	Línea 17	I	Rojo	B	0.49 ± 0.15
15	P-692	Calima	I	Rojo	B	0.35 ± 0.19
16	P-759	Redkloud	I	Rojo	MB	0.53 ± 0.13
17	P-755	Pompadour	II	Rojo	O	0.92 ± 0.16
18	P-392	Sanilac	I	Blanco	MB	0.69 ± 0.22
19	P-756	Ex-Rico	II	Blanco	I	1.25 ± 0.23
20	P-643	Nep-2	II	Blanco	O	1.08 ± 0.47

* I Indeterminado
 II Indeterminado erecto
 III Indeterminado postrado.

** MB Muy brillante.
 B Brillante.
 I Intermedio
 O Opaco

*** Promedio de 4 parcelas por variedad
 ± Desviación estándar.

3. Dureza. En cada una de las 25 semillas previamente remojadas en la misma forma que para el porcentaje de absorción de agua, se determinó su dureza con un penetrómetro desarrollado en el INCAP (13), el cual mide la resistencia que presenta el grano a ser atravesado por una aguja movida por fuerza electromagnética.

Resultados

En el Cuadro 2 se muestra el rendimiento agronómico, el peso y el volumen de las 20 variedades de frijol agrupadas por color. En rendimiento agronómico, las variedades negras y cafés (1.48 y 1.51 ton/ha) fueron estadísticamente superiores ($P < 0.01$) a las variedades blancas (1.09 ton/ha), y éstas a las rojas (0.58 ton/ha).

Con respecto a peso, el promedio más alto registrado fue para las variedades rojas (0.60 g/semilla), siendo significativamente diferentes ($P < 0.01$) de las variedades negras y cafés, que mostraron valores muy

similares entre sí (0.25 y 0.23 g/semilla); estos valores fueron superiores a los de las variedades blancas (0.19 g/semilla). Esta tendencia por color también se observa en el volumen del grano, aunque en este caso no hubo diferencias significativas entre las variedades negras, cafés y blancas.

Datos adicionales sobre las características físicas se presentan en el Cuadro 3. El porcentaje de cáscara varió desde 8.97 hasta 10.36%, correspondiendo el promedio mínimo a las variedades rojas y el máximo a las negras. Estas últimas fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.01$) del resto de las variedades.

Por otro lado, los frijoles negros y cafés requirieron mayores tiempos de cocción (94.04 y 93.97 minutos, respectivamente), demostrándose estadísticamente ($P < 0.01$) que éstas conforman un grupo diferente de las variedades rojas y blancas, cuyos valores (69.58 y 57.50 minutos, respectivamente) tampoco fueron diferentes entre sí.

En relación con la viscosidad del caldo, los promedios oscilaron entre 31.13 y 33.78 segundos. Los frijoles negros y rojos fueron superiores ($P < 0.01$) a los cafés, y éstos a los blancos.

En lo que respecta al porcentaje de absorción de agua, los valores encontrados fueron similares, y no se encontraron diferencias significativas entre los distintos colores de frijol. Con respecto a la dureza del grano, medida por el penetrómetro, se observa que el promedio mayor corresponde a los frijoles cafés y

Cuadro 2. Rendimiento, y peso y volumen de la semilla de 20 variedades de frijol.

Color	No. de cultivares*	Rendimiento ton/ha $\bar{x}^{**} \pm E.E.$	Peso g/semilla $\bar{x}^{**} \pm E.E.$	Volumen ml/100 semillas $\bar{x}^{**} \pm E.E.$
Negro	10	1.48 \pm 0.24a	0.25 \pm 0.05b	19.65 \pm 0.46b
Rojo	4	0.58 \pm 0.27c	0.60 \pm 0.13a	56.97 \pm 1.51a
Café	3	1.51 \pm 0.30a	0.23 \pm 0.38bc	19.48 \pm 1.25b
Blanco	3	1.09 \pm 0.36b	0.19 \pm 0.05c	16.22 \pm 0.58b

* Cada cultivar comprende cuatro réplicas.

** Promedio de los promedios de las cuatro réplicas por cultivar. \pm Error estándar

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

Cuadro 3. Porcentaje de cáscara, tiempo de cocción, viscosidad, porcentaje de absorción y dureza de granos de 20 variedades de frijol.

Color	No. de cultivares	% de cáscara $\bar{x}^{**} \pm E.E.$	Tiempo de cocción (min) $\bar{x}^{**} \pm E.E.$	Viscosidad (seg) $\bar{x}^{**} \pm E.E.$	% de absorción $\bar{x}^{**} \pm E.E.$	Dureza (g) fuerza $\bar{x} \pm E.E.$
Negro	10	10.36 \pm 0.28a	94.04 \pm 1.57a	33.55 \pm 0.31a	99.12 \pm 1.12a	13.08 \pm 0.61b
Rojo	4	8.97 \pm 0.47b	69.58 \pm 1.79b	33.78 \pm 0.41a	103.88 \pm 1.36a	19.78 \pm 0.61a
Café	3	9.50 \pm 0.41b	93.47 \pm 1.96a	32.18 \pm 0.55b	96.60 \pm 2.26a	21.02 \pm 0.40a
Blanco	3	9.35 \pm 0.29b	57.50 \pm 1.38b	31.13 \pm 0.48c	99.41 \pm 0.81a	19.42 \pm 0.65a

* Cada cultivar comprende 4 réplicas.

** Promedio de los promedios de las cuatro réplicas por cultivar. \pm Error estándar

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

el menor a los negros; las comparaciones entre colores indicaron que las variedades negras difieren estadísticamente ($P < 0.01$) de las rojas, cafés y blancas, siendo estas últimas iguales entre sí.

Finalmente, en el Cuadro 4 se muestran las correlaciones significativas encontradas entre las características físicas estudiadas de las 20 variedades de frijol, sin distinción de color.

Por una parte se observan correlaciones negativas y altamente significativas ($P < 0.01$) de rendimiento con peso ($r = -0.65$) y con volumen ($r = -0.70$); entre peso y volumen se encontró una correlación positiva significativa ($P < 0.01$) con un r de 0.96; asimismo, el peso se correlacionó negativamente con el porcentaje de cáscara y con el tiempo de cocción, alcanzando en ambos casos un r de 0.25.

Entre el tiempo de cocción y porcentaje de cáscara se encontró un coeficiente de correlación negativo y altamente significativo ($P < 0.01$), con un valor de $r = 0.40$; por otra parte, el tiempo de cocción se correlacionó negativa y significativamente ($P < 0.01$) con la dureza del grano medida por el penetrómetro ($r = -0.41$) y positivamente ($P < 0.05$) con el brillo ($r = 0.23$).

Por último, se encontraron correlaciones positivas entre dureza medida por el penetrómetro y porcentaje de cáscara ($r = 0.35$), y entre porcentaje de absorción de agua y brillo ($r = 0.31$).

Discusión

El rendimiento de grano por unidad de área de las 20 variedades obtenido en la finca experimental del

Cuadro 4. Coeficientes de correlación significativos encontrados entre los diferentes parámetros estudiados en las 20 variedades de frijol sin distinción de color.

	Peso	Volumen	% de cáscara	Tiempo de cocción	Dureza	Brillo
Rendimiento	-0.65**	-0.70**				
Peso		0.96**	-0.25*	-0.25		
Tiempo de cocción			0.40**		-0.41**	0.23*
Dureza			0.35**			
% de absorción						-0.31**

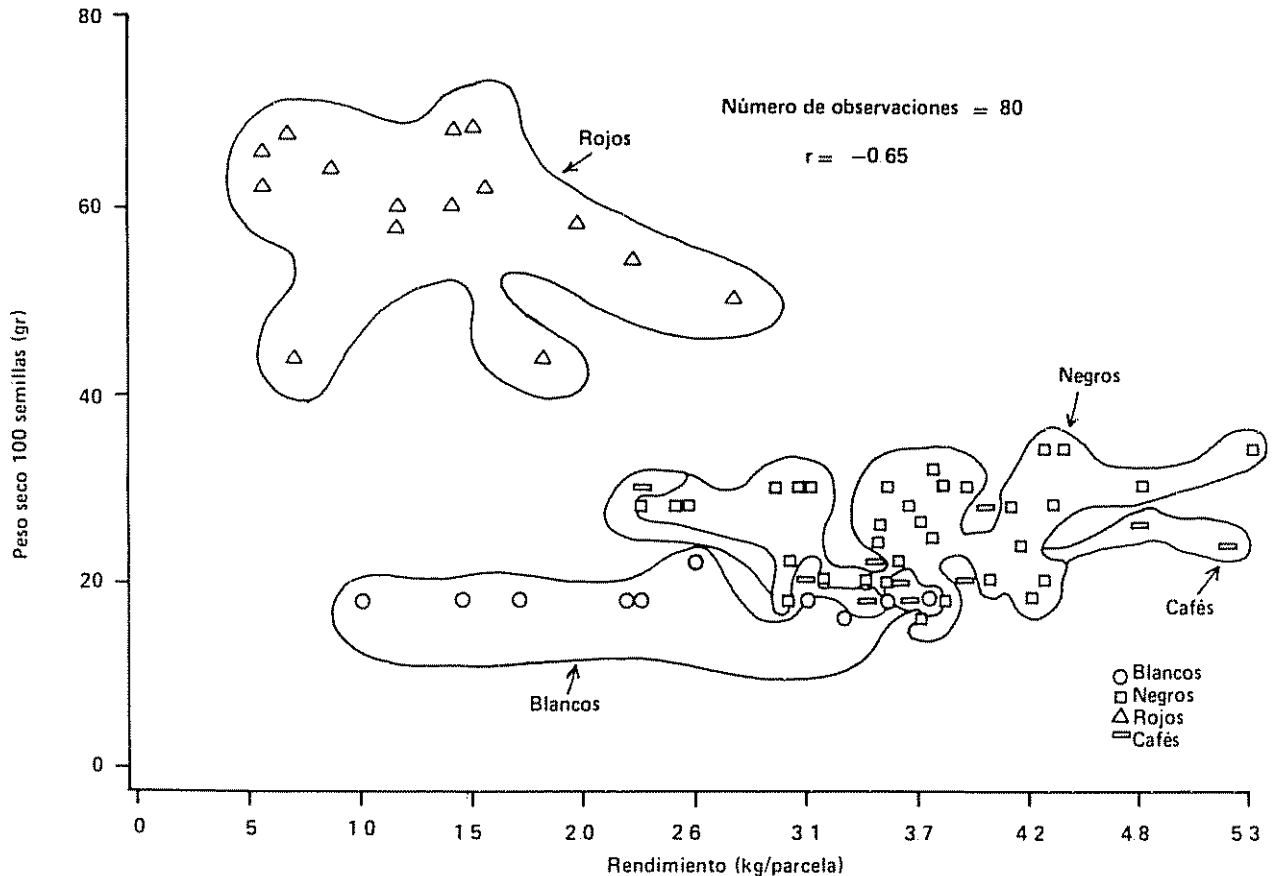
* Significativo a una P < 0.05

** Significativo a una P < 0.01

INCAP concuerda, en líneas generales, con los resultados obtenidos con las mismas variedades en el Primer Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación del Frijol (IBYAN) realizado durante 1976 y 1977 en 30 países de todo el mundo (18).

Las correlaciones negativas encontradas entre rendimiento y peso, y rendimiento y volumen, sugieren que las semillas de menor tamaño, evaluado este último como peso o como volumen, presentan

mayor rendimiento. Sin embargo, es necesario hacer resaltar el hecho de que no se encontraron correlaciones significativas cuando se trataron las muestras por color y, además, las variedades rojas formaron una población aparte del resto de colores con respecto a tamaño del grano y rendimiento agronómico (Figura 1). Probablemente, este comportamiento particular de los frijoles rojos haya sido decisivo en las correlaciones negativas significativas obtenidas en las 20 variedades.



Incap 79-871

Fig. 1. Relación entre rendimiento y peso del grano de grupos representativos de *Phaseolus vulgaris*.

Aunque no se pudo establecer claramente una relación entre los parámetros mencionados, los datos parecen indicar que el tamaño y color del grano son aspectos que de alguna manera influyen en el rendimiento agronómico del frijol.

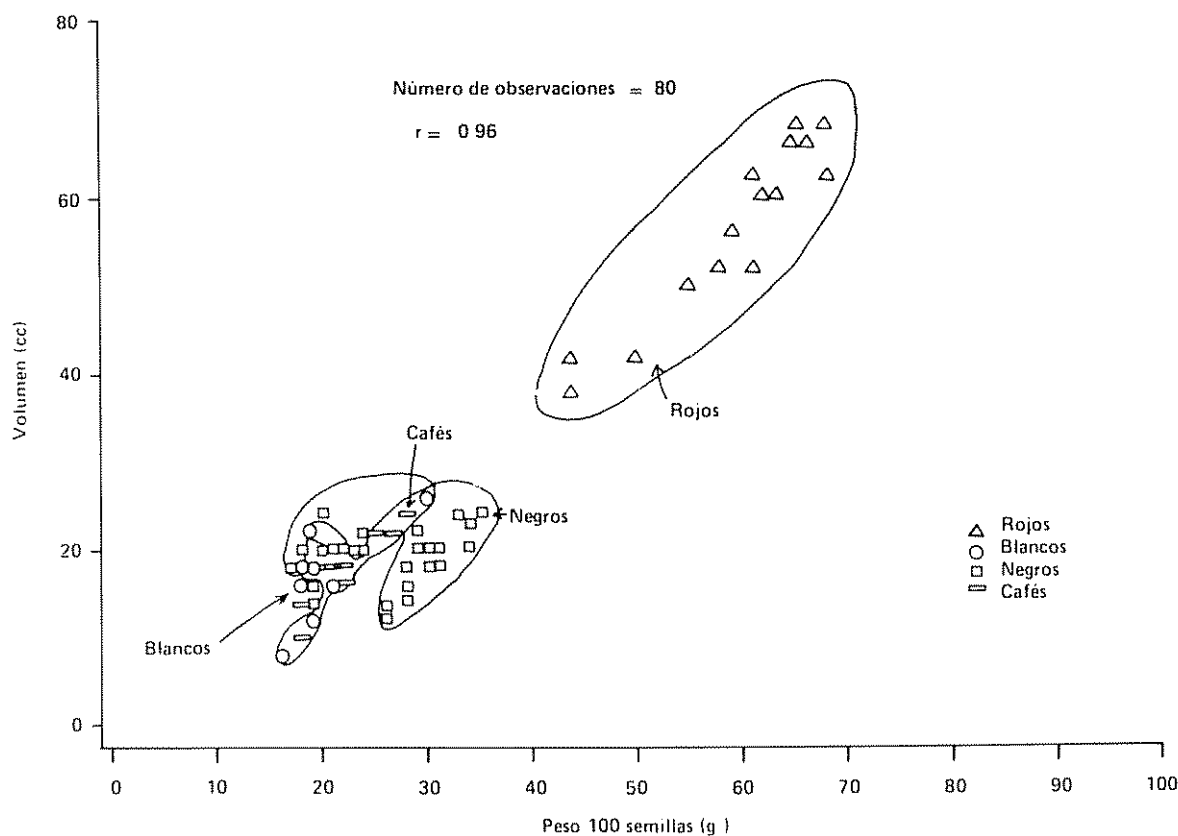
Por otra parte, se mencionó anteriormente que la aceptabilidad por parte del consumidor, de un determinado tipo de frijol, está regida por muchos factores. Hay que admitir que aceptabilidad es un término muy vago, que cubre un amplio rango de características poco definidas en términos objetivos, lo cual hace difícil establecer una metodología que permita controlar la calidad requerida por el consumidor.

Uno de los factores fisicoculinarios de importancia que rigen la aceptabilidad del frijol es el tamaño de la semilla; esta característica se evaluó como peso y como volumen del grano. En la relación de estos dos parámetros (Figura 2) se observa claramente que los frijoles rojos son también los que conforman un grupo aparte del resto de variedades. Por otro lado, la correlación alta encontrada entre peso y volumen en las 20 variedades, así como también la practicabilidad y menor variabilidad de la determinación del peso, hace posible seleccionar este último como representativo del tamaño de la semilla.

Asimismo, el peso del grano se correlacionó negativamente con el porcentaje de cáscara, sugiriendo ello que un grano más pequeño posee mayor porcentaje de cáscara. Este resultado es obvio; sin embargo, se puede observar en la Figura 3 que no se mantuvo esta relación por color, lo cual se verificó al no encontrarse correlaciones; probablemente, ello se deba al número reducido de variedades por color.

Es necesario señalar que el tamaño del grano, como también el color y brillo del frijol, son características de aceptabilidad que están muy condicionadas a los patrones culturales de la población que lo consume; sin embargo, una característica de aceptabilidad común a cualquier tipo de consumidor es el tiempo de cocción, que adquiere mayor importancia en circunstancias en que el suministro de combustible es limitado (14).

Los límites de variación encontrados para este parámetro en las 20 variedades fueron en general similares a los obtenidos por otros investigadores (10). Según el color se clasificaron en dos grupos, uno de ellos formado por las variedades negras y cafés que requirieron los mayores tiempos para cocerse, y el otro por las variedades rojas y blancas que se cocieron en menor tiempo que las primeras.



Incip 79 873

Fig. 2. Producción de residuos vegetales en diferentes ecosistemas forestales y su índice de transformación, según Jenny *et al.*

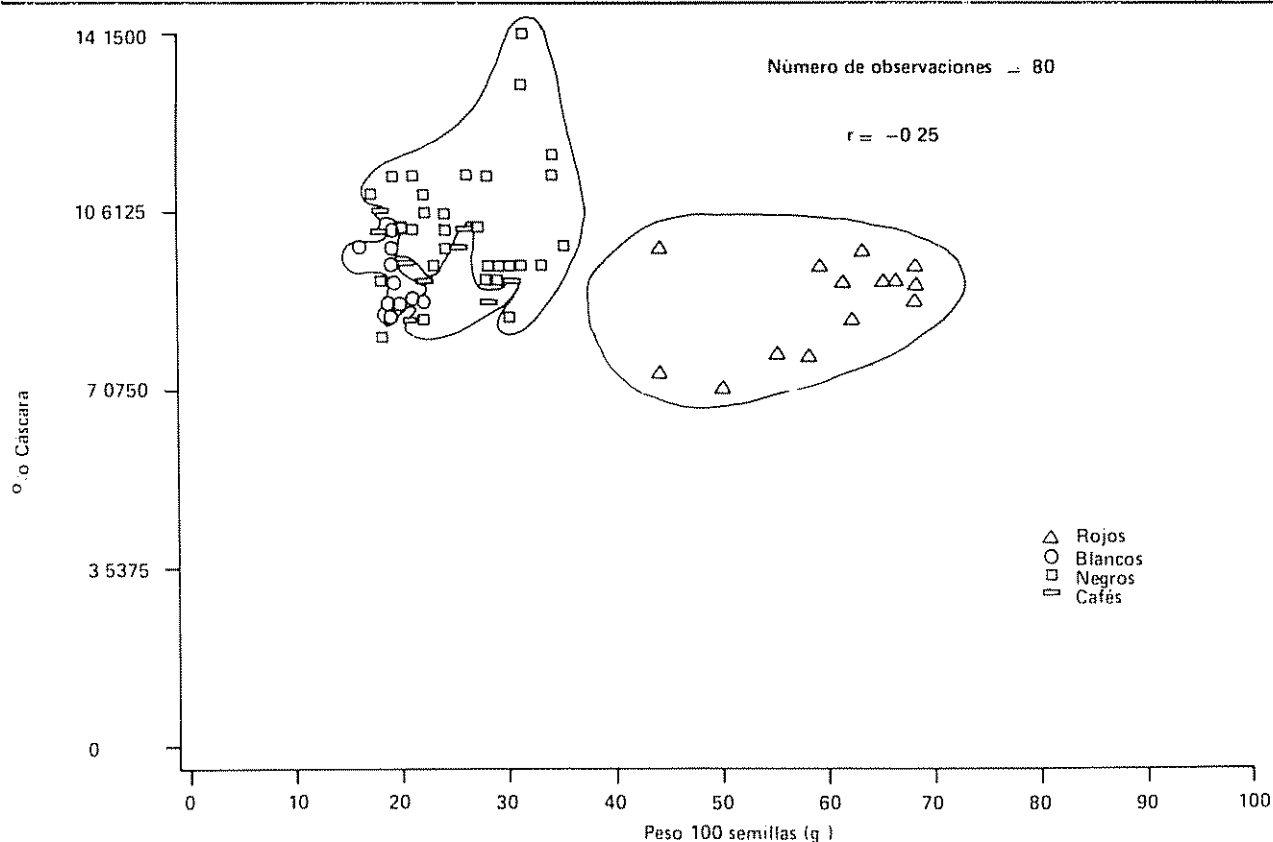


Fig. 3. Relación entre peso del grano y por ciento de cáscara en grupos representativos de *Phaseolus vulgaris*

Incap 79 870

La correlación negativa encontrada entre tiempo de cocción y peso del grano sugiere que una semilla de menor tamaño requiere un mayor tiempo de cocción; sin embargo, es importante hacer notar que, según el tamaño, las variedades rojas, que son las más grandes, deberían requerir el menor tiempo de cocción, ocurriendo lo inverso con las variedades blancas. Esto no sucedió, como se observa en la Figura 4, puesto que precisamente estos dos colores de frijol requirieron el menor tiempo de cocción; por lo tanto, es posible que el peso de la semilla no sea el único factor que influye sobre el tiempo de cocción. Esto último se verifica parcialmente por la correlación positiva encontrada entre tiempo de cocción y porcentaje de cáscara, la cual sugiere que un grano con un porcentaje de cáscara alto requiere mayor tiempo de cocción. Mediante una correlación múltiple, tomando como variable dependiente al tiempo de cocción y como variables independientes al peso del grano y porcentaje de cáscara, se observó que el coeficiente de correlación múltiple fue significativo ($P < 0.01$) y que los dos factores contribuyen en el valor de la variable dependiente, siendo el porcentaje de cáscara la variable más fuerte.

La dureza del frijol medida por el penetrómetro también se correlacionó en forma positiva con el porcentaje de cáscara. Algunos autores han encon-

trado una relación positiva entre dureza y tiempo de cocción (12, 16), mientras que otros no la han hallado (10). En el presente estudio se encontró una correlación negativa, lo cual probablemente se deba a las diferentes tendencias observadas cuando se trataron las muestras por color; estas tendencias podrían estar relacionadas con diferencias estructurales a nivel celular del grano, al tipo de pigmento presente en la cáscara o a la composición misma de la semilla.

Otro factor importante de aceptabilidad del frijol es el espesor del caldo. En el presente estudio los cultivares negros y rojos proporcionaron los caldos más viscosos. El consumidor prefiere variedades de frijol que requieran el menor tiempo de cocción y que, a la vez, proporcionen caldos espesos; tal vez a través de mejoras genéticas se podrían obtener variedades que tengan las dos características deseables.

El brillo del frijol es otro aspecto físico importante en la preferencia del consumidor. Esta variable se relacionó positivamente con el tiempo de cocción, lo cual indica que un grano con mayor brillantez requiere un mayor tiempo de cocción. Este resultado está acorde con el obtenido por otros investigadores (15) y puede explicar por qué muchas poblaciones prefieren un frijol opaco (15).

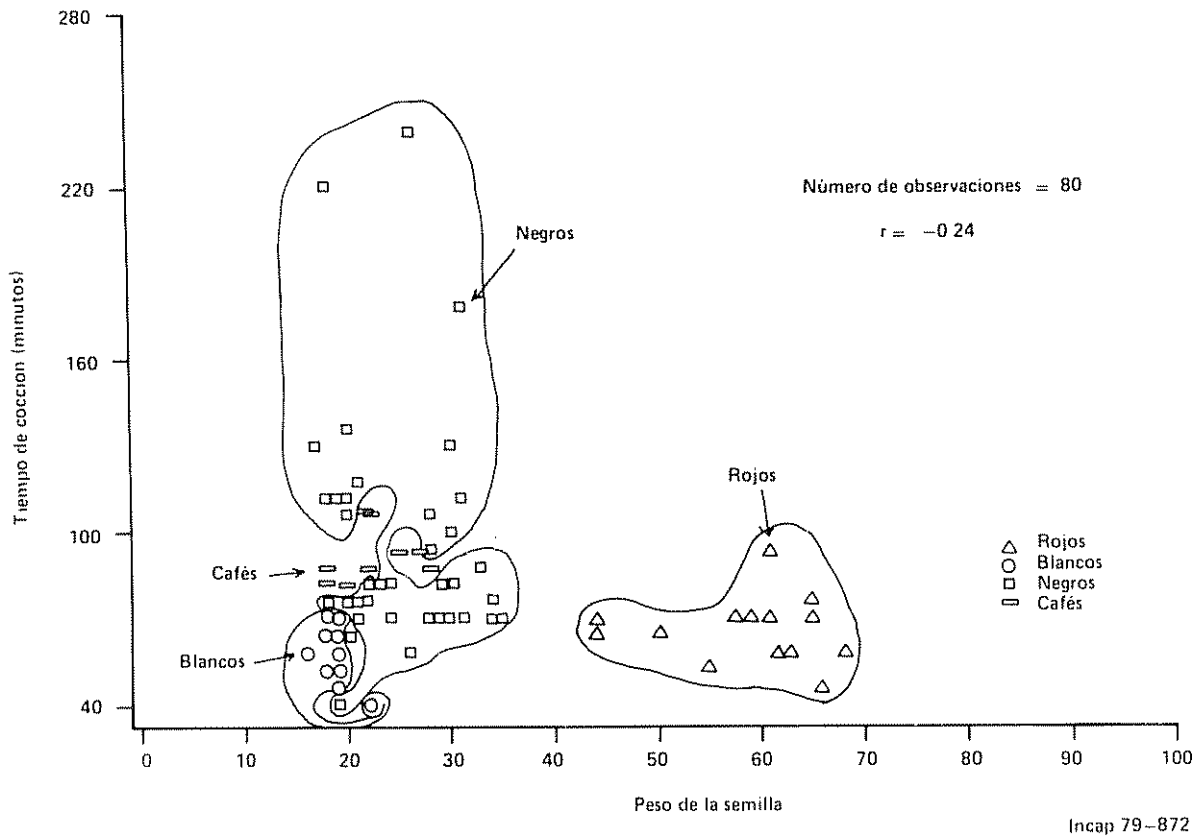


Fig. 4. Relación entre peso y tiempo de cocción de grupos representativos de *Phaseolus vulgaris*

El papel que juega el porcentaje de absorción de agua en el frijol no está muy claro; algunos autores lo relacionan con la dureza (6, 11, 12, 17); otros, como Burr y colaboradores (7), con el tiempo de cocción, y otros aún, con el tamaño del grano (6, 10). En el presente estudio se relacionó únicamente con la brillantez en forma negativa, o sea un frijol brillante posee una menor capacidad de absorción de agua que un frijol opaco; pero también es probable que la estructura del frijol sea un factor determinante del tipo de absorción de agua, puesto que una determinada estructura puede permitir absorber una cantidad de agua localizada entre la testa y el cotiledón, equivalente a la cantidad de agua que pueda absorber otro frijol cuya estructura permite que se distribuya a través de todo el grano, llevándose a cabo sólo en este último caso el ablandamiento deseado.

De todo lo expuesto, se puede resumir que el tiempo de cocción, tal vez el factor más importante en la determinación de aceptabilidad por parte del consumidor, está determinado por varias características físicas propias del frijol, como son: color, brillo, tamaño, porcentaje de cáscara y, probablemente, las características estructurales del grano.

Creemos necesario realizar estudios con el mismo enfoque del presente en mayor número de muestras de un solo color de frijol, especialmente con un amplio rango en tamaño del grano; todo esto con el propósito de conocer de una manera más real las relaciones que puedan existir entre las características físicas de las leguminosas.

Resumen

El objeto de este trabajo fue estudiar los posibles efectos de variedad sobre las características físicas, organolépticas y culinarias de 20 variedades de frijol (10 negras, 4 rojas, 3 cafés y 3 blancas) y correlacionar la información obtenida, tomando en consideración el rendimiento.

En cada variedad se midieron las 10 características físicas siguientes: color, brillo o lustre de la cáscara de la semilla, peso, volumen, tiempo de cocción, espesor del caldo, porcentaje de cáscara de la semilla, porcentaje de cotiledón, absorción de agua y dureza de la semilla.

En general, se encontró una gran variabilidad entre los diferentes parámetros medidos entre una y otra variedad, y dentro de una misma variedad. La producción por unidad de área fue más alta para las variedades negras y cafés. La correlación negativa entre este parámetro y el peso y volumen sugiere que las semillas más pequeñas tienen una productividad más alta.

Los parámetros físicos que mostraron mejores posibilidades prácticas fueron el tamaño de la semilla y el tiempo de cocción. Se encontró una correlación positiva ($r = 0.96$) significativa ($P < 0.01$) entre peso y volumen. Se tomó el peso en seco como representativo del tamaño de la semilla, ya que es un parámetro menos variable y más fácil de medir. El tiempo de cocción, parámetro relevante puesto que determina la aceptabilidad, se correlacionó negativa y significativamente ($P < 0.05$) con el peso de la semilla, y positiva y significativamente ($P < 0.01$) con el porcentaje de cáscara de la semilla. Estas relaciones indican que el tiempo de cocción está influido por el tamaño de la semilla y, posiblemente en mayor grado, por el porcentaje de cáscara de la semilla.

La dureza de la semilla se midió con el penetrómetro Instron y se correlacionó positivamente con el porcentaje de cáscara de la semilla; por otro lado, se encontró que una semilla con una cáscara más brillante absorbe menos agua y requiere más tiempo de cocción.

De estos resultados se concluyó que el tiempo de cocción, quizás el factor principal que determina la aceptabilidad por parte del consumidor, está determinado por varias características físicas del frijol tales como color, brillo de la cáscara de la semilla, tamaño, porcentaje de cáscara de la semilla, y probablemente otras características no consideradas en este trabajo.

Literatura citada

- BARNES, R., y KWONG, E. Effect of soybean trypsin inhibitors and penicillin on cystine biosynthesis in the pancreas and its transport as exocrine protein secretion in the intestinal tract of the rat. *Journal of Nutrition* 86:245-252. 1965.
- BRAHAM, J. E., MADDALENO V. R., BRESSANI, R., y JARQUIN, R. Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos, sobre el valor nutritivo de la proteína del garbanzo (*Cajanus indicus*). *Archivos Venezolanos de Nutrición* 15:19-32. 1965.
- BRESSANI, R. Legumes in human diets and how they might be improved. In: *Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding. Proceedings of a Symposium held in Rome, Italy, July 3-5, 1972.* New York, N. Y., Protein Advisory Group of the United Nations. 1973. p. 15-42.
- BRESSANI, R., y ELIAS, L. G. Legume foods. In: Altschul, A. M., ed. *New Protein Foods. Vol. 1A. Technology.* New York, Academic Press. 1974. p. 230-297.
- BRESSANI, R., FLORES, M., y ELIAS, L. G. Aceptabilidad y valor nutricional de las plantas leguminosas de grano en la dieta humana. In: *Seminario sobre el Potencial del Frijol y de otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina, celebrado en Cali, Colombia del 26 de febrero al 1° de marzo de 1973.* Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1975. p. 17-48 (Serie CS-2).
- BOURNE, M. C. Size, density, and hardshell in dry beans. *Food Technology* 21:335-338. 1967.
- BURR, H. K., KON, S., y MORRIS, H. J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. *Food Technology* 22:336-338. 1968.
- ELIAS, L. G., y BRESSANI, R. Otros factores que afectan la aceptabilidad de las leguminosas de grano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 27:41-51. 1977.
- ELIAS, L. G., BRESSANI, R., y FLORES, M. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. In: *Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America, held in Cali, Colombia, February 26— March 1, 1973.* Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1973. p. 52-87 (Series Seminars 2E).
- ESPAÑA, M. ESPIGARES de. Estudio sobre las Posibles Relaciones entre Parámetros Físicos, Químicos y Nutricionales en *Phaseolus vulgaris*. Tesis (Químico Farmacéutico). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. 1977. p. 41.
- FELDBERG, C., FRITZSCHE, H. W., y WAGNER, J. R. Preparation and evaluation of precooked dehydrated bean products. *Food Technology* 10:523-525. 1956.

12. GOMEZ-BRENES, R. A., ELIAS, L. G., NAVARRRETE, D., y BRESSANI, R. Características físicas, químicas y culinarias de 20 cultivos de frijol del banco de germoplasma del CIAT. In: Informe Anual del INCAP – 1° de enero – 31 de diciembre de 1977. Guatemala, INCAP. 1978. p. 9-10.
13. GOMEZ-BRENES, R. A., ELIAS, L. G., RUILOBA, E. de, y BRESSANI, R. Desarrollo y uso de un instrumento de laboratorio para medir la dureza del grano del frijol. Presentado en: XX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Guatemala, INCAP, 1974. (Documento mimeografiado).
14. LITZENBERGER, S. C. El mejoramiento de las plantas leguminosas de grano comestible como una contribución a una mejor nutrición humana. In: Seminario sobre el Potencial del Frijol y de Otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina, celebrado en Cali, Colombia del 26 de febrero al 1° de marzo de 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1975. p. 3-12 (Serie CS-2).
15. MIRANDA, M. H. Algunos aspectos relacionados a introducción de nuevas variedades o especies de leguminosas de grano en Centro América. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 27:18-26. 1977.
16. RUILOBA, E. DE FREITAS de. Efecto de Diferentes Condiciones de Almacenamiento sobre las Características Físico-Químicas y Nutricionales del Frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis (Magister Scientifiae en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala. 1973.
17. SMITH, A. K., y NASH, A. M. Water absorption of soybeans. Journal of the American Oil Chemistry Society 38:120-123. 1961.
18. VOYSESI, O. Informe del Primer Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1978. p.1-33 (Documento mimeografiado).

Abstract

Two burley tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) fields (A and B) were sampled immediately after harvest at Repunta, Pérez Zeledón county, Costa Rica, to perform observations on the spatial distribution of *Meloidogyne incognita* larvae. In each field, samples were taken horizontally at 5, 10 and 15 cm from the trunk, between plants in the same row (between plants) and then in a 90 degrees angle, between plants in adjacent rows (between rows). Vertically, in each of the before mentioned points, samples were taken at 15 cm intervals from the soil surface down to 45 cm deep. Horizontally, in field A the highest densities were found at 5 cm from the trunk; densities decreased as the distance from the trunk increased, not only between plants but between rows as well. In field B the highest densities between plants were located 10 cm from the trunk while between rows the location of the highest densities was irregular. Vertically, densities decreased slightly as sampling depth increased in both fields.

Introducción

La incidencia de los nematodos formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp.) en los plantíos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) de Costa Rica es bastante alta (8), y los daños que su ataque puede causar son también cuantiosos, tanto en tabaco curado al aire (9) como en el estufado (2); en tabaco burley, el combate químico de estos nematodos puede verse afectado por la toxicidad que algunas nematocidas pueden ejercer sobre ciertos cultivares (1), lo que hace un poco riesgosa su aplicación. Una de las alternativas que tienen los agricultores dedicados a este cultivo para combatir a *Meloidogyne* spp. es el uso de prácticas de cultivo que reduzcan las densidades poblacionales de estos patógenos; tales medidas incluyen el arrancar los troncos de las plantas apenas termine una cosecha de tabaco, y arar y rastrear inmediatamente el suelo; esto expone los nematodos a la acción secante del sol y el aire, y destruye su fuente

de alimento, con la consecuente reducción en la severidad de su ataque (12). Dada la carencia de información básica para la aplicación eficaz de tales medidas bajo nuestras condiciones, se realizó la presente investigación, que tuvo como objetivo el hacer observaciones sobre la distribución espacial de *M. incognita* después de la cosecha en dos plantíos de tabaco burley localizados en suelos aluviales en Repunta de Pérez Zeledón, provincia de San José.

Materiales y métodos

A finales de enero y principios de febrero de 1980 se muestrearon respectivamente dos plantíos de tabaco burley que recién acababan de ser cosechados, y que fueron denominados A y B. Estas plantaciones estaban localizadas en Repunta de Pérez Zeledón, provincia de San José, Costa Rica, en suelos de origen aluvial, profundos, con aproximadamente 38, 13 y 49% de arena, arcilla y limo, respectivamente, un contenido bajo de materia orgánica (1.8-2.0%), un pH relativamente ácido (5.1 en KC1) y una textura franco-limosa. En esta zona la precipitación promedio anual es de 2 621 mm, la época lluviosa se extiende de mayo a noviembre, la altitud es de 700 msnm y la temperatura media es de 24°C. En cada plantío se escogieron al azar cinco troncos de plantas recién cortadas y se tomaron muestras en el sentido horizontal a 5, 10 y 15 cm del tronco, entre plantas

1 Recibido para su publicación el 15 enero de 1981. El autor desea expresar su agradecimiento al señor Justo Azofeifa Ch. por su ayuda en el trabajo de campo y de laboratorio, así como a las Srtas. Xenia Salazar por la preparación de las ilustraciones y Marielos Serrano por el trabajo mecanográfico.

* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

localizadas en una misma hilera de siembra (entre plantas) y luego, en un ángulo de 90° , entre plantas localizadas en hileras adyacentes (entre hileras). Verticalmente, y en cada uno de los puntos mencionados anteriormente, se tomaron muestras con un barreno de 2.2 cm de diámetro desde la superficie del suelo hasta los 45 cm de profundidad, a intervalos de 15 cm (Fig. 1). Las muestras de suelo fueron pasadas a bolsas de polietileno, identificadas y transportadas al laboratorio, donde fueron homogeneizadas y cuartea-

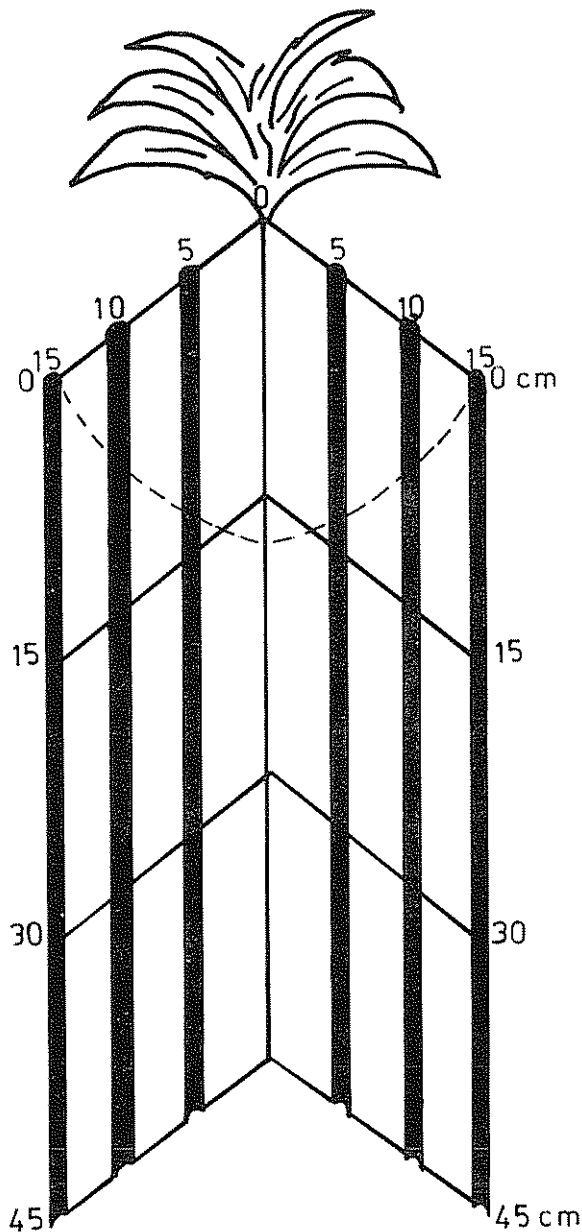


Fig. 1. Esquema del área muestreada alrededor de troncos de tabaco burley para el estudio de la distribución espacial de *Meloidogyne incognita* después de la cosecha. La línea punteada señala el área donde se localizó la mayoría de las raíces.

das hasta obtener submuestras de 50 ml, las que fueron procesadas por el método de centrifugación-floculación (3). Los nematodos recuperados fueron identificados y contados bajo un microscopio estereoscópico a 45X. Para la determinación específica de *Meloidogyne* se prepararon diseños perineales de hembras ovíferas (5, 11) y se compararon con descripciones dadas en la literatura (4, 13).

Resultados

Los resultados obtenidos en los plantíos A y B se ilustran en las Fig. 2 y 3. En el plantío A se encontró que, en el sentido horizontal y entre plantas, las densidades mayores en los primeros 30 cm de profundidad se localizaron a 10 cm del tronco, mientras que a 45 cm se observó una leve tendencia al aumento de la densidad conforme aumentó la distancia del tronco. Entre hileras, y también en el sentido horizontal, la localización de las mayores densidades fue irregular, ya que en los primeros 15 cm de profundidad la mayor densidad estuvo a 5 cm del tronco, mientras que de 16 a 30 cm y de 31 a 45 cm de profundidad, las mayores densidades se localizaron a 10 y 15 cm del tronco, respectivamente. Verticalmente, en este plantío se encontró que, tanto entre plantas como entre hileras, la densidad disminuyó conforme aumentó la profundidad de muestreo, aunque es interesante señalar que aún a 45 cm de profundidad había una densidad considerable de larvas de *M. incognita*. Esto último también sucedió en el plantío B, al igual que la tendencia a disminuir la densidad conforme se incrementó la profundidad de muestreo. En este último plantío, y en el sentido horizontal, se encontró que entre plantas las mayores densidades se localizaron a 5 cm del tronco, en las tres profundidades muestreadas, y que en los primeros 30 cm hubo una tendencia de la densidad a disminuir conforme se aumentaba la distancia del tronco. Entre hileras, la distribución horizontal de *M. incognita* fue casi idéntica a la anteriormente descrita, excepto porque se encontró una tendencia, entre los 31 y 45 cm de profundidad, a disminuir la densidad conforme aumentó la distancia del tronco.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la distribución espacial de *M. incognita*, en especial la vertical, inducen a concluir que ciertas medidas culturales, vg., la eliminación de los sistemas radicales afectados y las aradas y rastreadas del suelo inmediatamente después de la cosecha, podrían reducir la densidad del inóculo en una cantidad considerable. Dado que las mayores densidades de nematodos se localizan en la rizosfera de las plantas, posiblemente debido a que es ahí donde está su alimento, estas

medidas, al afectar directamente esta área, podrían reducir eventualmente su densidad poblacional. Sin embargo, es también evidente que una cantidad considerable de inóculo va a estar localizada en una zona que no va a ser afectada directamente por tales medidas, lo que posiblemente facilite su supervivencia. En este último sentido, el reciente hallazgo de una diapausa en esta especie (6), aunado a su gran capacidad

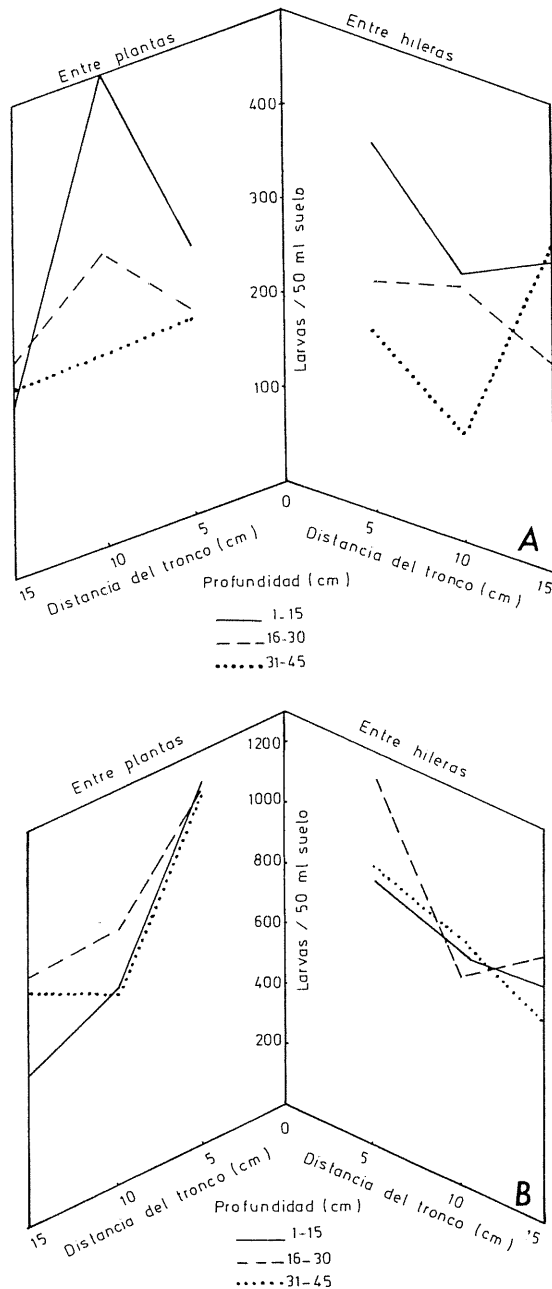


Fig. 2. Distribución horizontal de *Meloidogyne incognita* después de la cosecha de dos plantíos (A y B) de tabaco burley en Repunta de Pérez Zeledón, Costa Rica.

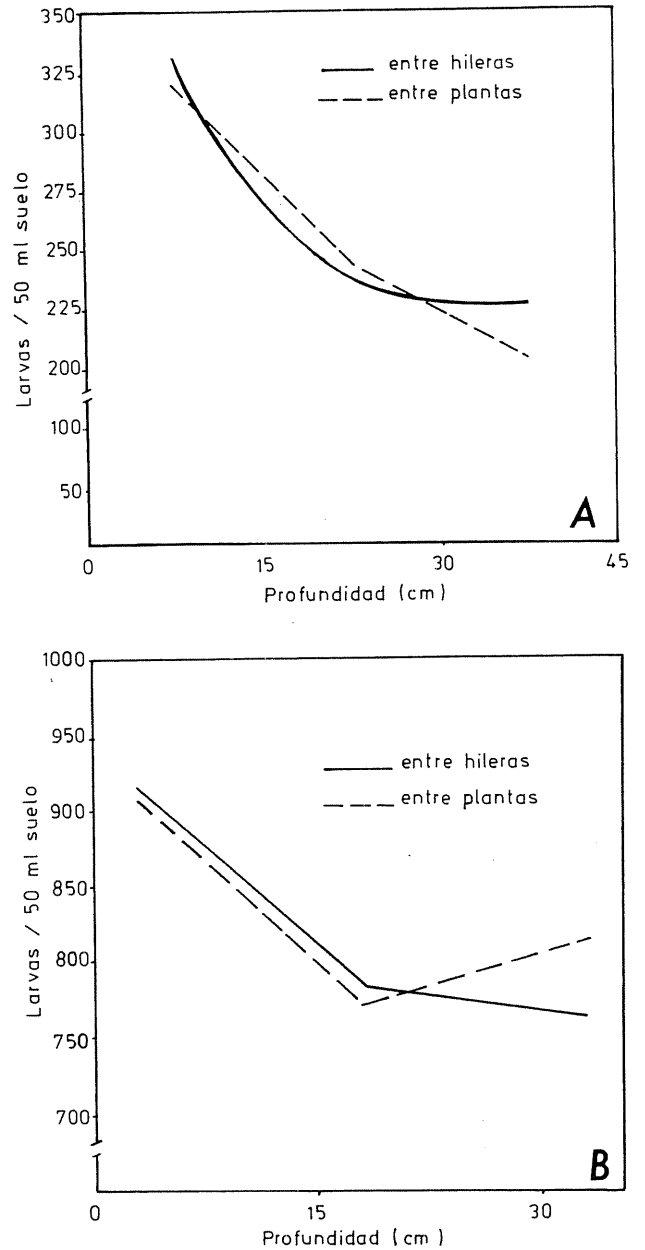


Fig. 3. Distribución de las larvas de *Meloidogyne incognita* después de la cosecha con relación a la profundidad de muestreo en dos plantíos (A y B) de tabaco burley en Repunta de Pérez Zeledón, Costa Rica.

para migrar verticalmente a grandes distancias relativas (10), posiblemente sean responsables de la gran persistencia de estos nematodos en la zona, ya que le permite sobrevivir entre una y otra siembra de cultivos susceptibles como el tabaco (1) y el maíz (7), y posteriormente encontrar los tejidos necesarios para alimentarse.

La localización profunda de una parte del inóculo podría evitar que estos nematodos se vean afectados por la acción de algún producto nematicida que fuera aplicado en las capas superficiales de suelo; esto podría explicar, al menos parcialmente, las infecciones

encontradas en parcelas o área tratadas con estos productos (1, 2).

Por otra parte, la distribución horizontal de *M. incognita* fue muy variable y tuvo un comportamiento diferente en los dos plantíos muestreados, lo que dificultó la interpretación de los datos; esto podría deberse a diferencias en el manejo de las plantaciones, la época de siembra del cultivo, el grado de infestación y la distribución del inóculo que había en cada plantación previamente a la siembra de tabaco.

Resumen

Se estudió la distribución espacial de larvas de *Meloidogyne incognita* después de una cosecha de tabaco burley en dos plantíos (A y B) en un suelo aluvial de Repunta de Pérez Zeledón, Costa Rica. En cada plantío se tomaron muestras en el sentido horizontal a 5, 10 y 15 cm del tronco de cada una de cinco plantas escogidas al azar, entre plantas sembradas en una misma hilera (entre plantas) y luego, en un ángulo de 90°, entre plantas colocadas entre hileras adyacentes (entre hileras). Verticalmente, en cada punto se muestreó desde la superficie del suelo hasta los 45 cm de profundidad, a intervalos de 15 cm. En el sentido horizontal se encontró que en el plantío A las mayores densidades se localizaron a 5 cm del tronco, y que la densidad disminuyó conforme aumentaba la distancia a que se tomaban las muestras del tronco, tanto entre plantas como entre hileras. En el plantío B se encontró que, entre plantas, las mayores densidades generalmente estuvieron localizadas a 10 cm del tronco, mientras que entre hileras la localización de las mayores densidades fue irregular. En el sentido vertical, en ambos plantíos, las densidades disminuyeron levemente conforme aumentó la profundidad de muestreo.

Literatura citada

1. CALVO, B. y LOPEZ, R. Combate químico de *Meloidogyne incognita* en dos cultivares de tabaco burley. *Agronomía Costarricense* 4(2): (en prensa). 1980.
2. CARRILLO, M. y LOPEZ, R. Respuesta del tabaco estufado a la aplicación de nematicidas. *Nematropica* 9(2):129-134. 1979.
3. CAVENESS, F. y JENSEN, H. J. Modification of the centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22:87-89. 1955.
4. ESSER, R. P., PERRY, V. G. y TAYLOR, A. L. A diagnostic compendium of the genus *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 43:138-150. 1976.
5. FRANKLIN, M. T. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. *Nematologica* 7:336-337. 1962.
6. GUIRAN, G. de. A necessary diapause in root-knot nematodes. Observations on its distribution and inheritance in *Meloidogyne incognita*. *Revue de Nematologie* 2(2):223-231. 1979.
7. HIDALGO, L. y LOPEZ, R. Susceptibilidad de diez cultivares de maíz (*Zea mays* L.) a cuatro poblaciones de *Meloidogyne incognita*. *Turrialba* 30(3):316-322. 1980.
8. LOPEZ, R. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en Costa Rica. *Turrialba* 28(4):279-282. 1978.
9. LOPEZ, R. y FONSECA, J. Combate químico de nematodos fitoparásitos en tabaco de sol. *Agronomía Costarricense* 2(2):157-162. 1978.
10. PROT, J. C. y NETSCHER, C. Influence of movement of juveniles on detection of fields infested with *Meloidogyne*. In F. Lamberti y C. E. Taylor (Eds). *Root-knot nematodes (Meloidogyne species). Systematics, biology and control*. New York, Academic Press. 1979. pp. 193-203.
11. TAYLOR, D. P. y NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica* 20:268-269. 1974.
12. TODD, F. A. Tobacco disease control practices for 1971. In *Tobacco information for 1971*. The North Carolina Agricultural Extension Service, Miscellaneous Extension Publication No. 73. 1970. pp. 35-51.
13. WHITEHEAD, A. G. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematodea: Heteroderidae) with descriptions of four new species. *Transactions of the Zoological Society of London* 31:263-401. 1968.

Resumo

Foi estudado o efeito da idade (21, 42, 63, 94 dias) sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* de oito gramíneas tropicais. O conteúdo da proteína sofreu uma queda com o aumento da idade em todas as espécies, mas a taxa foi diferente em diferentes capins. Os carboidratos estruturais aumentaram com a idade; o conteúdo de hemicelulose foi diferente entre espécies em quanto o de celulose foi bastante semelhante. A relação média entre ambos foi de 1.34 ± 0.12 . Houve diferenças consideráveis entre espécies na digestibilidade *in vitro* da matéria seca, mas o efeito da idade foi semelhante em todas elas. A taxa de diminuição da digestibilidade da matéria seca, hemicelulose e celulose foi de 0.311 ± 0.013 , 0.304 ± 0.021 e 0.304 ± 0.014 por dia respectivamente. A porcentagem de holo celulose digestível na matéria seca digestível variou entre espécies e idades oscilando entre 38 e 70%.

Introduction

The nutritive value of forages is a complex characteristic, and is partly inherent to each species. Nevertheless, a first assesment can be made if certain chemical and *in vitro* parameters are available. Among the former, the detailed chemical composition is established by direct, as opposed to empirical, method. These data are essential, among other uses, for the development and use of current models of rumen function (8, 15). In these models, as well as in real life, characterization of forage fibre is critical (8).

As it is clear from the review by Bailey (3), there is a limited body of information on structural carbohydrates collected on tropical grasses by application of "definitive" or direct chemical methods. Lesser information is available on the comparative composition of different grass species grown in the same environment.

The objective of the present study was to determine the effect of age on the content of structural carbohydrates and protein, and on the *in vitro* digestibility of several important tropical grasses.

Materials and methods

The experiment was located in the State of Minas Gerais, Brazil. The soil was classified as a red-yellow latosol. Soil acidity was corrected by application of 700 kg/ha of lime. At planting time, 300 kg/ha of ammonium sulfate, 450 kg/ha of superphosphate and 150 kg/ha of potassium chloride were applied. The experiment began 11 months after planting.

A randomized complete block design with three replications was used. Mainplots consisted of eight grasses, and the subplots were allocated to four ages of harvesting: 21, 42, 63 and 84 days. The species were coded as follows: M = *Melinis minutiflora* Beauv.; J = *Hypparrhenia rufa* Ness, Stapf; T = *Panicum maximum* Jacq. var. *trichoglume*; G = *Panicum maximum* Jacq. var. *gongyloides*; R = *Chloris gayana* Kunth; SN = *Setaria sphacelata* Schum cv. Nandi; SK = *Setaria sphacelata* Schum cv. Kazungula, and N = *Pennisetum purpureum* Schum. Harvests at the different ages were made during the rainy season, after a cut of uniformization made on November 11, 1977.

Samples were dried at 55°C for 48 h in a forced draft oven. Nitrogen was analyzed by Kjeldhal and the *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) by the procedure of Tilley and Terry (14). Cellulose (CEL) and hemicellulose (HCEL) were determined as suggested by Bailey (2). The *in vitro* fermentation of cellulose and hemicellulose (IVCELD and IVHCELD) was determined by analyzing the residues of IVDMD for these two carbohydrates.

1 Received for publication 18 de octubre de 1980.

** Post-graduate student, Escola Superior de Agricultura de Lavras, M. G., Brasil

*** Professor, Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, M. G., Brasil

The data was subjected to standard analysis of variance and regression.

Results

Chemical composition was modified by age in all species. The content of CP decreased with age (Fig. 1) at rates (Tables 1) that differed between grasses ($P < 0.05$). The mean HCEL content was different between species, while that of CEL was fairly uniform (Table 1). The mean ratio of the two carbohydrate was 1.34 ± 0.12 and was not affected by age, except in species T in which it decreased significantly ($P < 0.05$) with increasing maturity. Both carbohydrates increased with age (Fig. 2 and 3); in the case of HCEL the rate of increase did not differ between species ($P > 0.05$; Table 1) and a single coefficient of $0.121 \pm 0.012\% \text{ day}^{-1}$ was appropriate for all grasses. On the other hand, the rate of increase of CEL with age was characteristic of each species (Table 1).

There were large differences between species in *in vitro* digestibility (Table 2) but the effect of age was similar in all cases. No significant differences ($P > 0.05$) were observed in the rates of decrease of DM, HCEL and CEL digestibilities with age. Average regression coefficients were -0.311 ± 0.013 , -0.304 ± 0.021 and -0.304 ± 0.014 units per day respectively.

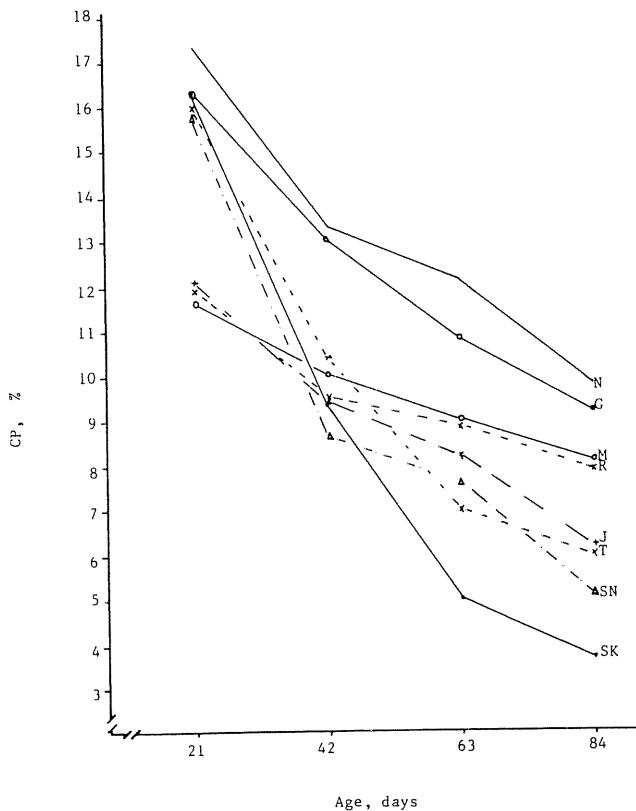


Fig. 1. Effect of age on the crude protein content of eight tropical grasses.

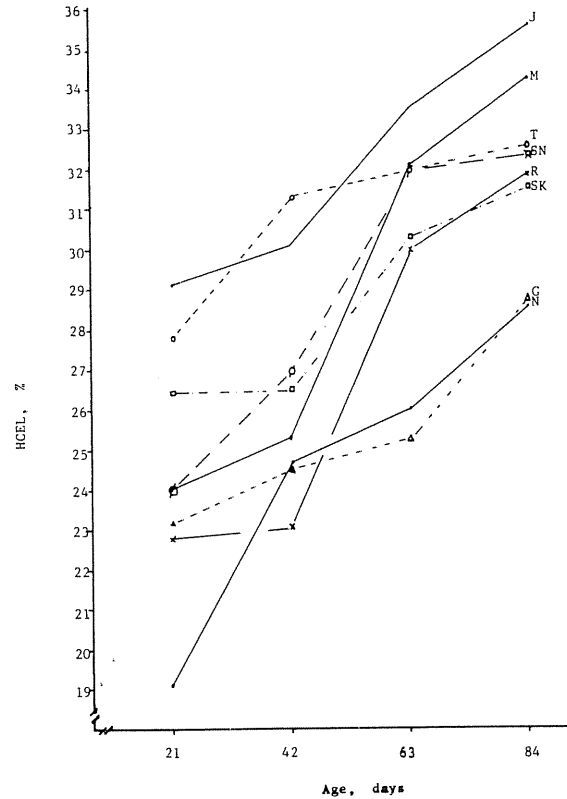


Fig. 2. Effect of age on the content of hemicellulose of eight tropical grasses.

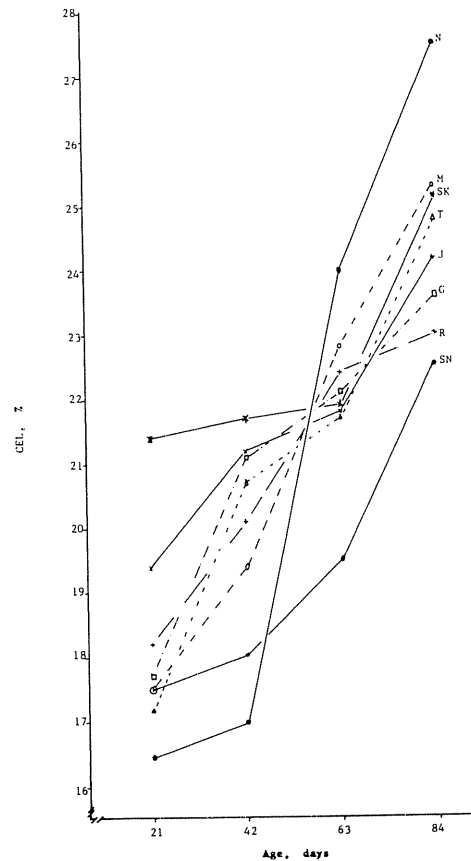


Fig. 3. Effect of age on the cellulose content of eight tropical grasses.

Table 1. Linear regressions of chemical composition on days of age

Species	Mean	Parameters of equation			r ²	P
		b ₀	b ₁			
% Crude Protein						
M	7.43	12.55	-0.055 ± 0.0054	0.98	0.05	
J	8.98	13.70	-0.090 ± 0.0041	0.98	0.05	
T	9.98	18.05	-0.154 ± 0.0354	0.90	0.10	
G	12.33	18.20	-0.112 ± 0.0129	0.97	0.05	
SN	9.23	17.55	-0.158 ± 0.0463	0.87	0.10	
SK	8.58	19.10	-0.201 ± 0.0429	0.92	0.05	
R	9.55	12.70	-0.060 ± 0.0078	0.92	0.05	
N	13.13	19.05	-0.113 ± 0.0183	0.95	0.05	
% Cellulose						
M	21.25	14.55	0.128 ± 0.0093	0.99	0.01	
J	21.65	17.90	0.071 ± 0.0111	0.95	0.05	
T	21.10	15.15	0.113 ± 0.0158	0.96	0.05	
G	21.15	16.50	0.089 ± 0.0185	0.92	0.05	
SN	19.43	15.25	0.080 ± 0.0191	0.90	0.10	
SK	22.55	19.65	0.055 ± 0.0250	0.71	0.20	
R	21.13	17.15	0.076 ± 0.0159	0.92	0.05	
N	21.18	11.10	0.192 ± 0.0461	0.92	0.05	
% Hemicellulose						
M	28.93	19.50	0.180 ± 0.0347	0.93	0.05	
J	32.10	26.55	0.110 ± 0.0403	0.96	0.05	
T	30.93	27.15	0.072 ± 0.0263	0.82	0.10	
G	25.45	21.05	0.084 ± 0.0184	0.90	0.05	
SN	28.88	21.30	0.144 ± 0.0309	0.92	0.05	
SK	28.70	23.85	0.092 ± 0.0227	0.89	0.10	
R	26.95	18.40	0.163 ± 0.0408	0.89	0.10	
N	24.60	17.15	0.142 ± 0.0294	0.92	0.05	

Holocellulose digestibility was computed as a weighted average of HCEL and CEL digestibilities, and as before, the effect of age was pronounced (Fig. 4). The contribution of digestible holocellulose (DHOL, Table 2) to digestible dry matter varied between species and ages. This effect is shown in Fig. 5 as a function of IVDMD. The correlations between IVDMD and holocellulose digestibility (not shown) were as high or higher than those of IVDMD with age.

Discussion

There were fairly large and generally significant differences between several of the species examined in terms of chemical composition. As shown in Table 1, age was a major factor in influencing composition.

The content of structural carbohydrates, although fairly high, was not as high as suggested by results

obtained when neutral and acid detergents have been employed (e. g., 10). Also, in the latter case, the effect of age on the contents of cellulose and hemicellulose estimated from NDF, ADF and acid detergent lignin, does not appear to be clear cut; this may be a consequence of the well known deficiencies of the Van Soest procedure for estimating quantitatively these structural carbohydrates (4). It is clear from the reviews by Sullivan (13) and Bailey (3) that direct chemical methods have not been extensively applied to tropical grasses in a systematic way, and therefore comparison with our results is difficult. It is well established that when studying the effect of age, long-term comparisons (200 to 300 days) of yield rates decrease in CP, or increase in HCEL and CEL, that are smaller than those observed over shorter intervals (5, 10, 11). This effect is quite clear in the data of Gomide *et al.* (6) who showed a more pronounced increase in cellulose and decrease in protein content of six tropical grasses during the first

Table 2. Mean *in vitro* digestibilities of dry matter (IVDMD), hemicellulose (IVHCELD) and cellulose (IVCELD) and the contribution of digestible holocellulose of digestible dry matter (DHOLO).

Species	IVDMD	IVHCELD	IVCELD	DHOLO
M	51.4	59.8	57.8	57.9
J	58.8	64.0	60.3	57.2
T	63.9	71.7	68.1	57.6
G	52.5	55.5	54.2	48.4
R	60.9	70.1	63.0	53.3
SN	63.8	73.3	68.4	54.3
SK	60.9	71.3	63.9	57.7
N	67.3	74.2	71.7	49.7
Tukey, 5%	7.6	11.4	9.8	6.6

12 weeks of growth, than later on. The same comment applies to the behaviour of *in vitro* digestibility of cellulose (6).

The present study has confirmed that, contrary to temperate grasses, tropical species have a higher HCEL content than that of CEL (13). Further, there appears to be larger differences in HCEL between

species, than in CEL content. Also, the behaviour of the former with age appears to be even more species-dependent than that of CEL. It should be noted that when the Van Soest procedure has been used, the calculated HCEL content has been higher (10) or much lower (12) than that of CEL, while the effect of age on chemical composition has been erratic (10).

The results in Table 1 also suggest that species such as N, that at early ages are low in structural carbohydrates and high in protein, change their chemical composition at faster rates than species such as J, which are, at least in terms of chemical composition, of lower quality at those same ages.

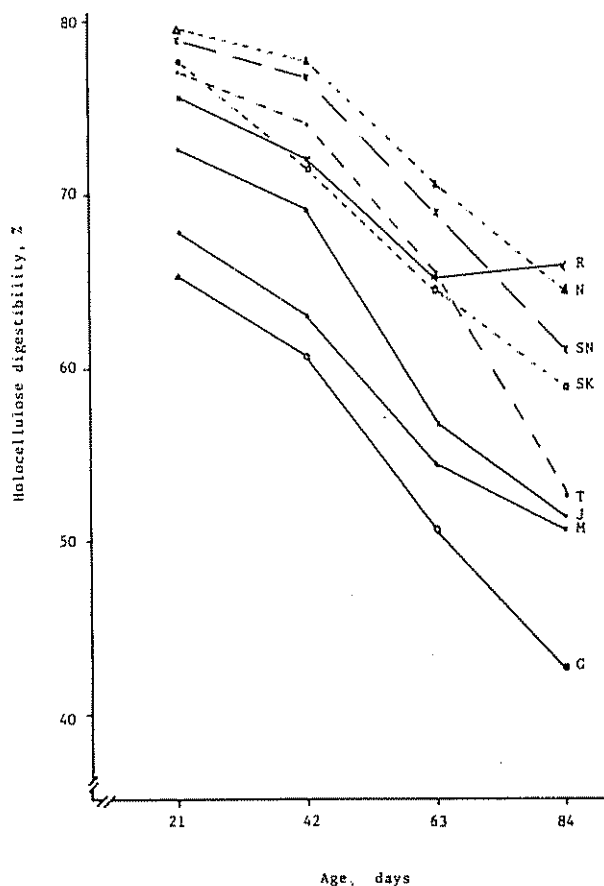


Fig. 4. Holocellulose digestibility as a function of age.

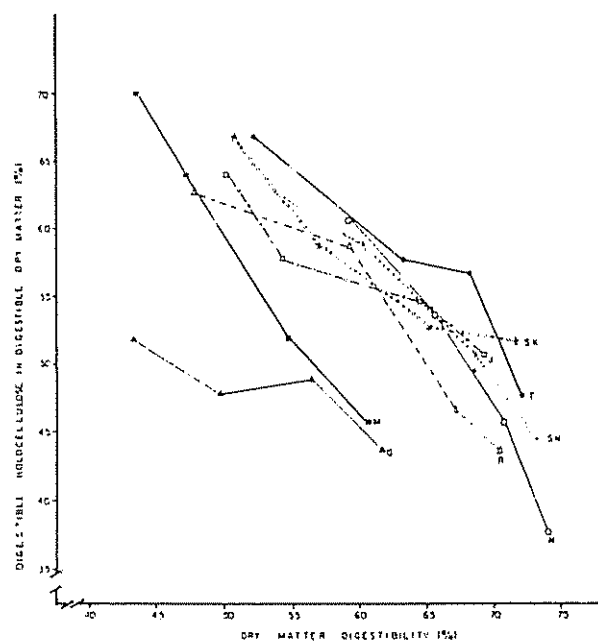


Fig. 5. Contribution of digestible holocellulose to the digestible dry matter, as a function of dry matter digestibility.

Differences in chemical composition were generally reflected on the *in vitro* digestibility of the species under study. Although the observation of Pezo and Vohnout (10) that the effect of age on *in vitro* digestibility is more pronounced than that of species is essentially correct, there were some large and significant differences between grasses. Generally, species such as N were clearly superior to M or J, although the effect of age was similar in all of them (Table 2). In agreement with Raymond (11), the rate of decrease in digestibility with age observed in this experiment was larger than those reported in longer term studies (6, 9). Also, not surprisingly, the rate of decrease in IVDMD was almost identical to that of IVHCELD and IVCELD. A little discussed but frequently reported aspect, is the higher digestibility of structural carbohydrates found when compared *in vitro* with that of dry or organic matter (Table 2, 1, 7).

The composition of the digestible dry matter has been suggested as a major factor influencing voluntary intake of roughages (11), due to the effect of the digestible structural carbohydrates on the rates of fermentation and passage of the potentially digestible organic matter. Our results (Table 2 and Figure 5) indicate important differences between species. Comparison between species at a similar digestibility, as suggested by McLeod and Minson (7), may give contradictory results depending upon the digestibility chosen, since as shown in Figure 5, there are large differences between species in the relationship of dry matter digestibility and composition of the digestible dry matter. Furthermore, the effect of age on this relationship is fairly species-dependent, at least in some of the grasses studied. Also, it is evident that for a given content of digestible holocellulose in the digestible dry matter, a very wide range of IVDMD is possible.

This paper has shown that there is considerable variation in chemical composition and digestibility of tropical grasses, but that the effect of age is consistent and predictable. It has also indicated the existence of inherent differences in structural carbohydrate digestibility, either when compared at the same age or at similar dry matter digestibilities, factors which could account for substantial differences in animal performance.

Resumen

Se estudió el efecto de la edad (21, 42, 63, 84 días) sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de ocho gramíneas tropicales. El contenido de proteína disminuyó con el aumento de la edad en todas las especies, pero a diferente velocidad en diferentes pastos. Los carbohidratos estructurales aumentaron con la edad en todas las especies; el contenido

de hemicelulosa fue diferente entre especies y el de celulosa fue bastante uniforme. La relación media entre ambos fue de 1.34 ± 0.12 . Hubo diferencias considerables entre especies en digestibilidad *in vitro* de la materia seca, pero el efecto de la edad fue semejante para todas ellas. La tasa de disminución de la digestibilidad de materia seca, hemicelulosa y celulosa fue de 0.311 ± 0.013 , 0.304 ± 0.021 y 0.304 ± 0.014 por día, respectivamente. El porcentaje de holocelulosa digestible en la materia seca digestible varió entre especies y edades, oscilando entre 38 y 70%

Summary

The effect of age (21, 42, 63, 84 days) on chemical composition and *in vitro* digestibility of eight tropical grasses was studied. Crude protein decreased with age at different rates in different species. Structural carbohydrates increased with age in all the grasses; the content of hemicellulose was different between grasses but that of cellulose was fairly uniform. The mean ratio between the two carbohydrates was 1.34 ± 0.12 . Large differences in *in vitro* dry matter digestibility were observed between species, but the effect of age was similar in all of them. The mean daily rate of decrease in dry matter, hemicellulose and cellulose digestibility was 0.311 ± 0.013 , 0.304 ± 0.021 and 0.304 ± 0.014 respectively. The content of digestible holocellulose in the digestible dry matter was variable between species and ages, ranging from 38 to 70%.

Literature cited

1. ANDRADE, I. F. and GOMIDE, J. A. Curva de crecimiento e valor nutritivo do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) A-146 Taiwan. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 1:41-58. 1972.
2. BAILEY, R. W. Quantitative studies of ruminant digestion. II. Loss of ingested plant carbohydrates from the reticulo rumen. New Zealand Journal of Agricultural Research 10:15-32. 1967.
3. BAILEY, R. W. Structural carbohydrates. In Butler, G. W. and Bailey, R. W., eds. Chemistry of Herbage. N. Y.: Academic Press 1:157-211. 1973.
4. BAILEY, R. W. and ULYATT, M. J. Pasture quality and ruminant nutrition. II. Carbohydrate and lignin composition of detergent extracted residues from pasture grasses and legumes. New Zealand Journal of Agricultural Research 13:591-604. 1970.

5. FREIRE, L. C. L. *et al.* Predição da digestibilidade de forrageiras tropicais utilizando a técnica da "relação da lignina" e a "equação somativa" proposta por Van Soest. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 5:19-40. 1976.
6. GOMIDE, J. A. *et al.* Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and *in vitro* cellulose digestibility of tropical grasses. *Agronomy Journal* 61:119-119. 1969.
7. McLEOD, M. N. and MINSON, D. J. Differences in carbohydrate fractions between *Lolium perenne* and two tropical grasses of similar dry matter digestibility. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 82:449-454. 1974.
8. MERTENS, D. R. and ELY, L. O. Evaluating forage characteristics using a dynamic model of fiber disappearance in the ruminant. In *Southern Pasture and Forage Crop Improvement Conference. Proceedings* 35:49-64. 1978.
9. MINSON, D. J. The nutritive value of tropical pastures. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Sciences* 37:255-263. 1971.
10. PEZO, D. and VOHNOUT, K. Tasas de digestión *in vitro* de seis gramíneas tropicales. *Turrialba* 27:47-54. 1977.
11. RAYMOND, W. F. The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy* 21:1-108. 1969.
12. SILVEIRA, A. C., TOSI, H. and FARIA, V. P. de. Determinação dos carboidratos do capim-elefante variedade Napier por diferentes métodos de análise. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 5:9-18. 1976.
13. SULLIVAN, J. T. Studies of the hemicelluloses of forage plants. *Journal of Animal Science* 25:83-89. 1966.
14. TILLEY, J. M. A. and TERRY, R. A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18:104-111. 1963.
15. ULYATT, M. J., BALDWIN, R. L. and KOONG, L. J. The basis of nutritive value: a modelling approach. In *New Zealand Society of Animal Production, Proceedings* 36:104-149. 1976.

Abstract

Colostrum feeding is an important practice in any calf feeding program due to its role in imparting protection against infections through the immunoglobulins it contains. The present study was designed in order to evaluate the effect of reducing the number of days of colostrum suckling on the performance of Jersey, Guernsey, Criollo, Ayrshire and crossbred calves. A completely randomized design was used, varying the total number of days the calves were allowed to suckle colostrum from their respective mothers (0, 1, 3, and 5 days). The experiment involved 48 calves which, after their colostrum feeding phase was over, were raised under semi-confinement conditions which consisted of the administration of 4 kg of whole milk per calf per day for 45 days, ad libitum provision of a concentrate and grazing for 8 hours. Data on mortality, weight gain, concentrate intake and apparent concentrate efficiency were taken for the period between birth and 50 kg live weight (LW). Data on the same parameters continued to be taken on 24 calves until they reached 100 kg LW. The group that was not allowed to consume colostrum showed a mortality rate greater ($P < 0.01$) than those that had colostrum (50% versus 2.8%, respectively). However, those calves that did not receive colostrum, but survived, grew at a rate similar to the rates observed in the other treatments, the overall average weight gain being 369 g/head/day for the period from birth to 50 kg LW. Both concentrate intake and apparent concentrate efficiency (kg weight gain/kg concentrate dry matter) were similar for all treatments (256 g DM and 1.57, respectively, for the period from birth to 50 kg LW). It is concluded that one day of colostrum feeding is sufficient to raise healthy calves which will show an adequate rate of growth and a low incidence of mortality.

Introducción

El calostro bovino, estrictamente definido, consiste en una mezcla de secreciones lácteas y constituyentes del suero sanguíneo (principalmente inmunoglobulinas y otras proteínas séricas), que se acumulan en la glándula mamaria durante el período preparturiento, y que pueden ser extraídos inmediatamente después del parto (7). Su composición varía continuamente hasta aproximadamente el quinto día de lactancia, en el que adquiere las características de la leche (18, 23).

La importancia del calostro en alimentación de terneros es evidente, no sólo debido a su disponibilidad y a su valor nutritivo, sino también debido a la transferencia de inmunidad pasiva de la madre al neonato, a través de la absorción intestinal de inmunoglobulinas (7, 13, 24). Esta absorción ocurre por un proceso pinocitótico que permite a las macromoléculas pasar intactas al torrente sanguíneo (3, 13). En bovinos, el período de permeabilidad intestinal a las inmunoglobulinas se ha estimado que persiste entre 12 y 48 horas postparto (3, 16, 28), decreciendo linealmente a partir del nacimiento (3, 12, 27, 30).

* Recibido para su publicación el 13 de enero de 1981.

** Nutricionista y estudiante graduado, respectivamente, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

*** Dirección actual: Calle Colón 39, Barrio La Sabanita, Ciudad Bolívar, Venezuela

Stott *et al* (28) postulan que el consumo de calostro es el estímulo que provoca el acortamiento del período absorptivo, por lo que a mayor habilidad del ternero en consumir calostro, menor será el tiempo que su pared intestinal es permeable a las inmunoglobulinas.

Se han descrito tres tipos de inmunoglobulinas en leche, suero y calostro bovino, consistiendo su acción en neutralización de toxinas bacteriales, fagocitosis y bacteriolisis, siendo por ello muy efectivas en procesos de septicemias y neumonías (5). Además de absorberse a nivel intestinal, las inmunoglobulinas calostrales ejercen una acción protectora local en el intestino (15, 18), por lo que se ha propuesto el uso del calostro después de finalizado el periodo de capacidad absorbente para prevenir problemas diarreicos (2).

Es importante destacar que de 20 a 30 por ciento de los terneros calostrados presentan gamaglobulinemia (6, 11, 19) debido a diferentes razones, entre las que destacan anomalías en el proceso absorbente, insuficiente ingestión de calostro, baja concentración de inmunoglobulinas en el calostro o consumos iniciales a edades tardías (2, 6, 29, 31). Las bajas concentraciones de inmunoglobulinas en el torrente sanguíneo se han relacionado con altas tasas de mortalidad (2, 17, 20) encontrándose datos de casi 100 por ciento para terneros no calostrados (11).

Considerando: a) que bajo determinadas condiciones de clima (días de excesiva lluvia o sol) puede ser útil separar el ternero de su madre y estabularlo antes de su quinto día de edad, b) que la absorción intestinal de inmunoglobulinas cesa entre las 24 y 48 horas de vida del ternero y c) que el calostro, por su mayor contenido de sólidos y proteína tiene un valor nutritivo superior al de la leche, se planeó este trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de reducir el número de días de suministro de calostro sobre el comportamiento de terneros de lechería sometidos a un manejo de pastoreo con estabulación restringida.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el valle de Turrialba, Costa Rica, que se encuentra a 600 m sobre el nivel del mar, con registros de temperatura media anual de 22°C y una precipitación de 2 800 mm anuales. Según Holdridge (9) la zona está clasificada como bosque húmedo tropical. El experimento se llevó a cabo entre el 23 de agosto de 1979 y el 24 de junio de 1980.

Se usaron 48 terneros, hembras y machos, de las razas Jersey, Guernsey, Criollo, Ayrshire y sus cruces, los cuales fueron asignados al azar a cuatro tratamientos que consistieron en 0, 1, 3 y 5 días de permanencia del ternero con la madre, según un diseño irrestricto al azar.

Luego de separados de sus madres, los terneros fueron manejados durante todo el periodo experimental en condiciones de semiestabulación, suministrándose a cada animal un total de 180 kg de leche

entera a razón de 4 kg por día. Se les ofreció además un concentrado hasta un nivel máximo de 1.5 kg por animal y por día. En el Cuadro 1 se presenta la composición del concentrado.

A partir de la segunda semana de edad los terneros tuvieron acceso a potreros de Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) y Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*), fertilizados con 150 kg de N y 500 kg de la fórmula 18-10-6-5 por hectárea por año. El pastoreo se realizó durante ocho horas diarias, en apartos de 250 m², manejados, con tres días de ocupación y 18 días de descanso.

El manejo sanitario fue el rutinario para el tipo de actividad, con desparasitaciones periódicas, tanto externas como internas, y tratamiento con antibióticos al presentarse problemas diarreicos.

Se observó el comportamiento de los 48 terneros desde el nacimiento hasta que alcanzaron 50 kg de peso, haciéndose además observaciones de 24 de ellos hasta los 100 kg de peso vivo. La mortalidad de terneros fue analizada comparando la incidencia de muertes en terneros calostrados y no calostrados mediante la prueba de Chi-cuadrado (tablas de contingencia o de clasificación doble) (25) tomando el 10 por ciento como frecuencia de mortalidad esperada. Los parámetros de crecimiento fueron la ganancia de peso por animal por día en los periodos desde el nacimiento hasta los 50 kg de peso y desde el nacimiento hasta los 100 kg de peso, ajustados por covarianza según el peso al nacimiento. Se midió también el consumo de concentrado calculándose la eficiencia alimenticia por tratamiento. Debido a que el suministro del concentrado se hizo por grupos, y no individualmente, sólo se calcularon los valores promedios.

Cuadro 1. Composición del concentrado, proporciones en base fresca^a

Ingrediente	Porcentaje
Maiz	50.00
Melaza de caña	15.00
Harina de pescado	19.50
Harina de carne y hueso	14.00
Harina de hueso	0.50
Sal común	1.00
Premix ^b	0.25

a Contiene 94.5% MS, 22% PC y una digestibilidad *in vitro* de 89%, ésta determinada por el método de Tilley y Terry (32).

b Mezcla de vitaminas y minerales elaborados por Laboratorios Pfizer.

Resultados y discusión

Mortalidad y crecimiento de terneros

En el Cuadro 2 se presentan los datos de mortalidad de terneros de acuerdo al régimen de suministro de calostro. La carencia de calostro provocó una mortalidad de 50 por ciento, significativamente superior a la cifra de 2.8 por ciento para los terneros que tuvieron acceso a calostro. Estos resultados concuerdan con otros encontrados en la literatura (2, 17, 20, 33), en los que se comprueba la ocurrencia de altas tasas de mortalidad en terneros gamaglobulinémicos. La muerte fue precedida por cuadros diarreicos intensos, producto de la incapacidad del ternero recién nacido de generar sus propios anticuerpos, hasta por lo menos las dos semanas de edad (22). La incidencia de diarreas en los tratamientos con acceso a calostro fue mucho menor que en el grupo sin calostro. El hecho que el suministro de calostro no impide el desarrollo de diarreas probablemente se explica por posibilidades ya mencionadas entre las que sobresalen cantidades bajas de calostro ingerido, bajas concentraciones de inmunoglobulinas calostrales, edad tardía a la que lo ingieren por primera vez o fallas en el proceso abortivo (2, 4, 21, 29, 31).

La sobrevivencia de algunos de los terneros no calostrados pudo deberse a las adecuadas condiciones sanitarias prevalecientes durante el ensayo, a la terapia usada (antibióticos) y a que parece ser claro que la síntesis endógena de inmunoglobulinas se presenta más rápidamente en terneros no calostrados (a las dos semanas de edad) que en los calostrados (a las cuatro semanas), de acuerdo a Husband y Lascelles (10) y Logan *et al.* (14). La ausencia casi total de mortalidad (2.8%) en los grupos que recibieron calostro, independientemente de su período de acceso, confirma la importancia de la ingestión de calostro en las primeras horas, y permite deducir que no es necesario el suministro de éste después del primer día de vida del ternero. Este resultado se conjuga bien con el conocimiento de que la permeabilidad intestinal a las

inmunoglobulinas cesa entre las 24 y 36 horas postparto (3, 4, 16, 28).

Las ganancias de peso hasta alcanzar 50 y 100 kg de peso vivo, se muestran en el Cuadro 3. No se observaron diferencias significativas al evaluar los aumentos de peso diarios hasta alcanzar 50 kg, obteniéndose un promedio de 0.369 kg/animal/día con variaciones individuales desde 0.233 hasta 0.500 kg/día. Al analizar los datos de ganancia de peso hasta los 100 kg sí se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), a pesar de haber disminuido el número de observaciones. La prueba de Duncan (26) mostró que los terneros no calostrados tuvieron ganancias de peso inferiores a los calostrados durante uno o cinco días, no detectándose diferencias respecto a los tres días de amamantamiento calostrado. En general, las diferencias relativas entre tratamientos en los dos períodos considerados se mantienen semejantes.

Trabajando en condiciones de clima templado, otros autores (6, 8) han encontrado mejores respuestas en animales calostrados en cuanto a tasa de crecimiento, atribuyendo este efecto a resistencia aumentada y a cierta ventaja nutricional. En el presente ensayo se considera que el efecto benéfico nutricional del calostro no se manifiesta debido al corto período de suministro (cinco días como máximo), comparado con el período de observación hasta los 50 kg de peso vivo (unos 60 días). Otra de las causas de ausencia de diferencias en ganancia de peso entre terneros no calostrados sobrevivientes y terneros calostrados, es que los primeros adquieren más rápidamente su capacidad de síntesis endógena de inmunoglobulinas que los que reciben calostro (10, 14). Aún cuando los terneros no calostrados que llegaron a sobrevivir aparentemente se desarrollaron en forma semejante a los que sí recibieron calostro, la alta probabilidad de mortalidad en el primer grupo es indudablemente el criterio dominante en una decisión en contra de la exclusión de calostro en el sistema de alimentación del recién nacido.

Cuadro 2. Efecto del período de ingestión de calostro sobre la mortalidad en terneros de lechería.

	Días de ingestión de calostro				Comparación vía Chi - cuadrado	
	0	1	3	5	con calostro	sin calostro
No animales	12	12	13	11	36	12
No. muertos	6	0	0	1	1	6 ^b
Mortalidad, %	50	0	0	9	2.8 ^a	50 ^b

a, b: Letras distintas indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

Una vez comprobada la importancia del calostro, quizás el punto de mayor interés sea la observación que la provisión de calostro durante el primer día de vida del ternero es tan efectiva como la provisión por más tiempo. Esto ofrece algunas posibilidades de tipo práctico, como la conservación del calostro producido a partir del segundo día postparto para su eventual uso como alimento terapéutico para terneros con necesidad de fortalecimiento inmunológico.

Las diferencias en ganancias de peso hasta los 100 kg de peso vivo parecen deberse a causas ajenas a los tratamientos, ya que no existieron diferencias en el período de nacimiento a 50 kg de peso vivo, durante el cual se contó con un número mayor de

Cuadro 3. Efecto del periodo de ingestión de calostro sobre la ganancia diaria de peso de terneros desde el nacimiento hasta los 50 ó 100 kg de peso vivo.

Parámetros	Días de ingestión de calostro				Promedios
	0	1	3	5	
Periodo nacimiento – 50 kg de peso vivo					
Número de terneros	6	12	13	10	
Ganancia de peso, kg/día	0.336	0.396	0.344	0.400	0.369
Periodo nacimiento – 100 kg de peso vivo					
Número de terneros	3	7	8	6	
Ganancia de peso, kg/día	0.429 ^a	0.518 ^b	0.466 ^{ab}	0.515 ^b	0.482

a, b: Letras distintas indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos.

repeticiones y donde el efecto protector del calostro se debería haber mostrado más impactante.

Al no encontrarse diferencias de ningún tipo entre un día *versus* más días de suministro de calostro, y al obtenerse tasas de ganancia de peso cerca de las esperadas para las razas usadas, los autores infieren que el "stress" resultante de un manejo de la vaca con el ternero en pastoreo no afectó la capacidad absorbente de inmunoglobulinas por parte del ternero, tal como lo advierte Stott (28).

Consumo y eficiencia alimenticia

Los resultados, en cuanto a consumo y eficiencia alimenticia del concentrado, se observan en el Cuadro 4. Debido a que los animales estaban alojados en corraletas colectivas, los datos de consumo fueron globales y no se obtuvo información de consumo individual que permitiera después un análisis estadístico. Sin embargo, un escrutinio de los promedios permite

suponer que no hubo una tendencia definida que asocie el consumo de concentrado con los niveles de tratamiento. Lo mismo puede aplicarse a los promedios de eficiencia aparente de conversión del concentrado consumido a peso incrementado. Esta es la razón por la cual sólo se presentan los datos sin comentarios adicionales.

Conclusiones

A la luz de los resultados del presente estudio, se concluye:

1. Que la privación de calostro induce una alta incidencia de muertes en los terneros.
2. Que el crecimiento de los terneros no calostrados sobrevivientes es similar al de los calostrados.

Cuadro 4. Promedios de consumo y eficiencia alimenticia aparente del concentrado suministrado, según el número de días de ingestión de calostro.

Parámetros	Días de ingestión de calostro			
	0	1	3	5
Periodo nacimiento – 50 kg de peso vivo				
Consumo de concentrado, g MS/animal/día	251	292	205	278
Eficiencia alimenticia, kg ganancia/kg MS de concentrado	1.46	1.36	1.68	1.79
Periodo nacimiento – 100 kg de peso vivo				
Consumo de concentrado, g MS/animal/día	904	1 023	877	988
Eficiencia alimenticia, kg ganancia/kg MS de concentrado	0.47	0.51	0.53	0.52

3. Que un día de suministro de calostro (el primer día de vida del ternero) es suficiente para criar terneros sanos, con adecuados aumentos de peso y baja mortalidad.

Resumen

El suministro de calostro es una práctica importante dentro de cualquier programa de alimentación de terneros debido, principalmente, a la adquisición de inmunidad pasiva a través de la absorción de inmunoglobulinas calostrales.

El presente trabajo se planteó con el objetivo de evaluar el efecto de reducir el número de días de suministro de calostro sobre el comportamiento de terneros Jersey, Guernsey, Criollo, Ayrshire y sus cruza. Se utilizó un diseño irrestricto al azar, variando los días de permanencia del ternero recién nacido con su madre (0, 1, 3 y 5 días). Se trabajó con 48 terneros que, luego de recibir calostro durante los días establecidos por los tratamientos, fueron manejados en semi-estabulación, suministrándoseles un total de 180 kg de leche entera (4 kg/día), un concentrado iniciador *ad libitum* y pastoreo por ocho horas diarias. Se tomaron datos de mortalidad, ganancia de peso, consumo y eficiencia de uso del concentrado desde el nacimiento hasta los 50 kg de peso vivo. Las observaciones se continuaron en 24 terneros hasta que alcanzaron los 100 kg de peso. Los animales que no recibieron calostro presentaron una tasa de mortalidad superior ($P \leq 0.01$) a los calostrados (50% versus 2.8%). Sin embargo, los animales desprovistos de calostro que lograron sobrevivir no difirieron de los calostrados en cuanto a ganancia de peso hasta los 50 kg de peso vivo. El promedio de ganancia de peso para este período fue de 369 g/día. Para el período del nacimiento hasta 100 kg de peso se encontró que los terneros que recibieron calostro durante uno o cinco días tuvieron ganancias de peso significativamente superiores ($P \leq 0.05$) a los no calostrados. Los que consumieron calostro durante los tres primeros días de edad mostraron ganancias de peso que no fueron diferentes a los observados en los otros tres tratamientos. Tanto los consumos de concentrado como su eficiencia de conversión aparente (kg de ganancia/kg MS concentrado) fueron similares para todos los tratamientos evaluados (256 g MS y 1.57, respectivamente, para el período desde el nacimiento hasta los 50 kg de peso). Se concluye que un día de suministro de calostro (el primer día de vida) es suficiente para criar terneros sanos, con adecuados aumentos de peso y baja mortalidad.

Literatura citada

1. APPLEMAN, R. O. y OWEN, F. J. Symposium: Recent advances in calf rearing. III. Breeding, housing and feeding management. Journal of Dairy Science 58(3):447-464. 1975.
2. BRIGNOLE, T. J. y STOTT, G. H. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. Journal of Dairy Science 63(3):451-456. 1980.
3. BUSH, L. J., AGUILERA, M. A. y ADAMS, G. D. Absorption of colostrum immunoglobulins by newborn dairy calves. Journal of Dairy Science 54(10):1 517-1 549. 1971.
4. BUSH, L. J. y STALEY, T. E. Absorption of colostrum immunoglobulins in newborn calves. Journal of Dairy Science 63(4):672-680. 1980.
5. BUTLER, J. Bovine immunoglobulins: A review. Journal of Dairy Science 52(12):1895-1909. 1969.
6. DUCKER, M. J. y FRASER, J. A. A note on the effect of time of uptake of colostrum on blood gammaglobulin level, mortality and subsequent performance of housed lambs. Animal Production 22(3):411-414. 1976.
7. FOLEY, J. A. y OTTERBY, D. E. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. Journal of Dairy Science 61(8):1 033-1 060. 1978.
8. HALLIDAY, R. Immunoglobulin concentrations in Scottish Blackface lambs on a hill farm. Research in Veterinary Science 24(2):264-266. 1978.
9. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. Edición revisada. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, pp. 13-17. 1967.
10. HUSBAND, A. J. y LASCELLES, A. K. Antibody responses to neonatal immunization in calves. Research in Veterinary Science 18(2):201-207. 1975.
11. KLAUS, G. G. B., BENNET, A. y JONES, E. W. A quantitative study of the transfer of colostrum immunoglobulins to the newborn calf. Immunology 16:293-299. 1979.

12. KRUSE, V. Absorption of immunoglobulins from colostrum in newborn calves. *Animal Production* 12(4):627-638. 1970.
13. LOGAN, E. F. Absorption of colostral immunoglobulins by the neonatal calf. *The British Veterinary Journal* 134(3):258-262. 1978.
14. LOGAN, E. F., McBEATH, D. G. y LOWMAN, B. G. Quantitative studies on serum immunoglobulins levels in suckled calves from birth to five weeks. *Veterinary Record* 94(5):367-370. 1974.
15. LOGAN, E. F. y PENHALE, W. J. Studies on the immunity of the calf to colibacillosis. III. The local protective activity of colostrum within the gastrointestinal tract. *Veterinary Record* 89(7):628-633. 1971.
16. McCOY, G. C., RENEAU, J. K., HUNTER, A. G. y WILLIAMS, J. B. Effects of diet and time on blood serum proteins in the newborn calf. *Journal of Dairy Science* 53(3):358-362. 1970.
17. McGUIRE, T. C., PFEIFFER, N. E., WEIKEL, J. M. y BARTSCH, R. C. Failure of colostral immunoglobulin transfer in calves dying from infectious disease. *The Journal of the American Veterinary Medical Association* 169(7):713-718. 1976.
18. OYENIYI, O. O. y HUNTER, A. G. Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum. *Journal of Dairy Science* 61(1):44-48. 1978.
19. PATT, J. A. Factors affecting the duration of intestinal permeability to macromolecules in newborn animals. *Biological Reviews* 52(4):411-429. 1977.
20. PENHALE, W. J., LOGAN, E. F., SELMAN, I. E., FISHER, E. W. y McEWAN, A. Observations on the absorption of colostral immunoglobulins by the neonatal calf and their significance in colibacillosis. *Annales de Recherches Vétérinaires* 4(1):223-233. 1973.
21. RADOSTITS, O. M. Treatment and control of neonatal diarrhea in calves. *Journal of Dairy Science* 58(3):465-471. 1975.
22. REYES VALDIVIESO, J. H. Inmunoglobulinas séricas postcalostrales, factores relacionados y consecuencias en terneros neonatos de predios lecheros en la Hoya de Loja, Ecuador. Tesis Mg Sc. Santiago de Chile, Universidad de Chile, 1978. 51 p.
23. ROOK, J. A. F. Variations in the chemical composition of the milk of cow. Part 1. *Dairy Science Abstracts* 23(6):251-258. 1961.
24. ROY, J. H. B. *The calf*. London, Illife Book, 1970. v. 1, 183 p.
25. SPIEGEL, M. *Estadística, teoría y problemas*. Trad. de la 1a. ed. inglesa por José Gómez y Alberto Losada México, McGraw-Hill, 1978. 357 p.
26. STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
27. STORMONT, C. The role of maternal effects in animal breeding. I. Passive immunity in newborn animals. *Journal of Animal Science* 35(6):1 275-1 279. 1972.
28. STOTT, G. H. Immunoglobulin absorption in calf neonates with special consideration of stress. *Journal of Dairy Science* 63(4):681-688. 1980.
29. STOTT, G. H., MARX, D. B., MENEFEY, B. E. y NIGHTENGALE, G. T. Colostral immunoglobulin transfer in calves. I. Period of absorption. *Journal of Dairy Science* 62(10): 1 632-1 638. 1979.
30. STOTT, G. H., MARX, D. B., MENEFEY, B. E. y NIGHTENGALE, G. T. Colostral immunoglobulin transfer in calves. II. The rate of absorption. *Journal of Dairy Science* 62(11): 1 766-1 773. 1979.
31. STOTT, G. H., MARX, D. B., MENEFEY, B. E. y NIGHTENGALE, G. T. Colostral immunoglobulin transfer in calves. III. Amount of absorption. *Journal of Dairy Science* 62(12): 1 902-1 907. 1979.
32. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(2):104-111. 1963.
33. WING, J. M. Programas de manejo para terneros. In 12a. Conferencia Anual sobre Ganadería y Avicultura en América Latina. Gainesville, Florida, Universidad de Florida, pp. E-8-E-11. 1978.

Abstract

In 13 stands of a montane forest ecosystem in the Sierra de Mérida, northwestern Venezuela, the organic matter and stored elements (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al and Na) were measured.

The soils of the studied area are very acid (pH CaCl_2 3.5 to 4.0) and rich in organic matter; the dominant exchangeable cation is Al.

Main values for organic matter run up to 404 t/ha of living phytomass, 24 t/ha of dead trees, 38 t/ha in the organic layer and 585 t/ha in the soil (0 – 120 cm).

The forest contains high mineral stores, accumulated especially in the woody compartment. N and P values are very high in the soil compartment. The exchangeable K-, Ca- and Mg-stores are low in comparison to the exchangeable Al-store.

Site variations are believed to be regulated by site-dependent water regime. A corresponding site-index classification is presented.

Introducción

Las formaciones ecológicas clímax de áreas tropicales se encuentran en general en un estado estático. La producción de nueva fitomasa es equiparable a la deposición y descomposición de restos vegetales (anabolismo = catabolismo). Bajo estas condiciones se tiene en esos ecosistemas un ciclo cerrado, interno de elementos nutritivos en el cual la biomasa y las velocidades de transformación y transferencia de los elementos nutritivos dependen en gran parte de las condiciones edafológicas y climatológicas.

La ecología de sistemas se basa en la hipótesis de que el estado de un ecosistema, en un momento dado particular, se puede expresar cuantitativamente con un inventario de los recursos y que los cambios en el sistema pueden describirse analizando los procesos de transferencia entre las diferentes partes del sistema. Estudios ecológicos en este concepto son aún muy escasos en las áreas de climas templados (4, 19, 22, 27) y en mayor medida en las áreas tropicales o subtropicales (3, 13, 18, 20, 24, 28). En la figura 1 se presenta un esquema básico de los posibles compartimentos y procesos de transferencia en un análisis sistemático de los ciclos de elementos químicos en un sistema forestal. Las reservas orgánicas y minerales se encuentran localizadas en la fitomasa del bosque, distribuida en los compartimentos de tallos, ramas, hojas, raíces y de acuerdo a la estructura y la ecofisionomía del ecosistema, en el sotobosque y en epífitos así como en la capa de mantillo y el suelo. Los procesos de transferencia dentro de los compartimentos se producen en medios de transporte como el agua (lluvia, lavado foliar, escurrimiento de tallos, percolación a través del suelo y percolación en el agua freática) y la materia orgánica (producción de restos vegetales, descomposición y liberación de elementos nutri-

1 Recibido para publicación el 6 de marzo de 1980. Los autores agradecen el apoyo financiero de la Sociedad Alemana de Investigaciones y el apoyo logístico de la Universidad de los Andes para la conducción del trabajo

* Instituto de Suelos y Nutrición Forestales de la Universidad de Gotinga, Alemania. Actualmente en Centro de Pesquisas Agropecuarias dos Tropicólos Úmidos. Belem, Brasil.

** Institut für Bodenkunde und Waldernährung, Büsgenweg 2, D-3 400 Göttingen, Rep. Federal de Alemania

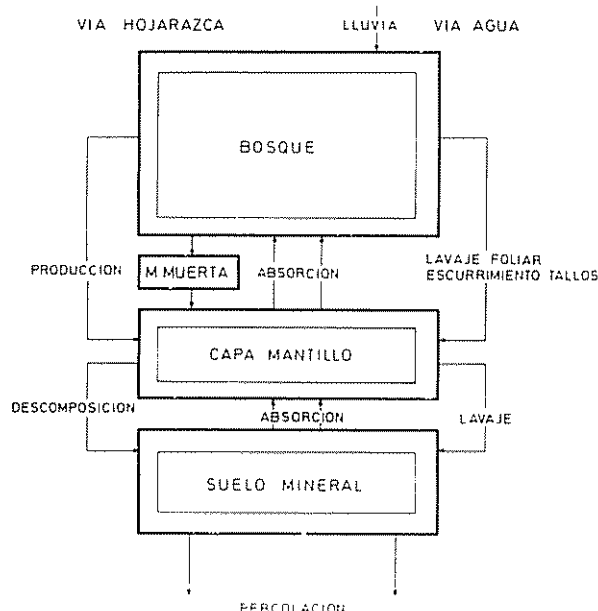


Fig. 1. Esquema básico de los compartimentos de un ecosistema forestal y sus procesos de transferencia y cambio.

tivos). Por razones técnicas no se ha considerado en el esquema la participación de la zoomas (carnívoros, herbívoros y detritófagos) aunque su importancia es primordial (8, 9, 28).

Dentro de un programa de estudios de los ecosistemas forestales montaños de la región occidental de los Andes de Venezuela, se realizaron un inventario y evaluación de las reservas orgánicas y minerales, así como estudios de la transferencia de elementos químicos, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

Materiales y métodos

Sitio de los estudios

El estudio se realizó en el bosque "San Eusebio" (La Carbonera) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes, localizado en las laderas nor-occidentales de la Sierra de Mérida ($8^{\circ} 37'$ norte, $71^{\circ} 21'$ este, a una altura entre 2 000 y 2 500 msnm). Los detalles sobre la localización y las condiciones pluviométricas han sido publicados anteriormente (25). La temperatura promedio anual alcanza 12.6°C y la variación promedio de la temperatura media es de 9.2°C . Con un total aproximado de 1 500 mm de lluvia al año se registra un carácter climático húmedo y hasta perhúmedo (25).

Los rodales de la reserva forestal pueden considerarse de carácter natural primario, aunque algunas

veces se ha observado la explotación selectiva de algunos árboles. El paisaje es bastante heterogéneo, encontrándose por un lado rodales altos con un número pequeño de árboles gruesos en las laderas, y, por otra parte, rodales de árboles de altura irregular y una composición mixta con un número mayor de árboles en las crestas y depresiones. Entre las especies forestales más importantes cabe mencionar al pino liso (*Podocarpus rospigliosii*), pino aparrado (*Podocarpus oleifolius*), mortiño rosado (*Graffenrieda latifolia*), saysay (*Myrcia fallax*), tetajira (*Eschweilera monosperma*) y laurel curó (*Beilschmiedia sulcata*). En los casos de ocasionales doseles abiertos se encontró una cierta distribución de plantas de bambú. En los rodales se observa una gran cantidad de plantas epífitas (especialmente de las familias bromeliáceas, aráceas, araliáceas y orquídeas) y las raíces de plantas hemiepífitas (especialmente tampoco, *Clusia multiflora*). Otros detalles de la vegetación han sido publicados anteriormente (2, 12, 17).

Muestreo y análisis químico de la vegetación

Los bosques en estudio fueron reconocidos por recorridos terrestres y se escogieron 13 parcelas en las cuales se realizó un inventario para determinar la fitomasa correspondiente, en función de la distribución de las especies por altura y diámetros (2, 12). Los lotes de muestreo cubrieron una área de 50×50 m donde se midieron todos los árboles vivos y muertos con un diámetro mayor de 10 cm; los árboles de menor diámetro fueron registrados en un radio de 15 m (0.07 ha) a partir del centro de la parcela. El sotobosque se muestreó en subparcelas de 2×2 m (4 m^2) con 12 repeticiones distribuidas radialmente a partir del centro de la parcela, separando árboles de una altura menor de 130 cm y plantas edáficas. En estas subparcelas se tomaron muestras de raíces finas (< 5 cm de diámetro) con anillos metálicos de 20 cm de diámetro.

En una parcela de tala rasa se escogieron 86 árboles representativos de las 33 especies forestales más importantes; en función de su diámetro y altura se calculó el volumen del tallo y, con el peso específico de la madera, el peso seco correspondiente. Las ramas, hojas y epífitas fueron pesadas por separado y se colectaron alicuotas correspondientes en bolsas plásticas para su secado en una estufa a 105°C por 24 horas. Igualmente se escavaron las raíces gruesas (> 5 cm diámetro) de 30 árboles, determinándose su volumen y peso. En cada una de todas las muestras se determinó el peso seco, el cual fue utilizado para cálculos posteriores. Para los análisis químicos se prepararon finalmente las siguientes muestras:

tallos	86
ramas	90
hojas	55
raíces gruesas	30
raíces finas	15 (3 repeticiones en 5 profundidades)
árboles de regeneración (< 10 cm diámetro)	3
madera muerta	3
plantas edáficas	3
bambúes	3
epífitas	9 (bromeliáceas 3, orquídeas 3, lianas 3).

Las muestras fueron molidas y se hicieron los siguientes análisis (5):

- N por el método de Kjeldahl (digestión con ácido sulfúrico con selenio) y determinación colorimétrica.
- P después de una incineración a 600°C y determinación colorimétrica como complejo sulfofosfomolibdato.
- Na, K, Ca, Mg y Mn después de la misma incineración por espectrofotometría de absorción atómica.
- Fe y Al en la misma incineración por métodos colorimétricos de fenantrolina y aluminona, respectivamente.

Muestreo y análisis químico de los suelos

En cada una de las trece parcelas en estudio se tomaron muestras del mantillo (0.25 m², capas de hojarasca y húmica) y del suelo (barrenamiento 0 – 20, 20 – 40, 40 – 60, 60 – 90 y 90 – 120 cm de profundidad) con doce repeticiones respectivamente, las cuales fueron homogeneizadas en muestras representativas.

Las muestras de mantillo fueron secadas a 105°C y analizadas como muestras vegetales con los métodos arriba indicados.

Las muestras de los suelos fueron secadas al aire libre y pasadas por un tamiz de 2 mm. Se hicieron los siguientes análisis (5):

- pH con un electrodo de vidrio, en 0.01 M CaCl₂
- C volumétricamente con una incineración a 1 000°C.
- N por el método de Kjeldahl.

– P – total después de una digestión con una mezcla de ácidos; formas de P después de un fraccionamiento con NH₄F: (Al–P), con NaOH (Fe–P), y con H₂SO₄ (Ca–P).

– Cationes intercambiables (Na, K, Ca, Mg, Fe, Al) después de una desorción con NH₄Cl y los métodos de determinación ya mencionados.

En función de los barrenamientos arriba indicados se grabó en cada una de las parcelas una calicata para la descripción del suelo y tomar muestras volumétricas del suelo (anillos metálicos de 250 cm³, cuatro repeticiones por profundidad) con las cuales se determinó el peso específico de los suelos.

Resultados y discusión

Características químicas de los suelos

Los resultados de los análisis de los suelos están representados gráficamente en la Figura 2. Los valores de pH son bastante homogéneos en todo el perfil del suelo (promedio 3.5 a 3.9) y entre las parcelas (coeficiente de variación 2 a 5%) y se les deben considerar como extremadamente ácidos. Los valores de la materia orgánica son bastante altos: en el suelo alcanzan valores promedio de 5.5% C (0 – 20 cm) y la disminución en el subsuelo es notoria, aunque aún en una profundidad de 90 cm se encuentra todavía un valor de 1% C. De la relación C/N promedio entre 12 y 9.5, resulta un valor promedio alto de N. La variación estadística de estas variables para las 13 parcelas arroja un coeficiente de variación generalmente entre 20 y 30%.

El fósforo total es relativamente bajo, presenta las desviaciones estándar más altas (40%) de todas las características estudiadas. El contenido de fósforo orgánico disminuye, como se esperaba, con la profundidad del suelo (de casi 50% en la capa 0 – 20 cm, a 20% en la capa 90 – 120 cm). Los fosfatos cristalinos de Ca, Fe y Al son prácticamente constantes en el perfil del suelo (12 a 18% del P); y los fosfatos ocluidos aumentan con la profundidad.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es relativamente baja, oscilando en el perfil entre 12 y 18 meq/100 g de suelo, ello es explicable ya que la caolinita es el mineral arcilloso predominante; el aumento de los valores de CIC en la capa 90 a 120 cm se debe al aumento de la fracción de arcillas. De acuerdo al pH del suelo el Al es el cation intercambiable predominante; en la capa 0 – 20 cm alcanza 82% de la CIC, aumentando aún a mayores profundidades.

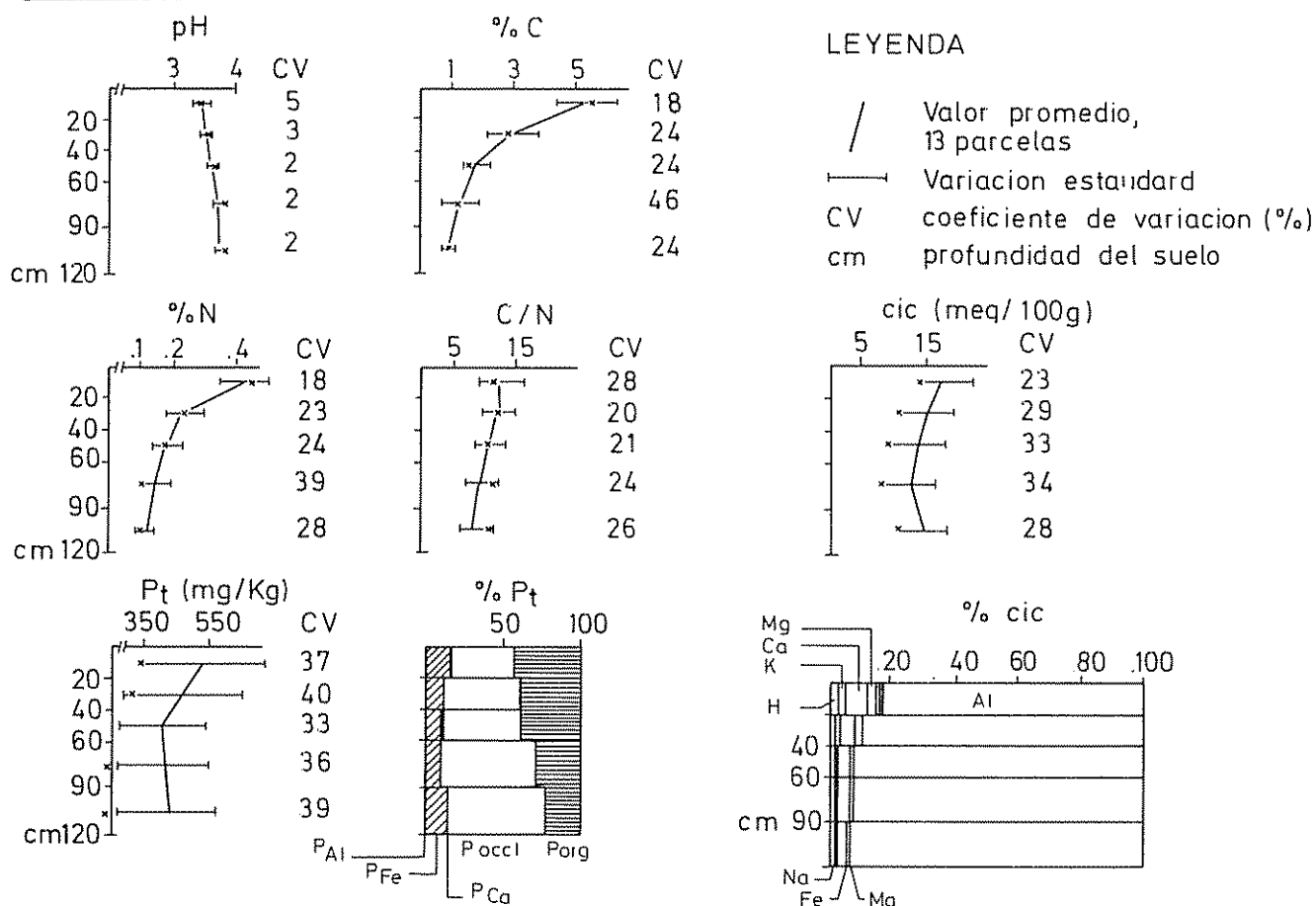


Fig. 2. Características químicas de los suelos estudiados.

Así, los suelos de la zona en estudio se caracterizan químicamente por su extrema acidez, la acumulación de materia orgánica y la participación del aluminio en el complejo de intercambio. Esto es explicable por la localización de la zona y las interacciones entre el suelo y el clima. Al aumentar la altura sobre el nivel del mar disminuye la temperatura y aumenta la pluviosidad por la formación de nieblas y nubes (25), y en función del cambio la fisionomía botánica disminuye por otro lado la evapotranspiración de los bosques. Ello conlleva a un aumento notable del carácter hidromórfico de los suelos, a la saturación de los mismos con agua freática, a un aumento en la lixiviación del suelo, y a la meteorización correspondiente. De ello resultan valores de pH bajos, el empobrecimiento del contenido de bases y el aumento del Al en el sistema "tampón"* del suelo. Por otro lado los procesos de producción y descomposición de la materia orgánica son regulados en gran parte por la temperatura; un descenso implica una menor tasa de descomposición y, por lo tanto, la acumulación de la

materia orgánica, la cual tiene un grado de polimerización bajo y una estabilidad alta por las interacciones con el Al. En la literatura se encuentran tendencias similares a las descritas (3, 14, 26). En casos extremos de aumento de la materia orgánica y de hidromorfismo se ha observado bajo bosques montanos el desarrollo de ciénagas (11).

Reservas orgánicas en la vegetación y en el suelo

Los valores de las reservas orgánicas en la fitomasa y en el suelo, en promedio de las 13 parcelas estudiadas y para cada uno de sus compartimentos, se presentan en el Cuadro 1; para las parcelas por separado, agrupando los más importantes, en el Cuadro 2. Por otro lado se presentan en forma comparativa y gráficamente los valores correspondientes de la literatura (Figura 3).

El ecosistema forestal montano andino en estudio presenta, en comparación con otros valores disponibles, una fitomasa aérea viva bastante alta, con un promedio de 348 t/ha; la madera muerta llega a

* Capacidad "buffer" del suelo, según otros autores, N. del E.

Cuadro 1. Reservas orgánicas (t/ha) de las parcelas en estudio

Parcela Tipo de sitio	Vegetación aérea viva	Madera muerta	Mantillo	Raíces	Suelo mineral (0-120 cm)
P1/A	353.3	29.8	52.5	74.6	605.5
2/A	345.6	23.8	25.4	67.7	476.0
3/C	318.2	29.0	29.6	71.1	541.2
4/M*	336.2	30.9	46.2	47.1	658.3
5/M*	403.6	18.5	47.9	56.7	567.4
6/B	416.3	32.8	19.0	59.0	434.6
7/B	411.0	36.4	13.3	54.7	573.3
8/B	390.1	19.9	45.1	55.5	675.1
9/B	325.2	20.3	15.2	50.3	579.0
10/B	516.0	15.6	28.9	67.0	640.1
11/A	291.9	23.0	20.6	61.2	575.8
12/D	206.2	13.6	21.0	58.4	828.1
13/C	206.2	12.2	128.6	43.5	630.2
Promedio	347.7	23.5	37.9	56.5	583.4
Desviación estándar	± 84.9	± 7.7	± 30.2	± 9.2	± 69.4

* Tipo de sitio mixto.

24 t/ha, y las raíces a 57 t/ha. La materia orgánica en la capa de mantillo en San Eusebio alcanza 38 t/ha y en el suelo mineral, hasta 120 cm de profundidad, se encuentran 583 t/ha. En el ecosistema se alcanza así un total de 1 049 t/ha de materia orgánica.

La relación de las reservas orgánicas en la vegetación aérea a las raíces es de 7 a 1. La mayor reserva orgánica del bosque se encuentra en los tallos, la cual no participa en los procesos de transferencia en el ecosistema. Las fracciones dinámicas de la biomasa, que producen restos vegetales dentro del sistema, alcanzan 4.6, 2.8 y 12.7 t/ha en forma de hojas, epífitas y raíces finas respectivamente. La madera muerta en el bosque es un aspecto particular de las condiciones estudiadas, donde alcanza 2% de la reserva orgánica total. La interpretación de las reservas orgánicas en el suelo presentada anteriormente explica la razón por la cual en el suelo se encuentran 55% de las reservas, dándole así una estabilidad grande al ecosistema como tal. La comparación de la materia orgánica del suelo presenta algunos problemas, ya que en los diferentes estudios se han ganado datos de diferentes profundidades del suelo y algunas veces no se han incluido estos datos, por ello se han incluido en la figura 3 las profundidades de estudio. En la figura 3 se observa, a manera general, que entre los ecosistemas montañosos y los de llanura existe una diferencia notable; los ecosistemas de llanura presentan mayores

valores de fitomasa pero menores reservas orgánicas en el suelo, resultando de ello una menor estabilidad ecológica.

Reservas inorgánicas en la vegetación y en el suelo (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al, Na)

Los valores promedio de las concentraciones encontradas para algunos elementos químicos y compartimentos de la vegetación analizados se han agrupado en el Cuadro 3. Una interpretación de los contenidos de las diferentes especies forestales indica que las especies cedrillo (*Guarea khuntiana*), pino laso (*Podocarpus rospigliosii*) y pino aparado (*Podocarpus oleifolius*) presentan generalmente valores más elevados, en cambio, el copey (*Ternstroemia acrodanthera*) presenta los más bajos. El mortiño rosado (*Graffenrieda latifolia*) presenta valores de Al extremadamente altos en las hojas (15.5 mg/kg), indicando una adaptación a las características de los suelos. De manera general se observa la gradual disminución del contenido de reservas inorgánicas de las hojas a ramas, tallos y raíces. En los compartimentos del sotobosque (regeneración, plantas del suelo) y en las epífitas (lianas, bromeliáceas y orquídeas) se encuentran valores comparables a los de las hojas.

Cuadro 2: Reservas orgánicas (t/ha) y minerales (kg/ha) en el ecosistema forestal (promedio de 13 parcelas).

	Materia orgánica	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Na
VEGETACION	404.0	1 107	66.4	1 469	899	254	73.9	42.5	189	14.2
Tallos	269.7	543	32.4	846	504	145	16.2	24.3	48.8	7.82
Ramas	43.3	155	7.53	206	143	33.6	3.77	5.50	11.7	1.85
Hojas	4.6	75.3	4.96	63.2	22.8	12.2	0.636	2.01	7.05	0.278
Raíces $\phi < 5$ cm	24.6	157	9.44	58.1	108	24.9	26.2	3.68	58.4	1.82
Raíces $\phi > 5$ cm	31.8	74.2	4.59	89.5	45.8	14.0	25.5	2.64	47.0	1.62
Arboles $\phi < 10$ cm	24.5	65.8	4.44	130	54.0	15.0	1.03	2.50	11.7	0.899
Arboles/h < 130 cm	0.86	9.65	0.729	15.1	7.28	3.21	0.095	0.542	3.38	0.070
Flora edáfica	0.06	0.94	0.076	1.30	0.434	0.257	0.008	0.046	0.08	0.005
Bromeliáceas	2.60	14.3	1.47	36.40	5.31	3.91	0.337	0.845	0.747	0.207
Orquídeas	0.24	1.56	0.137	2.60	1.66	0.367	0.057	0.105	0.053	0.007
Bambues	0.630	2.82	0.232	6.78	0.780	0.340	0.030	0.072	0.085	0.036
Lianas	1.10	6.58	0.468	13.1	5.75	1.72	0.158	0.306	0.178	0.052
MADERA MUERTA	23.6	58.0	3.51	28.3	85.8	14.8	1.23	4.22	6.44	0.754
MANILLO	38.0	583	29.2	59.4	216	54.5	192	14.8	245.0	7.22
Reciente	5.9	64.4	3.96	12.3	55.5	14.2	6.30	3.98	10.9	0.380
Descompuesto	32.1	519	25.2	47	160.6	40.3	186	10.8	243	6.84
SUELO MINERAL	583.5	27 197	6 424	934	1 859	449	203	217	17 217	188
0 - 20 cm	182.1	4 603	1 774	211	372	86	14	38	5 088	53
20 - 40 cm	137.2	5 381	1 608	201	426	93	17	40	4 160	49
40 - 60 cm	92.6	4 321	1 007	139	245	62	16	31	2 802	31
60 - 90 cm	100	5 508	1 089	190	335	87	39	46	2 760	31
90 - 120 cm	71.5	73.84	945	243	482	121	116	63	2 408	24
TOTAL ECOSISTEMA	1 049	29 994	6 523	2 490	3 060	772	470	279	17 657	210

Cuadro 3. Concentraciones de elementos químicos en algunos compartimentos (g/kg materia seca).

	Hojas (n = 55)	Ramas (n = 90)	Tallos (n = 86)
N	16.4	3.6	2.0
P	1.112	0.147	0.120
K	12.5	4.80	3.10
Ca	4.57	3.31	1.87
Mg	2.44	0.78	0.54
Fe	0.138	0.087	0.060
Mn	0.423	0.127	0.090
Al	1.64	0.27	0.18
Na	0.052	0.043	0.029

Los valores de las reservas inorgánicas presentes en el ecosistema distribuidas en la vegetación, el mantillo y en el suelo, se encuentran en el Cuadro 2 como promedio de las 13 parcelas estudiadas.

La distribución de las reservas minerales en los diferentes compartimentos de la vegetación indica que la mayor parte de las reservas se encuentra inmoviliza-

da en los tallos, alcanzando valores de 70 a 80 por ciento. Los valores correspondientes para las hojas alcanzan para algunos elementos un 7 por ciento del total (N y P).

Las reservas correspondientes encontradas en la capa de mantillo representan las reservas totales en el suelo; los valores de N y P en el suelo corresponden a las reservas totales, los correspondientes de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Na y Al representan solamente la fracción intercambiable. Por ello es casi imposible comparar estos datos con los encontrados en la literatura, más aún si se refieren a diferentes profundidades de muestreo; a fin de lograr una comparación se han reducido en el Cuadro 4 las reservas inorgánicas en los suelos superficiales de los diferentes estudios a profundidades de 10 cm.

Siguiendo las tendencias de la distribución de la materia orgánica el nitrógeno presenta las mayores reservas en el suelo, con 27 200 kg/ha en 120 cm; la acumulación en la capa de mantillo alcanza 580 kg/ha y en la vegetación se encuentran 1 107 kg/ha (Figura 4). Los factores anteriormente

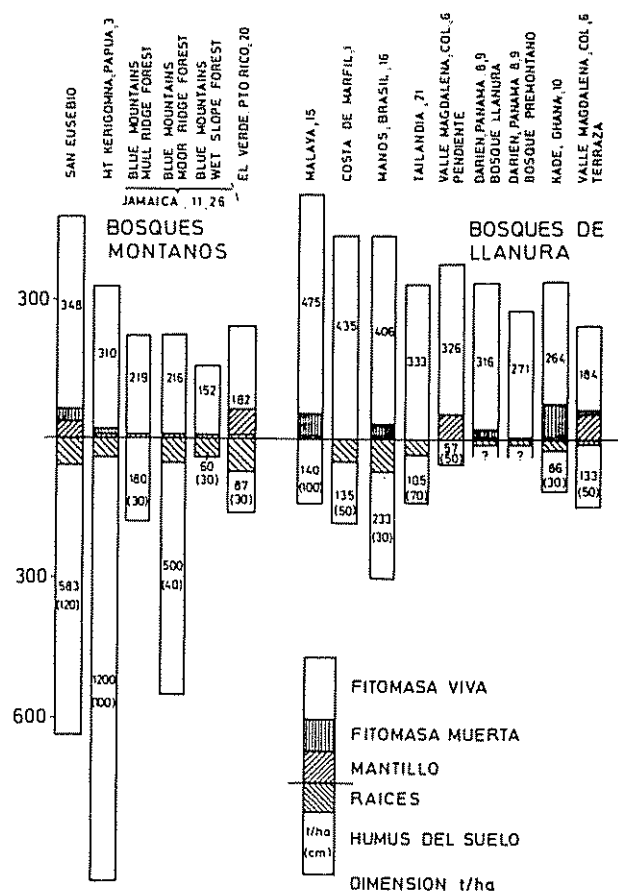


Fig. 3. Relación entre peso del grano y por ciento de cáscara en grupos representativos de *Phaseolus vulgaris*.

discutidos sobre la acumulación y distribución de la materia orgánica son válidos para el nitrógeno. Por otro lado, es de mencionar la posibilidad de fijación de N en la filosfera (23) y en nódulos de las raíces (14); estos últimos se presentan en las especies del género *Podocarpus* aunque otros autores han desmentido la posibilidad de fijación de N (7). La cantidad total de N acumulada en la vegetación, con un valor de 1 107 kg/ha, es relativamente baja en comparación con otros valores encontrados en la literatura (Cuadro 4). Los valores de N en el suelo con 3 200 kg/ha en 10 cm de profundidad se encuentran en el promedio de la literatura; los valores más altos se han registrado en el valle del Magdalena, Colombia [4 800 a 5 200 kg/ha (6)], en el Verde, Puerto Rico [4 600 kg/ha (2)] y en el monte de Kerigomma, Papua [6 050 kg/ha (3)].

Las reservas del fósforo en la vegetación sólo representan el 1% de las del ecosistema, la mayor acumulación se presenta en el suelo (6 424 kg/ha en 120 cm); con un valor de 510 kg/ha en 10 cm de profundidad, los suelos de San Eusebio arrojan el valor más alto encontrado en la literatura. El valor correspondiente de la vegetación se encuentra dentro del ámbito de la literatura (Cuadro 4).

Los valores de potasio, calcio y magnesio en la vegetación del ecosistema en estudio son bajos en comparación con los encontrados en la literatura (Cuadro 4); ello es explicable por las pequeñas reservas intercambiables en los suelos, que alcanzan los valores respectivos de 930, 1 860 y 449 kg/ha en 120 cm de profundidad. Los valores de las reservas de aluminio en el suelo son, por el contrario, bastante altos, ajustándose a las discusiones anteriores. Los elementos manganeso e hierro presentan cantidades pequeñas de reservas, 43 a 74 kg/ha en la vegetación, respectivamente; los valores comparativos en la literatura son muy escasos. Las reservas del sodio son igualmente muy pequeñas.

FITOMASA		1107.	
TALLOS	543	RAMAS	155
ARBOLES $\phi < 10$	65,8	ARBOLES $h < 130$	9,65
HOJAS	75,3	RAICES $\phi < 5$	1,57
RAICES $\phi > 5$	74,2	FLORA EDAF	0,06
BROMELIAS	2,6	ORQUIDEAS	0,24
BAMBUS	0,63	LIANAS	1,1

M MUERTA	58 0
----------	------

MANTILLO		583.
RECIENTE		64,4
DESCOMPUESTO		519

SUELO MINERAL		27 197
0 - 20 cm		4 603
20 - 40		5 381
40 - 60		4 321
60 - 90		5 508
90 - 120		7 484

Fig. 4. Relación entre peso y tiempo de cocción de grupos representativos de *Phaseolus vulgaris*.

El régimen hídrico como factor de regulación de las reservas orgánicas y minerales

En un intento de clasificación de las 13 parcelas estudiadas, se establecieron los siguientes cuatro grupos de sitio forestal en función de la vegetación, del relieve, de la inclinación y del hidromorfismo en el suelo (Cuadros 1, 5; ver también 12):

Tipo A: Rodales con doseles cerrados en laderas de pendiente media a pronunciada, con suelos

Cuadro 4. Reservas minerales de algunos ecosistemas forestales tropicales (kg/ha)

	Fitomasa viva						Madera muerta						Raíces						Mantillo						Suelo superficial						(cm)																																				
	N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg			N	P	K	Ca	Mg																															
Ecos. montanos																																																																			
San Eusebio	875	52	1 322	736	215		58	4	28	86	15		232	14	147	154	39		583	29	59	216	55		3 223	509	180	204	52		6 048	108	200	1 350	270		2 000	29	7	89			1 750	50	60	38			1 000	80	333	133			2 250	40	75	10			4 600	220	34	450	310		(40)
Kerigoma, Papua (3)	1 252	67	1 090	1 826	400		25	2	7	22	6		163	7	137	234	52		150	9	24	162	25		6 048	108	200	1 350	270		2 000	29	7	89			1 750	50	60	38			1 000	80	333	133			2 250	40	75	10			4 600	220	34	450	310		(25)						
Blue forest, Jamaica (11, 26)	432	26	259	432	160																																																								(45)						
El Verde, Pro. Rico (9)	1 021	59	926	1 129	253								27	6	21	29	8		12	2	46	10			4 600	220	34	450	310																																(30)						
Ecos. de llanura																																																																			
Manaos, Brasil (16)	2 428	59	434	424	202		217	3	5	1	10		561	7	62	83	55		77	1	3	20	8		1 421	124	18	0	6																																(30)						
Magdalena, Col. (6)	741	27	277	432	133								672	18	32	94	28								5 350	254	119	31	43																																(50)						
llanura depresión	1 001	38	389	809	225								650	16	30	90	25								4 828	205	176	1 761	203																																(50)						
Kade, Ghana (10)	1 568	106	774	1 959	289		230	19	36	525	52		214	11	88	146	44		35	1	10	45	6		1 533	4	217	860	123																																(30)						
Darien, Pan. (8, 9)	4 424	379	3 492	5 625	616								7	80	199	26		4	20	138	10			7	118	7 222	852																																	(30)							
llanura premontano	4 065	271	2 249	2 846	732								1	68	173	34		1	25	44	12			3	100	683	442																																	(30)							
Costa Marfil (1)	1 150	90	520	1 000	430																				1 230	190	24	30	19																										(50)												

del tipo oxic humitropept, sin carácter hidromórfico, con árboles de media altura (22 m) y diámetro de 23 cm; a este grupo pertenecen las parcelas 1, 2 y 11.

Tipo B: Rodales en pendientes medias con suelos del tipo aquic humitropept, con hidromorfismo en el subsuelo, con árboles de gran altura, especialmente el pino laso (*Podocarpus rospigliosii*) de hasta 35 m; aquí pertenecen las parcelas 6, 7, 8, 9, 10.

Tipo C: Rodales en pendientes ligeras con suelos del tipo aquic humitropept, con hidromorfismo más marcado, con una reducción marcada de la altura media de los árboles (< 20 m) y su diámetro; aquí se consideran las parcelas 3 y 13.

Tipo D: Rodales en superficies casi llanas, con suelos de hidromorfismo marcado (horizonte bg), del tipo typic tropaquec, con árboles de doselos abiertos, de escasa altura (promedio 14 m) y diámetro promedio de 18 cm); parcela 12.

En el Cuadro 5 se presentan las reservas orgánicas y minerales de los diferentes lugares de sitio establecidos. La materia orgánica alcanza su valor máximo en todos los compartimentos de la vegetación y del suelo en los rodales B en función de la presencia de árboles dominantes de muy buen desarrollo (11, 16). Las condiciones de hidromorfismo aumentan hacia los rodales del tipo C y D, determinando una disminución gradual de las reservas orgánicas. Las reservas

inorgánicas del suelo, especialmente las de N, P y K correlacionan con los valores de la vegetación. Las reservas inorgánicas de los suelos y las capas de mantillo presentan las mismas tendencias; el N aumenta de 6 055 kg/ha (tipo A) a 8 900 kg/ha en el tipo B y disminuye a 5 500 kg/ha en el tipo D. De ello se concluye que en el ecosistema montano forestal andino de San Eusebio existe una adaptación marcada entre el régimen hídrico del suelo, sus reservas minerales y orgánicas y la vegetación correspondiente.

Resumen

En la reserva forestal de "San Eusebio", en las laderas de la Sierra de Mérida al occidente de Venezuela, se hicieron mediciones de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na) distribuidas en la vegetación, capa de mantillo y suelo mineral. Se consideraron 13 parcelas con diferentes características en el relieve, suelos y rodales.

Los suelos en estudio se caracterizan por su alta acidez, una acumulación notable de materia orgánica y la predominancia del aluminio en el sistema "tampon" del mismo.

La materia orgánica alcanza en promedio, para las 13 parcelas, los siguientes valores (t/ha): vegetación viva 404, madera muerta 24, mantillo 38 y suelo mineral 585 (120 cm de profundidad).

Las mayores reservas de N y P en la vegetación se presentan en los tallos, para todo el ecosistema, en el suelo mineral, lo que indica una alta estabilidad ecológica de los mismos. Las reservas intercambiables de K, Ca y Mg en el suelo son relativamente bajas debido al bajo pH del mismo.

Se presenta una clasificación de las parcelas en estudio en función de la vegetación, del relieve y de los suelos, y se discuten las tendencias de la distribución de la materia orgánica y las reservas minerales.

Literatura citada

1. BERNHARD-REVERSAT, F. Nutrients in throughfall and their quantitative importance in rain forest mineral cycles. *Tropical Ecological Systems*. New York 153-159. 1975.
2. BRUN, R. Methodik und Ergebnisse zur Biomassenbestimmung eines Nebelwald-Ökosystems in den venezolanischen Anden. XVI IUFRO World Congress reports, Division I. Oslo 490-499. 1976.

* Capacidad "buffer" del suelo, según otros autores, N. del E.

Cuadro 5. Reservas orgánicas (t/ha) y minerales (kg/ha) en los cuatro "sitios" forestales.

		A	B	C	D
Fitomasa		330	411	262	206
Madera muerta		25.6	25.0	20.6	13.6
Mantillo		32.8	24.3	79.1	21.0
Raíces		67.8	57.3	57.3	58.4
Mat. org. suelo		552	580	586	828
Vegetación	N	1 157	1 228	949	873
	P	69	73	57	52
	K	1 462	1 672	1 200	1 019
Suelo + Mantillo	N	6 055	8 892	7 866	5 489
	P	535	1 325	698	482
	K	251	325	106	50
Tipo de suelo		Oxic humitropept	Aquic humitropept	Aquic humitropept	Typic tropaquec

3. EDWARDS, P. J. and GRUBB, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. I. The distribution of organic matter in the vegetation and soil. *Journal of Ecology* 65:943-969. 1977.
4. ELLENBERG, H. *Integrated experimental ecology*. Berlin, Springer Verlag. 214 p.
5. FASSBENDER, H. W. and AHRENS, E. Arbeitsvorschriften – Chemische Laboratorien. Göttingen Bodenkundliche Berichte 47:1-88. 1977.
6. FÖLSTER, H., DE LAS SALAS, G. and KHANNA, P. K. A tropical evergreen forest site with perched water table, Magdalena Valley, Colombia. *Oecologia Plantarum* 11:297-320. 1976.
7. FURMAN, T. E. The nodular mycorrhizae of *Podocarpus rospigliosii*. *American Journal of Botany* 57(8):910-915. 1970.
8. GOLLEY, F. B. *et al.* La biomasa y la estructura mineral de algunos bosques de Darién, Panamá. *Turrialba* 21:186-196. 1971.
9. GOLLEY, F. B. *et al.* Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. University of Georgia Press, Athens. 248 p. 1975.
10. GREENLAND, D. J. and KOWAL, J. M. L. Nutrient content of the moist tropical forests of Ghana. *Plant and Soil* 12:154-174. 1960.
11. GRUBB, P. J. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: With special reference to mineral nutrition. *Annual Review of Ecology and Systematics* 8:83-107. 1977.
12. HETSCH, W. and HOHEISEL, H. Standorts- und Vegetationsgliederung in einem tropischen Nebelwald. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 147:200-209. 1976.
13. HUTTEL, C. and BERNHARD-REVERSAT, F. Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de basse Côte-d'Ivoire. V. Biomasse végétale et productivité primaire, cycle de la matière organique. *Terre et la Vie* 29:203-228. 1975.
14. JENNY, H. Causes of the high nitrogen and organic matter content of certain tropical forest soils. *Soil Science* 69:63-69. 1950.
15. KIRA, T. Community architecture and organic matter dynamics in tropical lowland rain forests of southwest Asia, with special reference to Pasoh Forest, West Malaysia. En: Tomlinson, P. B. and Zimmermann, M. H. eds.: *Tropical trees as living systems*. 4th Cabot Symposium, Harvard. Cambridge University Press, London. 1977.
16. KLINGE, H. Bilanzierung von Hauptnährstoffen im Ökosystem tropischer Regenwald (Manaus) – vorläufige Daten. *Biogeographica Den Haag* 7:59-77. 1977.
17. LAMPRECHT, H. Der Gebirgs-Nebelwald der venezolanischen Anden. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* Nr. 2. 1958.
18. LAUDELOUT, H. and MEYER, J. Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. *Transactions, 5th International Congress of Soil Science, Léopoldville* 2:267-272. 1954.
19. LIKENS, G. E. *et al.* Biochemistry of a forested ecosystem. 146 p. New York, Springer. 1977.
20. ODUM, H. T. and PIGEON, R. F. eds. A tropical rain forest. U. S. Atomic Energy Commission, Washington D. C. 1970.
21. OGAWA, H. *et al.* Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand, II. Plant biomass. *Nature and Life in Southeast Asia* 4:49-80. 1965.
22. RODIN, L. E. and BAZILEVICH, N. I. Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. *Edinburgh/London*. 288 p. 1967.
23. RUINEN, J. Occurrence of *Beijerinckia* sp in the "phyllosphere". *Nature* 177:220-221. 1956.
24. STARK, N. M. Nutrient cycling: I. Nutrient distribution in some Amazonian soils. II. Nutrient distribution in Amazonian vegetation. *Tropical Ecology* 12. 1971.
25. STEINHARDT, U. and FASSBENDER, H. W. Características y composición química de las lluvias de los Andes occidentales de Venezuela. *Turrialba* 29:175-182. 1979.
26. TANNER, E. V. J. Four mountain rain forests of Jamaica: A quantitative characterization of the floristics, the soils and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. *Journal of Ecology* 65:883-918. 1977.

27. ULRICH, B. *et al.* Input, Output und interner Umsatz von chemischen Elementen bei einem Buchen- und bei einem Fichtenbestand. Vorlesungen der Gesellschaft für

Ökologie, Göttingen 17-28. 1976.

28. UNESCO. Tropical forest ecosystems. Paris. 683 p. 1978.

Publicaciones

Engenharia Agrícola. La Sociedad Brasileña de Ingeniería Agrícola está publicando desde 1977 una revista semestral, *Engenharia Agrícola*, que ya va (en 1980) por su cuarto volumen. Está destinada a publicar trabajos de investigación en el campo de la ingeniería agrícola. El primer número de 1980, que es el

que hemos recibido, contiene artículos sobre la morfología geométrica de la cereza seca de café (de J. Toledo Pizza y P. R. Curi); sobre evaluación del consumo de agua por las plantas a partir de métodos climatológicos (de A. E. Klar y R. Vencousky); sobre cuantificación de la red de drenaje; y sobre ligación de piezas de madera con tarugos de *Eucalyptus citriodora*. El editor es Antonio Evaldo Klar, y la dirección es Departamento de *Engenharia Agrícola*, UNESP, Caixa Postal 102, CEP 18610 - Botucatu-SP, Brasil.

LIBROS DISPONIBLES

- ADMINISTRACION DE EMPRESAS ASOCIATIVAS DE PRODUCCION AGROPECUARIA. Héctor Murcia. 1979. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 232 p. Precio US\$ 7,00
- ADMINISTRACION DE ORGANIZACIONES AGROPECUARIAS A T Mosher 1979. Serie Desarrollo Institucional No. 6. Un volumen de 65 p. Precio US\$ 3,50
- COMPENDIO DE MERCADEO DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS. Gilberto Mendoza. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 288 p. Precio US\$ 9,00
- COMUNICACION ESCRITA. Alejandro Mac Lean. 1º reimp. 1979. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 135 p. Precio US\$ 3,00
- CONSERVACION DE SUELOS. Fernando Suárez de Castro. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 335 p. Precio US\$ 6,00
- CULTIVO DE CHIRICOS. Charles Morin. 2º ed. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 610 p. Precio US\$ 14,00
- ECOLOGIA BASADA EN ZONAS DE VIDA. Leslie R. Holdridge. 1º reimp. 1979. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 216 p. Precio US\$ 5,00
- FACTORES AGRICOLAS EN PLANIFICACION Y DESARROLLO REGIONAL. Isaac Arnon. 1979. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 422 p. Precio US\$ 10,00
- FISICA DE SUELOS. Warren Forsythe. 1º reimp. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 212 p. Precio US\$ 4,00
- INTRODUCCION A LA FITOPATOLOGIA. Luis Carlos González. 3º reimp. 1979. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 148 p. Precio US\$ 4,00
- LA BATATA O CAMOTE. Fausto Folquer. 1978. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 144 p. Precio US\$ 4,00
- LA INFORMACION COMO MATERIA PRIMA DEL DESARROLLO RURAL. José E. G. Araujo. 1978. Publicación Miscelánea 180. Un volumen de 349 p. Precio US\$ 3,00
- LA YUCA O MANDIOCA. Alvaro Montaldo, con la colab. de J. J. Montilla, A. E. Reverón, S. Pérez y T. Gunz. 1979. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 404 p. Precio US\$ 12,00
- MANUAL DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS. Guillermo Guerra. 3º reimp. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 352 p. Precio US\$ 7,00
- METODOS DE INVESTIGACION FITOPATOLOGICA. Edward French y Teddy T. Hebert. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 315 p. Precio US\$ 6,50
- MOTORES DE COMBUSTION INTERNA. Jaime Gilardi. 1978. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 133 p. Precio US\$ 3,50
- ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DE LA INVESTIGACION AGRICOLA. Isaac Arnon. 2º ed. 1978. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 433 p. Precio US\$ 9,00
- POLITICA AGRARIA Y RURAL. Alberto Franco. 1979. Un volumen de 541 p. Precio US\$ 5,50
- PRODUCCION DE HORTALIZAS. Ernesto Cásseres. 3º ed. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 409 p. Precio US\$ 7,50

Continúa en la página 48

Abstract

Litter production (tree stands, each 12 collectors; sampling every two weeks) and litter decomposition (samples of leaves and branches exposed to environment, collection every two months) were studied in a montane forest ecosystem of the Venezuelan Andes.

The total litter production reached an average of 6.97 t/ha per year and was distributed as follows:

<i>leaves 3.38 t/ha per year</i>	<i>= 48%</i>
<i>branches 2.27 t/ha per year</i>	<i>= 33%</i>
<i>flowers and fruits 1.09 t/ha per year</i>	<i>= 16%</i>
<i>epiphytic plants 0.23 t/ha per year.</i>	<i>= 3%</i>

The variation of coefficients of leaves, flowers and fruits were low (14 and 26%) and that for branches was high (64%).

The annual renewal of leaf-biomass reached 73%. The litter production in form of roots and dead wood yielded 14 and 4.8 t/ha/year.

The transfer of chemical elements with litter depends on the specific soil conditions. For N, P and K, values of 69.4 and 33 kg/ha/year were recorded.

The decomposition of litter is linear. Total decomposition of leaf litter occurs after 20 months exposition. Branches require 12½ years to disappear. A coefficient of organic matter transformation according to Jenny was calculated and compared with other tropical forest ecosystems.

Introducción

La vegetación es una variable dependiente e independiente en el ecosistema. Su establecimiento y desarrollo en una área determinada depende de los factores ambientales (suelo, clima, organis-

mos, relieve y tiempo). Después de su formación y al llegar a su estado climax, en equilibrio con los factores ambientales, suministra residuos vegetales como hojas, ramas, flores, frutos, raíces y tallos, que al descomponerse son incorporados al material mineral del suelo.

1 Recibido para publicación el 30 de noviembre de 1980. Los autores agradecen a la Sociedad Alemana de Investigaciones por el apoyo financiero para la conducción de los trabajos y a la Universidad de los Andes por el apoyo logístico.

* Instituto de Suelos y Nutrición Forestales de la Universidad de Gotinga, Alemania, D-3 400, Büsgenweg 2; Göttingen (Institut für Bodenkunde und Waldernährung).

** Actualmente en Centro de Pesquisas Agropecuarias dos Tropicós Umidos, Belem, Brasil.

Para describir el ecosistema es necesario referirse a la formación vegetal como un factor estático y al estudio del ciclo de los materiales vegetales orgánicos como un factor dinámico. Los aspectos más importantes del ciclo de los residuos vegetales son:

- Cantidad de los residuos vegetales agregados a cada unidad del suelo en un cierto período.
- Composición biogeoquímica de los residuos.

- Procesos de descomposición y humificación de los residuos.
- Liberación de CO₂ y elementos químicos.

En regiones tropicales y subtropicales existen algunos estudios sobre la producción de residuos vegetales (3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 20). La velocidad de la descomposición de los residuos y la formación de humus dependen de la actividad de los animales y microorganismos saprófagos del suelo; los estudios a este respecto son aún muy esporádicos (2, 10, 13, 18, 20). Los resultados de tales procesos son más accesibles, ya que las formas de humus tienen estructuras definidas (capa de mantillo, materia orgánica del suelo mineral) que se pueden estudiar en detalle.

La intensidad del ciclo de la materia orgánica se puede expresar con el índice de transformación, determinado por Jenny *et al.*, (14) de acuerdo a la fórmula

$$c = \frac{R}{R + H} \times 100$$

en la cual *c* es el coeficiente porcentual de descomposición de los residuos vegetales

R es la producción anual de residuos vegetales por unidad de superficie

H es la cantidad de humus en la capa de mantillo por unidad de superficie.

En el presente artículo se presentan resultados de un estudio de producción y descomposición de residuos vegetales en un ecosistema forestal montano de la región occidental de los Andes de Venezuela.

Materiales y métodos

Sitio de los estudios

El estudio se realizó en el bosque "San Eusebio" de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes en Mérida, Venezuela, descrito en detalle en publicaciones anteriores (11, 23).

Producción de residuos vegetales

De las trece parcelas consideradas para el estudio de la biomasa del ecosistema forestal montano (11), se escogieron tres para el estudio de la producción de residuos vegetales. En cada una de ellas (50 x 50 m) se colocaron en distribución radial, a partir del centro de la parcela, doce colectores de residuos vegetales

construidos con un marco de madera con tamiz fino y una área de 1 m². El muestreo de los residuos se realizó cada dos semanas, distribuyéndolos en los compartimentos: hojas, ramas, flores, frutos y epifitas (bromeliáceas y orquídeas). Las muestras de cada colector y compartimento vegetal fueron secadas a 105°C por 24 horas. Luego se determinó el peso seco y se calcularon los valores mensuales promedios y la desviación estándar correspondiente. Las muestras fueron mezcladas en muestras mensuales para cada una de las parcelas y analizadas químicamente. La duración del estudio fue de un año, de diciembre de 1973 a noviembre de 1974.

Descomposición de los residuos vegetales

Para el estudio de la velocidad de descomposición de los restos vegetales se colocaron sobre el suelo, cerca del centro de las parcelas, catorce muestras de hojas y catorce muestras de ramas frescas en marcos de madera (40 x 40 cm, con tamiz plástico de 1 cm de malla), las cuales a su vez fueron muestreadas con dos repeticiones cada dos meses durante un año (diciembre 1973 a enero 1975). Después de su secado (105°C, 24 horas) se determinó el peso seco para calcular la tasa de descomposición. Las muestras fueron mezcladas y preparadas para el análisis químico.

En la composición de las muestras expuestas se consideraron las hojas y ramas de las especies vegetales más frecuentes (11):

Pino laso (*Podocarpus rospigliosii*)
Copey (*Ternstroemia acrodanthera*)
Canalete (*Eugenia* sp.)
y bromeliáceas.

El peso inicial de las muestras frescas fue de 250 gramos para las hojas (equivalente a 119 gramos de materia seca, aproximadamente) y de 350 gramos para las ramas (peso equivalente a 336 gramos de materia seca).

Análisis químicos

Para los análisis químicos se prepararon las siguientes muestras:

- Residuos vegetales de hojas 36, tallos 36, flores y frutos 36 y epifitas 36, correspondiendo a las doce muestras mensuales de tres parcelas en estudio.
- Descomposición de residuos vegetales de hojas 14 y de ramas 14, correspondientes a las dos muestras y 7 fechas de muestreo.

Las muestras fueron molidas y analizadas con los siguientes métodos (8):

- N por el método de Kjeldahl (digestión en ácido sulfúrico con selenio) y determinación colorimétrica.
- P después de una incineración a 600°C y determinación colorimétrica como complejo sulfomolibdico.
- Na, K, Ca, Mg y Mn después de la misma incineración por espectrofotometría de absorción atómica.
- Fe y Al en la misma incineración por métodos colorimétricos de fenantrolina y aluminona, respectivamente.

Resultados y discusión

Producción de residuos vegetales

La producción de residuos vegetales alcanzó en el año de estudios (Cuadro 1) un total de 6.97 t/ha, distribuyéndose de la siguiente manera:

hojas 3.88 t/ha	= 48 por ciento del total
ramas 2.27 t/ha	= 33 por ciento del total
flores y frutos 1.09 t/ha	= 16 por ciento del total
epifitas 0.23 t/ha	= 3 por ciento del total

Los valores mensuales promedio, de cada uno de los órganos vegetales o compartimentos y sus coeficientes de variación, se pueden observar también en el Cuadro 1 y en la Figura 1. En el mes de mayo se registró la mayor cantidad de residuos vegetales para todos los compartimentos, alcanzando un valor total de 1 398 kg/ha, distribuyéndose en 456 y 656 para hojas y ramas, 185 y 100 para flores y frutos y epifitas, respectivamente.

La producción de las hojas es bastante constante durante los meses estudiados (Figura 1), alcanzando un coeficiente de variación del 14.4 por ciento. Las cantidades producidas de residuos provenientes de las flores y frutos presenta muy pequeñas variaciones entre los diferentes meses; ello es debido seguramente a la gran cantidad de especies encontradas y sus diferentes ritmos fenológicos. La producción de restos vegetales a partir de las especies epifíticas (bromeliáceas, aráceas, araliáceas y orquídeas) es, sin duda, algo excepcional, muy propio del ecosistema estudiado. La participación de las ramas en los residuos vegetales es bastante heterogénea en los diferentes meses, arrojando valores entre 28 y 656 kg/ha y mes; ello conlleva un coeficiente de variación de 64 por ciento y, así, resulta para el total de la producción de residuos un coeficiente de variación de 22.7 por ciento (Cuadro 1).

No es factible aportar una interpretación sobre los factores determinantes del ritmo de producción de los residuos vegetales en función de los fenómenos ambientales. Si bien el mes de mayo es uno de los más lluviosos (23), no se encontró una correlación significativa entre lluvias mensuales y cantidad de residuos; esta asociación ha sido mencionada en otros trabajos (3, 5, 6, 15, 17) y ello es seguramente factible en ecosistemas con estaciones marcadas de lluvia y sequía, con abundancia de especies caducifolias. En el presente estudio se encontró una correlación negativa significativa ($r = -0.81++$) entre la cantidad de residuos y la humedad relativa del aire. Este es un indicio de la importancia ecológica de la formación de nieblas y nubes en la región en estudio (23). Como no se dispone de mediciones de velocidad de vientos y su turbulencia, distribución de tormentas, etc.,

Cuadro 1: Producción mensual y anual de residuos vegetales totales, su distribución en hojas, ramas, frutos y epifitas (C, kg/ha) y sus coeficientes de variabilidad (CV, por ciento),

	Total		Hojas		Ramas		Frutos		Epifitas	
	C	CV	C	CV	C	CV	C	CV	C	CV
Total anual	6 973	22.3	3 381	14.4	2 274	63.8	1 090.4	25.7	226.9	76.6
Diciembre	359	57	253	37	67.8	160	36.4	17	2.6	32
Enero	788	107	224	16	497	159	44.2	32	21.6	156
Febrero	340	29	214	5	26.9	19	92.5	95	5.5	38
Marzo	294	5	210	6	28.0	38	54.4	12	2.1	57
Abril	581	36	285	24	131	53	162.1	45	2.6	99
Mayo	1 398	69	456	15	656	125	185.2	9	99.8	160
Junio	509	15	333	28	60.4	22	107.0	24	28.0	45
Julio	722	23	363	13	209	36	119.5	31	30.2	148
Agosto	885	7	464	1	337	27	123.9	30	20.7	66
Setiembre	383	17	235	21	78.7	19	58.6	32	18.6	59
Octubre	397	49	194	30	133	100	60.7	35	9.1	60
Noviembre	312	17	205	13	47.1	46	45.9	15	14.2	1

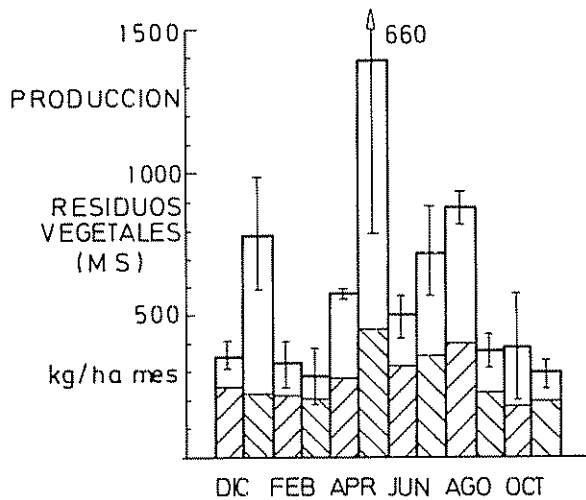


Fig. 1. Producción de residuos vegetales y desviación estándar, y la participación de hojas.

tampoco es factible interpretar hasta qué punto los factores mecánicos tienen alguna importancia en el ritmo de producción de los residuos.

También resulta difícil establecer comparación de la producción de residuos vegetales en diferentes ecosistemas forestales montañosos (Cuadro 2, Figura 2), ya que la cantidad de datos disponibles es todavía muy reducida y la diferenciación en los diferentes compartimentos, especialmente flores y frutos y epífitas, hasta ahora casi no ha sido realizada (6, 14, 19, 20). Los valores de San Eusebio, con 6.97 t/ha y año se encuentran en el rango observado entre 4.78 y 10.1 t/ha por año en El Verde, Puerto Rico (20) y Chinchiná, Colombia (14), respectivamente. El valor del ecosistema de Rancho Grande (19) en los Andes de Venezuela (7.8 t/ha por año) es más alto que el de San Eusebio; ello es quizás explicable por su situación a una altura de sólo 1 000 msnm y otra gama de factores ambientales, especialmente la temperatura.

Una comparación con los ecosistemas de bosques de llanura (Cuadro 2, Figura 2) es más complicada, ya que los regímenes ambientales (temperatura, agua) y suelos son completamente diferentes. En varios de los estudios se han consignado valores de producción de residuos vegetales arriba de 10 t/ha por año (9, 10, 17, 22), aunque el valor más alto encontrado alcanza 21.9 t/ha por año (22).

Es también muy interesante la comparación entre la producción de residuos vegetales y la biomasa de los diferentes compartimentos (11). De la bio-

masa foliar total, de 4.6 t/ha en el ecosistema, se producen en un año residuos de 3.4 t/ha; ello implica que 73 por ciento de la masa foliar se renueva anualmente y que prácticamente cada año y medio se renuevan los órganos fotosintetizantes en el ecosistema. La producción de ramas sólo alcanza un 5 por ciento de la biomasa correspondiente; las epífitas llegan a un 8 por ciento.

Producción de residuos de tallos y raíces

La producción de residuos vegetales a partir de los tallos y raíces de la vegetación del ecosistema es, sin duda, un proceso importante del funcionamiento del ecosistema, pero de difícil cuantificación. En la determinación de la biomasa del ecosistema se hizo hincapié en ambos compartimentos (11); para la cuantificación de la producción de residuos sólo se puede partir de algunas hipótesis que se discuten a continuación.

La determinación del aumento de la masa de tallos en el ecosistema arrojó un valor de 4.3 t/ha por año (16). Suponiendo que en el ecosistema, en su estado climax, la tasa de anabolismo es equiparable a la del catabolismo, se puede establecer la premisa de que la masa de madera muerta representa la tasa de renovación del ecosistema; así, la madera muerta con 23.6 t/ha representa el 7.2 por ciento de la biomasa de árboles muertos y raíces que se renueva continuamente en el ecosistema. Por ello se toma aquí de base que la producción de residuos vegetales de los tallos es de 4.8 t/ha por año (Cuadro 4). La muerte de los árboles es un proceso lento y difícil de cuantificar en un lapso tan corto como un año.

La biomasa de las raíces finas en el ecosistema ha sido hasta ahora objeto de muy pocos estudios (3, 5, 15); no existen hasta ahora informaciones sobre el ritmo de su muerte en ecosistemas tropicales. Las raíces con un diámetro menor de 5 cm alcanzaron una biomasa de 24.6 t/ha (11) y las observaciones correspondientes implican que casi el 80 por ciento son raíces finas (diámetro menor de 5 mm). Suponiendo que las raíces finas tienen una tasa de renovación equiparable a la de las hojas del ecosistema (13 por ciento) resulta de ello una tasa de producción de restos vegetales radicales de 3.2 t/ha por año (Cuadro 4).

Transferencia de elementos químicos con los residuos vegetales

Las tasas de transferencia de elementos químicos de la vegetación al suelo por unidad de superficie en un año se presentan en los Cuadros 2, 3, y 4. Para su cálculo se han considerado los valores de la materia seca, discutidos anteriormente, y los resultados de los análisis químicos correspondientes. Los valores mensuales indican que las concentraciones son bastantes

Cuadro 2: Transferencia de materia orgánica (t/ha por año) y elementos químicos (kg/ha por año) con los residuos vegetales.

Ecosistema	Autor	Materia orgánica t/ha	N	P	K Ca Mg		
					kg/ha y año		
Bosques Montanos							
San Eusebio	(20)	6.97	69	4.0	33	43	14
El Verde, Pto. Rico		5.51	88	1.1	-	42	9
Bosques de Llanura							
Banco, Costa Marfil	(1 2)	9.50	158	13.6	81	85	36
Yapo, Costa Marfil	(1 2)	8.80	113	4.2	26	105	23
Manaos, Brasil	(22)	21.90	324	13.4	35	48	36
Manaos, Brasil	(15)	7.40	106	2.1	13	18	13
Murciélagos, Guatemala	(7)	9.0	169	5.8	20	88	64
Magdalena, Colombia	(9)	12.0	141	4.2	17	90	21
Magdalena, Colombia	(9)	8.7	103	3.4	29	124	12
Yagambi, Zaire	(17)	12.3-	154-	7-	46-	84-	44-
Sta. Fe, Panamá	(10)	15.3	224	9	87	105	53
Sta. Fe, Panamá	(10)	11.3	-	8.6	128	240	22
Sta. Fe, Panamá	(10)	10.5	-	2.6	91	98	33

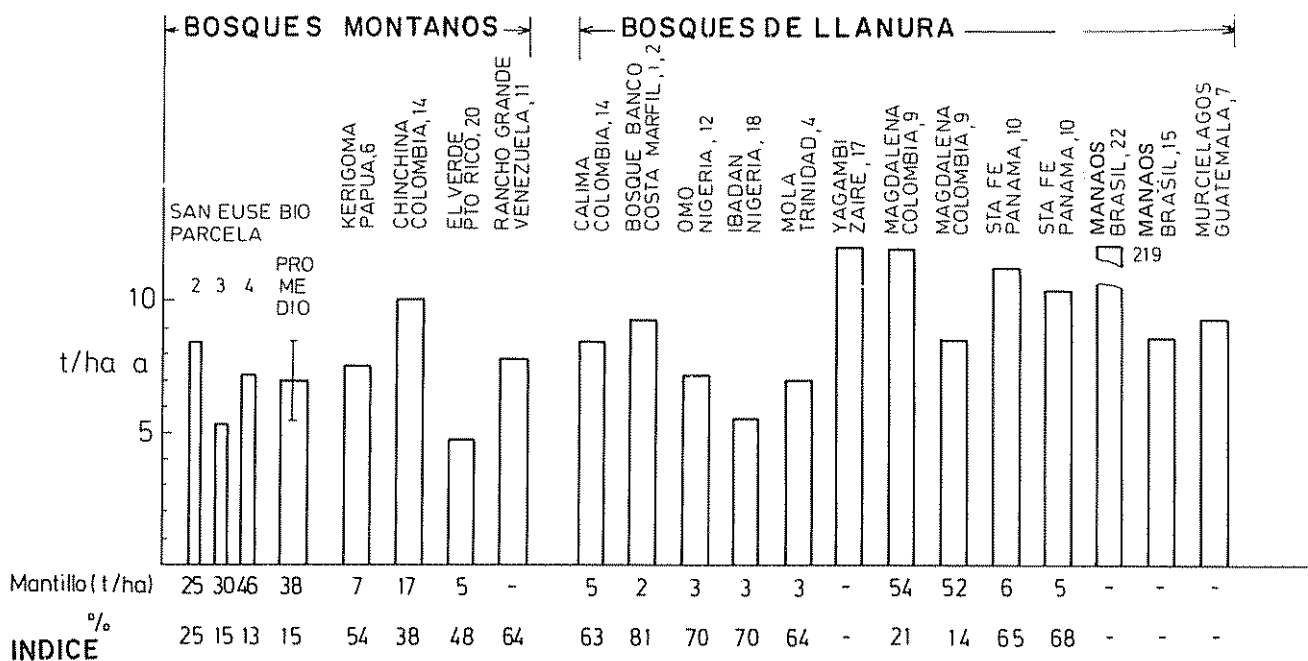


Fig. 2. Producción de residuos vegetales en diferentes ecosistemas forestales y su índice de transformación, según Jenny *et al*

Cuadro 3: Transferencia de elementos químicos con los residuos vegetales en el ecosistema de San Eusebio (kg/ha por año).

	Total	Hojas	Ramas	Frutos	Epifitas
N	69.1	38.98	12.78	16.32	1.02
P	3.99	2.10	0.70	1.10	0.08
K	33.06	19.35	5.46	7.24	1.01
Ca	43.11	24.81	12.29	5.27	0.73
Mg	14.38	8.80	2.89	2.41	0.28
Fe	0.80	0.41	0.19	0.17	0.03
Mn	3.71	2.27	0.90	0.46	0.07
Al	9.31	6.17	2.20	0.90	0.07
Na	0.27	0.14	0.08	0.04	0.01

constantes y las variaciones provienen de las cantidades mensuales; así, los valores de transferencia más altos se observan en el mes de mayo dentro del período de estudio.

De los elementos estudiados el nitrógeno tiene la mayor movilidad dentro del ecosistema. Durante el año en estudio se transfirieron 69 kg/ha de la vegetación al suelo. Dentro de los elementos mayores el fósforo presenta una tasa de transferencia bastante pequeña, llegando a sólo 4.0 kg/ha por año. Dentro de los elementos alcalinos y alcalinotérreos se observa la secuencia Ca, K, Mg, Na, con 43, 33, 14 y 0.27 kg/ha por año, respectivamente. En forma excepcional, el aluminio alcanza una tasa de transferencia bastante alta de 9.3 kg/ha y año; ello se explica por la acidez de los suelos en estudio y la predominancia del aluminio en el complejo de intercambio catiónico (11).

Las tasas de transferencia, con los diferentes residuos de las plantas, indican que las hojas pre-

Cuadro 4: Producción de residuos vegetales de tallos y raíces (t/ha y año) y transferencia de los elementos químicos (kg/ha y año).

	Tallos	Raíces
Materia orgánica	7.2	14.0
N	11.8	89.3
P	0.71	5.36
K	5.76	33.0
Ca	17.5	61.3
Mg	3.02	14.1
Fe	0.25	14.8
Mn	0.86	2.09
Al	1.31	33.1
Na	0.15	1.03

sentan la mayor participación (Cuadro 3), alcanzando entre el 52 y 66 por ciento del total de Fe y Al, respectivamente; para la mayor parte de los elementos, las hojas alcanzan un valor de aproximadamente 55 por ciento. Todos los valores son más altos que la participación de las hojas dentro de la producción total de residuos (48 por ciento); ello es explicable, ya que las hojas tienen concentraciones de elementos químicos más altas que los demás órganos vegetales en estudio. Las flores y frutos tienen, igualmente, concentraciones elevadas de elementos químicos y su contribución es también alta, alcanzando por ejemplo el 28 y 24 por ciento del P y N, respectivamente. La contribución de las ramas es más baja y la de las epifitas casi no tiene mayor significado.

Al comparar los datos encontrados en el ecosistema de San Eusebio con los encontrados en otros estudios (Cuadro 2), se constata que los valores encontrados son relativamente bajos. Así, para el nitrógeno, se encontró en El Verde, Puerto Rico, una tasa de transferencia de 88 kg/ha por año (20), comparable a la de San Eusebio (69 kg/ha por año); los demás estudios, especialmente en ecosistemas de llanura, arrojan valores entre 100 y 320 kg N/ha y por año. Los valores de transferencia de P son siempre bajos, oscilando entre 1 y 14 kg/ha por año; en el caso de San Eusebio, 4.0 kg/ha y por año es un valor promedio. Los valores de K, Ca y Mg presentan una gama más amplia que el N y P, ya que ellos dependen en mayor parte de la capacidad de intercambio y su saturación con bases en los suelos. Los valores más bajos encontrados pertenecen a un bosque de tierra firme en Manaos (15), los valores más altos corresponden a un ecosistema pluvial tropical en Santa Fe, Panamá (10).

Anteriormente se ha indicado que a través de la producción de residuos foliares se renuevan las hojas del ecosistema en prácticamente un año y medio (73 por ciento anual). Sin embargo la tasa de renovación de los elementos químicos es muy variable. Para los elementos N, P y K se encontró una tasa de renova-

ción de 42, 35 y 24 por ciento, respectivamente. Este comportamiento sólo es explicable por el proceso de resorción de los elementos nutritivos de las hojas en las ramillas y los capullos antes que las hojas caen. Aparentemente el proceso de muerte de las hojas y producción de residuos vegetales es bastante complicado; en la formación de la cutícula del peciolo y de las ramillas juegan un papel importante los factores ambientales y los procesos bioquímicos.

Descomposición de los residuos vegetales

La materia seca de las muestras de hojas y ramas expuestas para determinar la descomposición de los residuos vegetales está representada gráficamente en la Figura 3. Aquí interesan por un lado la curva de descomposición y por el otro la tasa de descomposición.

La curva de descomposición, tanto para las hojas como las ramas, es lineal, existiendo una correlación estadísticamente significativa entre el peso restante de la muestra y el tiempo de descomposición ($r = -0.98$ para hojas y $r = -0.50$ para ramas). En los trabajos conducidos por Bernhard-Reservat (2) en la Costa de Marfil y por Edwards (6) en Papua, se ha encontrado la misma dependencia lineal; sin embargo, otros autores (14, 17) indican que la curva de descomposición de los residuos vegetales es exponencial.

La tasa de descomposición puede calcularse según las ecuaciones indicadas en la Figura 3. Prolongando la línea de la descomposición de las hojas se llega al valor cero en 20 meses; ello implica que después de ese tiempo todas las hojas expuestas habrán sido descompuestas, de lo cual resulta una tasa anual de

descomposición del 72 por ciento. En el caso de las ramas el período es de 151 meses ($12\frac{1}{2}$ años) para su descomposición total. Así la tasa anual de descomposición de las ramas es del 8 por ciento.

Las tasas de transferencia de elementos químicos a partir de residuos de tallos y raíces (Cuadro 4) no tienen un patrón de comparación, ya que hasta ahora no existen al respecto otros datos en la literatura.

Índice de transformación de los residuos vegetales

Los índices de transformación de la materia orgánica, calculados de acuerdo a Jenny *et al.* (14) en función de la producción de restos vegetales y la cantidad de humus en la capa de mantillo del suelo (2, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 19, 20), se presentan en la Figura 2.

Para las tres parcelas en estudio, en el ecosistema de San Eusebio, resultan coeficientes de transformación de 25, 15 y 13 por ciento, respectivamente. Los valores del índice están influidos específicamente por la cantidad de humus en la capa de mantillo en el suelo; así, para la parcela 4 se obtiene el coeficiente más bajo con 46.2 t de mantillo/ha. Considerando todas las trece parcelas en estudio, resulta un valor promedio de descomposición del 15 por ciento. Aquí, nuevamente, se observa la influencia de una parcela con 129 t/ha de mantillo (parcela 13).

Los valores del índice encontrados para otros ecosistemas forestales montanos son más altos, variando entre 38 (14) y 64 (19) por ciento. En los ecosistemas forestales de llanura se encontraron aún valores más altos, a veces arriba del 80 por ciento; ello indica que prácticamente cada 15 meses se descomponen los residuos vegetales que se encuentran en el mantillo del suelo.

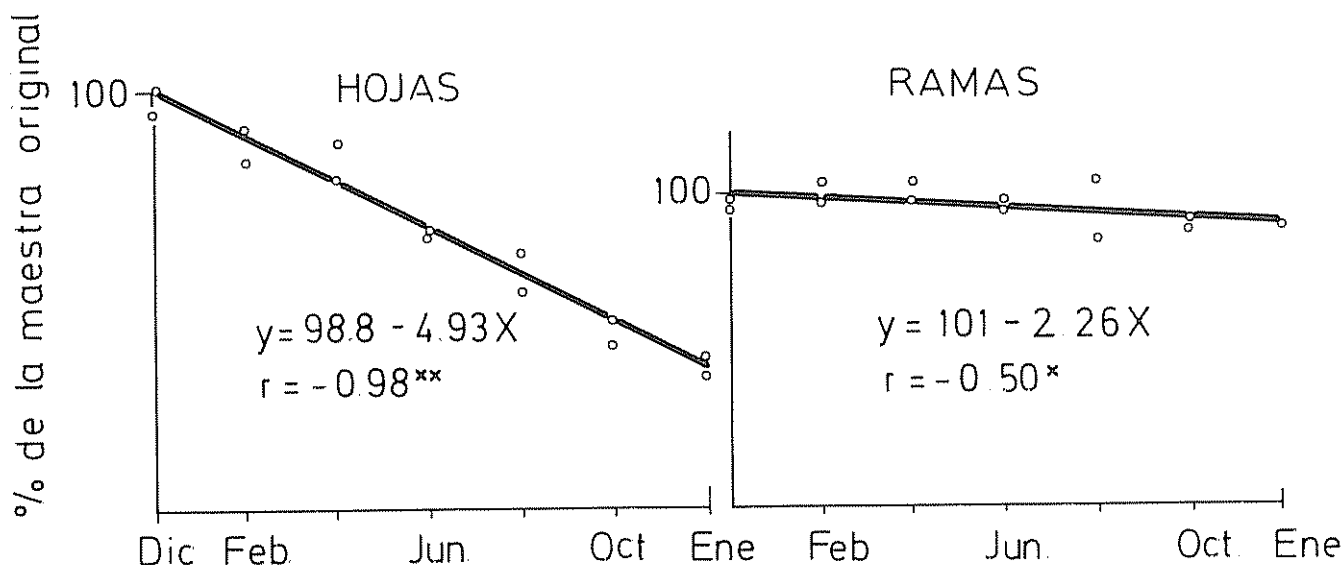


Fig. 3. Líneas de descomposición de los residuos de hojas y ramas.

El comportamiento, en el ecosistema de San Eusebio, es explicable por las características del suelo (11) y los fenómenos medioambientales (23) descritos anteriormente. A partir de la intensa lixiviación de los suelos, y con la disminución del pH, se promueve un empobrecimiento de las bases en el suelo y un aumento del Al en el sistema "tampón" del suelo. Por otro lado, con el aumento de la altura sobre el nivel del mar, se produce una disminución de la temperatura. Dentro de este complejo disminuye la actividad de los microorganismos saprófagos del suelo, resultando una disminución de la intensidad de la descomposición de los residuos vegetales.

Resumen

En tres parcelas del ecosistema forestal montano de "San Eusebio" se hicieron durante un año estudios sobre la producción y descomposición de residuos vegetales, utilizando colectores (12 repeticiones; muestreo cada 2 semanas) y exponiendo muestras de hojas y ramas (muestreo cada 2 meses).

La producción total de residuos vegetales alcanzó un valor promedio de 6.97 t/ha por año, distribuyéndose de la siguiente manera:

hojas 3.88 t/ha año	= 48 por ciento del total
ramas 2.27 t/ha año	= 33 por ciento del total
flores y frutos 1.09 t/ha	= 16 por ciento del total
epífitas 0.23 t/ha	= 3 por ciento del total

La producción de hojas, flores y frutos es bastante constante, la de ramas presenta un coeficiente de variación alto (64 por ciento). La producción de residuos leñosos alcanza 4.8 y de raíces 14 t/ha por año. La renovación anual de las hojas en el ecosistema es de un 73 por ciento. Los valores encontrados son promedios para ecosistemas forestales montaños; ellos presentan, en general, valores más bajos que los ecosistemas forestales de llanura.

La transferencia de elementos químicos con los residuos de la vegetación al suelo alcanzó, entre otros, para N, P y K 69, 4 y 33 kg/ha por año, respectivamente. Este proceso depende notablemente de las características del suelo.

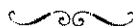
La descomposición de los residuos en el suelo es lineal; las muestras de hojas se descomponen totalmente en 20 meses en tanto que las ramas lo hacen en doce y medio años. El índice de transformación de residuos, de acuerdo con Jenn¹⁴, es bajo en San Eusebio, pero explicable en función de las características de los suelos y fenómenos medioambientales de la región.

Literatura citada

1. BERNHARD, F. Etude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte-d'Ivoire. *Oecologia Plantarum* 5:247-266. 1970.
2. BERNHARD-REVERSAT, F. Décomposition de la litière de feuilles en forêt ombrophile de basse Côte-d'Ivoire. *Oecologia Plantarum* 7:279-300. 1972.
3. BRAY, J. R. y GORHAM, E. Litter production in forests of the world. *Advance in Ecological Research* 2:101-157. 1964.
4. CONFORTH, I. S. Leaf-fall in a tropical rain forest. *Journal of Applied Ecology* 7:603-608. 1970.
5. DOMMERGUES, Y. Les cycles biogéochimiques des éléments minéraux dans les formations tropicales. *Bois et Forêt des Tropiques* 87:9-25. 1963.
6. EDWARDS, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. II. The production and disappearance of litter. *Journal of Ecology* 65:971-992. 1977.
7. EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. *Journal of Ecology* 64:293-308. 1976.
8. FASSBENDER, H. W. y AHRENS, E. Arbeitsvorschriften - Chemische Laboratorien. Göttingen Bodenkundliche Berichte 47:1-98. 1977.
9. FÖLSTER, H. y DE LAS SALAS, G. Litter fall and mineralization in three tropical evergreen forest stands, Colombia. *Acta Científica Venezolana* 27:192-202. 1976.
10. GOLLEY, F. B. et al. Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. University of Georgia Press. Athens, 245 p. 1975.
11. GRIMM U. y FASSBENDER, H. W. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. I. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na). *Turrialba* Vol. 31(1). 1981.
12. HOPKINS, B. Vegetation of the Olokweji forest reserve, Nigera. IV. The litter and soil with special reference to their seasonal changes. *Journal of Ecology* 54:687-703. 1966.
13. HUTTEL, C. y BERNHARD-REVERSAT, F. Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de basse Côte-d'Ivoire I. *Terra et la Vie* 29:203-228. 1975.

14. JENNY, H., GESSEL, S. P. y BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Science* 68:419-432. 1949.
15. KLINGE, H. y RODRIGUES, W. A. Litter production in an area of Amazonian Terra Firme forest. I. Litterfall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. II. Mineral nutrient content of the litter. *Amazoniana* 1:287-310. 1968.
16. LAMPRECHT, H. Waldkundliche Forschungsprojekte und -ergebnisse. *Forstarchiv* 48(11):226-231. 1977.
17. LANDELOUT, H. y MAYER, J. Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. *Transaction 5th International Congress of Soil Science*. Leopoldville 267-272. 1954.
18. MADGE, D. S. Leaf fall and litter disappearance in a tropical forest. *Pedobiologia* 5:273-288. 1965.
19. MEDINA, E. Bodenatmung und Streuproduktion verschiedener tropischer Pflanzengemeinschaften. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 81:159-168. 1968.
20. ODUM, H. T. y PIGEON, R. F. (eds.). *A tropical rain forest*. U. S. Atomic Energy Commission Washington. 1970.
21. RODIN, L. S. y BAZILEVICH, N. I. Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. Edinburgh-London. 1967.
22. STARK, M. N. Nutrient cycling, I, II. *Tropical Ecology* 12. 1971.
23. STEINHARDT, U. y FASSBENDER, H. W. Características y composición química de las lluvias de los Andes Occidentales de Venezuela. *Turrialba* 29:175-182. 1979.

- QUIMICA DE SUELOS. CON ENFASIS EN SUELOS DE AMERICA LATINA. Hans W. Fassbender 2º reimp 1980 Serie de Libros y Materiales Educativos Un volumen de 398 p Precio US\$ 7,00
- CONTRIBUCIONES DEL IICA A LA LITERATURA DE LAS CIENCIAS AGRICOLAS. Bibliografía Serie Documentación e Información Agrícola No 12 Un volumen de 411 p
- BIBLIOGRAFIA SOBRE CATASTRO RURAL EN AMERICA LATINA 1974 Serie Documentación e Información Agrícola No 29. Un volumen de 68 p
- LA MUJER EN EL MEDIO RURAL. BIBLIOGRAFIA. 1975 Serie Documentación e Información Agrícola No 41 Un volumen de 95 p
- BIBLIOGRAFIA SOBRE SILVICULTURA Y ECOLOGIA FORESTAL Y TROPICAL 1975. Serie Documentación e Información Agrícola No 43 Un volumen de 282 p Precio US\$ 3,00
- BANCO DE DATOS DE BIBLIOGRAFIAS AGRICOLAS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1977. Serie Documentación e Información Agrícola No. 61. Un volumen de 210 p
- BIBLIOGRAFIA SOBRE PESTE PORCINA AFRICANA Y PESTE PORCINA CLASICA. 1978 Serie Documentación e Información Agrícola No 67 Volumen de 180 p
- BIBLIOGRAFIA SOBRE SENSORES REMOTOS 1979. Serie Documentación e Información Agrícola No 72 Un volumen de 190 p Precio US\$ 3,00
- BIBLIOGRAFIA PARTICIPACION DE LA MUJER EN EL DESARROLLO RURAL DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1980 Serie Documentación e Información Agrícola No 78 Un volumen de 103 p Precio US\$ 3,00
- BIOMASA Y OTRAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGIA. Bibliografía 1980. Serie Documentación e Información Agrícola No 79 Volumen de 263 p. Precio US\$ 7,00.
- A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA E O PEQUEÑO AGRICULTOR. Juan Diaz Bordenave 1980 Serie Publicaciones Misceláneas No. 213. Un volumen de 119 p Precio US\$ 1,50



Estos libros pueden ser solicitados a la Oficina de Distribución de Publicaciones, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Apartado Postal 55 - 2200 Coronado, San José, Costa Rica. También se pueden obtener en las Oficinas de los Representantes del IICA en los distintos países. El valor puede ser remitido por adelantado en dólares o abonado en la oficina local del IICA, en la moneda nacional del país en el que se hace la compra.

Abstract

This research work was developed at Lambayeque, Perú. The main aims were to determine weed population, to study their effects on the yield components and to determine the global and critical competition period during sowing and transplantation.

Nine treatments were evaluated (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 80 days with weeds after transplantation and one during the whole crop period). Also, nine weed-clean treatments were evaluated in the number of days as for weed treatments.

The experiment was conducted under a completely randomized four block design.

The results show that in the rice crop (cultivar 'Inti'), the most competitive weeds were: Echinochloa crusgalli, E. colonum, Leptochloa uninervia, Eclipta alba, Ammania coccinea, Cyperus esculentus, Eleocharis geniculata y Cyperus difformis.

When the rice crop was infested with weed during its whole cycle the rice yield loss was 78.38%.

The global competition period started in the 11th day and ended in the 80th day after transplanting, and the critical competition period started in the 30th day and finished in the 70th day after transplanting.

Introducción

En el arroz la acción de competencia de las malezas es uno de los factores que ejerce mayores limitaciones al cultivo, principalmente en agua, nutrientes, luz y espacio. Esta competencia no es igual durante todo el ciclo sino que hay mermas en un tiempo global del cultivo y, dentro del mismo, las acciones competitivas aparecen biológica y económicamente más significativas durante un tiempo crítico. Esta etapa crítica se debe conocer para poder aplicar los métodos de control en forma oportuna y económica. En condiciones de siembra directa en seco, el período crítico de competencia de las malezas

con el cultivar CICA 4 está en los primeros 20 a 40 días de establecido el cultivo (2).

El presente estudio fue motivado para determinar los períodos global y crítico de competencia de las malezas con el arroz de transplante "Inti", de porte bajo. Los cultivares bajos son poco competitivos por no tener un crecimiento vigoroso (4).

Materiales y métodos

El experimento fue conducido en el Fundo El Ciénago de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, ubicado en el Valle Chancay, Provincia y Departamento de Lambayeque, Perú.

Los almácigos se establecieron mediante el sistema "al batido" y el transplante se hizo con plántulas de 40 días de edad en un terreno preparado mediante aradura, cruza, gradeo y nivelación. Se usó un distanciamiento en cuadrado de 25 x 25 cm con 6 plantas

1 Recibido para publicación 30 diciembre de 1979

* Profesor de Control de Malezas. Programa de Arroz y, Departamento de Ciencias Agrícolas Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

** Egresado del Programa Académico de Agronomía Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

por golpe y la dispersión al voleo de semillas de las malezas *Echinochloa crusgalli*, *E. colonum*, *Leptochloa uninervia* y *Eclipta alba* se hizo para homogeneizar la población infestante a la dosis de 1 g/m². La fertilización nitrogenada se realizó con urea a la dosis de 320 kg de N/ha, recomendada para el cultivar "Inti" y en forma fraccionada con el 50% al inicio del macollamiento y el resto al encañado

Para la evaluación de abundancia de malezas se cuantificó el número de individuos por especie, en 4 hileras centrales de las parcelas experimentales y para obtener el peso de biomasa seca se recolectaron las especies en grupos de gramíneas, dicotiledóneas y ciperáceas, y las muestras se secaron en estufa a temperatura de 70°C hasta lograrse el peso constante.

Para los datos de macollamiento por m², se evaluó el número de macollos de 4 golpes, libres de efecto de borde, y para biomasa seca se disecaron 4 golpes, segados a nivel del suelo.

La cosecha de grano se realizó en una área central de 6 m² y los rendimientos en grano, se ajustaron al 14% de humedad.

Los tratamientos en días con malezas (Cm), fueron: Cm 10d, Cm 20d, Cm 30d, Cm 40d, Cm 50d, Cm 60d, Cm 70d, Cm 80d y Cm tc, con períodos infestados de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 días y todo el ciclo, respectivamente. Tales períodos se repiten en los tratamientos sin malezas Sm 10d, Sm 20d, Sm

30d, Sm 40d, Sm 50d, Sm 60d, Sm 70d, Sm 80d, y Sm tc, pero con lapsos en que se efectuaron deshierbas. El número de deshierbas varió de acuerdo a los requerimientos de infestación de cada tratamiento.

Resultados y discusión

Identificación de malezas

Las gramíneas que infestaron en forma significativa fueron: *Echinochloa crusgalli*, *Leptochloa uninervia*, y *Echinochloa colonum* y entre las dicotiledóneas de importancia: *Eclipta alba* y *Ammania coccinea*. Además, entre las ciperáceas de importancia se tuvo a *Cyperus esculentus*, *Eleocharis geniculata* y *Cyperus difformis*.

En las condiciones ecológicas de algunos sitios de Colombia, el problema de las malezas *Echinochloa crusgalli*, *E. colonum*, *Leptochloa uninervia* y algunas ciperáceas es más severo que con las malezas dicotiledóneas (1).

Abundancia de gramíneas, dicotiledóneas y ciperáceas

En el Cuadro 1 se han agrupado los promedios de abundancia en número de las malezas gramíneas, dicotiledóneas y ciperáceas. Se observa que las mayores abundancias de las especies infestantes se hallan en los tratamientos Cm tc, Cm 80d, Cm 60d y Cm 70d, ya que ellos permitieron mayores infestaciones.

Cuadro 1. Abundancia en número de malezas gramíneas, dicotiledóneas y ciperáceas por 6 m². Fundo "El Ciénago", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

Tratamientos	Gramíneas (\bar{X})	Dicotiledóneas (\bar{X})	Ciperáceas (\bar{X})	Total
C m t c	258	90	74	422
C m 80 d	174	54	42	270
C m 60 d	185	25	44	254
C m 70 d	156	21	50	227
S m 10 d	98	64	64	226
C m 50 d	166	22	35	223
C m 40 d	122	26	55	203
C m 30 d	133	17	30	180
S m 20 d	69	48	51	168
C m 10 d	128	30	1	159
C m 20 d	112	30	1	143
S m 30 d	48	34	40	122
S m 40 d	37	27	52	116
S m 60 d	27	28	40	95
S m 70 d	22	19	38	79
S m 80 d	29	18	27	74
S m 50 d	12	15	31	58
S m t c	3	32	12	47

Mientras que los tratamientos Sm 60d, Sm 70d, Sm 80d, Sm 50d y Sm tc muestran abundancias inferiores, puesto que en ellos se realizaron deshierbes iniciales según el requerimiento de cada tratamiento. De acuerdo a este cuadro, también se puede deducir el comportamiento variable de cada grupo de malezas en las reinfestaciones, como se observa con los tratamientos Sm 10d, Sm 20d, Cm 10d, y Cm 20d.

Biomasa seca de las malezas gramíneas, dicotiledóneas y ciperáceas

Con respecto a la biomasa seca producida por las malezas de los diferentes grupos de especies infestantes se observa en el Cuadro 2 que las mayores producciones de materia orgánica se produjeron en los tratamientos Cm tc, Cm 60d, Cm 80d, y Sm 20d, mientras que para los tratamientos Sm 70d, Sm 80d, Cm 20 d, Cm 10d, y Sm tc, encontramos biomazas secas significativamente inferiores. Por lo tanto, podemos deducir que la mayor producción de materia orgánica, se debió a que se permitió una mayor infestación, justificándose así un mayor crecimiento y desarrollo de las especies, mientras que las producciones menores se debieron al mayor número de deshierbas, lo que lógicamente origina un menor cúmulo de sustancias orgánicas de las especies infestantes.

Macollamiento por metro cuadrado al 50% de la floración

De acuerdo a los datos referidos en el Cuadro 3 el coeficiente de variabilidad fue de 7.58% y con respec-

to a las pruebas de Duncan, los períodos de competencia parecen tener influencia sobre el número de macollos por m², promoviendo un mayor número de macollos en aquellos tratamientos en que hay mayor tiempo de campo limpio (Cm 10d, Sm tc, Cm 20d, y Cm 30d), mientras que sucede lo contrario con períodos de mayor infestación.

Rendimiento

Según el Cuadro 4, el análisis de variancia da un coeficiente de variabilidad de 14.87% y con referencia a las pruebas de Duncan los tratamientos que muestran mayores producciones son Cm 10d, Sm tc, Sm 80d, Sm 70d, Cm 20d, Sm 60d, Sm 50d, Sm 40d, y Cm 30d; sin embargo, sobresalen los 7 primeros por ofrecer mínimos porcentajes de reducción, Cm 10d que no reduce el rendimiento, y Cm 20d en que hay 18.8% de reducción. Entretanto, el tratamiento Sm 80d no difiere del Sm tc. Con producciones inferiores, se presentan Sm 30d, Cm 40d, y Cm 50d, con 4.09, 3.53 y 2.99 ton/ha respectivamente, mientras que con los tratamientos de alta competencia de malezas hay mayores limitaciones sobre la producción, es decir, con más del 70% de reducción, como sucedió con los tratamientos Cm 60d, Sm 20d, Cm 70d, Cm 80d, Sm 10d, y Cm tc. Según la Figura 1, con los tiempos en días enmalezados el análisis de regresión dio una ecuación de 3er. grado, la que indica un punto óptimo a los 30 días con un rendimiento máximo de 3 350 g/6 m², siendo el otro pun-

Cuadro 2. Biomasa seca promedio de las malezas gramíneas, dicotiledóneas y ciperáceas. Fundo "El Ciénago", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

Tratamientos	Gramíneas (ton/ha)	Dicotiledóneas (ton/ha)	Ciperáceas (ton/ha)	Total (ton/ha)
C m t c	16.03	0.25	0.20	16.48
C m 60 d	13.15	0.02	0.03	13.20
C m 80 d	12.37	0.14	0.09	12.60
S m 20 d	10.40	0.22	0.17	10.79
C m 70 d	9.43	0.03	0.05	9.51
S m 10 d	5.24	0.23	0.12	5.59
S m 30 d	5.04	0.05	0.09	5.15
C m 50 d	4.18	0.03	0.03	4.24
S m 40 d	3.06	0.10	0.15	3.31
C m 40 d	2.62	0.01	0.02	2.65
S m 50 d	2.40	0.04	0.03	2.40
S m 60 d	1.67	0.09	0.01	1.77
C m 30 d	1.03	0.02	0.03	1.08
S m 70 d	0.64	0.01	0.10	0.75
S m 80 d	0.48	0.03	0.03	0.54
C m 20 d	0.17	0.03	0.003	0.203
C m 10 d	0.03	0.01	0.003	0.043
S m t c	0.006	0.01	0.006	0.022

Cuadro 3. Número de macollos por metro cuadrado al 50% de la floración en el cultivar de arroz 'Inti'. Fundo "El Ciénago", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedios	*
C m 10 d	504	492	492	508	499	a
S m t c	520	440	516	492	492	a
C m 20 d	520	476	456	508	490	a
C m 30 d	528	484	496	440	487	a
S m 70 d	488	496	504	524	484	ab
S m 50 d	452	500	468	456	469	ab
S m 80 d	492	512	440	428	468	ab
S m 40 d	488	460	460	432	460	ab
C m 70 d	452	460	444	464	455	ab
C m 40 d	460	444	396	492	448	ab
S m 60 d	516	428	420	420	446	ab
C m 50 d	440	448	428	408	431	bc
S m 20 d	472	392	384	332	395	c
C m 60 d	448	448	392	288	394	c
C m 80 d	396	388	372	396	388	c
S m 30 d	368	412	388	360	382	cd
S m 10 d	344	336	352	316	337	de
C m t c	264	368	308	296	309	e

C.V. - 7.58%

* En las pruebas de DUNCAN, aquellos tratamientos que muestran la misma letra no difieren significativamente entre sí

to obtenido a los 61 días, con un rendimiento mínimo de 900 g/6 m². Todo lo cual sugiere que se puede permitir la infestación de malezas hasta los 30 días, en tanto que competencias posteriores, que van hasta el 70° día, influyen significativamente en el rendimiento de arroz. Con el cultivar Minabir 2, el período crítico de competencia de las malezas está en los primeros 75 días después del transplante (3).

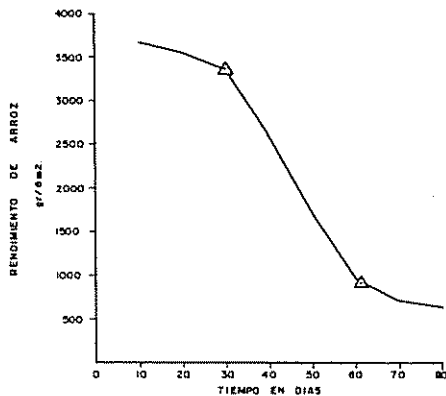
La Figura 2, se refiere a los tiempos en días desmalezados y el análisis de regresión también dio una ecuación de 3er grado, sugiriendo un punto crítico mínimo a los 27 días, con un rendimiento mínimo de 1 850 g/6 m² y el punto máximo crítico a los 60 días, con un rendimiento de 3 325 g/6 m².

De acuerdo al Cuadro 4 y a la Figura 3, en las cuales se deducen valores de rendimiento en peso y en porcentaje de reducción, se confirma lo referente a que el cultivo puede permanecer infestado de malezas hasta los 30 primeros días (27.56% de reducción), mientras que las competencias en días posteriores se tornan críticas, lo que se traduce en mayores porcentajes de reducción con mermas significativas de los rendimientos. Asimismo la Figura 3, indica que el punto de intersección crítica, entre las líneas con tratamientos enmalezados y desmalezados, se halla en el 34° día.

Conclusiones

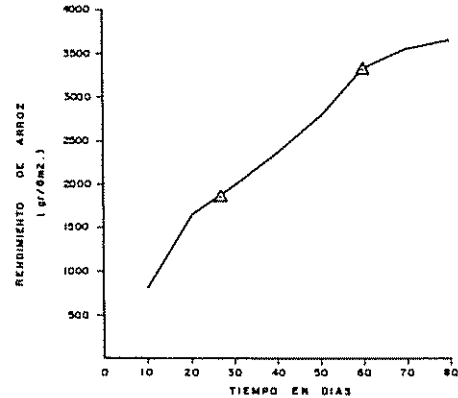
Bajo las condiciones de la parte baja del valle Chancay, Departamento de Lambayeque, Perú, en las cuales se realizó el presente trabajo de investigación se concluye:

1. Las malezas más competitivas con el arroz, cultivar 'Inti' fueron: *Echinochloa crusgalli* (L), Beauv, "moco de pavo"; *Echinochloa colomum* (L), Link "grama de lefe"; *Leptochloa uninervis* (Presl), Hitch and Chase "rabo de zorro"; *Eclipta alba* (L) Hassk, "florecita"; *Ammania coccinea* "flor de palo"; *Cyperus esculentus* "coquito"; *Eleocharis geniculata* "pisito"; y *Cyperus difformis* "varita de San José".
2. La competencia de malezas durante todo el ciclo del cultivo ocasionó pérdidas por 78.38% de la producción. Estas pérdidas fueron de 77.10 y 76.28% con períodos de 110 y 80 días de infestación.
3. De acuerdo a las acciones de las malezas sobre el cultivo de arroz el período global de competencia se inicia en el 11° día después del transplante y va hasta el 80° día, por cuanto las reducciones con infestaciones de 10 días y 80 días son de 9.59 y 76.28% respectivamente.



△ PUNTOS CRITICOS

Fig. 1. Línea de regresión entre el rendimiento de arroz y el tiempo enmalezado. El Ciénago, Lambayeque, Perú, 1978.



△ PUNTOS CRITICOS

Fig. 2. Línea de regresión entre el rendimiento de arroz y el tiempo desmalezado. El Ciénago, Lambayeque, Perú, 1978.

El período crítico de competencia está a partir del 30^o día del transplante y se extiende hasta el 70^o día del transplante.

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo "El Ciénago", propiedad de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicado en la parte

baja del Valle Chancay, Departamento de Lambayeque, Perú.

Los objetivos principales fueron cuantificar las poblaciones de malezas, estudiar sus efectos en los componentes del rendimiento y determinar el período global y crítico de competencia, en siembra al transplante.

Se evaluaron 9 tratamientos enmalezados, que fueron de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 días y todo el

Cuadro 4. Rendimiento en g/6 m² del cultivar de arroz 'Inti'. Fundo "El Ciénago", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

Tratamientos	I	II	III	IV	Rdto. (g/6 m ²)	Rdto. (ton/ha)	%de reducción
C m 10 d	4 746	3 860	4 699	3 216	4 138	6.88	a 0.00
S m t c	4 414	4 178	4 796	3 068	4 114	6.87	a 0.39
S m 80 d	3 801	3 829	4 294	3 010	3 734	6.22	ab 9.59
S m 70 d	3 685	3 750	3 511	2 697	3 456	5.69	bc 16.32
C m 20 d	3 865	3 247	3 740	2 548	3 350	5.58	bc 18.89
S m 60 d	3 561	3 596	3 281	2 465	3 223	5.37	bc 21.97
S m 50 d	3 136	3 541	3 392	2 452	3 130	5.21	c 24.22
S m 40 d	2 654	3 263	3 513	2 615	3 011	5.01	c 27.10
C m 30 d	3 675	2 592	3 100	2 599	2 992	4.99	cd 27.56
S m 30 d	2 437	2 027	2 918	2 437	2 455	4.09	de 40.56
C m 40 d	2 097	2 378	1 817	2 187	2 120	3.53	ef 48.67
C m 50 d	1 482	1 980	1 604	2 110	1 794	2.99	fg 56.57
C m 60 d	1 405	1 363	1 163	1 013	1 236	2.06	gh 70.08
S m 20 d	1 121	1 016	1 533	1 004	1 169	1.95	h 71.70
C m 70 d	967	1 201	981	1 064	1 053	1.76	h 74.51
C m 80 d	977	1 067	988	889	980	1.63	h 76.28
S m 10 d	998	959	983	845	946	1.58	h 77.10
C m t c	984	864	780	945	893	1.49	h 78.38

En las pruebas de DUNCAN, aquéllos tratamientos que muestran la misma letra no difieren significativamente entre sí.

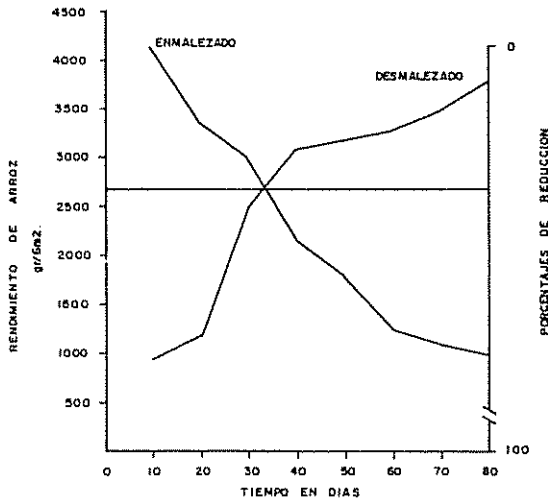


Fig 3. Rendimiento de arroz y los tiempos enmalezado y desmalezado. El Ciénago, Lambayeque, Perú, 1978.

ciclo. Además, 9 tratamientos desmalezados con periodos de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 días libres de malezas y todo el ciclo desmalezado.

El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones.

El almácigo se preparó mediante el sistema "al batido", empleándose plántulas de 40 días para el transplante y sobre cada parcela se dispersó al voleo una mezcla de semillas de malezas a la dosis de 1 g/m². La fertilización nitrogenada se realizó a la dosis de 320 kg de N/ha y de acuerdo a los análisis estadísticos y discusión se encontró que:

Las malezas más competitivas con el cultivar de arroz "Inti", fueron: *Echinochloa crusgalli* "moco de pavo"; *Echinochloa colonum* "grama de lefe"; *Lep- tochloa uninervia* "rabo de zorro"; *Eclipta alba* "florecita"; *Ammania coccinea* "flor de palo"; *Cyperus*

esculentus "coquito", *Eleocharis geniculata* "pisito"; y *Cyperus difformis* "varita de San José".

La competencia de malezas durante todo el ciclo del cultivo ocasionó pérdidas por 78.38% de la producción de arroz.

El periodo global de competencia se inicia en el 11° día después del transplante y va hasta el 80° día por cuanto las reducciones de la producción con infestaciones de 10 días y 80 días son de 9.59 y 76.28% respectivamente.

El período crítico de competencia está a partir del 30° día y se extiende hasta el 70° día del transplante.

Literatura citada

1. CARDENAS, J. Principios de competencia de malezas. Instituto Colombiano Agropecuario. 1970. Mimeog. 19 p.
2. DOLL, J. y PIEDRAHITA, W. Control químico de malezas en arroz de riego con semillas directa y pregerminada. CIAT, Colombia. 1972. 13 p.
3. GARCIA. Período crítico de competencia de malezas con arroz (*Oryza sativa* L.) al transplante. Lambayeque, Perú. 1973. Tesis Universidad Pedro Ruiz. 62 p.
4. JENNINGS, P. and de JESUS, J. Studies with competition in mixture of varieties. Evaluation 22(1):119-124. 1968.

Resumen

La importancia relativa de Diatraea saccharalis (F) y Spodoptera frugiperda (J. E. Smith), el uso de la medida de sus daños en programas de mejoramiento vegetal y cambios en resistencia al ataque en relación al ciclo de plantas seleccionadas por rendimiento potencial fueron evaluados con dos poblaciones de maíz tropical (Zea mays L.) en dos ambientes de México.

S. frugiperda afectó significativamente el establecimiento de plantas y el daño a las hojas pero estos indicadores no correlacionaron significativamente con rendimiento. La selección por resistencia a esta plaga debería basarse en la reducción en rendimiento hasta que se encuentren otros estimadores de ataque más correlacionados con ese rendimiento.

D. saccharalis afectó significativamente el porcentaje de mazorcas podridas, mazorcas con túneles, mazorcas por plantas, ataque a las hojas, largo del túnel por planta, internudos con túneles por planta, salidas de túneles visibles por planta e internudos con salidas de túneles. Todos estos indicadores estuvieron, a su vez, correlacionados con el rendimiento en granos. Se sugiere usar como medida de resistencia a esta peste el porcentaje de mazorcas podridas, daño a las hojas, mazorcas por plantas e internudos con salidas de túneles.

Introduction

Two important maize pests of the subtropical and tropical Americas are *Diatraea saccharalis* (F.), the sugarcane borer (SCB), and *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), the fall armyworm (FAW)

(9). Damage to maize in the U.S.A. by the sugarcane borer included leaf feeding, deadherat, lodging, broken shanks, and ear damage which permitted the entrance of weevils (1). Yield loss in Louisiana was attributed to increased barrenness, reduced ear size, reduced grain size, and interference with mechanical harvesting (5). Damage to maize by the FAW in Kansas included defoliation, killing of young plants, stalk and shank gouging and burrowing, and ear feeding (3). Tassel and silk feeding was reported in Florida (8). These authors could not demonstrate consistent yield loss to the FAW, but yield response to insecticides applied against this pest in Mexico was generally 1 to 2 tons of grain/ha (12, 2)

This study investigates: 1) The relative importance of these insects to yield of tropical maize; 2) How to measure damage and how to use damage measurements in breeding for plant resistance; 3) Changes in tolerance or resistance during selection for potential yield (reduced plant height and earlier maturity) in 2 populations of tropical maize.

* Recibido para publicación el 6 de enero de 1981.

1 Lepidoptera: Pyralidae

2 Lepidoptera: Noctuidae

3 Part of dissertation presented by the senior author to the Graduate School of Cornell University in partial fulfillment of the requirements for the Ph.D. degree. This work was conducted while the senior author was a predoctoral fellow in the maize program of the International Maize and Wheat Improvement Center, El Batán, Mexico.

** Entomologist, Programa Investigación Agropecuaria, Ministerio de Recursos Naturales, Comayagua, Honduras, and Entomologist, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

Materials and Methods

Trials were planted at 2 stations of the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) in Mexico. Tlaltizapán, Morelos (experiments conducted from 5 May, 1976 to September, 1976) is subtropical at an altitude of 949 m. Poza Rica, Veracruz (experiments conducted from 24 May, 1976 to 13 September, 1976) is tropical at an altitude of 60 m. Natural FAW populations were moderate on young plants in Tlaltizapán and heavy until flowering in Poza Rica. Natural SCB populations were very low in Tlaltizapán and high in Poza Rica.

The plant materials used were Tuxpeño-1, a late-maturing tropical white dent and Mezcla Amarilla, an intermediate-maturing tropical yellow flint. Both are CIMMYT open-pollinated varieties. Selection cycles 0, 4, 8 and 12 of Tuxpeño-1 (Tx C₀, etc.) and 1, 2, 4, 6 and 8 of Mezcla Amarilla (MA C₁, etc.) were used. A 10th material, IDRN, was formed by random-mating 41 S₁ families of CIMMYT's Insect and Disease Resistance Nursery that were judged to be the best in agronomic appearance and resistance to the SCB in 1975 at Tlaltizapán.

Plots were three five-meter rows arranged in a randomized complete block design with 4 replications. The center row was used for observations. Distance between rows was 75 cm. Plant spacing varied with selection cycles. Plant populations varied from 40 000 to 65 000 plants/ha.

Protection against FAW, SCB, and *Diabrotica* spp. natural infestations included carbofuran 3G (1 kg AI/ha) applied with the seed. Postemergence treatments varied with the artificial infestation schedule and location and consisted of foliar sprays of carbaryl 80WP (2.4 kg AI/ha) and methyl parathion 47EC (0.5 kg AI) in 400 l H₂O/ha until early whorl stage after which trichlorfon 2.5G (0.5 kg AI/ha) was used. In Poza Rica seeds were treated with chloroneb 65WP (5 g AI kg/seed) and Maneb zinc 80WP (0.8 kg AI/400 l H₂O/ha) was applied 8 times before flowering to attempt to control sorghum downy mildew, *Sclerospora sorgi* (Kulk.) and leaf blights, especially tarspot, *Phyllachora maidis* Maubl.

Controlled infestation methods described by CIMMYT (4) were used. Treatments were: 1) Insecticide check, 2) Controlled infestation with SCB during the mid-whorl and mid-silk stages, and 3) Controlled infestation with FAW during the 4 to 5 leaf stage. Mid-whorl SCB infestation levels were 130 and 65 newly-hatched larvae/plant in Tlaltizapán and Poza Rica, respectively. The mid-silk level was about 130 newly-hatched larvae/plant. In Tlaltizapán the FAW treatment plots received 2 applications of 50 newly-hatched larvae/plant, while in Poza Rica 1

application of 15 newly-hatched larvae/plant, supplemented with 15 more if the first infestation failed.

Data were collected on yield (kg/ha at 0% moisture), plant stand (plants harvested as % ideal number of plants), lodging, ears per plant, percent rotted ears, rot per ear, percent tunneled ears, leaf feeding, tunnel length per plant, tunneled internodes per plant, borer holes per plant and borer hole-bearing internodes per plant.

Results and Discussion

1. Yield Effects

Yield reductions due to FAW (Table 1) were significant when averaged over cycles of selection, but there were few significant reductions for individual cycles. This probably is a statistical effect indicating a need for more repetitions or larger plot sizes to measure effects of FAW on yield. Coefficients of variation in the 4 experiments varied from 13.1 to 22.7. Morrill and Greene (8) also could not demonstrate consistent yield loss to FAW in Florida.

There was no difference in yield between MA and Tx or among cycles within a population in response to FAW.

Environment had little effect on response to FAW as mean yield reduction in Poza Rica was 13.6% and 12.8% in Tlaltizapán.

Yield response to SCB (Table 2) was more variable than with FAW. Mezcla Amarilla was less affected than either Tx or IDRN. Reductions were similar to those reported by Floyd et al. (5), 4.6% to 43.4% , for SCB in Louisiana. There was no obvious yield related pattern for loss or gain in resistance in either population, nor was IDRN (selected for SCB resistance) superior to the unselected populations.

Mean yield loss from SCB in Poza Rica was 20.8% and 6.8% in Tlaltizapán, indicating an environment effect. This could be due in part to greater stalk and ear rot intensity in Poza Rica. Sugarcane borer interacts with ear rots (Table 4) and stalk rots (10).

The relative importance of the 2 insects varied with selection cycle and environment. FAW caused loss more consistently over sites, but, where stalk and ear rot pressures were high, SCB appeared to have more damage potential.

2. Fall Armyworm Damage Estimates

FAW damage estimates were significantly different from the check (Table 3) but were not significantly correlated with grain yield. Foliar damage by FAW

Table 1. Yield response to the fall armyworm in selection cycles of Mezcla Amarilla and Tuxpeño-1, Mexico, 1976.

Cycle	Location ¹	Check Yield (kg/ha)	FAW Yield (kg/ha)	Reduction (%)
MA C ₁	PR	4 186	3 383	-19.2
	TL	4 365	4 122	- 5.6
MA C ₂	PR	4 238	3 822	- 9.8
	TL	4 415	4 062	- 8.0
MA C ₃	PR	4 409	4 628	+ 5.0
	TL	4 359	4 130	- 5.2
MA C ₆	PR	4 388	3 745	-14.6
	TL	3 998	3 378	-15.5
MA C ₈	PR	4 700	3 722	-20.8*
	TL	4 660	3 940	-15.4
MA Mean	PR	4 384	3 860	-12.0*
	TL	4 359	3 857	-11.5*
Tx C ₀	PR	4 356	3 630	-16.7
	TL	3 839	2 729	-28.9
Tx C ₄	PR	4 954	4 500	- 9.2
	TL	4 046	3 499	-13.5
Tx C ₈	PR	5 260	4 163	-20.8*
	TL	4 431	3 430	-22.6
Tx C ₁₂	PR	4 953	4 204	-15.1
	TL	4 977	4 287	-13.9
Tx	PR	4 881	4 124	-15.5*
	TL	4 163	3 486	-16.3*
IDRN	PR	3 908	3 340	-14.5
	TL	3 522	3 539	+ 0.5

¹ PR = Poza Rica, TL = Tlaltizapán.

* Reduction significant at the 5% level.

to Tuxpeño-1 and other tropical maizes on small farms in Veracruz State, Mexico, had little effect on yield, but loss of plant stand to FAW was important*.

3. Sugarcane Borer Damage Estimates

Damage estimates significantly affected by SCB (Table 4) were highly significantly correlated with grain yield in Poza Rica but rarely so in Tlaltizapán. Correlation coefficients were generally greater in Tuxpeño-1 than in Mezcla Amarilla.

Part of the yield loss to SCB in Louisiana was due to reduced number of ears per plant (5), a parameter also affected in these studies. The number of rotted ears was also affected, but rot per ear was not affected. This indicates that SCB provides an infection court for ear rots but is not involved in their spread within the ear. The sugarcane borer was involved in the spread of stalk rots (10).

The 4 measures of stalk damage were well correlated with grain yield in Poza Rica. They were also well correlated among themselves, with holebearing internodes being the most rapid measure (11). Lodging, often associated with stalk borers (7), was not affected by SCB.

* Galt, D.L. Economic weights for breeding selection indices: Empirical determinations of the importance of various pests affecting tropical maize. Ph.D. Thesis, Cornell University, 1977, 407 pp.

Table 2. Yield response to the sugarcane borer in selection cycles of Mezcla Amarilla and Tuxpeño-1. Mexico, 1976.

Cycle	Location ¹	Check Yield (kg/ha)	SCB Yield (kg/ha)	Reduction (%)
MA C ₁	PR	4 186	3 792	- 9.4
	TL	4 365	5 305	+21.5
MA C ₂	PR	4 238	3 939	- 7.0
	TL	4 415	4 249	- 3.8
MA C ₄	4PR	4 409	3 821	-13.3
	TL	4 359	4 226	- 3.0
MA C ₆	PR	4 388	3 407	-22.4*
	TL	3 998	4 469	+11.8
MA C ₈	PR	4 700	3 972	-15.5
	TL	4 660	3 566	-23.5
MA Mean	PR	4 384	3 786	-13.6*
	TL	4 359	4 363	+ 0.1
Tx C ₀	PR	4 356	2 862	-34.3*
	TL	3 839	2 641	-31.2
Tx C ₄	PR	4 954	4 839	- 2.3
	TL	4 046	3 843	- 5.0
Tx C ₆	PR	5 260	2 836	-46.1*
	TL	4 431	3 815	-13.9
Tx C ₁₂	PR	4 953	3 532	-28.7*
	TL	4 977	4 577	- 8.0
Tx Mean	PR	4 881	3 517	-27.9*
	TL	4 323	3 719	-14.0*
IDRN	PR	3 908	2 781	-28.8*
	TL	3 522	3 075	-12.7

¹ PR = Poza Rica, TL = Tlaltizapán.

* Reduction significant at the 5% level

4. Changes Through Cycles of Selection

There was a trend for less damage by FAW through the cycles in both MA and Tx (Table 5). This was not reflected in the pattern of yield reduction. Such a trend emphasizes the need to include yield loss as a criterion for FAW resistance until damage estimates better correlated with yield are developed. No trend was discernible for SCB (Table 6) although the apparent superiority of Tx C₄ should be reevaluated.

Although selected for SCB resistance, IDRN performed no better than the unselected populations. It did appear promising for FAW resistance. This population displayed marked early plant vigor and at both sites, was the only material without stand loss

due to FAW. Vigor could be due to heterosis gained from combining S₁ lines.

Conclusions

The relative importance of the 2 insects to grain yield varied with plant material and environment. Mean loss over sites and plant materials was 13.2% for FAW and 13.8% for SCB. Maximum losses were 28.9% and 46.1% for FAW and SCB respectively. Losses to FAW were similar in both environments, while losses to SCB in Poza Rica, where ear and stalk rot intensity was high, were twice those observed in Tlaltizapán.

Plant stand and leaf feeding ratings were the damage parameters significantly affected by FAW,

Table 3. Correlation coefficients of grain yield with damage estimates significantly affected ($P = 0.05$) by fall armyworm. Mexico, 1976.

Variable	Variety	Location ¹	Check ² Mean	FAW ² Mean	Correlation Coefficient
Plant Stand (%)	MA	PR	97	89	0.1482
		TL	99	97	0.1349
	Tx	PR	98	89	0.0675
		TL	99	96	0.1093
Leaf Feeding ³ (PR = 4 days, TL = 8 days)	MA	PR	1.1	3.5	-0.1837
		TL	1.6	5.4	-0.1572
	Tx	PR	1.0	3.9	-0.0875
		TL	1.3	5.9	-0.0921
Leaf Feeding (PR = 8 days, TL = 15 days)	MA	PR	1.0	6.4	-0.1561
		TL	1.1	6.5	-0.1711
	Tx	PR	1.0	6.8	-0.0607
		TL	1.1	6.8	-0.1672
Leaf Feeding (PR = 19 days, TL = 22 days)	MA	PR	1.2	4.6	-0.0686
		TL	1.4	2.6	-0.0945
	Tx	PR	1.5	4.5	-0.0554
		TL	1.6	2.7	-0.2078

1 PR = Poza Rica, TL = Tlaltizapán.

2 Averaged over cycles of selection.

3 1-10 scale, 1 = no damage, 10 = dead plant, modified from Wiseman *et al.* (13).

but these were not significantly correlated with yield. Until estimates better correlated with yield are devised, selections for resistance should be based on least yield reduction.

Percentage of rotted ears, ears tunneled, ears per plant, leaf feeding, tunnel length per plant, tunneled internodes per plant, exit holes per plant and hole-bearing internodes were significantly affected by SCB and, at least in Poza Rica, significantly correlated with grain yield. Under conditions of artificial infestation and in environments where the SCB is important to yield, percent rotted ears, leaf feeding, ears per plant and hole-bearing internodes are recommended as criteria for breeding for resistance to SCB.

Summary

The relative importance of *Diatraea saccharalis* (F) and *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), how to use

damage measurements in a plant breeding program, and changes in resistance relative to plant cycles selected for potential yield were evaluated with two tropical maize populations in two environments in Mexico.

Plant stand and leaf feeding were significantly affected by *S. frugiperda*, but these were not significantly correlated to yield. Yield reduction should be used to select for resistance until estimates more correlated with yield can be found.

Percentage of rotted ears, ears tunneled, ears per plant, leaf feeding, tunnel length per plant, tunneled internodes per plant, exit holes per plant and hole-bearing internodes were significantly affected by *D. saccharalis* and were correlated with grain yield. Percent rotted ears, leaf feeding, ears per plant, and hole-bearing internodes are suggested for measuring resistance to this pest.

Table 4. Correlation coefficient of grain yield with damage estimates significantly affected ($P = 0.05$) by sugarcane borer. Mexico, 1976.

Variable	Variety	Location ¹	Check ² Mean	SCB ² Mean	Correlation Coefficient
Leaf Feeding ³ (1 week)	MA	PR	1.6	3.8	-0.3563**
		TL	1.4	3.9	-0.0945
	Tx	PR	1.8	3.8	-0.5270**
		TL	1.6	3.9	-0.2078
Leaf Feeding (2 weeks)	MA	PR	1.2	4.6	-0.3482**
		TL	1.0	1.4	-0.3969**
	Tx	PR	1.1	5.0	-0.5667**
		TL	1.0	1.8	-0.3096**
Ears per Plant	MA	PR	0.994	0.923	0.4484**
		IL	1.002	0.973(a)	0.4618**
	Tx	PR	0.929	0.830	0.5149**
		TL	0.976	0.849	0.2787*
Rotted Ears (%)	MA	PR	27-25	56	-0.5520**
		TL	13	30	-0.2260
	Tx	PR	33	60	-0.6108**
		TL	16	33	-0.1094
Tunneled Ears (%)	MA	PR	46	82	-0.4750**
		TL	9	53	-0.0048
	Tx	PR	50	85	-0.4892**
		IL	2	37	-0.1335
Tunnel Length per Plant (cm)	MA	PR	18.8	28.7	-0.5211**
		TL	8.1	30.3	0.0215
	Tx	PR	21.9	34.0	-0.6202**
		IL	1.1	35.8	-0.2562*
Tunneled Internodes	MA	PR	2.3	3.8	-0.5252**
		TL	1.1	3.9	-0.0261
	Tx	PR	2.8	4.6	-0.5936**
		TL	1.0	4.1	-0.2437
Borer Holes per Plant	MA	PR	2.0	4.8	-0.3630**
		IL	0.8	5.0	-0.0564
	Tx	PR	2.3	5.9	-0.6313**
		TL	0.4	5.2	-0.2012
Hole-Bearing Internodes	MA	PR	1.5	3.1	-0.4126**
		TL	0.5	3.1	-0.0463
	Tx	PR	1.8	3.7	-0.6393**
		TL	0.3	3.2	-0.1963

1 PR = Poza Rica, IL = Iltitzapán.

2 Averaged over cycles of selection.

3 1-9 scale of Guthrie *et al.* (6) (a) Not significantly different* Significant, $P = 0.05$.** Significant, $P = 0.01$.

Table 5. Over-all damage estimates of fall armyworm to selection cycles of Mezcla Amarilla and Tuxpeño-1, Mexico, 1976.

Mezcla Amarilla			Tuxpeño-1		
Cycle	Damage ¹ Estimate	Yield ² Rank	Cycle	Damage ¹ Estimate	Yield ² Rank
IDRN	-0.5568	2	IDRN	0.0790	1
8	-1.1458	6	12	-0.5046	3
6	-1.3160	5	8	-0.6515	4
4	-1.4237	1	0	-0.8651	5
1	-1.5138	4	4	-1.0040	2
2	-1.6298	3			

1 Correlation from Table 1 were weighted for performance relative to other cycles and then combined to give overall damage estimates

2 Relative yield loss to FAW, 1 = least affected.

Table 6. Over-all damage estimates of sugarcane borer to selection cycles of Mezcla Amarilla and Tuxpeño-1, Mexico, 1976.

Mezcla Amarilla			Tuxpeño-1		
Cycle	Damage ¹ Estimate	Yield ² Rank	Cycle	Damage ¹ Estimate	Yield ² Rank
1	-5.2729	1	4	-4.9970	1
4	-5.7238	4	IDRN	-7.3595	3
8	-6.2835	5	12	-7.4989	2
2	-6.4113	3	0	-10.5776	5
6	-7.6587	2	8	-11.4333	4
IDRN	-11.1802	6			

1 Correlations from Table 2 were weighted for performance relative to other cycles and then combined to give over-all damage estimates.

2 Relative yield loss to SCB 1 = least affected.

References

1. ANONYMOUS. The sugarcane borer. How to control it. USDA Lflit 479, 8 pp. 1960.
2. ALVARADO, R. B. Control químico del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), en Quintana Roo. Informe Técnico del Dept. Entomol., INIA (México) 2(2):49-57. 1975.
3. BURKHARDT, C. C. Feeding and pupating habits of the fall armyworm in corn. Journal Economic Entomology 45:1 035-7. 1953.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORA-MIENTO DE MAIZ Y TRIGO. CIMMYT review. CIMMYT, Mexico D. F., México. 138 p. 1978.
5. FLOYD, E. H., D. F. Clower and L. F. Mason. Effect of sugarcane borer infestation on the yield and grade of corn. Journal Economic Entomology 53:935-7. 1960.
6. GUTHRIE, W. E., F. F. Dicke and C.R. Neiswander. Leaf and sheath feeding resistance to the European corn borer in eight inbred lines of dent corn. Ohio Agri. Exp. Sta. Res. Bull. 860, 38 p. 1960.

7. JEPSON, W. F. A critical review of the world literature on the lepidopterous stalk bores of tropical graminaceous crops. Commonwealth Inst. Entomology, London, 127 pp. 1954.
8. MORRILL, W. L. and G. L. Greene. Survival of fall armyworm larvae and yield of field corn after artificial infestation. *Journal Economic Entomology* 67:119-23. 1974.
9. ORTEGA, A. Maize insects and diseases. Chapter 7 In: Proceedings, World Wide Maize Improvement in the 70s and the Role for CIMMYT, Int. Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City. 41 pp. 1974.
10. PEAIRS, F. B. and J. L. SAUNDERS. Single-larva infestation with *Diatraea saccharalis* (F.) in two tropical maize populations in Mexico. *Turrialba* 29:243-6. 1979.
11. PEAIRS, F. B. and J. L. SAUNDERS. External versus internal damage estimates of stalk boring by *Diatraea saccharalis* (F.) in two tropical maize populations in Mexico. *Turrialba* 30:352-354. 1980.
12. SIFUENTES, J. A., C. MORAN V. and S. LOPEZ B. El gusano cogollero del maiz y su control. INIA (Mexico), Centro de Investigaciones de Bajio, Circ. 25, 15 pp. 1969.
13. WISEMAN, B. R., R. H. Painter and C.E. Wasson. Detecting corn seedling differences in the greenhouse by visual classification of damage by fall armyworm. *Journal Economic Entomology* 59:1 211-4. 1966.

Resumen

*El proyecto "Allsides" constituye un intento para aumentar la producción agrícola de Jamaica. Una mayor provisión de alimentos para la población es el objetivo que se trata de alcanzar mediante una explotación intensiva de los limitados recursos naturales. Se requiere investigación adicional en Jamaica, sin embargo los sistemas de cultivos intercalados que han sido examinados muestran su fácil adopción por parte de los pequeños agricultores. Aún cuando sólo un pequeño porcentaje de las 220 000 pequeñas fincas adoptara el sistema de cultivos intercalados, se podría esperar un aumento considerable en producción alimenticia, ingreso y empleo en Jamaica. Además, el productor individual se beneficiará con los siguientes dos sistemas de cultivos intercalados, por ejemplo 1) papas irlandesas y rábanos, cuando son intercalados con ñame (*Dioscorea cayenensis*) y, 2) maíz dulce y frijoles cuando son intercalados con ñame, produjeron un incremento del 67 y 51 por ciento sobre el ingreso neto del agricultor, respectivamente, con relación al sistema del monocultivo del ñame. Cuando se comparan los sistemas de cultivos intercalados mencionados (1) y (2) con el sistema tradicional más productivo, el primero produce un ingreso de 300 por ciento y el segundo de 400 por ciento sobre el sistema tradicional.*

Todavía existen muchas dudas de carácter económico y biológico respecto al sistema de cultivos intercalados, el cual representa un campo propicio para efectuar investigación multidisciplinaria. El presente trabajo muestra los resultados del primer año del proyecto piloto para el desarrollo del sistema "Allsides" de cultivos intercalados. Se recomienda tener cautela al interpretar y tomar decisiones con base en éstos resultados.

Introduction

Recent world food shortages and prospects for inadequate supplies in the future have prompted growing interest in new or improved cropping methods in developing countries. In many of these nations a significant part of domestic staple foods are produced by very small farms which have been by-passed by the well-known Green Revolution (3, 6, 9, 10). For the most part, the gains in productivity and income of these rural people will require the development for and use by many farmers of new high-yielding, science-based crop and animal production

systems tailored to the unique combination of soil, climate, biological, economic and cultural conditions of every locality and region in every nation. For this reason, increasing scientific attention is being directed to the study and improvement of the centuries-old practice of multiple cropping used on many of the small farms in developing nations (1, 4, 11, 13, 16).

Multiple cropping describes forms of cropping practices where total production from a land unit in a farming year is achieved through growing crops simultaneously, sole crops in sequence or a combination of mixed and sole crops sequentially. A more specifically defined system-intercropping-refers to two or more component crops grown simultaneously on the same land, although not necessarily sown or harvested at the same time. Intercropping implies some pre-planned spatial arrangement of plants in contrast to mixed cropping which may be nothing more than a random plant combination or arrangement.

¹ Received for publication October 5, 1980

The authors are grateful for the assistance of Percy Aitken and Abdul Wahab in carrying out field work for this study. Special acknowledgement is extended to the Interamerican Institute of Agricultural Sciences for partial funding of field research

* The authors are respectively, Research Analyst and Professor, Department of Agricultural Economics, University of Missouri-Columbia.

Advantages of the variants of multiple cropping may include improved utilization of solar radiation, soil moisture and nutrients, reduced soil erosion and pest control as well as provide the small farmer improved nutrition, lower risks of crop failure and efficient use of available land and labor over time (2, 5, 12, 14, 15, 18). Only quite recently have agricultural researchers recognized these advantages and the potential for improving traditional small-farm multiple cropping systems. To date, research has focused primarily on the biological aspects of multiple cropping with very limited attention being given to economic analysis of traditional and improved systems.

This paper reports an economic analysis of the first-year results of intercropping research carried out in Allsides, Jamaica. Nine intercropping systems are evaluated against a base yellow yam (*Dioscorea cayenensis*) treatment with similar levels of technologies and management. In addition the alternative croppings systems are compared to a low and high yield traditional monoculture system of yellow yams. The traditional farm system represents the low and high yield range of small-hillside farmers in the Allsides Project Area Jamaica, with high rural and urban unemployment, a population density of 440 people per square kilometer of arable land, an estimated 220 000 farms of less than two hectares, alarming rates of annual soil loss from the mountainous farmlands [131 metric tons per hectare (54 tons/acre) on slopes of 17 degrees (17) and declining food output, presents a set of conditions highly conducive to the introduction of new and/or improved intercropping systems

The Allsides Pilot Development Project

The Allsides Pilot Development Project, started in February of 1977, is the second phase of a national program aimed at utilizing the low productive sloping land through the development of efficient commercial farming systems. There are approximately 400 farmers living inside the project area with an average farm income of JS850.00 per family (8).

The area is characterized by deep rugged cut valleys enclosed by steep hills with 90 percent of the 252 hectares being over 15 degrees slope. The traditional crop cultivated, as well as the main source of family income, is the yam (*Dioscorea* spp). The traditional cultivation practices consist of burning the vegetation and manually preparing the steep hillsides by bushing, clearing and forking the land into one meter square mounds for the planting of the yams. These practices, together with the maintenance of weed-free plots result in serious deterioration and

depletion of soil resources, sediment pollution, and inefficient use of production inputs.

The Inter-American Institute of Agricultural Sciences (IICA) and the Conservation Unit, Ministry of Agriculture are providing technical assistance and training personnel in the field of intercropping. The project's main objectives are to increase rural farm incomes, improve family nutritional levels and expand domestic production through better cropping systems, and improve conservation treatments.

The design of the agronomic research involved one monoculture and nine intercropping treatments replicated five times on fifty, thirty square meter plots on bench terraces eight feet wide with a five degree backward slope. The terrace ridges were seeded to 'Napier' grass (*Pennisetum purpurum*) to reduce deterioration. All treatments were grown on the same soil type, wirefence clay loam. Each system experienced the same yam staking pattern, and received 6.7 ton per hectare each of chicken manure and lime.

Nine of the ten cropping systems studied had two to three component crops intercropped with the yam crop which was common to all treatments. Each intercropping system was designed to meet dietary acceptance, climate conditions and cultural preference within the Allsides Project area. Fertilizer and lime rates were calculated according to the results from the microplot and lime experiments conducted previously by IICA (7). The type of component crop, date of planting and harvesting, plant density, amount of fertilizer applied and labor used per system are summarized in Table 1 for both the intercropping systems and the traditional farming systems.

Methodology and Hypotheses

Enterprise budget analysis was used to compute return values to gross margin, net farm income (a return to family labor, equity and management), farm labor, risk and management, and farm investment capital. Although these intercropping budgets are not specific to any particular farm they do relate to a specific soil type and technology level.

The yield per hectare was the calculated average yield of the five replicated treatments per crop at harvest time. Systems total gross income was computed by summing the individual values of component crops and the yam crop. Data collected from unterraced farms in the Project Area were used to develop low and high yield budgets which represented the range of the traditional monoculture (yam) system. The traditional farm system had a lower level of technologies and management applied than did the experimental plots.

Table 1: Type of Cropping System, Date of Planting and Harvesting, Plant Density, Fertilizer Amount and Labor Required Per System, Per Hectare. Allsides Pilot Development Project, Jamaica.

System	Date				Plant Density	Fertilizer (kg/hectare)			Labor Requirements Mandays/ hectare	
	Planted		Harvested			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
I	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	125	150	75	321.2 ²
II	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	531.3
	Red Pea	April	1977	July	1977	89 000	50	50	25	—
	Onion	August	1977	March	1978	88 888	80	50	50	—
III	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	454.6
	Sweet Corn	April	1977	August	1977	30 000	75	50	50	—
	Red Pea	September	1977	November	1977	89 000	50	50	25	—
IV	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	464.5
	Grain Corn	April	1977	August	1977	30 000	50	50	25	—
	Irish Potato	October	1977	January	1978	16 666	75	50	25	—
V	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	617.7
	Irish Potato	April	1977	June	1977	25 000	50	50	25	—
	Radish	July	1977	August	1977	133 333	30	20	25	—
	African Red Pea	October	1977	February	1978	44 444	50	30	25	—
VI	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	427.5
	Pumpkin	May	1977	— ¹	—	10 000	40	50	25	—
	Sweet Corn	September	1977	December	1977	30 000	90	50	50	—
VII	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	548.6
	Cabbage	April	1977	August	1977	30 000	40	50	25	—
	Carrot	August	1977	December	1977	66 666	40	50	25	—
	Red Pea	December	1977	March	1978	89 000	50	50	25	—
VIII	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	50	50	25	474.43
	Sweet Potato	April	—	October	1977	10 000	50	50	25	—
	Red Pea	September	1977	December	1977	89 000	80	50	50	—
IX	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	55	—	25	491.73
	Cassava	April	1977	—	—	10 000	100	100	50	—
	Red Pea	April	1977	July	1977	89 000	—	—	—	—
X	Yellow Yam	April	1977	March	1978	10 000	62.5	75	37.5	454.66
	Ginger	April	1977	—	—	—	—	—	—	—
	Sweet Potato	August	1977	March	1978	10 000	55	—	25	—
Traditional Farm System										
	Low Yield	April	1977	March	1978	10 000	44	133	200	145
	High Yield	April	1977	March	1978	10 000	44	133	200	145

1 Crop not harvested

2 One manday equals 8 hr

Information concerning prices of production and technical inputs were obtained from private dealers in Christiana and Kingston. Product prices used were based on guaranteed market prices offered by the Agricultural Marketing Corporation.

Five specific hypotheses are examined in this paper with respect to land, labor, capital and management. The potential intercropping systems were evaluated against the monoculture system grown under similar soil, environmental and technology levels. The hypotheses tested are as follows:

1. Labor productivity is greater in the intercropping systems than for the yam monoculture system.
2. Land productivity for the intercropping systems is higher than for the yam monoculture system.
3. Gross Margin (income above variable cost) is greater for the intercropping systems than for the yam monoculture system.
4. Returns to Management and Risk are greater for intercropping systems than for the yam monoculture system.
5. Capital requirements are greater for the intercropping systems than for the yam monoculture system.

Results

The hypotheses that land and labor resources are more productive and capital requirements are higher for the intercropping systems than for the monoculture system are summarized in Table 2. Land productivity is measured by summing total kilograms of economic bio-mass produced per system, per hectare. Economic bio-mass refers to the portion of plant material with economic value. Eight of the intercropping systems gave at least a 9 percent increase of economic bio-mass above the monoculture system. System V yielded the highest amount of economic bio-mass per hectare, 44 and 188 percent higher than system I and the high-yield traditional farm system, respectively. Only system VIII had a lower yield of economic bio-mass than did the monoculture system.

Labor productivity, measured by returns to farm labor showed that three of the intercropping systems provided higher labor returns than the yam monoculture system. However, all nine intercropping systems showed higher farm labor returns than two traditional farming systems (Table 2). System III provided 10 and 265 percent respective increases

Table 2: Summary of Land and Labor Productivity, and Capital Requirements for the Intercropping Systems and Traditional Farm System, Allsides Pilot Development Project, Jamaica.

System	Tonne/ hectare of Economic Bio-Mass ¹	Labor Productivity ² J\$/manday	Capital Requirement	
			Total Variable Cost/ hectare (J\$) ⁴	Percent Return to Farm Investment Capital/ hectare J\$
I	31.48	19.12	4 573.45	83
II	37.44	15.95	5 028.76	98
III	41.84	21.01	4 770.66	127
IV	36.74	14.79	5 860.47	73
V	45.29	17.01	6 594.30	109
VI	39.84	19.79	4 641.82	112
VII	34.25	12.63	4 911.48	71
VIII	29.09	10.79	4 795.51	48
IX	37.69	17.51	4 920.74	106
X	41.93	19.81	5 114.67	114
Traditional Farm System				
Low Yield	11.23	3.96	3 894.94	0 ³
High Yield	15.72	5.76	3 894.94	4

1 Assumes that a kg of associated crop material is equal to a kg of yam material.

2 Labor productivity is measured as labor income per manday. Labor is a residual claimant. A charge for management and capital has been subtracted from net farm income. Also labor refers only to the expended and does not represent the potential labor of the family.

3 A zero was recorded since the low yield traditional farm system had a negative return.

4 All values are reported in Jamaican dollars. In 1978 one U.S. dollar = 2.55 Jamaican dollars.

above the yam monoculture system and the high-yield traditional farm systems.

Labor requirements increased 92 percent from the yam monoculture system to a four-crop system of yam intercropped with 'Irish Potatoes' (*Solanum tuberosum* L.) sequentially followed by 'Radish' (*Raphanus sativus*), and then 'Red Pea' (*Phaseolus spp*)*. Yam intercropped with 'Sweet Corn' (*Zea mays* L.) sequentially followed by 'Red Peas' gave the highest return to farm labor of J\$21.01 per manday which represented a 250 percent increase above the current average market wage rate of J\$6 per manday. The two traditional farming systems returned about J\$3.96 and J\$5.76 per manday for the low and high yield budgets, respectively.

* The red pea is a local name used for the traditional field bean.

Capital requirements, measured by total variable costs, showed that all nine of the intercropping systems had higher capital requirements than the monoculture system or the traditional farm system. System VI had the smallest increase of 5 percent above the monoculture system. At 44 percent above the monoculture, system V had the largest capital requirements of the nine intercropping systems. Fixed capital requirements were the same for all ten alternative cropping systems.

Another measure of capital productivity is the return to total farm investment capital. System III provided the highest return to total farm investment capital, 127 percent, which was a 53 percent increase above the improved monoculture system. Six of the intercropping systems provided higher returns to total farm investment capital than the monoculture system. The average return to total farm investment capital of the intercropping systems was 227 percent higher than that for the high yield traditional farm system. The high yield traditional farm system gave a return of 4 percent to total farm investment capital.

Results for the hypotheses with respect to farm income are summarized in Table 3. For eight of the intercropping systems, gross margin was at least 11 percent higher than the monoculture system. Only System VIII was lower (15 percent) than the monoculture system. The average gross margin for the nine intercropping systems was 30 percent higher than the monoculture system and 300 percent higher than the high yield traditional farm system. Farm income increased J\$1 138 on the average, for the intercropping systems when compared to the monoculture system. Net additional income represents the additional reward for the additional time and energy spent managing two or three crops intercropped with the yam crop.

Six of the intercropping systems provided higher returns to management and risk than the monoculture system. For the nine intercropping systems average returns to management and risk were 26 percent higher than the monoculture system and 110 percent above that for the high-yield traditional farm systems.

Summary

The Allsides Project is one effort to increase Jamaica's capacity to feed its expanding population from its limited land resources. Much additional multiple-cropping research is required in the country, yet several of the intercropping systems examined

Table 3: Summary of Gross Margin, Net Farm Income, and Returns to Management and Risk for the Intercropping Systems and Traditional Farm System, per hectare, Allsides Pilot Development Project, Jamaica¹.

System	Gross Margin	Net Farm Income	Return to Management and Risk
I	9 304.67	8 919.79	6 381.63
II	12 440.20	12 055.32	8 231.49
III	13 862.28	13 477.40	10 124.65
IV	10 344.92	9 960.03	6 475.03
V	15 234.65	14 849.79	10 394.04
VI	13 046.00	12 167.00	8 991.72
VII	10 375.31	9 990.42	6 075.67
VIII	7 952.42	7 577.53	4 094.96
IX	12 614.75	12 229.86	8 648.00
X	13 155.85	12 770.97	9 392.74
Traditional Farm System			
Low Yield	2 354.46	1 994.89	-317.02
High Yield	3 023.86	2 983.29	671.37

¹ All values are reported in Jamaican dollars. In 1978 one U.S. dollar = 2.55 Jamaican dollars.

show current potential for adoption by small farms in Jamaica. If adopted by even a relatively small percentage of the 220 000 small farms, a considerable increase could be expected in aggregate food production, income and employment. Several advantages could also accrue to the individual producer. For example, two intercropping systems, Irish potatoes and radish intercropped with yellow yams, and sweet corn and red peas intercropped with yellow yam, provided a 67 and 51 percent increase in net farm income, respectively above the monoculture system. When these two systems are compared to the high yield traditional farm system the income increase was approximately 300 to 400 percent, respectively.

Much remains unknown about the economic as well as the biological relationship of intercropping. Economics and Agronomy are inseparable in researching intercropping systems. Intercropping provides an excellent framework within which to undertake multidisciplinary research and development. This paper presented only the first year's results of the Allsides Pilot Development Project intercropping systems. Care must be taken when interpreting and making decisions on the basis of these results.

Literature Cited

1. AIYER, A. K. "Mixed Cropping in India." *Indian Journal of Agriculture Science* 19: 439-543. 1949.
2. BAKER, E. F. I. and P. W. NORMAN. "Cropping Systems in Northern Nigeria." *Proceedings of Cropping Systems Workshop*, Los Baños, Philippines, pp. 334-61. 1975.
3. BUNTING, A. H. "Pest, Population and Poverty in the Developing World." *J. R. Soc. Arts*, pp. 227-39. 1972.
4. DONALD, C. M. "Competition Among Crop and Pasture Plants." *Adv. Agronomy* 15:1-118. 1963.
5. FISHER, N. M. "A Limited Objective Approach to the Design of Agronomic Experiments with Mixed Crops." In *Symposium on Inter-cropping in Semi-Arid Areas*, Morogoro, Tanzania, 1976.
6. FRANCIS, C. A., C. A. FLOR, and S. R. TEMPLE. "Adapting Varieties for Inter-cropping Systems in the Tropics." *American Society of Agronomy Special Publication* 27, Madison, Wisconsin, p. 235. 1976.
7. HARRISON, R. C., E. McDONALD, and A. H. WAHAB. "Fertility Assessment of Newly Terraced Hillside Soils Using Microplot Techniques." *Inter-American Institute of Agricultural Science*, Pub. 14, 1978, Kingston, Jamaica.
8. INTER-AMERICAN INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES. "Allsides Pilot Development Project." *Draft for Royal Commonwealth Agricultural Society*. Kingston, Jamaica, pp. 45. 1977.
9. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI) "Multiple Cropping", Annual Report for 1973. Los Baños, Philippines, pp. 21-34. 1973.
10. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). "Cropping Systems", Annual Report for 1974, Los Baños, Philippines, pp. 323-47. 1974.
11. KING, F. H. *Farmers of Forty Centuries*, New York: Harcourt, Brace and Co., 1911.
12. LITSINGER, J. A., and K. MOODY. "Integrated Pest Management in Multiple Cropping Systems." *American Society Agronomy Special Publication* 27, Madison, Wisconsin, pp. 293-312. 1976.
13. NICOL, H. "Mixed Cropping in Primitive Agriculture." *Emp. J. Exp. Agr.* 3:189-95. 1935.
14. OELSLIGLE, D. D., R. E. McCOLLUM, and B. I. KANG. "Soil Fertility Management in Tropical Multiple Cropping." *North Carolina Agr. Exp. Sta.*, Paper No. 4 952, 1976.
15. OGUNFOWORA, O., and D. W. NORMAN. "An Optimization Model for Evaluating Stability of Sole Cropping and Mixed Cropping Systems Under Changing Resources and Technology Levels." *Rural Economy Society* 8:71-96. 1978.
16. RUTHENBERG, H. *Farming Systems in the Tropics*. London: Clarendon Press, 1971.
17. SHENG, I., and I. MICHAELSEN. "Run-off and Soil Loss Studies in Yellow Yam." *UN/DP/FOA Study, Report JAM/671 505*, Rome, Italy, p. 2. 1973.
18. SIDDOWAY, F. H., and A. P. BARNETT. "Water and Wind Erosion Control Aspect of Multiple Cropping." *American Society Agronomy Special Publication* 27, Madison, Wisconsin, pp. 317-33. 1976.

Abstract

It is a usual procedure to soak the rice with water, before the husking process, to avoid fragmentation. In Brazil, this is usually carried out at room temperature (25–30°C), inducing off flavors in commercial products.

The following organic acids were assayed by gas chromatography, resulting from fermentation: acetic, propionic, butyric, isobutyric, valeric and isovaleric acids.

There was a direct relation between the increase of temperature and the amount of acids at 20°C and 30°C, reaching a peak at 40°C, and then decreasing at 50°C and 60°C.

Better results were obtained with rice soaked at 60°C, with lower acid values (acetic and propionic), that did not induce off flavors.

Introdução

O arroz (*Oryza sativa*) é consumido na alimentação humana sob a forma de grãos inteiros, e o beneficiamento é feito de modo a fragmentá-lo o mínimo possível (6). O valor comercial dos grãos inteiros é superior ao dos grãos partidos. O atraso na colheita e na debulha do grão, assim como a seca gem rápida, são condições que favorecem o aparecimento de trincas (2).

Uma das práticas usadas para evitar a fragmentação do grão, é a maceração. A maceração pode dar origem a um processo fermentativo, em função do qual o grão adquire uma cor amarelada, e passa a apresentar características de cozimento diferentes do arroz normal. Durante a cocção deste arroz, se desprende aroma característico (4). Este aroma, assim como o sabor, resultam de uma série de compostos

produzidos pelos diversos microrganismos presentes durante a maceração (4).

No Brasil, algumas indústrias utilizam o processo de maceração para obter melhor rendimento, mas o arroz beneficiado obtido por este processo não é bem aceito, devido ao aroma e sabor estranhos.

O presente trabalho faz parte de uma série de três, nos quais se pretende efetuar o estudo da maceração do arroz sob diferentes aspectos: rendimento obtido, dosagem dos ácidos orgânicos e o efeito destes sobre o aroma e sabor do arroz tratado.

Os resultados obtidos anteriormente mostraram que os melhores rendimentos foram obtidos nos ensaios conduzidos à 50°C e 60°C. ().

O objetivo deste trabalho foi identificar e dosar os ácidos produzidos pelos microrganismos, durante a maceração do arroz, nas condições de ensaio.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar e dosar os ácidos orgânicos produzidos pelos microrganismos, durante a maceração do arroz, nas condições do ensaio.

1 Recibido para publicação em 12 de dezembro de 1979. Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Agradecimentos A INDARMIL, Indústria de Arroz e Milho Ltda.

* Professor Assistente e Doutor do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários – Faculdade de Ciências Agrônômicas do “Campus” de Botucatu – UNESP.

** Bióloga, Bolsista da FAPESP.

Materiais e métodos

Materiais

Amostras: Constituíram amostras para a dosagem e identificação dos ácidos, a água de maceração de ensaios conduzidos em laboratório em diferentes condições, em um total de 10 amostras

As macerações tinham duração diferente em função da temperatura utilizada, e as amostras foram retiradas sempre no final do processo (20°C – 72 h; 30°C – 56 h; 40°C – 48 h; 50°C – 32 h e 60°C – 24 h). Os líquidos assim obtidos, foram armazenados em “freezer”, e no momento da análise foram filtrados em papel Whatman nº 42.

Métodos

Macerações. O arroz em casca foi colocado para macerar à temperaturas de 30, 40, 50 e 60°C em estufas bacteriológicas marca “Fanem”, e à temperatura

de 20°C em geladeira incubadora “Lab-Line-Hi-Lo Chamber”. A proporção de água foi de 1.5 l/kg de arroz em casca. Para cada uma das cinco temperaturas foram realizados dois ensaios, um sem troca de água e outro onde se fazia trocas periódicas, em um total de dez ensaios. Para todos os ensaios a amostra para determinação de ácidos foi coletada no final da maceração, conforme o esquema de amostragem.

Além desta modificação, a qual esperamos que venha esclarecer as dúvidas dos relatores, esclarecemos que nos Resultados, onde se faz referência a teores totais, (refere-se à soma dos teores de cada ácido individual)

Ácidos Orgânicos. Para a determinação quantitativa dos ácidos orgânicos, foi utilizada a técnica desenvolvida por WILSON (10) modificada por BOIN (3), utilizando se fenol como padrão interno. Previamente foram construídas retas padrão com dosagens crescentes para cada ácido (9, 10)

ESQUEMA DE AMOSTRAGEM

		MACERAÇÕES						Amostragem para determinação de ácidos* (horas)
Temperatura °C	Duração total horas	Intervalos de troca de água (horas)						
		8	24	32	48	56	72	
20	C/I	72	I	I	I	I	I	72
	S/I	72	-	-	-	-	-	72
30	C/I	56	I	I	I	I	I	56
	S/I	56	-	-	-	-	-	56
40	C/I	48	I	I	I	I	-	48
	S/I	48	-	-	-	-	-	48
50	C/I	32	I	I	I	-	-	32
	S/I	32	-	-	-	-	-	32
60	C/I	24	I	I	-	-	-	24
	S/I	24	-	-	-	-	-	24

* Amostras retiradas antes da última troca de água.

LEGENDA: I – Troca de água
C/I – Com troca de água
S/I – Sem troca de água.

A análise cromatográfica foi efetuada num aparelho marca "Cg 170", com detector de ionização de chama. Utilizou-se uma coluna de vidro de 1.8 m de comprimento por 4 mm de diâmetro interno, empacotada com "CHROMOSORB 101". A temperatura da coluna foi regulada para 180°C, em condição isotérmica, e a vazão do gás de arraste (nitrogênio) em 40 ml por minuto. Injetou-se sempre 1.5 microlitro de material, contendo 0.001 mg de fenol.

Resultados e discussão

Os resultados da dosagem dos ácidos orgânicos e a duração do processo para cada tratamento, em horas, estão relacionados no Quadro 1 e na Figura 1. Nas Figuras 2 a 6, são apresentados os cromatogramas dos ensaios realizados com macerações de arroz, sem troca de água, os quais apresentaram os valores mais elevados de ácidos orgânicos.

Quanto aos teores totais de ácidos obtidos nos ensaios com troca de água, pode-se constatar que foram: a 20°C de 2.57 mg/100 ml; a 30°C de 31.43 mg/100 ml; a 40°C de 25.91 mg/100 ml; a 50°C de 8.92 mg/100 ml e a 60°C de 33.12 mg/100 ml. Nos ensaios sem troca de água foram: a 20°C de 23.18 mg/100 ml; a 30°C de 48.52 mg/100 ml; a 40°C de 129.00 mg/100 ml; a 50°C de 15.77 mg/100 ml e a 60°C de 34.35 mg/100 ml.

Do exame dos resultados, pode-se observar que os ensaios realizados com troca de água apresentaram, em todas as temperaturas ensaiadas, dosagem totais de ácidos mais reduzidas, embora alguns ácidos iso-

ladamente tenham sido detectados em maior quantidade. No ensaio realizado a 60°C, esta diferença não foi tão acentuada como nos demais ensaios.

As fermentações realizadas a 20°C, 50°C e 60°C, mostraram uma produção total de ácidos orgânicos relativamente menor que as outras fermentações

Entre as fermentações realizadas sem troca de água, o maior teor total encontrado, foi obtido na fermentação realizada a 40°C (129.00 mg/100 ml), seguida da realizada a 30°C (48.52 mg/100 ml). Nas fermentações conduzidas com troca de água, o maior teor de ácidos formados, foi respectivamente a 60°C (33.12 mg/100 ml) e a 30°C (31.43 mg/100 ml).

Embora relevantes, os teores totais de ácidos orgânicos (refere-se à soma dos teores de cada ácido individual) parecem ser menos importantes que a natureza destes, do ponto de vista de formação de sabores e odores estranhos. Assim sendo, ácidos como o propiónico, butírico, iso-butírico e isovalérico, caracterizam-se por odor ativo e desagradável (3).

Deve-se considerar também a volatilidade destes ácidos (5), pois o ácido butírico na forma livre pode apresentar odor de ranço em temperatura ambiente (4). Pode-se supor ainda, que o ácido acético, mais volátil que os demais (5) tem maior probabilidade de se volatilizar nos processos subsequentes à maceração do arroz, ou sejam: secagem e beneficiamento.

O ácido acético foi detectado em todas temperaturas testadas, em quantidades maiores nas de 30°C, 40°C e 60°C, e menores nas de 20°C e 50°C

Quadro 1. Teores de ácidos orgânicos, expressos em mg/100 ml, em líquido de maceração realizada a 20, 30, 40, 50 e 60°C, com troca (C/T) e sem troca (S/T) de água.

Temperatura	Horas de Maceração	Ácidos orgânicos (mg/100 g)					Total
		Acético (C ₂)	Propiónico (C ₃)	Iso-butírico (i C ₄)	Butírico (C ₄)	Iso-valérico (i C ₅)	
20°C	S/T	8.87	13.66	0.65	—	—	23.18
	C/T	1.03	1.54	—	—	—	2.57
30°C	S/T	10.21	1.41	0.54	36.16	0.20	48.52
	C/T	31.33	0.10	—	—	—	31.43
40°C	S/T	46.91	5.96	2.18	70.35	3.60	129.00
	C/T	16.15	7.64	—	2.12	—	25.91
50°C	S/T	0.81	3.29	—	11.67	—	15.77
	C/T	4.76	4.16	—	—	—	8.92
60°C	S/T	17.45	12.36	—	—	4.54	34.35
	C/T	16.50	13.93	—	—	2.69	33.12

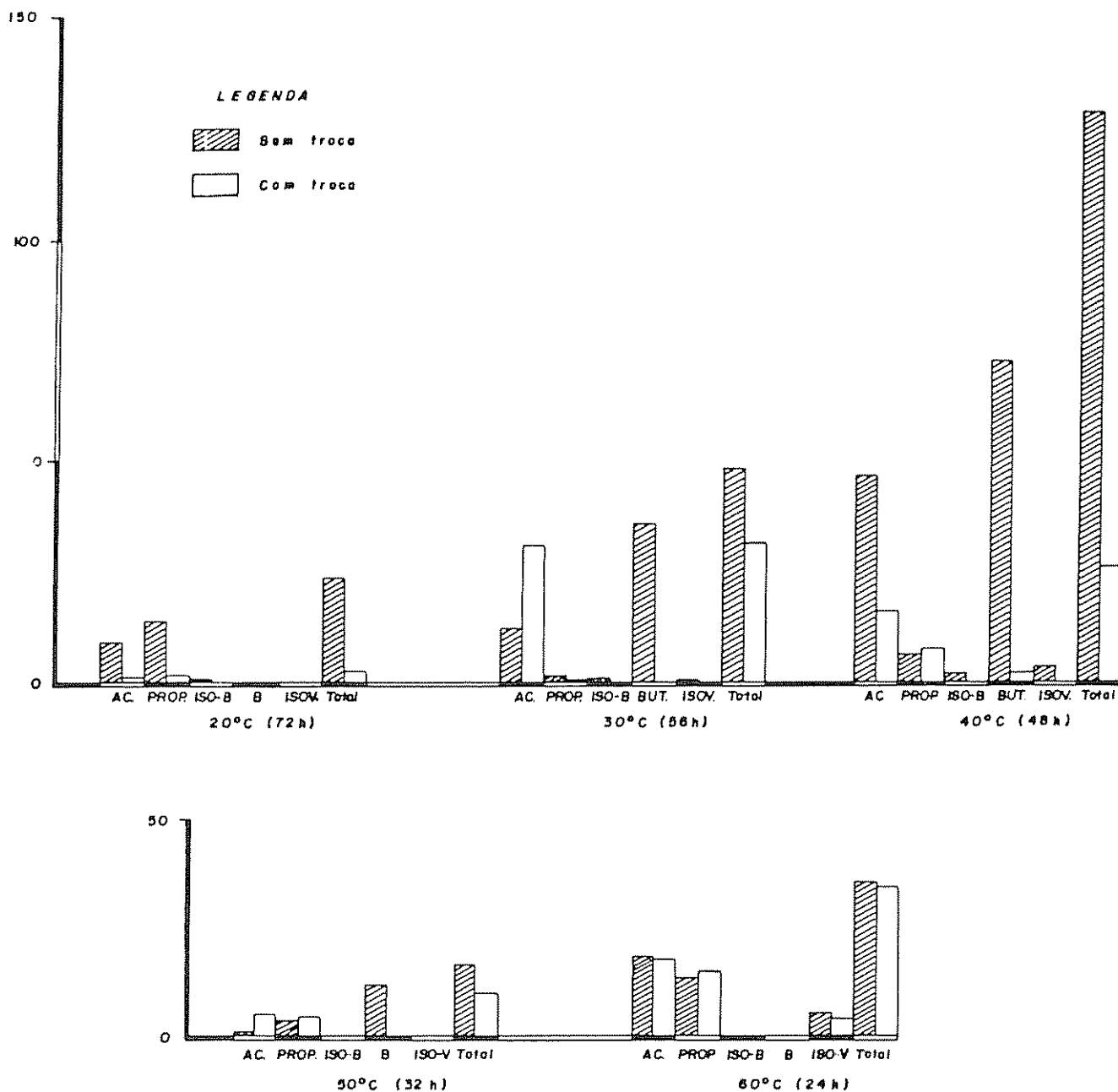


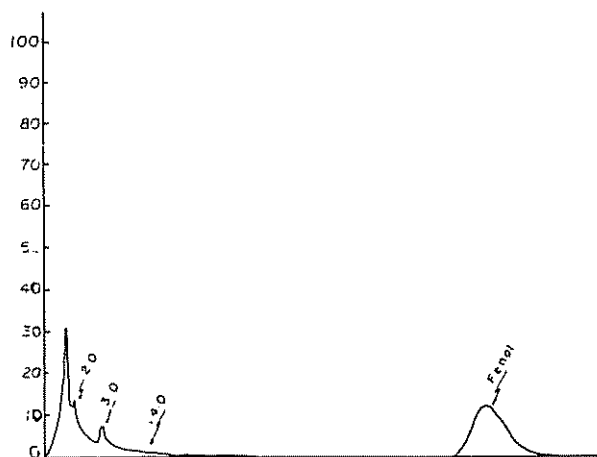
Fig 1 Teores de ácidos orgânicos, expressos em mg/100 g, em líquido de maceração realizada a 20°C, 30°C, 40°C, 50°C e 60°C

O ácido propiônico também foi detectado em todos os ensaios em quantidade menor porém que o ácido acético. O maior teor se deu a 60°C e o menor a 30°C.

O ácido iso-butírico apareceu somente nos tratamentos efetuados a 20°C, 30°C e 40°C sem a troca de água. As quantidades encontradas porém não foram elevadas.

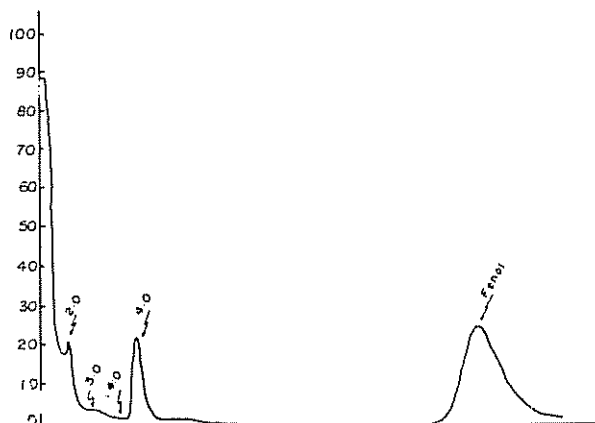
O ácido butírico apareceu nos tratamentos efetuados a 30, 40 e 50°C, com predominância acentuada nos realizados sem a troca de água, principalmente a 40°C.

O ácido iso-valérico foi detectado somente nos tratamentos realizados a 30, 40 e 60°C, em quantidades não elevadas.



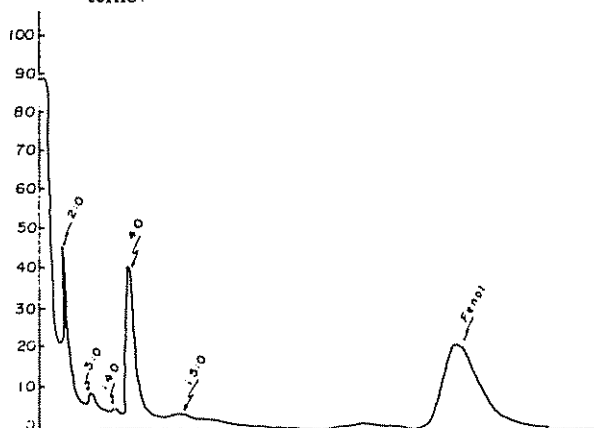
LEGENDA 2.0 ácido acético; 3.0 ácido propiônico;
4.0 ácido isobutírico

Fig. 2. Análise por cromatografia gasosa dos ácidos orgânicos, de arroz macerado a 20°C, após 76 horas, sem troca de água, com adição de fenol como padrão interno.



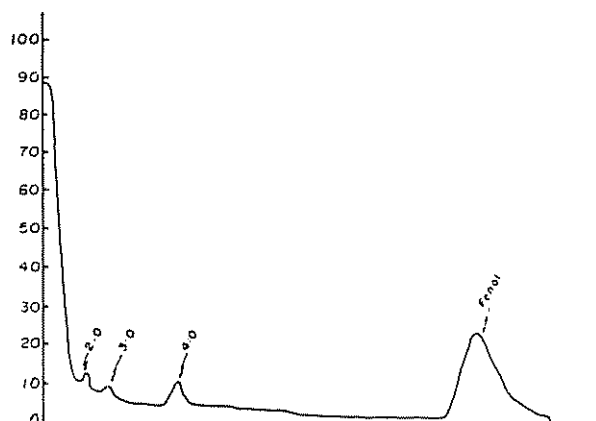
LEGENDA: 2.0 ácido acético; 3.0 ácido propiônico; 4.0 ácido isobutírico; 4.0 ácido butírico; 5.0 ácido isovalérico

Fig. 3. Análise por cromatografia gasosa dos ácidos orgânicos, de arroz macerado a 30°C, após 56 horas, sem troca de água, com adição de fenol como padrão interno.



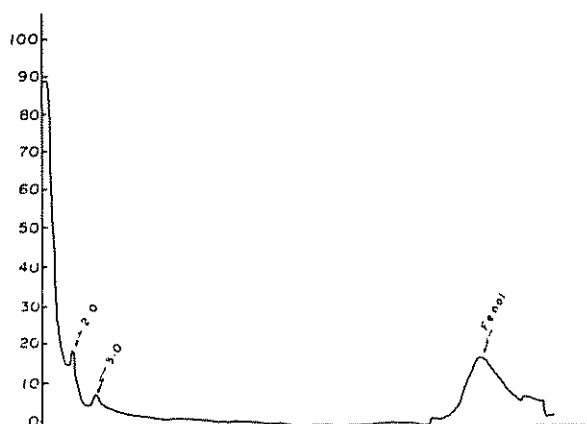
LEGENDA 2.0 ácido acético; 3.0 ácido propiônico; 4.0 ácido isobutírico; 4.0 ácido butírico; 5.0 ácido isovalérico

Fig. 4. Análise por cromatografia gasosa dos ácidos orgânicos, de arroz macerado a 40°C após 48 horas, sem troca de água, com adição de fenol como padrão interno.



LEGENDA. 2.0 ácido acético; 3.0 ácido propiônico, 4.0 ácido butírico

Fig. 5. Análise por cromatografia gasosa dos ácidos orgânicos, de arroz macerado a 50°C, após 32 horas, sem troca de água, com adição de fenol como padrão interno.



LEGENDA: 2.0 ácido acético; 3.0 ácido propiônico

Fig. 6. Análise por cromatografia gasosa dos ácidos orgânicos, de arroz macerado a 60°C, após 24 horas, sem troca de água, com adição de fenol como padrão interno.

Conclusão

As macerações realizadas a 20, 50 e 60°C, mostraram a seu final, um teor total de ácidos orgânicos mais baixo do que as conduzidas a 30 e 40°C, mesmo nos ensaios sem troca de água. Além disto, o ácido predominante nas macerações realizadas a 30 e 40°C foi o butírico, de odor ativo característico, indesejável para o produto em questão, enquanto que a 20, 50 e 60°C, houve predominância de acético e propiônico.

Resumo

O arroz durante o beneficiamento pode fragmentar-se em pedaços menores, o que acarreta queda de rendimento e conseqüentemente menor valor na comercialização. Um dos processos utilizados para diminuir esta fragmentação é a maceração, que consiste

em colocar o cereal, em casca, em tanques com água. O grão absorve água até cerca de 30% , e em seguida é submetido à secagem. No Brasil, este processo é realizado em algumas indústrias, à temperatura ambiente (25 a 30°C). Embora se consiga melhor rendimento, em decorrência de fermentações que ocorrem, os grãos adquirem aroma e sabor anormais, que em alguns casos podem ser detectados mesmo no arroz comercializado. Neste trabalho, apresentamos a dosagem e identificação dos ácidos orgânicos de macerações de arroz realizadas a 20°C, 30°C, 40°C, 50°C e 60°C.

Summary

During the process of rice husking this can break up into small pieces. This fact causes a decline in the yield and a minor commercialization value. A technical process used to reduce that fragmentation is the soaking of rice, which consist in putting the cereal unhusk on the water tanks. The grain imbibes water (about 30%), after it is air-dried. In Brazil, this process is utilized in some industries at room temperature (25 – 30°C). Although a best yield had been obtained resulting from soaking, the grain getting off flavors, can be detectable in the commercial products. In this work the dosage and identification of the organic acids in soaking rice in 20, 30, 40, 50 and 60°C were established.

Literatura citada

1. BARBER, S. Recursos tecnológicos para el progreso de la industria arrocera española. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valência, 15(4):481-487, 1975.
2. BHATTACHARYA, K. R. Breakage of rice during milling and effect of parboiling. Cereal Chemistry, 46(9):478-485, 1969.
3. BOIN, C. Elephant (Napier) grass silage production effect of additives on chemical composition, nutritive value and animal performance. (Doctorate Thesis), Faculty of the Graduate School, Cornell University. 1975 215 fls.
4. CEREDA, M. P.; A. R. GIL e CUNHA, R. J. P. Estudo microbiológico da maceração do arroz (*Oryza sativa*). I. Efeito do processo de maceração sobre o beneficiamento do arroz. Turrialba 30(4):439-443. 1980.
5. CHERONIS, N. D. & ENTRIKIN, J. Identification of organic compounds London, ed. Interscience Publishers, 1963. 477 p.
6. GRISWOLD, R. M. Estudo experimental dos alimentos. São Paulo, Edgard Blücher, ed da Universidade de São Paulo, 1972
7. INFORMACÕES TÉCNICAS. Revista de Agroquímica y Tecnología Alimentar, Valência, 9:328, 1969.
8. JAMES, A. & MARTIN, A. J. P. Gas-liquid partition chromatography: the separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. Journal Biochemical, 50:679-690, 1952
9. KENI, N. L. Tecnología de los cereales. Trad. M. C. Catalán. Zaragoza, ed Acribia, 1971. 267 p.
10. Mc NAIR, H. M. & BONELLI, E. J. Basic gas chromatography. 5ª ed Consolid Printers, California, 1969 306 p.
11. WILSON, R. K. A rapid, accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage. Ruabura, Animal Research Institute, 6-12, 1971.

COMUNICACIONES

Acumulação de matéria seca e macronutrientes pela "Maniva Mãe" de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz).

Summary. This paper deals with the results obtained in the determination of dry matter and macronutrients in cassava setts in several periods of the life cycle of the plant. It was shown that setts had a three fold increase in dry matter till the end of the life cycle; accumulation started with the beginning of tuberization; macronutrient accumulation was similar in both cultivars used (Branca de Santa Catarina and IAC—Mantiqueira); with the exception of P and Ca. all of them after an initial decrease, followed approximately the curve of dry matter production. Nitrogen was the element whose content had most increased. It is suggested that the amounts of nutrients stored in the cassava setts should be taken into account when the requirements of the whole plant are estimated. The following average quantities in kg/ha, corresponding to a population of 16 666 plants, were found in the organ analysed: N = 14.0; P = 0.6; K = 3.8; Ca = 6.8; Mg = 2.0; and S = 0.4.

A mandioca é propagada vegetativamente através de pedaços de haste da planta, comumente denominados manivas, que permanecem vias e engrossam durante o desenvolvimento das plantas.

De modo semelhante as sementes verdadeiras, a maniva constitui o órgão de reserva que nutrirá o broto inicial, e dela dependerá, em grande parte, o seu vigor. Assim, desde que do mesmo diâmetro, manivas longas dão melhores resultados que manivas curtas por encerrarem mais reservas nutritivas e umidade (3). (2) verificou que a composição química é variável nas diferentes partes da haste e a produção de raízes é influenciada pela matéria seca, nitrogênio e potássio das manivas.

Com base nesses conhecimentos, e em face da escassez de literatura sobre o assunto, o presente trabalho teve por objetivo verificar alguns aspectos relacionados à acumulação de matéria seca e macronutrientes na "maniva mãe", em diversas fases do desenvolvimento das plantas.

Materiais e métodos

O experimento foi instalado em 18-07-1975 no Centro Experimental de Campinas, em área de latossolo roxo. As análises químicas deste solo são apresentadas no Quadro 1.

Foram usadas as cultivares Branca de Santa Catarina e IAC—Mantiqueira. As ramas, de aproximadamente um ano de idade, foram cortadas com serra circular, no tamanho de 25 cm, e plantadas pelo sistema comum, horizontalmente, a 10 cm de profundidade, no espaçamento de 1.00 x 0.60 m. As plantas receberam uma adubação básica de 40-80-60 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com dois tratamentos e quatro repetições, dispostos em parcelas subdivididas para sete épocas de amostragem.

A primeira amostragem foi feita por ocasião do preparo das manivas e as outras a intervalos regulares de 60 dias após o plantio, colhendo-se 3 "manivas mães" por repetição, de plantas considerados úteis.

Quadro 1. Resultados da análise química do solo do experimento*.

Profundidade cm	pH	M.O. %	Al ³⁺ Ca ²⁺ Mg ²⁺			K P	
			e.mg/100 ml I.F.S.A.			ug/ml I.F.S.A.	
0 - 20	4.9	3.4	0.3	1.2	0.5	76	2
20 - 40	4.9	2.8	0.5	0.7	0.3	38	1
40 - 60	5.2	2.6	0.2	0.8	0.3	26	1

* Análise efetuada pela Seção de Fertilidade do Solo, I.A.C.

Após a coleta as amostras foram lavadas, secas, pesadas e moídas segundo e (4). As análises químicas dos macronutrientes foram efetuadas na Seção de Química Analítica do Instituto Agrônomo, Campinas, SP, de acordo com os seguintes métodos: N, P e S pelo auto-analisador II Technicon, sendo o N por determinação colorimétrica da amônia pelo complexo de indofenol, o P, do complexo fosfovanadomolibdico e o S por turbidimetria; os teores de K, Ca e Mg foram determinados por fotometria de chama de absorção. Os métodos citados foram reunidos por e outros (1).

Resultados e discussão

A acumulação de matéria seca, concentração e quantidade de macronutrientes na "maniva mãe" das cultivares, em função da idade da planta, são apresentadas no Quadro 2.

De acordo com a análise da variância (Quadro 3), as cultivares apresentaram a mesma tendência de acumulação de matéria seca, diferindo apenas nas quantidades acumuladas. A "maniva mãe" da cultivar Branca de Santa Catarina acumulou mais que a IAC Mantiqueira. Este acúmulo, para ambas as cultivares, tornou-se evidente a partir dos 120 dias após o plantio, juntamente com o início da tuberização, sugerindo função semelhante às raízes tuberosas. O engrossamento da "maniva mãe", dentro desses limites, pode ser considerado um fato normal em contraste com o engrossamento excessivo causados por outros fatores.

Com relação aos nutrientes, a cultivar Branca de Santa Catarina acumulou mais P e Ca, em suas manivas, do que a IAC Mantiqueira, enquanto que não houve diferença estatística na acumulação de N, K, Mg e S. A interação significativa cultivar x época para N, P, Ca e S, evidenciou comportamento diferencial das cultivares em relação as épocas de acumulação desses nutrientes.

A queda observada na quantidade de nutrientes, até os 120 dias após o plantio, deve estar ligada à transferência destes para os brotos em formação. Após este período a "maniva mãe" passa a acumulá-los seguindo, de maneira geral, a curva de crescimento da matéria seca.

Os teores de Ca e Mg apresentaram pequena amplitude de variação durante o desenvolvimento das plantas; o K e o S decresceram progressivamente e o N e o P, após decréscimo inicial, aumentaram no final do ciclo. Estes resultados sugerem que dentre os elementos, o N e o P são translocados em maior escala de outras partes da planta, por ocasião da senescência.

A análise dos resultados, considerando 16 666 plantas por hectare, mostra que a extração de macronutrientes por este órgão (máximo acumulado observado menos a quantidade original) foram, respectivamente, 14.9, 0.5, 3.2, 9.2, 2.1, e 0.5 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg e S para cultivar Branca de Santa Catarina e 13.1, 0.7, 4.3, 4.4, 1.8 e 0.2 para a IAC Mantiqueira. Assim, estas quantidades acumuladas na "maniva mãe", pela participação ponderável, devem ser

Quadro 2. Acumulação de matéria seca (M.S.), concentração e quantidade de macronutrientes por "maniva mãe" em função da idade da planta*.

Cultivar	Dias após plantio	M.S.		ELEMENTOS**											
		g	%	N		P		K		Ca		Mg		S	
				mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Branca de Santa Catarina	0	32.5	0.73	235	0.074	24	1.03	334	0.75	243	0.19	61	0.073	24	
	60	32.0	0.69	225	0.073	19	0.95	304	0.71	230	0.18	53	0.072	23	
	120	34.1	0.63	217	0.087	30	0.74	249	0.73	250	0.19	66	0.077	27	
	180	67.1	0.75	503	0.084	55	0.77	515	0.77	517	0.18	121	0.077	53	
	240	96.1	0.86	829	0.085	83	0.55	527	0.69	659	0.18	169	0.053	51	
	300	90.4	1.24	1 127	0.093	86	0.55	502	0.87	798	0.21	187	0.054	49	
	360	93.2	1.08	1 001	0.107	97	0.52	483	0.80	740	0.19	180	0.053	50	
IAC Mantiqueira	0	27.2	1.15	312	0.074	20	1.15	314	0.77	209	0.28	75	0.128	35	
	60	27.1	0.89	242	0.047	13	1.04	281	0.64	175	0.27	72	0.119	33	
	120	27.5	0.57	157	0.042	12	0.85	232	0.60	165	0.28	75	0.118	33	
	180	54.2	0.58	315	0.042	23	0.99	538	0.44	239	0.19	104	0.080	43	
	240	76.6	0.78	595	0.053	40	0.75	575	0.56	431	0.22	168	0.064	49	
	300	74.6	1.47	1 097	0.078	58	0.66	500	0.63	472	0.23	174	0.063	47	
	360	77.0	1.32	1 013	0.081	62	0.64	495	0.55	419	0.24	181	0.060	46	

* Média de 4 (quatro) repetições

** Dados expressos em função da matéria seca

Quadro 3. Análise da variância para acumulação de matéria seca (M.S.), N, P, K, Ca, Mg e S, na "maniva mãe" das cultivares Branca de Santa Catarina e IAC Mantiqueira.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO						
		M.S.	N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos (B)	3	68.00	10 756.92	27.59	2 100.12	1 808.49	188.07	49.10
Cultivar (C)	1	1 885.00*	47 038.02	7 775.02**	132.07	502 175.16**	56.00	28.57
Resíduo (a)	3	59.60	6 428.02	18.21	7 592.98	5 088.92	339.91	56.05
Epoca (E)	6	5 979.70**	1 211 996.87**	5 558.95**	129 845.24**	286 884.99**	24 254.27**	882.77**
C x E	6	71.10	35 628.14**	428.65**	1 356.45	32 936.87	363.29	114.78**
B x E	18	105.20*	18 281.52**	58.16	6 258.13	6 023.59	586.31	64.22**
Resíduo (b)	18	44.30	4 376.03	31.83	4 179.13	14 298.77	299.70	26.09
Total	55	%	%	%	%	%	%	%
C.V. Res. (a)		13.4	14.4	9.6	20.9	18.0	15.3	18.7
C.V. Res. (b)		11.5	11.9	12.7	15.5	30.2	14.4	12.7

consideradas no cálculo da extração de nutrientes pela planta inteira.

Conclusões

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- A "maniva mãe" triplicou sua matéria seca até o final do ciclo e a acumulação acentuou-se com o início do período de tuberação;
- A acumulação de nutrientes foi semelhante para as duas cultivares, exceto para o P e o Ca;
- Após um decréscimo inicial, todos os nutrientes, de maneira geral, passaram a ser acumulados em função do aumento da matéria seca;
- As quantidades médias de nutrientes extraídos, em kg/ha, para uma população de 16 666 plantas foram: N - 14.0, P - 0.6, K - 3.8, Ca - 6.8, Mg - 2.0 e S - 0.4.

Resumo

São relatados e discutidos resultados sobre acumulação de matéria seca e macronutrientes pela "maniva mãe" de duas cultivares de mandioca, em diversas fases do desenvolvimento das plantas. Os dados mostraram que a "maniva mãe" triplicou sua matéria seca até o final do ciclo da planta e o início da acumulação coincidiu com o início da tuberação. A acumulação de nutrientes, exceto para o P e o Ca,

foi semelhante para as duas cultivares e todos eles. Após um decréscimo verificado no início do ciclo, acompanharam, de maneira geral, a curva de produção de matéria seca. O N foi o elemento mais acumulado.

Agradecimientos

Este trabalho foi realizado com auxílio financeiro do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (C.N. Pq.).

9 de agosto de 1979

J. O. LORENZI*
J. R. GALLO*
E. MALAVOLTA**
D. A. MONTEIRO*

* Pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Estado de S. Paulo, Brasil

** Prof. Catedrático do Departamento de Química, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, S. Paulo

Literatura citada

- BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C. e GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1978. 31 p (Circular 87).

2. ENYI, B. A. C. The effect of age on the establishment and yield of cassava setts. *Beitrage zur Tropischen und Subtropischen Landwirtschaft und Tropenveterinarmedizin*, 8(1): 71-75, 1970.
3. NORMANHA, E. S. e PEREIRA, A. S. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca. *Bragantia*, 10(7):179-202, 1950.
4. SARRUGE, J. R. e HAAG, H. P. Análise química em plantas Piracicaba, E. S. A. "Luiz de Queiroz", 1974. 52 p.

Rayado fino virus: detection in salivary glands and evidence of increase in virus titer in the leafhopper vector *Dalbulus maidis*

Sumario. El virus del rayado fino del maíz se detectó en las glándulas salivales de insectos transmisores (*Dalbulus maidis*) examinadas al microscopio electrónico. Por otra parte, utilizando la técnica serológica de ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) se evidenció un incremento gradual del virus en el cuerpo de los insectos después de su adquisición. Estos resultados unidos a la información existente sobre el comportamiento biológico del virus en el vector, típico de virus propagativos, son congruentes con la hipótesis de la multiplicación del virus del rayado fino en *D. maidis*.

Maize rayado fino virus (RFV) (4, 5) is transmitted by *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott in a persistent manner typical of viruses that multiply in their leafhopper vector. The existence of a long incubation period of 8-37 days, the retention of the virus through the moults, the lack of effect of abdominal punctures or remission by high temperature of transmission, have been considered as strong indirect evidence of a propagative cycle of the virus in *D. maidis* (3, 4, 5, 7, 9, 14). These characteristics are usually associated with propagative viruses (1, 13). Direct evidence of multiplication of RFV in *D. maidis* was still lacking.

The present paper reports the detection of the virus in the salivary glands of *D. maidis* by electron microscopy, and presents evidence of increase in virus titer in the insect's body. These results are compatible with the hypothesis that the virus multiplies in its insect vector.

Materials and Methods

The type strain of the virus (4) was used in this study and the transmission tests by *D. maidis* were performed as previously described (3). Antisera were produced by injecting rabbits with purified virus preparations (4, 5). The specific IgG fraction was purified by column chromatography through DEAE Sephadex A50, and used for the ELISA assay, which was performed with slight modifications as described by Clark and Adams (2). To determine the presence of virus and the increase in virus titer by ELISA, groups of 22 insects fed on infected plants for 24 hr were tested individually 2, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days after the acquisition feed. Single insects were macerated in 0.2 ml phosphate buffer saline, containing 0.5% Tween 20 and 4% bovine serum albumin. Viral protein concentration in a standard solution was determined as described by Lowry *et al.* (8), and a direct correlation was established between a serial dilutions of the standard and optical density at 405 nm. For electron microscopy young nymphs were exposed to infected plants for 24 hr and after an incubation period of 24 days at 22°C on healthy plants, the insects were dissected out and the salivary glands excised. The organs were immediately fixed, dehydrated and embedded in Spurr resin essentially as previously described (12). Sections were cut using glass knives with a Porter-Blum MT-2B Ultratome, double stained with uranyl acetate and lead citrate, and examined in a HU-12A Hitachi Electron Microscope.

Results and Discussion

The results of the ELISA test are summarized in Table 1. RFV was detected in leafhoppers on day 2 but not on day 5 and again on the subsequent days. This suggests that the viral antigens detected on day 2 represent virus accumulated in the insects during their acquisition feeding period, but the concentration of such ingested virus dropped to undetectable levels by day 5. The number of positive insects increased in the subsequent days, and appears to reach a peak on day 25 decreasing by day 30. A similar behaviour in the number of infective insects has been observed in previous studies with RFV (3). The number of viruliferous insects detected by ELISA is higher than the number of transmitters determined by infectivity tests (3, 7, 9). This suggests that some insects may acquire but never transmit RFV. After day 5, absorbance at 405 nm, and protein concentration, rise with increasing time after virus acquisition, reaching a peak by day 20 and 25, and dropping afterwards. The standard deviation of the absorbance, which may be considered relatively high on days 20 and 25, is due to values much higher than the average.

Table 1. Serological detection of maize rayado fino virus in *Dalbulus maidis*.

Days after* acquisition	Number of viruliferous** insects/insects tested	Absorbance at 405 nm (\bar{X})		Estimated protein **** concentration (ng.)
		Viruliferous	Healthy***	
Control	0/22		0.02 ± 0.02	0.0
2	8/22	0.15 ± 0.06		1.65
5	0/22	0.0		0.0
10	2/22	0.12 ± 0.02		1.32
15	2/22	0.12 ± 0.02		1.32
20	2/22	0.23 ± 0.13		2.46
25	5/22	0.17 ± 0.07		1.94
30	2/22	0.11 ± 0.02		1.19

* Healthy nymphs were given at 24 hr acquisition feed on infected plants and were tested individually by ELISA after the indicated incubation period.

** Insects positive by ELISA/insects tested.

*** Average absorbance of 15 healthy insects, not exposed to infected plants.

**** Viral protein concentration estimated as described by Lowry *et al.* (8).

The increase in absorbance could be explained by increase in virus titer due to replication in the leafhoppers. A similar virus growth pattern has been described for wound tumor virus, a prototype of viruses that multiply in their leafhopper vector (6, 11).

Virus particles were detected by electron microscopy in ascinar cells of the salivary glands of *D. maidis* (Fig. 1) exposed to infected plants but not in healthy insects. Virus aggregates were found in the cytoplasm of infected cells and correspond in size and shape to those observed in diseased leaves and purified preparations (4). Similar virus aggregates have been detected in parallel studies in the intestines and salivary glands of viruliferous *D. maidis* (E. W. Kitajima and R. Gámez, unpublished data). The presence of viral particles in cells of the internal organs may well be considered additional evidence of multiplication of RFV in its insect vector.

Based on the existence of a long incubation period and other characteristics of the virus-vector relationship, Gámez (3, 4) and others (5, 7, 9, 14) had suggested that RFV probably multiplied in *D. maidis* as it was transmitted in a manner typical of propagative viruses. The detection of increase in virus titer and the visualization of virus particles in the internal organs of *D. maidis* may be considered the first direct evidence of the existence of a propagative cycle of RFV in this insect.

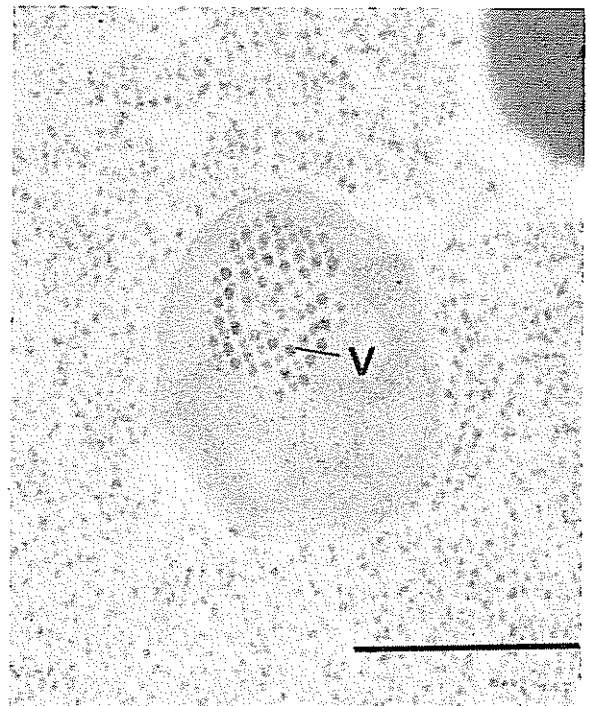


Fig. 1. RFV in the salivary glands of viruliferous *D. maidis*. Virus (V) aggregates were located in ascinar cells of the salivary glands within moderately dense membrane bound matrix. Bar is 0.5 μ .

The detailed description of the application of the ELISA test to RFV, and the results of further studies on the multiplication of RFV in *D. maidis* will be published elsewhere.

The results presented in this paper provide additional evidence in support of the hypothesis (4) that RFV and oat blue dwarf virus appear to represent a new group of small RNA viruses that propagate in their leafhopper vectors.

Note added in proof. In parallel and independent studies, the multiplication of RFV in its vector has been also demonstrated for an U. S. isolate of the virus (Gingery, R. E., D. T. Gordon and L. R. Nault. 1981. Purification and properties of a United States isolate of maize rayado fino virus. Unpublished).

Acknowledgments

This research was supported by grants from the Vicerrectoria de Investigación, Universidad de Costa Rica, and the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica. R. Gámez is a scientific fellow of CONICIT. We are grateful to the International Center for Research and Medical Training (LSU-ICRMT) for the facilities provided for the serological work, and to Dr. W. Ramírez for the dissection of the insects.

January 15, 1981.

CARMEN RIVERA*
Y. KOZUKA**
R. GAMEZ*

* Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria, Costa Rica.

** Unidad de Microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica.

References

1. BLACK, L. M. Biological cycles of plant viruses in insect vectors. In *The Viruses*, F. M. BURNET & W. M. STANLEY, eds. 1959. Vol. 2, pp. 157-185. Academic Press, New York.
2. CLARK, F. M. and ADAMS, A. N. Characteristics of the microplate method on enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology* 34:475-483.
3. GAMEZ, R. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays* L.) by *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. *Annals of Applied Biology* 73:285-292. 1973.
4. GAMEZ, R. Maize rayado fino virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 220, 4 pp. 1980.
5. GAMEZ, R. Rayado fino virus disease of maize in the American Tropics. *Tropical Pest Management* 26:26-33. 1980.
6. GAMEZ, R. and BLACK, L. M. Particle counts on wound tumor virus during its peak concentration in leafhoppers. *Virology* 34:444-451. 1968.
7. GONZALEZ, V. y GAMEZ, R. Algunos factores que afectan la transmisión del virus del rayado fino del maíz por *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. *Turrialba* 24:51-57. 1974.
8. LOWRY, O. H., ROSEBROUGH, N. J., FARR, A. L. and RANDALL, R. J. Protein measurement by the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193:265-275. 1951.
9. NAULT, L. R., GINGERY, R. E. and GORDON, D. T. Leafhopper transmission and host range of maize rayado fino virus. *Phytopathology* 70:709-712. 1980.
10. PANIAGUA, R. y GAMEZ, R. El virus del rayado fino del maíz: estudios adicionales sobre la relación del virus y su insecto vector. *Turrialba* 26:39-43. 1976.
11. REDDY, D. V. R. and BLACK, L. M. Production of wound tumor virus and wound tumor virus soluble antigen in the insect vector. *Virology* 30:551-561. 1966.
12. SHIKATA, E. and MARAMOROSCH, K. Electron microscopy of the formation of wound tumor virus in abdominally inoculated insect vectors. *Journal of Virology* 1:1 052-1 073. 1967.
13. SINHA, R. C. Viruses and leafhoppers. In *Viruses and Invertebrates*, A. J. GIBBS, ed. 1973. pp. 491-511. North Holland Publishing Company, Amsterdam.
14. WOLANSKI and MARAMOROSCH, K. Rayado fino virus and corn stunt spiroplasma: phloem restriction and transmission by *Dalbulus elimatus* and *D. maidis*. *Fitopatología Brasileira* 4:47-54. 1979.

Germinación de dos especies de Tiliaceas arbóreas de la vegetación secundaria tropical: *Belotia campbellii* y *Heliocarpus donnell-smithii*.

Abstract. Seeds were collected from two species of fast growing tropical pioneer trees from Mexico. The seeds were subjected to different conditions of temperature, light and storage. *Belotia campbellii* showed strong initial endogenous dormancy and high germination after periods of storage. The germination of *Heliocarpus donnell-smithii* was favored by high temperature, thermoperiod and previous heating. Both types of dormancy are discussed.

La acelerada destrucción de la vegetación primaria en las zonas tropicales húmedas está propiciando la proliferación de ciertas especies arbóreas de rápido crecimiento y ciclo de vida relativamente corto, cuya presencia en terrenos en barbecho, orillas de caminos, potreros pobremente manejados y zonas desforestadas no cultivadas imprime al paisaje una gran homogeneidad. La mayoría de estas especies son pobremente conocidas desde un punto de vista biológico, a pesar de ser elementos forestales muy abundantes en el trópico.

En publicaciones anteriores (1, 2, 3) se han presentado resultados de germinación, latencia y viabilidad con semillas de *Cecropia obtusifolia*, *Ochroma lagopus* y *Trema guineensis*.

En este trabajo se presentan algunos resultados obtenidos con dos especies muy comunes en el trópico cálido húmedo de México: *Belotia campbellii* Sprague y *Heliocarpus donnell-smithii* Rose, ambas pertenecientes a la familia Tiliaceae. Esta investigación fue efectuada como parte de los estudios para conocer los factores que regulan la germinación y establecimiento de árboles pioneros en condiciones naturales.

Materiales y métodos

Las semillas fueron colectadas durante 1977 y 1978 en la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, Ver., México, y en sus cercanías. Se utilizó una mezcla de semillas de por lo menos tres árboles por especie para los experimentos. Estos se realizaron en los laboratorios de la propia Estación de Biología, ubicados en la Ciudad de México, empleando semillas recién colectadas o almacenadas durante 6 meses a año y medio en bolsas de papel mantenidas a la temperatura y humedad ambientales. Las pruebas de germinación consistieron en sembrar 200 semillas por tratamiento en cuatro cajas de Petri de vidrio, sobre agar al 1% en agua destilada. Se utilizaron los siguientes tratamientos térmicos: temperatura ambiente del laboratorio, y temperaturas constantes y fluctuantes obtenidas en cámaras de crecimiento I-18L de "Controlled Environments". Las temperaturas constantes fueron: 26°C, 36°C y termoperío-

dos de 26°C por 16 horas, y de 36°C por 8 horas. Algunas muestras de semillas se trataron con calentamientos de 60°, 80° y 94°C utilizando agua caliente durante un minuto antes de proceder a sembrarlas.

También se llevó a cabo una prueba de germinación en el campo comparando el termoperíodo que se presenta en un suelo desnudo y en el de una selva alta perennifolia no alterada. Este experimento se efectuó simplemente colocando sobre el suelo las cajas de Petri ya sembradas y registrando las temperaturas en su interior por medio de un teletermómetro.

B. campbellii fue tratada con ácido giberélico, 250 ppm en el agar.

Resultados

Los resultados de todas las pruebas se presentan en el Cuadro I.

B. campbellii produce semillas anemócoras que presentan latencia endógena, la cual desaparece gradualmente después de seis meses de almacenamiento (Fig. 1). Los tratamientos térmicos y el ácido giberélico no modifican el proceso de desaparición de la latencia. Las temperaturas altas disminuyen la capacidad germinativa de las semillas. En condiciones de laboratorio las semillas de *B. campbellii* no son fotoblásticas.

Las semillas de *H. donnell-smithii* aumentan su capacidad inicial de germinación cuando se encuentran sometidas en forma continua o alternante a temperaturas superiores a 30°C. Los calentamientos previos también las estimulan. Después de períodos de almacenamiento la capacidad de germinar aumenta con las temperaturas más bajas. Existe en esta especie una leve diferencia significativa entre la germinación en luz y oscuridad. Sobre suelo desnudo las semillas recién colectadas aumentaron notablemente su por ciento de germinación.

Discusión

De los resultados obtenidos en este trabajo es posible pensar que *B. campbellii* y *H. donnell-smithii* son árboles pioneros heliófilos cuyas semillas pueden persistir en el suelo y germinar cuando existen condiciones propicias para el establecimiento. La germinación de *B. campbellii* aumenta con el tiempo transcurrido desde el momento de su producción, lo cual puede propiciar su acumulación en el banco de semillas del suelo, permitiendo que se encuentren semillas viables al presentarse condiciones propicias para el

Cuadro 1. Por ciento de germinación en luz y obscuridad a los 30 días de la siembra. (Resultados en todas las pruebas de germinación. Las líneas corresponden a experimentos no efectuados).

Tratamientos		<i>B. campbellii</i>		<i>H. donnell-smithii</i>	
		luz	obscuridad	luz	obscuridad
a)	Semillas nuevas				
	I. ambiente	0	1	1	1
	26°C	5	4	16	11
	36°C	0	0	90	82
	26°C Ac giberélico 250 ppm	—	—	10	12
	26°C, 16 h-36°C, 8 h	3	3	86	80
	Termoperíodo natural	5	—	94	—
	Pretratamiento de calor				
	60°C 1 minuto	3	—	80	—
	80°C 1 minuto	0	—	86	—
	94°C 1 minuto	0	—	53	—
b)	Semillas almacenadas, germinación a 26°C				
	182 días	12	12	18	15
	365 días	55	56	73	64
	547 días	70	70	80	—
	26°C, 16 h -36°C, 8 h				
	182 días	12	—	94	—
	365 días	54	—	95	—
	547 días	73	—	95	—

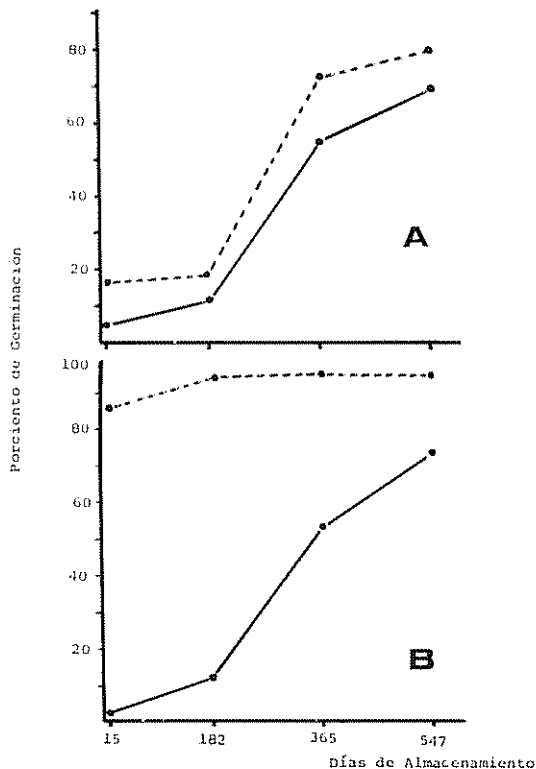


Fig 1 Gráficas que muestran el incremento en el por ciento de germinación en relación con el tiempo de almacenamiento. La gráfica A indica germinación a 26°C y la gráfica B germinación a 26°C 16 horas y 36°C 8 horas. La línea continua corresponde a *B. campbellii* y la línea discontinua es la de *H. donnell-smithii*

establecimiento de la especie. En el caso de *H. donnell-smithii* el calentamiento del suelo producido por la insolación directa del sol sobre un suelo desnudo, puede disparar la germinación de las semillas cuando existen condiciones adecuadas para el establecimiento de esta especie. La latencia, ya sea endógena o regulada por la temperatura es una característica que permite entender el éxito de ambas especies en condiciones de perturbación

Resumen

Se colectaron semillas de dos especies de árboles pioneros de rápido crecimiento, característicos del trópico húmedo de México. Sus semillas fueron sometidas a diversos tratamientos de temperaturas, luz y tiempo de almacenamiento. *Belotia campbellii* presentó latencia endógena inicial y germinación alta después de períodos de almacenamiento. La germinación de *Heliocarpus donnell-smithii* fue favorecida por temperaturas altas, y por termoperíodos y calentamientos previos a la siembra. Se analizaron ambos tipos de latencia.

7 de noviembre de 1980

CARLOS VAZQUEZ-YANES
DEPTO. DE BOTANICA
INSTITUTO DE BIOLOGIA, UNAM
APARTADO POSTAL 70-233
MEXICO 20, D. F.

Referencias

- 1 VAZQUEZ-YANES, C Studies on the germination of seeds of *Ochroma lagopus* Sw Turrialba 24(2):255-263 1971
- 2 VAZQUEZ-YANES, C Germination of a pioneer tree (*Trema guineensis* Ficahlo) from Equatorial Africa Turrialba 27(3):301-302 1977
- 3 VAZQUEZ-YANES, C Notas sobre la ecofisiología de la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol Turrialba 29(2):147-149 1979

RESEÑA DE LIBROS

MARTINUS NIJHOFF Publishers. The Hague/Boston/London. Journal: Fertilizer Research, and international journal on fertilizer use i (I), 1980.

Fertilizer Research es una revista nueva destinada a proporcionar una amplia cobertura de investigación relacionadas y conectadas con fertilizantes y su uso en todas las regiones del mundo. Además del tópico indicado también dará cobertura a trabajos relacionados con producción animal y de cultivos; calidad de producción y medio ambiente; y le dará prioridad a trabajos originales

La revista se publica en Holanda bajo un formato adecuado y con la siguiente estructura:

- La primera página contiene la nómina del Consejo editor.
- A continuación se detallan las instrucciones a los Autores con las especificaciones para la presentación de sus trabajos en los diferentes capítulos asignados
- Luego, y ya constituyendo el cuerpo de la revista, se presentan los artículos científicos aprobados para su publicación. En el presente número se publican 4 artículos de real interés; dos de ellos relacionados con la producción de pasturas, uno

con producción de cultivos alimenticios y uno con aspectos técnico-industriales

Los textos de estos artículos están muy claramente impresos, con mucha nitidez, facilitando su lectura.

- En su parte final dedica tres páginas a la promoción de libros de reciente publicación u otras publicaciones relacionadas con el campo agrícola
- Cerrando la revista se da la información referente al costo de suscripción, cuatro números por año, por el equivalente de US\$ 63 00, más US\$ 10.00 para franqueo
- En la parte externa de la contratapa se presenta la Tabla de Contenido del número actual y los títulos de los artículos contenidos en el siguiente número.

En resumen, se trata de una revista bien presentada y constituye un buen aporte de información para aquellos investigadores y técnicos en general en el área de los fertilizantes.

RUFO BAZAN
 INSTITUTO INTERAMERICANO DE
 COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
 SAN JOSE, COSTA RICA

TROCHAIN, J. L. *Ecologie Végétale de la Zone Intertropicale non Desertique* Toulouse, Université Paul Sabatier, 1980. 468 p.

Esta es la obra póstuma de uno de los más prestigiados ecólogos europeos dedicados a asuntos intertropicales. Casi medio siglo de trabajo, especialmente en África tropical del profesor Trochain y de sus colegas contemporáneos se reflejan en esta obra. Los largos años dedicados por el profesor Trochain a la enseñanza hacen que este libro sea sumamente didáctico: varias generaciones de agrónomos, biólogos, botánicos y ecólogos fueron los que en su calidad de estudiantes y discípulos hicieron el "Test" de varios de los capítulos presentados.

Vale la pena señalar que el profesor Trochain falleció a fines de 1976, cuando prácticamente había finalizado la redacción de la obra. Sus discípulos y colaboradores próximos F. Blasco y H. Puig en base a anotaciones dejadas por el autor aseguraron la edición final del texto, contando con la colaboración del profesor J. Lebrun, emérito de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica.

La obra, tal como su título lo indica, no pretende cubrir la totalidad de los aspectos de la cubierta vegetal de la región intertropical. Excluye las zonas verdaderamente desérticas e hiperáridas, así como las de vegetación acuática continental no climática, y una excepción muy importante se hace a los tipos de vegetación de manglar dado su interés científico y económico.

El esquema de presentación de la obra sigue un esquema clásico para este tipo de trabajos, se inicia con la definición de términos del léxico ecológico y fitogeográfico, sigue con la presentación de las características diferenciales de los principales factores ecológicos que actúan en forma preponderante en el mundo intertropical, lo que lleva al estudio de la vegetación en relación a los factores bioclimáticos, cubriendo una secuencia desde las zonas hiperhúmedas hasta la hiperáridas.

El libro se inicia con una introducción (p. 15-29) en la que se definen varios términos "clave", como ecología vegetal, tipo de vegetación, climax, formación vegetal, biocenosis, ecosistema, y medio ambiente, intertropical y tropical, entre otros términos. Esta introducción necesaria permite aclarar la terminología y da suficiente perspectiva para analizar los puntos de vista de varios prestigiosos autores sobre definiciones de base.

La primera parte del libro (p. 33-136) es dedicada al estudio de las características ecológicas del mundo intertropical, se inicia (capítulo I) con un análisis de-

tallado de los factores ecoclimáticos: luz, calor y agua. En cada caso se da un contexto global de la zona intertropical, para pasar luego a un análisis diferencial para zonas de baja y elevada altitud, concluyendo con un ordenamiento de tipos ecoclimáticos de vegetación. Esta parte continúa (capítulo II) con el estudio de los factores edáficos, siguiendo con el análisis de factores bióticos (capítulo III) en el que se destaca la acción del hombre sobre la vegetación, especialmente por medio del fuego.

La segunda parte de la obra (p. 139-292) se dedica a la sinecología vegetal de zonas cálidas de baja altitud más o menos húmedas. La primera sección de esta parte del libro se concentra en zonas de llanura ecuatorial hiper y perhúmeda, tratando los bosques húmedos densos primarios intertropicales (capítulo IV), finalizando con un análisis (capítulo V) de los procesos de recuperación de esta vegetación cuando ha sufrido destrucción natural ("secondarisation").

El libro sigue en su desarrollo con el tratamiento de los tipos de vegetación edáfica (capítulo VI) en que se estudian los bosques densos helófilos, es decir los que se desarrollan en un sustrato temporal o permanentemente humedecido, los bosques densos ripícolas (aquellos localizados bordeando las márgenes de los cursos de aguas), los bosques de manglar, y se finaliza con una presentación de tipos de vegetación localizados en suelos con débil capacidad de retención de agua.

La segunda sección de la segunda parte del libro (p. 259-292) se dedica a la zona de llanura tropical húmeda y subhúmeda, en la cual se aborda técnicamente a los bosques densos secos de baja altura (capítulo VII) y a los bosques claros y sabanas boscosas (capítulos VIII).

La tercera parte del libro (p. 295-368) se dedica a la sinecología vegetal de zonas de baja altura más o menos áridas. En esta parte se hace un tratamiento de las sabanas (bioclima tropical subárido) (capítulo IX) en el que se discutieron los problemas del fuego, de los suelos y de la fitomasa y productividad de estos tipos de vegetación. Asimismo se analiza (capítulo X) los tipos de vegetación de pseudo estepas (bioclima tropical árido) siguiendo un tratamiento similar al del capítulo anterior.

La cuarta y última parte de la obra (p. 369-434) es de gran interés para los países andinos, trata de la ecología vegetal de las zonas altas intertropicales. El capítulo XII analiza la zonificación altitudinal de la vegetación presentando varios ejemplos americanos para explicar estas situaciones.

El libro finaliza con una síntesis y conclusión escrita por el profesor J. Lebrun (p. 435-439) y una

extensa y rica bibliografía de casi 700 citas. Además la obra cuenta con más de 120 figuras, gráficos y mapas que aumentan su valor pedagógico

En síntesis, el libro en cuestión es una excelente obra que presenta los conocimientos fitoecológicos esenciales que se tienen, actualmente, para la zona intertropical del globo. Su objetivo, como lo señala el profesor J. Lebrun, no es hacer un alarde de erudición, sino más bien ofrecer una selección de temas con fines pedagógicos.

Por tales razones, recomendamos su lectura a toda persona interesada en el estudio de la zona intertropical y muy especialmente a aquellas interesadas en el estudio de su vegetación y sus ecosistemas. Ojalá que para beneficio de los lectores de América Latina muy pronto se pueda disponer de una traducción al castellano.

JORGE M. MONTOYA
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA

ANDREW, C. S. and KAMPRALH, E. J. Ed. Mineral Nutrition of Legumes in Tropical and Subtropical Soils. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Melbourne, Australia. 1978. 415 p.

En el mes de enero de 1978, se llevó a cabo en Brisbane, Australia, una reunión con el objeto de examinar problemas relacionados con la nutrición de las leguminosas en áreas tropicales y subtropicales. En el volumen que comentamos se presentan, organizados en cinco secciones, los principales trabajos discutidos en la reunión.

En la primera sección, referida a las características de los suelos tropicales y subtropicales, se comienza por hacer una descripción general de los suelos predominantes en la amplísima región comprendida entre las latitudes de 30 grados norte y sur, con más de 500 milímetros anuales de lluvia; allí predominan los Alfisoles seguidos por Entisoles, Inceptisoles, Ultisoles, Vertisoles y Oxisoles, aunque (dice el autor del trabajo introductorio) en África y América del Sur parecen predominar los Oxisoles. Luego, se discute la minerología de dichos suelos caracterizados, en general, por la presencia de arcillas de baja actividad, y se desemboca en un examen de las características químicas de algunos suelos ácidos australianos, tropicales y subtropicales.

En la segunda sección se analizan las interacciones leguminosa-suelo. Se inicia con un trabajo sobre los factores que afectan el crecimiento de estas plantas en suelos de baja fertilidad, en los trópicos y subtropicos; se destacan la alcalinidad-salinidad y el "síndrome asociado con las condiciones de acidez del suelo" como las toxicidades más importantes para las leguminosas que crecen bajo estas condiciones, y se advierte que estas plantas son más susceptibles que otras (especialmente más que las gramíneas) a factores edáficos; luego se pasa al campo más específico de la influencia de la nutrición nitrogenada en la absorción de iones y su traslocación por las leguminosas; las reacciones químicas que afectan la disponibilidad de micro-nutrientes en los suelos; la nutrición fosfórica en los trópicos; los efectos de las toxicidades por aluminio y magnesio en las leguminosas y la relación de la cal con la toxicidad por aluminio.

La sección tercera se refiere a la relación *Rhizobium-leguminosa* y allí se discute el efecto de la acidez del suelo sobre la nodulación (ésta es claramente sensible al bajo pH y a la deficiencia del calcio); las limitaciones que la nutrición mineral de las plantas puede originar en el crecimiento y sobrevivencia del *Rhizobium*, en la infección de las raíces por la bacteria nitrificante y en el desarrollo de los nódulos, lo mismo que sobre el funcionamiento de éstos y el propio crecimiento de las plantas. En la parte final de esta sección, se presenta un trabajo sobre la nutrición fosfórica en leguminosas forrajeras tropicales.

La sección cuarta se refiere al diagnóstico de los desórdenes nutricionales y la disponibilidad de nutrientes; y la quinta y última sección tiene que ver con la fertilización de suelos ácidos altamente meteorizados.

Es encomiable el esfuerzo que representa este volumen, como contribución al estudio de un tema tan importante como el que sirvió de guía a la reunión, en donde fueron presentados los trabajos que comentamos. Sin embargo, cabe señalar la poca participación de técnicos y científicos de las regiones tropicales de América Latina, África y Asia y por contraste la participación predominante de profesionales australianos que junto con unos pocos norteamericanos (de Estados Unidos) constituyeron la totalidad de los participantes. Como es lógico en estas circunstancias, las referencias a América Latina (la región que nos interesa particularmente) son casi anecdóticas y hechas a un nivel de generalización pasmoso. Faltó, además, un elemento integrador a través de cuya influencia se hubiera organizado el material para darle una mayor coherencia, de manera que no fuera un mosaico de trabajos, sino un conjunto articulado. Faltó también un mayor esfuerzo en lo relacionado con conclusiones y recomendaciones que, dado el alto nivel de los participantes, habrían podido ser muy útiles.

para el uso general de los interesados en la nutrición de las leguminosas, particularmente las forrajeras, en las regiones tropicales. Cabe señalar, desde un ángulo positivo, la buena calidad de casi todos los trabajos, los cuales sin duda representan en su gran mayoría, aportes a la clarificación de aspectos de mucha importancia conectados con el crecimiento de las leguminosas en las regiones tropicales y subtropicales

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA

NOYES, R. Small and Micro Hydroelectric Power Plants; Technology and Feasibility Park Ridge, N. J., Noyes Data Corporation, 1980 457 p (Energy Technology Review No. 60)

El aumento continuado en el precio de los combustibles, el costo cada vez más alto de las instalaciones termoeléctricas y las crecientes preocupaciones por los riesgos de contaminación ambiental, que no han sido aún adecuadamente superados en las plantas nucleares, han inducido a buscar nuevas fuentes alternativas de energía y a estudiar también, con más cuidado, muchos proyectos hidroeléctricos antes descartados, ignorados o abandonados, lo mismo que a aprovechar más integralmente, con instalaciones complementarias, viejos proyectos en operación, o a propiciar el desarrollo de plantas muy localizadas, aunque también muy pequeñas, para la producción de energía hidráulica

El nuevo libro de la Noyes, que ahora reseño, describe en forma resumida, pero completa y suficientemente elaborada, los procedimientos metodológicos, necesarios para estudiar la factibilidad técnica, económica y financiera de pequeños proyectos hidrológicos, clasificados en las categorías arriba señaladas. En el libro se consideran como plantas pequeñas, aquellas que generan menos de 15 000 kilovatios y se designan como microplantas, aquellas que generan menos de 100 kilovatios. El texto —que se presenta dividido en cuatro partes— ha sido elaborado con base en cuatro documentos, tres de ellos preparados por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América y uno elaborado por el Centro Nacional de Tecnología Apropiada. Todos ellos fueron completados en 1979 por encargo del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América.

La primera parte, se refiere al potencial de los recursos disponibles de los Estados Unidos de América para el desarrollo y aprovechamiento de pequeñas instalaciones hidroeléctricas. Se inicia esta sección explicando la metodología adoptada para el estudio, cuyos resultados aparecen resumidos en dos cuadros y dos mapas, en donde se desagrega para cada Estado la capacidad hidroeléctrica total existente, el incremento potencial posible y las existencias aún no desarrolladas.

La segunda parte, que es la más densa y extensa del libro, se refiere a los estudios de factibilidad para la generación de energía hidroeléctrica en proyectos clasificados como pequeños. En esta parte, se resumen los seis volúmenes de un manual o guía técnica, preparada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército, cuyo interés temático se refiere a lo siguiente: aspectos generales de los estudios y guía para el análisis de casos; análisis económico y financiero, con explicación de criterios y procedimientos para estudiar el mercado y la valoración de la energía; estudios hidrológicos, en donde se explican las investigaciones necesarias para evaluar la integridad de las represas y el potencial energético adicional aprovechable; integridad de las facilidades existentes, con el señalamiento de guías para evaluar las condiciones y posibilidades del sitio en que pudieran ubicarse instalaciones adicionales; aspectos electromecánicos, donde se describen los criterios de selección y las características operacionales de diferentes tipos de plantas hidroeléctricas pequeñas, siendo el volumen final sobre las obras civiles, en donde se dan guías para elaborar los diseños preliminares y para determinar los costos de las obras civiles y el equipo requerido. Esta sección está ilustrada y completada con varios ejemplos y con 122 figuras y 50 tablas.

La parte tercera trata sobre el equipo necesario para la instalación de plantas hidroeléctricas pequeñas. Aquí se describen diferentes clases de turbinas para cargas de poca elevación, como las turbinas francis y las turbinas de propulsión, y se dan los nombres y direcciones de fabricantes que producen "unidades completas" de estos tipos, listas para su fácil instalación en el sitio elegido. Se describen también unidades de bulbo, turbinas Ossberger de flujo transversal y el tipo Straflo, con generador de rotación periférica. También se indican nombres y direcciones de fabricantes de estos tipos, y la sección se completa con 28 ilustraciones

La cuarta parte, se refiere a los procedimientos que se recomienda seguir en forma metódica, para determinar la factibilidad de proyectos hidroeléctricos muy pequeños a base de microturbinas. Como el texto de esta sección está dirigido al hombre común, su redacción ha sido hecha en términos muy simples y con gran sentido pedagógico, incluyendo ilustraciones

pictóricas y monogramas, que permiten a gentes no especializadas, a base de un estudio secuencial, determinar la factibilidad técnica, legal, económica y financiera de microproyectos para la generación de electricidad, aprovechando cauces naturales de poco caudal o de poca caída. Esta sección se complementa con 17 figuras y dos tablas.

ENRIQUE BLAIR
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA

PRITCHETT, W. Properties and management of forest soils, John Wiley & Sons, New York, 1979, 500 p.

El libro del profesor Pritchett sobre las propiedades y manejo de suelos forestales es el resultado de una gran experiencia del autor como miembro de la Universidad de Florida y sus viajes frecuentes a todos los ámbitos forestales del mundo.

El libro está dividido en dos partes, la primera relacionada con las propiedades de los suelos forestales y la segunda con su manejo silvicultural e implicaciones.

En la primera parte del libro, en los capítulos iniciales, el autor define el concepto de "suelo forestal" para diferenciarlo del suelo en general y además describe los suelos forestales en los diferentes ecosistemas del mundo. Los capítulos siguientes de esta primera parte están dedicados a describir las propiedades de los suelos, dentro de las cuales la capa de mantillo recibe una atención especial, siguiendo los temas sobre las propiedades biológicas, físicas y químicas. El ciclo del agua, la distribución de las raíces y las micorizas son tópicos tratados en capítulos separados. Y finalmente con mucho detalle y precisión, se presentan los ciclos biogeoquímicos de los elementos en los ecosistemas forestales, con las fuentes de ganancia y pérdida y las implicaciones silviculturales correspondientes. Esta primera parte del libro culmina con la descripción de la calidad del sitio forestal.

Para introducir la segunda parte sobre el manejo silvicultural de los suelos forestales, el autor trata en primer lugar las diferentes formas de uso del suelo y su clasificación. En los capítulos subsecuentes, trata los aspectos de las deficiencias minerales, fertilización, correcciones y sus implicaciones con

respecto a la producción, y cambios en los suelos y aguas. En capítulos separados de esta misma segunda parte, se describen los problemas del manejo de dunas, ciénagas, suelos denudados y erosionados y el uso de pesticidas. Los últimos capítulos están dedicados al fuego y sus consecuencias en el suelo y en plantaciones forestales, y finalmente aborda el manejo del suelo a largo plazo en la producción forestal.

El autor indica haber orientado el libro a los estudiantes avanzados y a los forestales prácticos, sin embargo la obra tiene una magnitud y cantidad tal de detalles, que sobrepasa la intención original de su alcance, resultando una obra de consulta para todos los especialistas que trabajan en la ciencia del suelo y asuntos forestales. La presentación de los datos, cuadros y figuras es adecuada y la compilación de la literatura muy completa y detallada.

H. W. FASSBENDER
FACULTAD TECNICA FORESTAL
GOTINGA, ALEMANIA OCCIDENTAL

PAUL, J. K. ed. Large and Small Scale Ethyl Alcohol Manufacturing Processes from Agricultural Raw Materials Park Ridge, N. J., Noyes Data, 1980. 576 p. (Chemical Technology Review No. 169 Energy Technology Review No. 58).

Este nuevo libro de las Noyes Data Corporation, aparece en forma muy oportuna, en circunstancias en que para buscar solución a la creciente escasez y la consecuente carestía del petróleo, se buscan afanosamente vías alternativas para la obtención de combustibles líquidos, útiles para el transporte automotor. En sus 576 páginas, con numerosos cuadros y muchas ilustraciones, se describen varios procesos técnicos para la producción de alcohol etílico y se hace la evaluación económica de dichos procesos, en plantas de gran tamaño, del orden de los 100 millones de galones por año, y en instalaciones pequeñas de unos 25 galones por día.

La producción de alcohol, a base de productos de origen vegetal, deja también algunos subproductos de gran interés económico como el llamado "grano seco de las destilerías", que por su gran riqueza proteínica, se utiliza ventajosamente en la elaboración de alimentos concentrados para animales. El aprovechamiento de estos subproductos, puede contribuir a reducir el precio del etanol producido por medio de los procesos que aquí se describen.

El libro se divide en cuatro partes, derivadas de cuatro documentos recientes, preparados por igual número de firmas consultoras especializadas, para el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América.

La primera parte contiene un estudio encaminado a evaluar la factibilidad técnica y económica de una instalación diseñada básicamente para producir 50 millones de galones de etanol por año. El estudio incluye el diseño detallado del sistema, un estimativo de la inversión requerida, un análisis detallado de los costos de operación, utilizando maíz como materia prima, y un análisis financiero completo que permite determinar el posible precio de venta, considerando una tasa de retorno del 15% para el inversionista. Se analizan además, los posibles efectos económicos que se obtendrían al adoptar escalas de producción entre 10 y 100 millones de galones por año; al utilizar diferentes materias primas como trigo, sorgo en grano y sorgo dulce, y al sustituir como combustible los tallos de maíz por carbón mineral.

La segunda parte estudia, en forma preliminar, la factibilidad económica de un proceso diseñado para producir alcohol etílico carburante, a base de la paja del trigo, utilizando el procedimiento de la hidrólisis enzimática. Con base en estudios previos, se describe una planta para producir 25 millones de galones de etanol, con 95% de pureza por año. El diseño incluye una descripción de los materiales y un balance de energía, así como las especificaciones y tamaño de los principales componentes del proceso, lo mismo que estimativos sobre el monto de la inversión necesaria, los costos de operación y el posible precio del producto final.

La parte tercera describe todo el proceso tecnológico ya conocido para la producción de alcohol a base de melasas. En ella se explican las características técnicas de una planta con capacidad para producir 14 millones de etanol, con 95% de concentración por año, y se evalúa su factibilidad económica. Además, se presenta un estudio financiero para determinar la inversión inicial requerida, los costos de operación y el precio final del producto.

Finalmente, la cuarta parte constituye una guía, que en seis capítulos describe la situación actual y las posibilidades de producir alcohol carburante, al nivel de la finca, utilizando productos o subproductos agrícolas a base de plantas pequeñas, de unos 25 galones de producción por día. La guía describe procedimientos e incluye formularios para estudiar y decidir sobre la posibilidad y conveniencia de montar una instalación de este tipo. También suministra información adicional sobre materias primas alternativas, componentes del sistema de producción y condiciones de operación. Esta última parte del libro aparece complementada con siete apéndices que dan información sobre los siguientes temas: Legislación sobre Producción y Distribución del Etanol, Obtención del Permiso de Fabricación, Consideraciones Ambientales, Características generales del Etanol y las Materias Primas para su Fabricación, Firmas y Agencias de Consulta e Información, Bibliografía y Glosario de Términos.

ENRIQUE BLAIR
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA