

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 33

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1983

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 33(1)1-102

<i>Determinación del potencial agroclimático para la producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Costa Rica (en español)</i> Oscar E. Rojas, Michel Eldin	1
<i>Supervivencia reproductiva de la oveja enana del Africa Occidental y de cabras en Nigeria bajo un sistema de manejo intensivo (en inglés)</i> O. Chiboka	11
<i>Fertilización potásica de papa (Solanum tuberosum L.) en cultivo bajo riego (en español)</i> J. C. Lucero, J. C. Silenzi, M. Verdoljak, C. Andreoli	17
<i>Estructura y funcionamiento de un bosque pluvial del proyecto internacional del ecosistema amazónico: Datos preliminares sobre crecimiento y regeneración natural en un estudio piloto (en inglés)</i> J. Heuvel dop, M. Neumann	25
<i>Estudio comparativo de cultivares de repollo (Brassica oleracea L. var. capitata L.) para la producción de chucrute. ácidos orgánicos (en portugués)</i> J. Santo Goldoni, I. A. Bonassi	39
<i>Residuos, degradación y persistencia del fungicida maneb en patatas, en Costa Rica (en español)</i> Vera Diez, Manuel A. Constenla	47
<i>Actividad reproductiva de tres cultivares de soya, por sección de la planta y estadios de desarrollo (en portugués)</i> Enio Marchezan, José Antonio Costa	55
<i>Valor nutritivo de la proteína y el aceite de semillas de hule (Hevea brasiliensis) (en inglés)</i> R. Bressani, L. G. Elias, T. Ayuso, O. Rosal, J. E. Braham, J. Zúñiga	61
<i>Actividad fijadora de N₂ (C₂H₄) en 17 variedades de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) en condiciones de campo (en inglés)</i> Guillermo Castilleja, G. Joann P. Roskoski	67
<i>Enfoque fisiológico del concepto "tipo de planta" de algodón (en inglés)</i> J. G. Bhatt	73
<i>Incidencia de Azospirillum en algunas gramíneas del trópico subhúmedo cálido de México (en español)</i> J. Caballero, Maria Valdes S.	83
COMUNICACIONES	89
<i>Anillos anuales de crecimiento en cafetos (Coffea arabica L.) y sus usos potenciales (en español)</i> Patricia Gerez F., Charles M. Peters	89
<i>Helmintos parásitos de la ganadería de Jamaica (en español)</i> D. A. P. Bundy, F. C. M. Alexander	91
<i>Investigación del grado de infestación de la chinche gris de algodón Oxycarenus laetus Kirby (Lygaeidae: Heteroptera) (en inglés)</i> K. Thangavelu	94
<i>Frecuencia de aparición y distribución geográfica de nematodos asociados con Theobroma cacao en Nigeria (en inglés)</i> Stephen O. Afolami, Fields E. Caveness	97
<i>Notas y comentarios</i>	102
<i>Reseñas de libros</i>	16-23-54-71



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

DETERMINACION DEL POTENCIAL AGROCLIMATICO PARA LA PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN COSTA RICA¹ /

OSCAR E. ROJAS*
MICHEL ELDIN**

Summary

The agroclimatic potential of sugar cane is defined by estimating a production function for dry matter, performing a rainfall frequential analysis, and calculating a climatic ripening index. This requires the use of data on temperature (daily and diurnal), precipitation (daily) and solar radiation (daily). Climatic data from five weather stations representing the major physical-geographic regions of Costa Rica was used in this study. In addition, the growing seasons and optimal harvest times were determined.

Introducción

La incertidumbre y el riesgo siguen siendo en la actividad agrícola dos limitantes constantes, que desestimulan la inversión e impiden el desarrollo de este sector productivo. A la vez dificultan las decisiones a tomar dentro de las empresas agropecuarias, en los aspectos económicos de qué producir y cómo producir. Las respuestas a estas dos preguntas dependerán definitivamente de los recursos naturales y humanos con que se cuente. Trabajos tales como la caracterización agroecológica de áreas y la zonificación de cultivos tienen como objetivo disminuir la incertidumbre y cuantificar el riesgo; además suministran información ecológica

suficiente para un mejor aprovechamiento u optimización de los recursos naturales existentes (suelo, agua, condiciones climáticas, etc.). Lo anterior evidencia la importancia de este tipo de instrumentos a la hora de formular planes y programas de carácter agrícola, en sus niveles macro y microeconómico.

El propósito del presente artículo, es aportar algunas ideas en torno a la utilización de estudios agroclimáticos; en este caso referidos específicamente al cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. Aunque únicamente se presenta a manera de ejemplo un análisis puntual o por estación meteorológica, este constituye un interesante punto de partida para obtener un trabajo más detallado como es propiamente la zonificación del cultivo en el país.

Relación Clima-Caña de Azúcar

La caña de azúcar para su cultivo está limitada fundamentalmente por dos componentes ecológicos, el clima y el suelo, comportándose el primero en forma regular en todas las áreas cañeras del mundo, mientras el segundo, o sea, el tipo de suelo puede ser variable

El clima para la caña de azúcar se presenta como el factor determinante en cuanto a rendimiento se refiere. Esto se comprende fácilmente si se estudia la influencia que sobre el crecimiento y desarrollo de la misma ejerce cada uno de los agentes climáticos.

¹ Recibido para publicación el 10 de octubre de 1982. Esta investigación corresponde a una primera fase del proyecto de zonificación agroclimática de la caña de azúcar en Costa Rica, el que cuenta con el apoyo financiero de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar de Costa Rica (LAICA) y es parte de la Tesis de Grado que presentó el primer autor ante la Escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica para optar por el grado de ingeniero agrónomo.

* Ingeniero Agrónomo, IICA-Sede Central.

** Agroclimatólogo del Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer de Francia, (ORSTOM), destacado en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en el marco del convenio de cooperación entre el IICA y el ORSTOM.

Al respecto varios autores (1, 6, 7) han definido que la temperatura, la luz y la humedad son los principales factores de éste que controlan el desarrollo de la caña.

Se cita, que para que exista una buena germinación, amacollamiento y sobre todo un buen crecimiento deben predominar temperaturas superiores a los 20°C, encontrándose el óptimo térmico para estos procesos entre 25°C y 33°C. Además se ha comprobado que la asimilación clorofílica aumenta de los 23°C a los 32°C aproximadamente, para decrecer luego, mientras que la respiración máxima se sitúa entre los 36 y 38°C. Según esto resulta que por encima de 33°C la adquisición de materia seca decrece para quedar anulada completamente a cierta temperatura.

Por otro lado, existe una relación muy estrecha entre las bajas temperaturas y la riqueza de la caña de azúcar. Los productos de la protosíntesis son utilizados para la formación de sacarosa cuando el crecimiento es retardado. Se insiste especialmente en la diferencia térmica que ha de ser importante entre el día y la noche, es decir de las temperaturas máximas y mínimas (5, 8).

La caña es por excelencia una planta de sol. La intensidad luminosa afecta todo el complejo del crecimiento de la caña. A plena luz del sol los tallos son más gruesos, pero más cortos. Las hojas son más largas y más verdes y el amacollamiento es más abundante. Además la luz influye sobre la formación de los azúcares y en especial en el contenido de sacarosa y pureza de los jugos (6, 7).

Este cultivo requiere de una buena disponibilidad de humedad en el suelo durante el período de crecimiento, pues el agua juega un gran papel en la turgencia, la traslocación y en la presión de crecimiento; pero durante el período de maduración se debe reducir la presencia de agua, con el objeto de restringir el crecimiento y dar comienzo a la acumulación de la sacarosa. Si durante la zafra se presenta precipitación

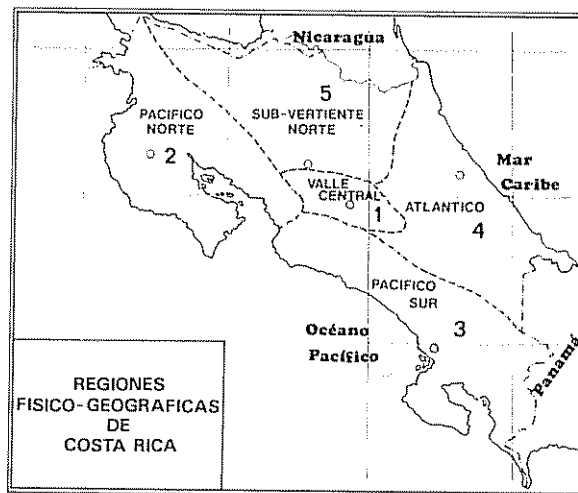
pluvial de cierta magnitud, puede que en el momento no se reduzcan los rendimientos, pero pasados unos días se notará el efecto perjudicial (5, 6, 10).

En resumen, diremos que la caña de azúcar es una planta para la que la luz es esencial, que exige calor y humedad para su crecimiento, pero que también necesita los fríos nocturnos y que, como última condición para dar óptimos frutos, exige ser privada de agua poco a poco.

Materiales y métodos

Se tomó la división de Costa Rica en regiones físico-geográficas realizada por el Instituto Meteorológico Nacional. Las estaciones meteorológicas empleadas en el estudio se presentan en el Cuadro 1 y en la Figura 1 aparecen las regiones físico-geográficas y las respectivas estaciones.

Como se ha determinado, las condiciones climáticas necesarias para la producción vegetal o toneladas de caña por hectárea son diferentes a las requeridas para la maduración o acumulación de sacarosa en la planta. Por estas razones es que se utilizan dos índices para definir el potencial azucarero de cada región analizada.



Cuadro 1. Estaciones meteorológicas empleadas en el estudio agroclimático.

Número de estación	Nombre de estación	Ubicación		Elevación msnm	Años de registro precipitación
		Lat. Norte	Log. Oeste		
1	San José	9° 56'	84° 05'	1 172	60
2	Santa Cruz	10° 16'	83° 35'	50	29
3	Palmar Sur	8° 57'	83° 28'	16	37
4	La Lola	10° 46'	83° 35'	5	22
5	Zarcero	10° 11'	84° 24'	1 736	22

El primer índice o "función de producción", que se denomina Índice de Producción Potencial (IPP) ha sido elaborado por de Wit y utilizado en un excelente trabajo realizado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación, FAO (4). Esta técnica contribuye a hacer el criterio de zonificación menos arbitrario; a la vez que introduce las leyes de la física en los procesos biológicos que rigen la producción vegetal: fotosíntesis, respiración, evapotranspiración, crecimiento, etc., de manera, que se tendrá más oportunidad de lograr una zonificación válida para zonas ecológicas bien diferentes.

Esta función, básicamente relaciona las variables del clima más importantes (radiación solar y la temperatura del aire) con los procesos biológicos determinantes en la producción neta de biomasa (la fotosíntesis y la respiración) bajo el supuesto de buen abastecimiento de agua y nutrimentos. La función empleada es la siguiente:

$$PN = \frac{0.36 \times b_{gm}}{1/N + 0.25 \times c_t}$$

PN: producción neta de materia seca total del cultivo durante los N días del ciclo del mismo y expresada en toneladas por hectárea

b_{gm}: tasa máxima de producción bruta de biomasa del cultivo

c_t: coeficiente de respiración del cultivo.

c_t depende de la temperatura promedio y el valor de b_{gm} depende de la tasa máxima de fotosíntesis de las hojas del cultivo en condiciones de saturación por la luz.

Para poder definir el período de integración de la función, y a la vez cumplir con el supuesto de buen abastecimiento hídrico, se utiliza la técnica denominada Análisis Frecuencial de Lluvias, propuesta por Michel Eldin (2, 3) la cual emplea en lugar de promedios, probabilidades que tienen un mayor significado e interés en la producción agrícola

El análisis frecuencial de lluvias expresa la disponibilidad de agua para el cultivo, en términos de probabilidades de ocurrencia de una cantidad de lluvia relacionada con la evapotranspiración potencial (ETP) del período considerado.

El período de análisis es variable y depende principalmente de las condiciones del suelo y de la necesidad de agua del cultivo, sin embargo se considera que un período de diez días se ajusta al presente

estudio. Dicha elección de tiempo se deriva de la aptitud de un suelo con características hídricas promedio para conservar el agua de las precipitaciones y tenerla a disposición del cultivo para cumplir con un abastecimiento satisfactorio. Prácticamente esto significa que en el caso de que todas las precipitaciones de un período de diez días se presentasen en el inicio de éste, la cantidad de agua retenida por el suelo aseguraría un buen abastecimiento hídrico del cultivo a lo largo de este período y eventualmente durante una parte del siguiente.

Por otro lado, la evapotranspiración potencial (ETP) —que es calculada por medio de fórmulas climáticas— expresa, con una buena aproximación los requisitos máximos de agua de cualquier cultivo. Por lo tanto, a partir de este máximo se puede definir un requisito mínimo de agua necesario, para que el crecimiento y desarrollo del cultivo considerado, continúen normalmente; utilizando para el análisis frecuencial una fracción de ETP que se denomina con la letra "Q". Es importante recalcar este aspecto: ETP es un índice netamente climático y aplicable a cualquier cultivo; mientras que Q es fijado de acuerdo a las necesidades mínimas propias de cada cultivo. Por lo tanto Q puede variar según las etapas de desarrollo de la planta en estudio.

Después de encontrar la probabilidad para cada década, de que la precipitación sea mayor o igual a una fracción de la ETP, ($P \geq Q$), se obtiene un gráfico con todas las décadas del año y sus respectivas probabilidades. A la vez se establece una probabilidad que represente para el agricultor un riesgo razonable, por ejemplo una probabilidad mayor o igual a 0.6 (6 años sobre 10).

Para el caso específico de la caña de azúcar "Q" se definió como la mitad de la evapotranspiración potencial (ETP/2) y se escogió la probabilidad de 0.75 (3 años sobre 4) como el riesgo aceptable para el agricultor.

Para el segundo índice se puede considerar que la precipitación y la temperatura son, de los elementos del clima, las causas principales que ocasionan variaciones en el contenido de sacarosa en la caña. Razón por la cual se modificó y adaptó al presente estudio el índice elaborado por Martínez Garza (9) quedando definido de la siguiente manera:

$$I_i = \frac{P_i}{A_i} \quad \text{donde } ICM = \frac{1}{I_i}$$

I_i: Índice Climático de Madurez cuyo número de orden se representa por la letra i.

P_i : Es la suma de seis probabilidades para las cuales la precipitación durante la década sea mayor o igual a la mitad de la evapotranspiración potencial; cuyo número de orden se representa por la letra i .

A_i : Es el promedio para tres décadas consecutivas de sus respectivas amplitudes de temperaturas.

Para todos los posibles períodos de t décadas consecutivas, donde t es la duración probable de la zafra en décadas, se obtiene la suma de los t valores correspondientes a I_i . El intervalo de t décadas, para el cual la suma de los valores I_i es mínima (ICM es máxima), será el más apropiado para hacer la zafra desde el punto de vista climatológico.

Se estudiaron cinco probables intervalos de zafra: seis meses, cinco meses, cuatro meses, tres meses y dos meses. Además se dividió la suma de los ICM entre el número de décadas para cada intervalo, con el objeto de poder hacer comparaciones entre los diferentes períodos.

Este índice nos sugiere una época de zafra tal que la probabilidad de que llueva en el intervalo, de dos meses antes de la cosecha sea reducida. Por otra parte, se requiere que la amplitud de variación diaria entre temperaturas máximas y mínimas, un mes antes de la cosecha; sea grande (o que su recíproco sea pequeño). Estas condiciones están comprendidas en términos cuantitativos en el índice.

Resultados y discusión

Análisis Frecuencial de Lluvias

Para la Región 1 -Valle Central- el análisis frecuencial de lluvias arroja una curva que se puede considerar como la más adecuada para el cultivo de la caña de azúcar (Fig 2) En ella se aprecia muy claramente una época con buen abastecimiento hídrico que va desde el 1° de mayo hasta finales del mes de noviembre, necesaria para un buen crecimiento y producción de materia seca, y además una época definida de sequía relativa indispensable para la acumulación de sacarosa. La época de buen abaste-

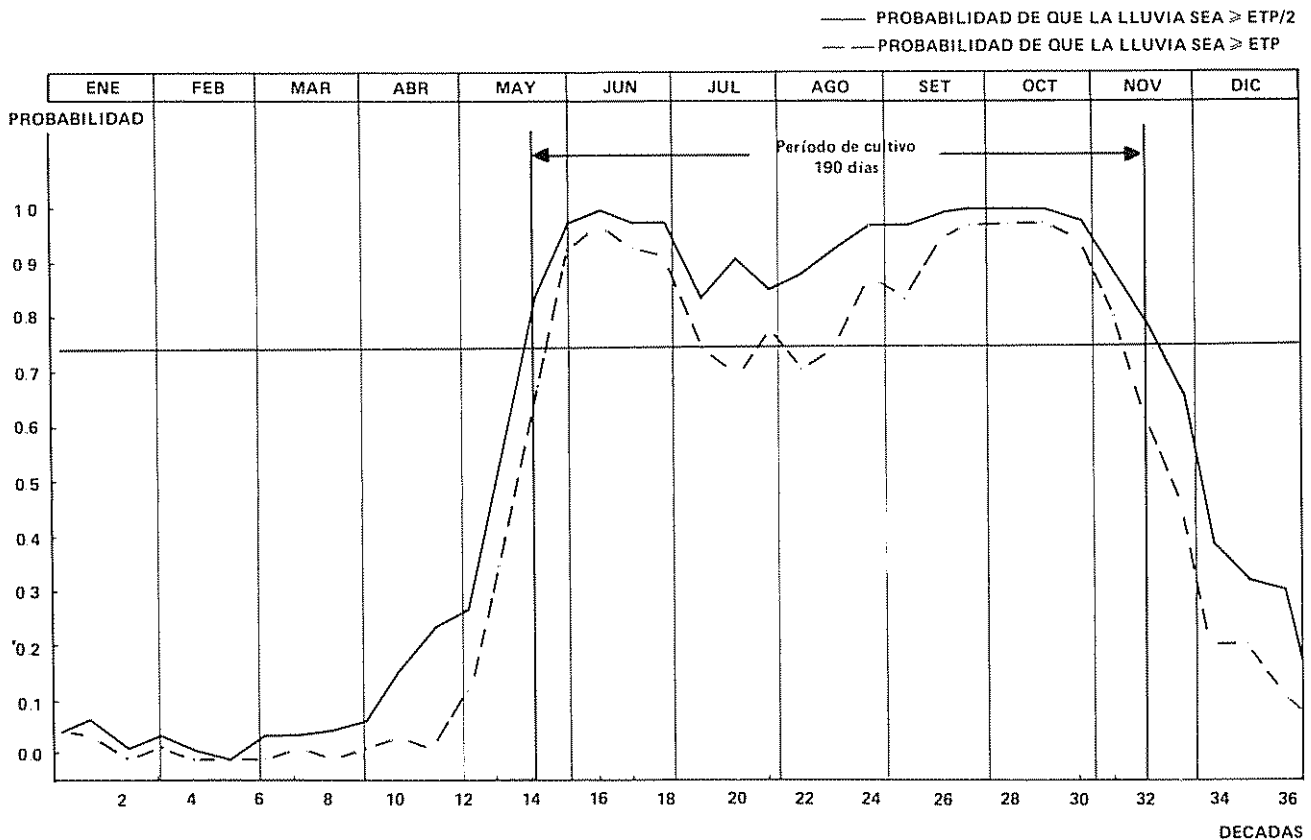


Fig 2. Análisis frecuencial de lluvias para la estación San José.

cimiento hídrico constituye el período de cultivo que tiene en este caso una duración de 190 días, donde será posible integrar la "función de producción".

Región 2—Pacífico Norte

La curva del análisis frecuencial de la estación meteorológica de Santa Cruz, presenta una forma muy característica debido al fenómeno climático denominado "canícula" o "veranillo" que influye sobre el centro del Pacífico Norte. La canícula en esta región constituye un tema muy importante de análisis, ya que se acentúa de tal forma que divide el período de cultivo en dos (Fig 3). Razón por la cual se ve la necesidad de contar, para el cultivo de la caña de azúcar, con riego suplementario para completar las etapas de crecimiento y formación de materia seca.

Región 3—Pacífico Sur

La curva del análisis frecuencial para la estación Palmar Sur, muestra un buen período de cultivo, 220 días y una estación de sequía relativa poco acentuada (Fig 4).

Región 4—Atlántico

Para esta región el análisis frecuencial de lluvias proporciona unos resultados sumamente interesantes. Si se observa la Figura 5 correspondiente a la estación La Lola, se notará que la región cuenta con los períodos de cultivo más largos de todo el país, además no existe una estación seca propiamente dicha. Por lo anterior, se puede catalogar desde el punto de vista de distribución de lluvias, a la región costera atlántica como inapropiada para el cultivo de la caña de azúcar; ya que ésta no presenta condiciones adecuadas para la acumulación de sacarosa en la planta.

Región 5—Subvertiente Norte

La curva de la estación Zarcero se asemeja a la estación del Valle Central ya analizada (Fig 6).

Índice de Producción Potencial (IPP) e Índice Climático de Madurez (ICM)

Aunque el índice de producción potencial, IPP, es expresado en kilogramos de materia total por hectárea por período de cultivo y representa aproximadamente la producción anual que podría lograrse si se

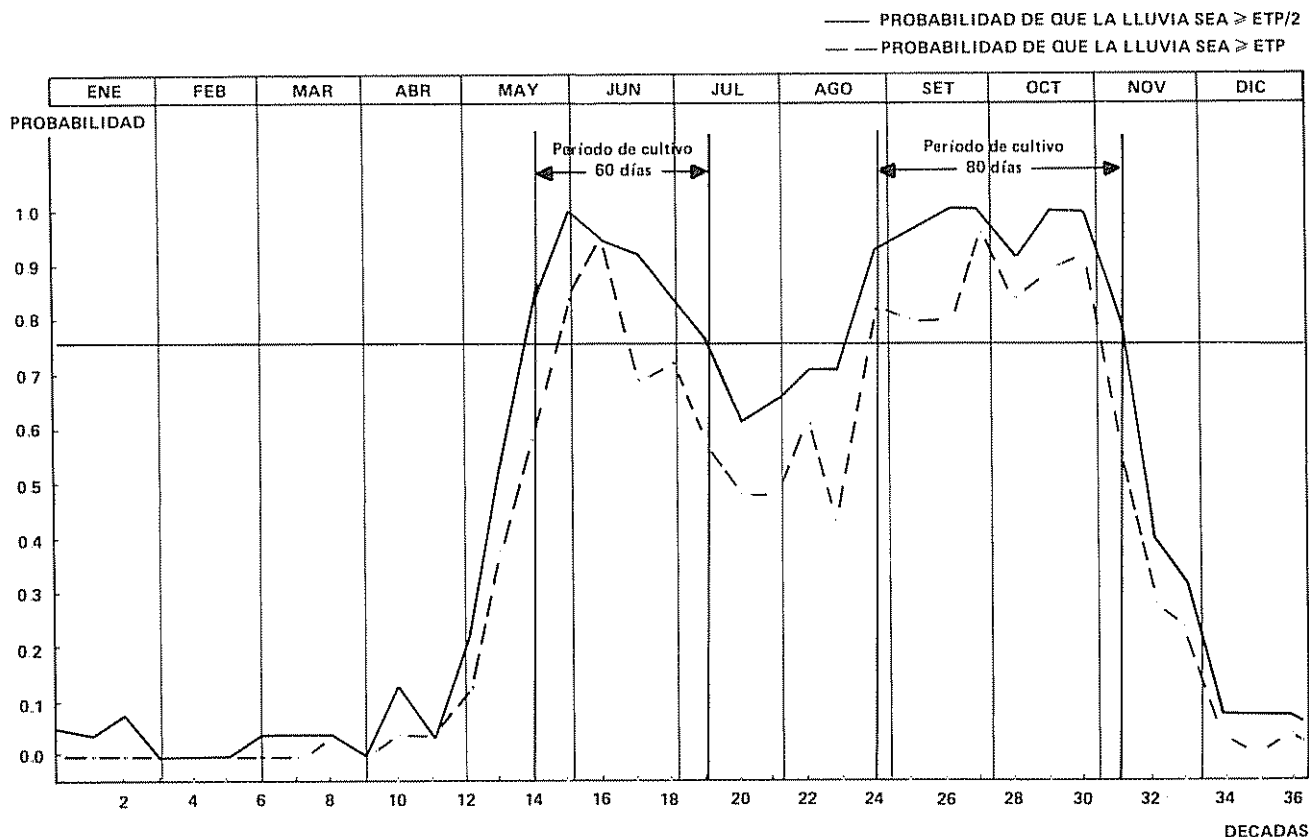


Fig. 3 Análisis frecuencial de lluvias para la estación Santa Cruz

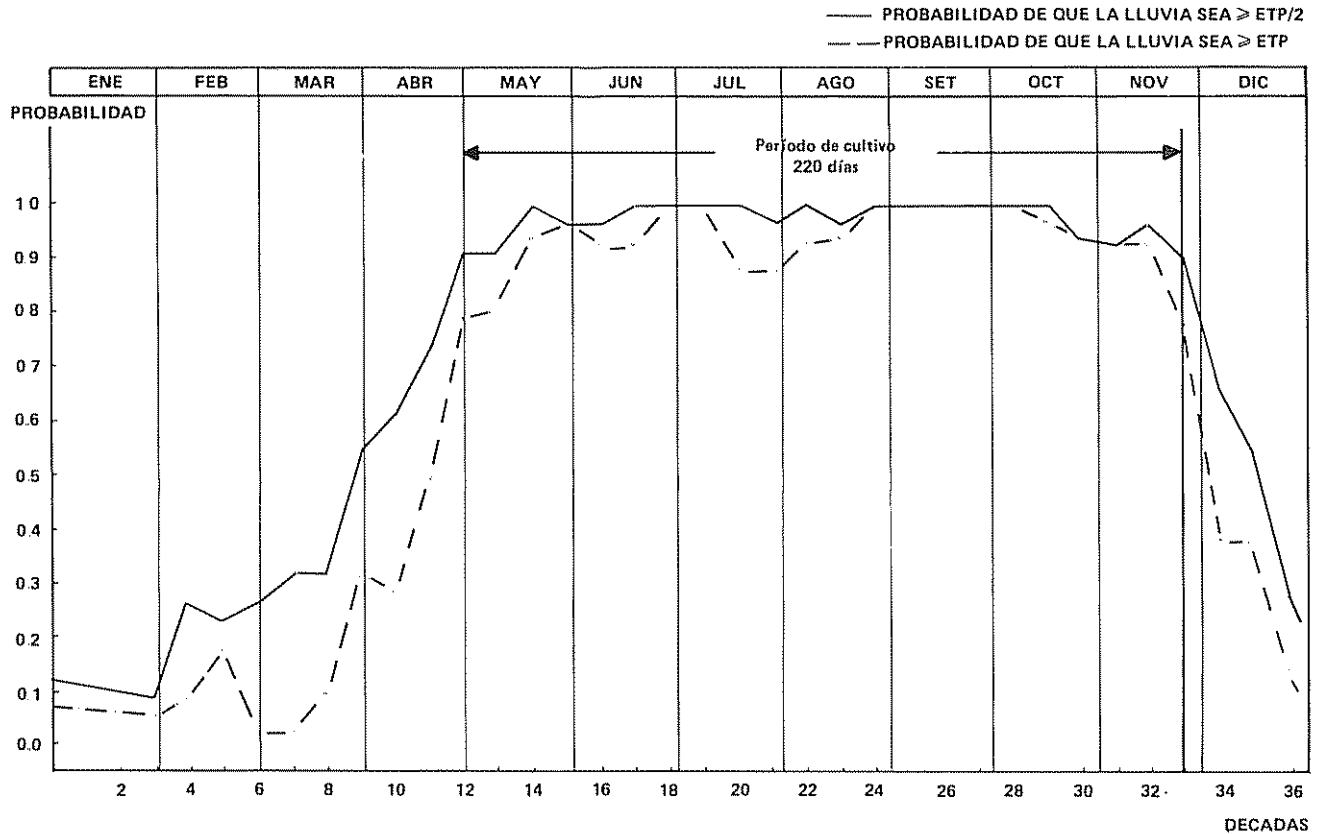


Fig. 4 Análisis frecuencial de lluvias para la estación Palmar Sur.

cumplen sus supuestos; es preciso recordar que tanto este índice como el índice climático de madurez, ICM, tienen sobre todo un valor relativo y su propósito principal es permitir la definición y comparación de zonas geográficas diferentes desde el punto de vista de las potencialidades climáticas de producción agrícola.

En el Cuadro 2 se pueden ver los valores de los índices para las estaciones analizadas. Se aprecia en él que, para la estación de San José, los dos índices toman valores bastante buenos, calificando al Valle Central como una zona con buen potencial climático para la producción de la caña de azúcar. La región del Pacífico Norte también presenta buenos valores para los índices analizados; sin embargo, es importante resaltar varios aspectos: El valor del IPP es algo bajo, pero la razón principal de esto, se debe al citado fenómeno climático "la canícula", por lo que nuevamente se ve la necesidad de disponer de riego suplementario, para así mejorar la producción de materia seca.

Es interesante ver el posible valor que tomaría el IPP si se completara el período de cultivo por me-

dio de riego; o sea eliminando la reducción del mismo por el efecto de la canícula. Si se hacen los cálculos suponiendo que no existe este fenómeno, el período de cultivo aumentaría para Santa Cruz a 180 días, y el IPP para la estación tomaría el valor de 26 467.5 kg de M.S. $\text{Ha}^{-1} \text{N}^{-1}$, mejorando el valor del índice en un 8 por ciento.

El último aspecto de señalar es que la región presenta los mejores valores para el ICM de todas las estaciones analizadas en el país. Lo anterior tiene gran importancia porque significa, que se podrá esperar mayor porcentaje de azúcar por toneladas de caña cosechada en esta región que en cualquier otra.

La estación Palmar Sur presenta un valor alto para el IPP; pero se obtienen valores bajos para el ICM, indicando esto que no existen condiciones adecuadas para una buena acumulación de sacarosa en la planta.

Para la estación La Lola el IPP presenta el valor más alto de todas las estaciones analizadas, 44 093.0 kg de MS $\text{Ha}^{-1} \text{N}^{-1}$. Hecho que demuestra

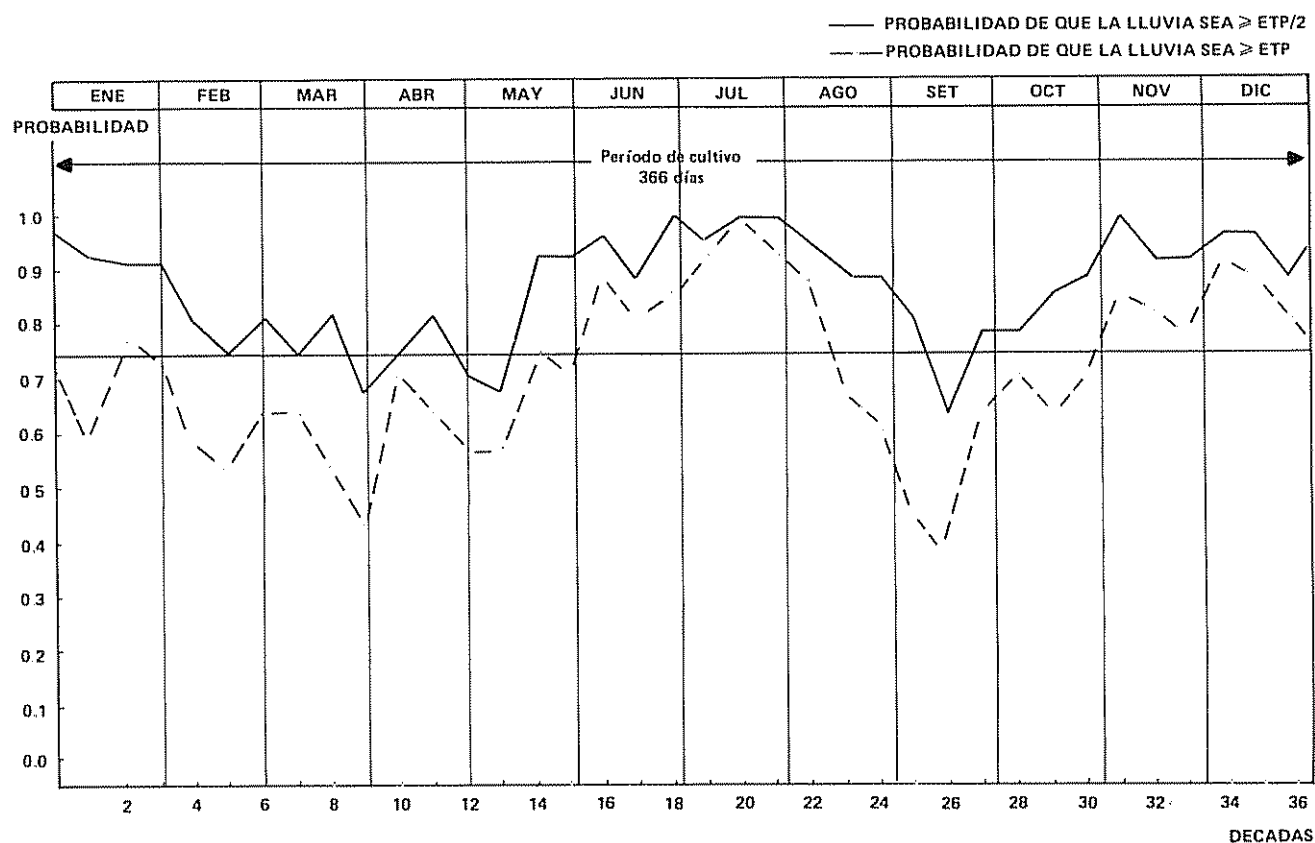


Fig. 5. Análisis frecuencial de lluvias para la estación La Lola.

Cuadro 2. Índice de producción potencial e índice climático de madurez para las estaciones en estudio.

Estación	Período de cultivo	IPP kg Ms ha ⁻¹ N ⁻¹	Producción Mat. seca. por día ¹	ICM ³ zafra 6 meses	ICM zafra 5 meses	ICM zafra 4 meses	ICM zafra 3 meses	ICM zafra 2 meses
San José	190	26 248 33	138 15	6 40	9 18	14 43	23 09	38 31
Santa Cruz ²	140	24 410 04	174 36	14 37	25 51	42 19	59 17	75 19
Palmar Sur	220	29 711 72	135 05	3 74	4 51	5 59	7 02	8 72
La Lola	366	44 093 00	119 17	2 19	2 26	2 33	2 40	2 45
Zarcero	170	15 084 32	88 73	4 82	7 28	12 59	21 14	30 96

1 Se obtiene dividiendo el IPP por el número de días del período de cultivo; sus unidades son kg de materia seca ha⁻¹ día⁻¹.

2 Esta estación tiene dos períodos de cultivo; lo que aparece en el cuadro es la suma de ellos.

$$3 \text{ ICM} = \frac{I}{I_1}$$

el potencial agroclimático de la región en cuanto a producción de materia seca o vegetal se refiere, de ahí que el Atlántico presente una vegetación ex-

berante muy característica. Pero, por otro lado, también presenta los valores más bajos para el ICM, lo cual evidencia que para la región los fac-

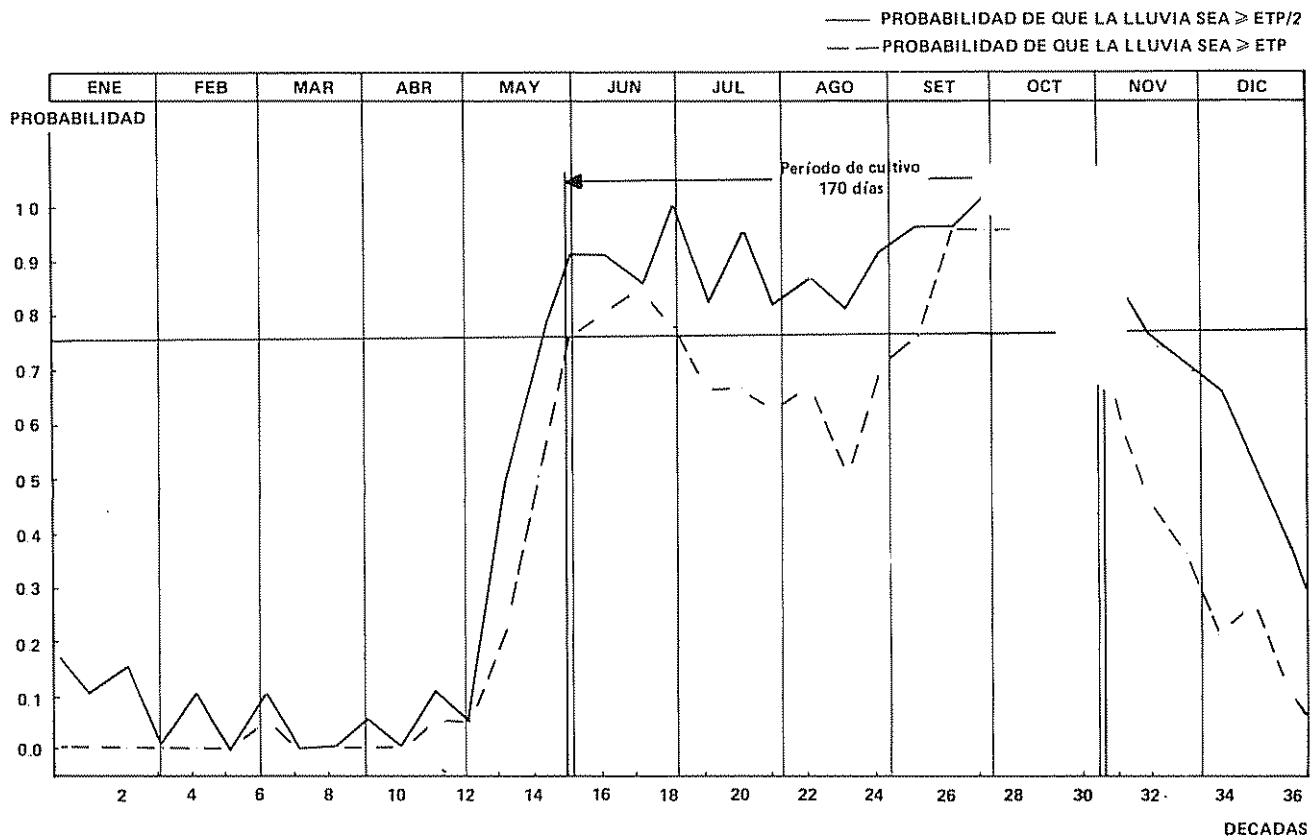


Fig. 6. Análisis frecuencial de lluvias para la estación Zarcero

tores climáticos no permiten la acumulación de sacarosa en la caña que al final de cuentas es lo que interesa.

Por último el valor mínimo para el IPP se obtiene en la estación de Zarcero, siendo la temperatura el principal factor climático causante de esto; debido a que se aleja de las temperaturas comprendidas entre 25°C y 35°C , definidas por el modelo como óptimas para la producción de materia seca. Alcanzando ésta apenas el valor de 16.83°C .

Estudio de la zafra: duración y fecha, óptimas

En el Cuadro 2 se puede apreciar que para todas las estaciones el ICM toma valores menores conforme se aumenta el tiempo de zafra, debido a que las condiciones del clima son menos favorables para la acumulación de sacarosa, ya que existe una mayor probabilidad de que llueva, y que la amplitud de temperatura disminuya; esto es: se alejan las condiciones de sequía relativa indispensables para obtener un buen rendimiento en azúcar.

El criterio para determinar la duración óptima para la zafra, fue evaluando el incremento porcentual del ICM a partir de donde éste toma valores altos.

Se aprecia que para San José y Zarcero el mayor incremento del ICM se da al pasar de una zafra de 4 meses a una de 3 meses, por lo que se concluye que la duración óptima está entre estos dos períodos de tiempo, y un alargamiento de la misma implicará una reducción de los rendimientos esperados en azúcar. Para Santa Cruz el ICM toma valores muy altos a partir de la zafra de 6 meses, lo que tiene gran importancia, ya que indica que la región cuenta con un período bastante largo para la recolección de la caña sin que se perjudique el rendimiento en azúcar. La duración óptima parece encontrarse entre 5 y 4 meses. Un aspecto importante de señalar es que según los resultados obtenidos se puede esperar un rendimiento mucho mejor con una zafra de 4 meses, en la región de Santa Cruz que en la de San José, y el rendimiento esperado en azúcar para una zafra de 6 meses en Santa Cruz es muy similar al rendimiento para una zafra de 4 meses en San José. Esto demuestra, la superioridad del potencial azucarero del Pacífico Norte. La duración de la zafra para el Palmar Sur, debe ser de 2 meses, sin embargo el ICM tiene un valor bajo implicando que las condiciones no son las más adecuadas para la formación de azúcares. Por último, para la estación La Lola, el ICM se mantiene muy bajo para todos los períodos de zafra posibles

Cuadro 3. Fechas óptimas para la zafra según duración de la misma.

Estación		Zafra de 6 meses	Zafra de 5 meses	Zafra de 4 meses	Zafra de 3 meses	Zafra de 2 meses
San José	F	17 Dic.-9 Jn.	1 En.-30 My	11 En.-10 My	31 En.-30 Ab.	10 Fb.-10 Ab
	D	36-16	1-15	2-13	4-12*	5-10
Santa Cruz	F	7 Dic.-30 My.	27 Dic.-20 My	1 En.-30 Ab.	21 En.-20 Ab	31 En.-31 Mz.
	D	35-15	37-14	1-12*	3-11	4-9
Palmar Sur	F	7 Dic.-30 My	27 Dic.-20 My	1 En.-30 Ab.	11 En.-10 Ab.	21 En.-21 Mz
	D	35-15	37-14	1-12	2-10	3-8*
La Lola	F	--	--	--	--	12 Mz.-10 My
	D					8-13
Zarcero	F	27 Dic.-19 Jn	1 En.-30 My	10 Fb.-29 Jn	11 Mz.-30 My	22 Mz.-20 My
	D	36-16	1-15	5-18	7-15*	9-14

* Duración óptima, según resultados anteriores

analizados, no detectándose periodo favorable para la recolección de la caña.

Otro interés que presenta el ICM, es que por medio de él es posible definir, para una determinada duración de cosecha o zafra, la fecha óptima de inicio y finalización de la misma. Estas fechas se definen como óptimas, ya que el índice garantiza que hayan existido y existan las condiciones climáticas más apropiadas para la acumulación de sacarosa en la planta de caña.

En el Cuadro 3 se presenta para cada estación meteorológica las fechas óptimas según duración del periodo de zafra.

Conclusión

Se concluye que de las estaciones analizadas, solo presentan buen potencial climático para la producción de caña de azúcar, las estaciones de San José y Santa Cruz, pertenecientes al Valle Central y al Pacífico Norte respectivamente. Sobresale entre estas la región del Pacífico Norte, por presentar los mejores índices, siempre y cuando se pueda contar con riego suplementario para completar las etapas de crecimiento y formación de materia seca; y las condiciones fisioedáficas necesarias para la actividad. Se considera no aptas para el cultivo las regiones cercanas a las estaciones: La Lola y Zarcero. La región del Palmar Sur se puede calificar de regular.

Resumen

El presente estudio es de tipo agroclimático, referido al caso específico del cultivo de la caña de azúcar

en Costa Rica. Se evaluaron cinco estaciones meteorológicas, tomando en consideración tres variables del clima: temperatura, lluvia y brillo solar. Cada una de las estaciones se encuentra ubicada en una diferente región físico-geográfica del país.

Se logró determinar diferencias en cuanto al potencial agroclimático de cada zona, resultando como favorables para el cultivo, las regiones de San José y Santa Cruz. Además se definió la duración y el periodo, óptimos para la realización de la zafra en cada lugar analizado.

Literatura citada

1. DILLEWIJN C., VAN. Botany of Sugar Cane. USA, Waltham, Mass. 1952. 371 p.
2. ELDIN, M. Metodología para una zonificación agroclimática con base en potencialidades climáticas de producción agrícola. En primer simposio interamericano sobre modelos y sistemas de información agroclimática. Caracas, 1981.
3. ELDIN, M. Sugerencias para una zonificación agroclimática de escala continental, IICA, Costa Rica, 1981. 14 p.
4. FAO. Agro-ecological zones project. Vol. I. Methodology and Results for Africa. World Soil Resources Report. Rome, 1980.

5. FAUCONNIER, R. y BASSEREAU, D. La caña de azúcar. Barcelona: Editorial Blume, 1975. 433 p.
6. GOMEZ A. F. Caña de Azúcar. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1975. 669 p.
7. HUMBER, R. P. El Cultivo de la caña de azúcar. México: Compañía Editorial Continental, 1974. 719 p.
8. MALAVOLTA, E. Cultura e Adubação de Caña de Açucar. Instituto Brasileiro de Potassa Brasil, 1964. 367 p.
9. MARTINEZ G. A. Diseño y Análisis de Experimentos con Caña de Azúcar. México: Colegio de Post-Graduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1972. 203 p.
10. VARA S. F. ALCOLEA, F. *et al.* Agrotecnia de la caña. Cuba: Empresas Editorial Oriente, 1979. 227 p.

REPRODUCTIVE SURVIVAL OF WEST AFRICAN DWARF SHEEP AND GOAT IN NIGERIA UNDER INTENSIVE MANAGEMENT SYSTEM¹

O. CHIBOKA*

Resumen

En este estudio se colectó datos de mortalidad en ovejas (carneras, animales en crecimiento y adultos) y en cabras (recién nacidas, animales en crecimiento y adultos) por un periodo de tres años, desde noviembre de 1977 hasta octubre de 1980. El efecto de estación climática no tuvo ningún efecto en la proporción de ovejas machos y hembras muertas en ninguna de las edades estudiadas. En la estación lluviosa murieron más ovejas en crecimiento que durante la estación seca, efecto no observado en los carneros ni en los adultos.

La época seca no afectó el número de cabras macho o hembra muertas; sin embargo, durante la estación lluviosa murieron más machos en todas las edades estudiadas. Durante la época de lluvia murieron más cabras en crecimiento que durante la estación seca. No se encontró un efecto de estación sobre la relación cabritos-cabras muertas.

Introduction

Chiboka and Thomas (1) indicated that West African Dwarf sheep found in the South-Western part of Nigeria are not usually reared under intensive systems of livestock management. The same thing is true of West African Dwarf goats. There is a high mortality of these livestock in the Teaching and Research Farm of the University of Ife where they are reared under the intensive management system. The present survey therefore is undertaken to determine the reproductive survival of the West African Dwarf sheep and goats in Nigeria under the intensive management system and also if the season of the year affects mortality.

Materials and methods

The data for this study were collected from the sheep and goat farm records at the University of Ife, Teaching and Research Farm, during the years 1977 to 1980. There are two seasons in the year,

the dry season in this part of the country is from November to March, while the rainy season is from April to October based on the weather records from the research farm (Table 6). The sheep data were divided into the following three categories (i) the preweaning group (from birth to fourteen weeks *post partum*) called lambs, (ii) growers (from fourteen weeks *post partum* to puberty, seven months *post partum*) and (iii) adults (from seven months *post partum* onwards). The goat data were divided into similar categories except that the young animals in the preweaning group are called kids. Males and females involved in the experiment were identified during the data collection. Two types of analyses were made in each animal category. One consisted of classifying the data according to two attributes to determine the relation between type of sex and mortality within each season, hence two classes were considered, namely (i) males and (ii) females. For any sex that died during the three years, the death record was noted. Thus the sexes were classified according to their status (dead or alive) at the end of the three years. The numbers of animals falling in the four classes are given in Tables 1 and 3 (for sheep and goats respectively), called a 2 x 2 contingency Table (5) and the real analysis consisted of classifying the data according to two other attributes to determine the relation

¹ Received for publication in December 3, 1981

* Dept. of Animal Science, University of Ife, Ile-Ife, Nigeria.

Table 1. Effect of sex on mortality of lambs, growers and adult sheep during dry and rainy season.

COMPARISON	SEX	DRY SEASON			RAINY SEASON		
		Dead	Alive	Chi-square (x ²)	Dead	Alive	Chi-square (x ²)
LAMBS	Male	13	34	0.52 ns	18	27	0.81 ns
	Female	5	20		21	46	
GROWERS	Male	3	24	1.14 ns	20	3	1.43 ns
	Female	2	43		19	7	
ADULTS	Male	3	113	0.015 ns	4	109	0.41 ns
	Female	9	311		9	361	

ns (P > 0.05).

Table 2. Effect of season on mortality of lambs, growers, and adults in sheep.

COMPARISON	SEASON	DEAD	ALIVE	CHI-SQUARE (x ²)
LAMBS	Dry	18	54	1.9 ns
	Rainy	39	73	
GROWERS	Dry	5	67	94.20 ¹
	Rainy	39	10	
ADULTS	Dry	12	424	0.003 ns
	Rainy	13	470	

¹ (P > 0.01).

between type of season and mortality; hence two classes were considered, namely (i) dry season and (ii) rainy season. Death records of animals that died in each season were collected at the end of the three years and in each season, animals were classified according to their status (dead or alive) at the end of the three years. The numbers of animals falling in the four classes are given in Tables 2 and 4 (for sheep and goats respectively) considered also as a 2 x 2 contingency Table (5) and the actual analysis is shown on Tables 2 and 4 (for sheep and goats respectively).

Results

In the three categories of sheep (lambs, growers and adults), the observed differences in proportion

dead between males and females did not differ (P > 0.05) in each of the two seasons (Table 1). There is a significant difference (P > 0.01) in the observed difference in proportion of growers dead between dry and rainy season while the observed differences in proportion of lambs and adults dead between dry and rainy season did not differ (P > 0.05) significantly (Table 2). In the three categories of goats (kids, growers and adults) the observed differences in proportion dead between males and females in dry season did not differ (P > 0.05) significantly (Table 3). But in rainy season, the observed differences in proportion dead between males and females showed a highly significant difference (P > 0.01) in each of the three categories of goats (Table 3). Table 4 shows that the observed difference in proportion of growers dead

Table 3. Effect of sex on mortality of kids, growers and adult goats during dry and rainy season.

COMPARISON	SEX	DRY SEASON			RAINY SEASON		
		Dead	Alive	Chi-square (x ²)	Dead	Alive	Chi-square (x ²)
KIDS	Male	24	6	0.83 ns	34	4	9.36**
	Female	18	8		22	16	
GROWERS	Male	2	22	0.56 ns	11	7	8.26**
	Female	9	54		9	31	
ADULTS	Male	2	38	0.07 ns	6	29	15.63**
	Female	5	120		7	258	

** (P > 0.01).

Table 4. Effect of season on mortality of kids, growers, and adults in goats.

COMPARISON	SEASON	DEAD	ALIVE	CHI-SQUARE (x ²)
KIDS	Dry	42	14	0.03 ns
	Rainy	56	20	
GROWERS	Dry	11	76	90.87**
	Rainy	20	38	
ADULTS	Dry	7	158	0.23 ns
	Rainy	13	287	

** (P > 0.01)

Table 5. Maximum and minimum temperature distribution from November 1977 to October 1980.

MONTH	YEAR 1977/1978 T°C		YEAR 1978/1979 T°C		YEAR 1979/1980 T°C	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
NOV.	32.6	20.4	31.2	19.3	30.0	21.3
DEC.	31.0	19.0	32.2	21.2	31.0	17.2
JAN.	33.4	17.0	31.1	21.2	32.0	21.8
FEB.	35.0	22.4	35.0	22.0	33.8	22.0
MAR.	33.2	22.0	34.0	21.0	33.0	24.0
APR.	30.0	20.4	32.0	22.0	32.5	22.6
MAY.	30.3	21.0	31.0	21.1	30.2	21.8
JUN.	29.0	21.1	29.1	21.0	28.9	21.0
JUL.	26.4	19.0	28.2	21.0	26.4	19.8
AUG.	26.7	20.0	26.0	20.0	26.4	19.4
SEPT.	27.0	21.0	29.0	20.0	27.9	19.8
OCT.	29.0	21.0	31.0	21.0	25.6	21.5

between dry and rainy season was significant ($P > 0.01$) while the observed difference in proportion of kids and adults dead between dry and rainy season showed no significant ($P > 0.05$) difference.

Discussion

Sheep and goats in South-Western parts of Nigeria are not usually reared under the intensive system of management unlike sheep and goats in the temperate countries. Tables 2 and 4 show that there is more mortality amongst growers in the rainy season than in the dry season in both sheep and goats. Traditionally, the native Nigerian sheep (West African Dwarf sheep) and goats (West African Dwarf goats) roam about streets and bushes scavenging from garbage and eating local forage. Though these animals are allowed to move freely, they still go back to their respective homes or owners at the end of the day. In the rainy season or harmattan when the weather is fairly cold especially in the mornings and nights, there are hearths (fire-places) where both humans and sheep and goats gather to warm themselves. But in the Teaching and Research Farm of the University of Ife, these fire-places are not provided. This lack of fire-places during the humid rainy season might be a major cause of the death of these livestock. Post mortem of most of the dead sheep and goats in the rainy season did not reveal too many specific pathogens to explain the high mortality. Since the West African Dwarf sheep and goats are being reared under the intensive system of management, the life-

style in their natural (traditional) habitat should as much as possible be simulated. Fire-places could be provided in the pens for these livestock in the rainy season or they could be bred in the rainy season in such a way that they lamb or kid during the dry season.

For the lambs and kids born in dry season, shades should be provided to obviate the harmful effects of hyperthermia. It has been found (4) that cattle make more rapid gains and survive more during the hot part of the summer if they have access to shade. When natural shade such as trees is not available, artificial shades will prove profitable. Construction of shades and planting of plants that will ultimately provide shade are already underway in the University of Ife Teaching and Research Farm. A preliminary study in which gravid sheep are programmed to lamb in dry season and the dams and lambs allowed to go out to the paddocks till about noon when they are returned to the pens showed highly significant reduction in mortality. It is therefore hoped that construction of shades and planting of shady plants will prove to be a major panacea in reducing heat stress and increasing survival rate in both sheep and goats. The International Livestock Centre for Africa, ILCA (2) has a pilot study in Fashola in Oyo town of Oyo state of Nigeria, their animal hutches and shady plants help a great deal to protect the sheep and goats from extremes of weather. Tables 5 and 6 show the temperature and rainfall patterns during the period of the experi-

Table 6. Rainfall and relative humidity distribution from November 1977 to October 1980.

MONTH	YEAR 1977/1978*			YEAR 1978/1979			YEAR 1979/1980		
	RF	RH (%)		RF	RH (%)		RF	RH (%)	
	(mm)	10 AM	4 PM	(mm)	10 AM	4 PM	(mm)	10 AM	4 PM
NOV	1.75	81.0	49.0	85.09	79.0	57.0	39.50	82.3	62.0
DEC	0.00	73.3	47.0	0.13	83.0	50.0	1.00	77.5	49.3
JAN	4.06	75.2	41.3	0.00	84.0	43.0	0.00	80.8	46.3
FEB	41.40	79.0	40.0	0.00	76.0	36.0	7.14	78.9	43.0
MAR	131.84	83.0	48.4	153.66	78.0	48.4	27.30	75.2	46.2
APR	314.42	87.1	64.3	169.40	81.0	61.0	81.7	73.9	50.0
MAY	155.44	832.2	66.1	352.70	81.0	69.0	152.10	79.2	64.7
JUN	168.65	86.0	71.3	246.30	86.2	72.0	105.90	84.9	67.8
JUL	359.96	89.0	78.0	254.40	93.0	71.0	181.00	88.0	76.6
AUG	201.30	88.0	75.0	402.50	89.0	78.0	233.20	81.5	78.2
SEPT	142.65	87.0	72.0	137.00	87.0	73.0	337.10	88.5	72.4
OCT	127.50	86.0	73.0	176.20	84.3	68.0	255.20	87.7	69.5

* RF = RAINFALL

RH = RELATIVE HUMIDITY.

ment. In both dry and rainy seasons the difference between maximum and minimum temperature is not drastic. The low-temperatures characteristic of winter are completely absent. Similarly, the relative humidity does not change significantly irrespective of season thereby making the loss of evaporative heat especially in dry season more difficult. But the adverse effect of high humidity in the rainy season is usually offset by the constant rainfall in the rainy season. Thus under this environment it will be more expensive to provide the young animal with constant supply of heat in the rainy season than to construct shades and have shady plants to protect the animals from hyperthermia in the dry season.

Besides the adverse effect of high temperature and humidity on the sheep and goat growers, the method of weaning the growers could be contributing to their death. Under the intensive system in the University of Ife Research Farm, the growers are weaned at fourteen weeks *post partum* (3) by physically separating them from their dams as it is done in the temperate countries. But traditionally in South-Western part of Nigeria, these dams move about with their young scavenging and eating local forage till the dams encounter males which scare away the young. Over time the presence of the male leads to reduction in the suckling intensity by the young until the corpora lutea of pregnancy regress culminating in the dams manifesting heat (estrus) and being bred by the males. The advantage of this is that at no time does the young completely lose maternal presence and influence. It is possible that the loss of maternal attachment at weaning by the growers might affect their ultimate viability. An experiment is underway to simulate the traditional method of weaning in the intensive management system. In this ongoing experiment, a male will be put with the nursing dam about 8 weeks *post partum* till the dam is bred, still leaving the young around. In this case the young will be left with the dam for a period significantly beyond fourteen weeks *post partum*. This is hoped to be a compromise between the traditional and the exotic methods of weaning.

Table 3 shows that more male goat growers and adults diet within the male groups than the equivalent female growers and adults within the female groups in the rainy season.

Abstract

Mortality data on sheep (lambs, growers and adults) were collected over a three year period from November 1977 to October 1980. In the same period, equivalent data were collected in goats (kids, growers and adults). Season had no effect on the proportion dead between males and females in each of the three categories of sheep (lambs, growers and adults). More sheep growers died in the rainy season than in the dry season but season had no effect in the proportion of dead lambs and adult sheep. In goats, dry season did not affect the proportion dead between males and females; whereas more males died in the rainy season than in the dry season in each of the three categories of goats (kids, growers and adults). More goat growers died during the rainy season than in dry season. There is no seasonal effect in the proportion of goat kids and adult goats that died.

Literature cited

1. CHIBOKA, O. and THOMAS, K. D. Haematology of the Crosses of West African Dwarf rams with Permer and their castrates. Beitrage Sur veterinarmedizin. In press. 1980.
2. CHIBOKA, O. Personal visit to International Livestock Centre for Africa, Sheep and Goat Research Station. 1980.
3. CHIBOKA, O. Effect of age at breeding on reproduction in local sheep. Ife Journal Agriculture 2:183-195. 1979.
4. DIGGINS, R. V. and BUNDY, C. E. Beef Production (2nd ed.). Prentice-Hall Inc., Eaglewood Cliffs, N. J. 209-230. 1962.
5. SNEDECOR, G. W. and COCHRAN, G. Statistical Methods (6th ed.). The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 199-227. 1967.

Reseña de libros

GAUCHER, G. Traite de pedologie agricole. Tomo II. Les facteurs de la pedogenese Editions G. LeLotte. Disar, Belgique, 1981. 730 p.

El tomo II de la serie Pedologia Agricola, enfatiza en los factores de la pedogénesis, sin repetir la información del tomo I escrito en términos de una edafología orientada hacia la pedología.

El libro consta de once capítulos, uno inicial introductorio y otro final de síntesis. Los restantes capítulos (2 a 10) tratan sobre los factores clima, aspectos biológicos, roca madre, tiempo, geomorfología, erosión, hidrología, el hombre y paleoclima en cuanto a su efecto sobre la pedogénesis. Este enfoque permite elaborar más a fondo en aspectos de erosión, hidrología, influencia humana y paleoclima en la formación de los suelos, en contraposición con el concepto clásico de discutir la formación del suelo en función de cinco factores.

La discusión de los factores clima, organismos y material parental (capítulos 2 a 4) es sumamente amplia. El autor presenta información relevante a variadas regiones del mundo, sin enfatizar en aspectos de una sola zona ecológica. En estos tres capítulos se nota una presentación bastante cualitativa de la información y quizá demasiado extensa. El autor presenta varios sistemas de clasificación de climas, de especies vegetales y de rocas.

En el capítulo 5 se discute el factor tiempo y su relación con la génesis del suelo. Quizá es un poco difícil de creer, pero se razona en este capítulo que la mayoría de los suelos del mundo no son más antiguos que 2 500 años; se resalta la idea del Cuaternario como período pedogenético.

Los capítulos sobre relieve y erosión describen las principales geoformas y su modificación posterior por agentes erosivos. La relación entre la geomorfología original y modificada por la erosión se presenta en forma elegante, con muchas ilustraciones.

Los factores hidrológicos y su relación con la pedogénesis se describen en el capítulo 8. Se discuten los principales regímenes hídricos, relacionados con excesos o déficits de agua en el suelo como subcapítulos.

El capítulo 9 es amplio en la descripción del efecto del hombre como factor formador de suelos. Se describen los principales sistemas de cultivo y su efecto sobre la morfología del suelo. El penúltimo capítulo trata sobre paleoclimas y paleosuelos para terminar el texto con un resumen y un enfoque global de pedogénesis.

El libro recopila información valiosa muy dispersa en la literatura mundial. Desafortunadamente, más que los factores pedogenéticos, los temas tratados representan capítulos separados sobre clima, geología, hidrología, sistemas de cultivo y otros. El enfoque cualitativo empleado por el autor limita el alcance de la discusión pedogenética; en todo el libro (730 páginas) solo se incluyen siete cuadros con datos numéricos.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

J. C. LUCERO*
J. C. SILENZI*
M. VERDOLJAK*
C. ANDREOLI*

Summary

The objective of this research was to study the effect of potassium fertilization on potato.

During October 1979 – March 1980 measurements of yield, tuber quality and starch content were made in a field experiment on irrigated soils of the Lower Valley of the Colorado River (Province of Buenos Aires, Argentina).

Treatments consisted of: (0) control, (1) 100, (2) 150 and (3) 200 kg K₂O/ha and the results obtained showed:

1) Yield response to potash application was statistically significant. 2) Fertilization with 200 kg K₂O/ha gave the highest yield. 3) Total yield in each treatment was correlated with the rate of potassium applied; the correlation coefficient was $r = 0.77$. 4) When potassium rates were increased there was an increase on the production of the largest size tubers (group A) and there was a decrease on the production of the largest size tubers (group A) and there was a decrease of lower size tubers (groups C, and E). The correlation coefficient between yield of group A tubers of highest commercial quality and potassium applied was significant ($r = 0.75$). 5) Starch content on tubers was not significantly different along different treatments though it was slightly higher in the control treatments as it was their dry matter content.

Introducción

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la República Argentina, constituye una de las actividades hortícolas de mayor trascendencia económica.

En el Cuadro 1 se consignan las cifras relativas a producción en el período agrícola 1978/1979, de

acuerdo a la información del Instituto Nacional de Estadística y Censo (9).

Los valores precedentes reflejan la magnitud del área destinada al cultivo y el volumen de producción alcanzado, evidenciando las mismas, en función de la alta demanda en el mercado interno, la gravitación que este género de explotación agrícola tiene en la economía nacional.

En lo referente a experiencias locales tendientes a incrementar los rendimientos por aplicación de fertilizantes, cabe destacar, entre otras, las realizadas por Pereyra (14), Issouribehere (8) y las concretadas en la Estación Cooperativa de Experimentación y Extensión Agropecuaria de Hilario Ascasubi (Provincia de Buenos Aires), todas las cuales pusieron de manifiesto la respuesta significativa del cultivo a la aplicación de nitrógeno y fósforo y, en el primero de los estudios, también del potasio.

¹ Recibido para publicación el 17 julio de 1981.
Los autores agradecen la colaboración prestada por la Ing. Agr. María C. Monti de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce, quien tuvo a su cargo las determinaciones de almidón en el material cosechado en el presente ensayo.

* Ings. Agrs. Profesor titular, Asistente de Docencia, Técnico Est. Exp. Univ. Nac. del Sur Ayudante de Docencia respectivamente.
Cátedras Edafología I y Conservación y Manejo de Suelos. Departamento de Ciencias Agrarias Universidad Nacional del Sur. Argentina.

Cuadro 1. Producción de papa en el periodo agrícola 1978/79.

	Papa temprana	Papa semitemprana	Papa semitardía	Papa tardía
Superficie sembrada (ha)	8 500	21 000	76 600	9 000
Superficie cosechada (ha)	7 200	19 500	74 200	8 600
Producción total (ton)	43 000	210 000	1 331 000	110 000

Según Harrap (6), una cosecha de papa extrae cuatro veces la cantidad de potasio que toma del suelo una buena cosecha de trigo y durante el periodo de su cultivo puede contener por hectárea sembrada, aproximadamente 360 kg de K_2O en plantas y tubérculos y estos últimos, una vez cosechados, llegan a contener alrededor de 240 kg de K_2O por producción de una hectárea.

Este nutrimento resulta esencial para el desarrollo normal de distintas actividades metabólicas de la planta, particularmente en la síntesis de azúcares simples y almidón.

Los estudios de Lachower y Arnon (11) llevados a cabo en Israel, evidenciaron, entre otras conclusiones, el efecto positivo de la aplicación de fertilizante potásico sobre los rendimientos cualitativos y cuantitativos del cultivo de papa.

Litner (12) en Transvaal, determinó incrementos significativos en la producción de tubérculos a través del empleo de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, comprobando también que la fertilización con nitrógeno en ausencia de los otros dos macronutrientes, tendía a una reducción de los rendimientos, en tanto que Loue (13) en ensayos llevados a cabo en Francia, por periodos que en algunos casos se prolongaron hasta diecisiete años, comprobó el efecto favorable de la potasa sobre los rendimientos y también la frecuente interacción nitrógeno-potasio.

El presente estudio tiene por finalidad establecer los efectos de la fertilización potásica en cultivo de papa bajo riego y constituye una contribución al mejor conocimiento del comportamiento de la precitada especie hortícola, en una región que con firmeza sostenida acrecienta su importancia económica.

Materiales y métodos

Las experiencias de campo se realizaron en el lote experimental que la Universidad Nacional del Sur

posee en las proximidades de Hilario Ascasubi (Valle Inferior del Río Colorado).

El suelo donde se implantó el ensayo responde al carácter aluvial y se sitúa en las terrazas intermedias aluviales del Río Colorado. Corresponde a la serie "San Adolfo", según relevamiento de Cappannini y Loes (3), tratándose de un medio de textura gruesa, arenoso-franco, con bajo contenido de materia orgánica, bien drenado, desarrollado a partir de arenas eólicas ricas en gravas y gravillas, depositadas sobre limo calcáreo.

Sus principales características se detallan en el Cuadro 2.

Las determinaciones analíticas precedentes se realizaron de acuerdo a la siguiente metodología:

pH: potenciométricamente con una unidad Metrohm E-396 en suspensión 1:2.5 (10).

Carbono: por digestión con dicromato de potasio.

Nitrógeno: método semimicro de Kjeldahl (2).

Textura: método de Douyoucos (1).

Capacidad de intercambio catiónico: saturando la muestra con acetato de sodio, desplazando luego el sodio con acetato de amonio y determinando el sodio por fotometría de llama (5).

Cationes intercambiables: sodio y potasio por fotometría de llama con unidad Crudo Caamaño y calcio y magnesio por titulación con versenato (10).

Como material de siembra se utilizaron tubérculos de la variedad Kennebec, introducidos de los Estados Unidos de América y en lo que se refiere a fertilizantes, como portadores de potasio (nutrimento en estudio), nitrógeno y fósforo, fueron empleados cloruro de potasio, urea y superfosfato triple, respectivamente.

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo serie "San Adolfo".

Profundidad cm	pH	Materia orgánica		Arena %	Limo %	Arcilla %	C.I.C. me/100 g	Cationes intercambiables me/100 g			
		% C	% N					Ca	Mg	Na	K
0-20	7.2	0.4	0.05	84	7.2	8.8	17.3	9	7	0.5	0.8
20-40	7.3	0.3	0.04	82	8.1	9.3	18.6	10	7	0.6	1.0
40-60	7.5	0.2	0.04	86	6.5	7.5	16.0	8	6	0.5	1.0

En cuanto a diseño experimental, se adoptó el método de distribución de parcelas en bloques al azar, comparándose las cuatro dosis siguientes de fertilizante potásico:

K ₀	testigo
K ₁	100 kg/ha de K ₂ O
K ₂	150 kg/ha de K ₂ O
K ₃	200 kg/ha de K ₂ O

Todas las parcelas recibieron el equivalente a 100 kg/ha de nitrógeno y 150 kg de P₂O₅/ha los que se aplicaron previo al levantamiento de los camellones.

Se establecieron cinco repeticiones por tratamiento contándose con un total de veinte parcelas con dimensiones, cada una de ellas, de 7 m de largo por 4.20 m de ancho, es decir con una superficie de 29.40 m².

En cada parcela se levantaron seis camellones con una línea de plantación cada uno, distribuyéndose los tubérculos-siembrilla a 0.25 m entre uno y otro, totalizándose 168 plantas por parcela.

Los trabajos de preparación del terreno consistieron en la ejecución de labores de roturación—dos araduras cruzadas— y dos pasajes de rastra. Posteriormente se efectuó el replanteo de las parcelas en función del diseño establecido y se sistematizó la fracción para el riego por surcos.

El fertilizante se aplicó en forma localizada por debajo y al costado de la línea de plantación culminando estas tareas el 19/10/79 y el 9/11 se encontraba el cultivo en plena brotación.

A lo largo del ciclo vegetativo se realizaron las labores culturales pertinentes, que consistieron en tres aporcaduras y trabajos de desmelazado.

Se aplicaron cinco riegos manteniéndose la humedad edáfica en valores que oscilaron entre el 70 y

80% de la capacidad de campo, cuyo valor para las tierras en que se implantó el ensayo es de 9.5%.

Durante el período de evolución el cultivo evidenció un buen estado sanitario, realizándose en su debido momento pulverizaciones preventivas con productos insecticidas y fungicidas.

El período octubre/79 — marzo/80, se caracterizó por la persistencia de temperaturas altas y vientos intensos generalmente del sector N.O., de alto poder de desecación.

El manejo adecuado del riego facilitó el mantenimiento en buen estado del cultivo, cuya cosecha se realizó el 7 de marzo descartándose en tal oportunidad, por cada parcela, 1 m en cada cabecera y 0.70 m en cada borde, computándose los rendimientos en una superficie de 14 m² por parcela.

Resultados y discusión

El material cosechado se clasificó en función del peso de los tubérculos, en las categorías que se indican en el Cuadro 4.

El Cuadro 5 resume los valores promedio de los rendimientos expresados en kg/parcela, obtenidos en cada uno de los tratamientos de fertilización potásica y también la proporción que correspondió a cada una de las categorías de peso de tubérculo, establecidas en el Cuadro 4.

Del análisis de los valores establecidos en el Cuadro 6, se desprende que las diferencias observadas en los rendimientos totales en función de los tratamientos recibidos, resultan altamente significativas.

Las subsiguientes determinaciones estadísticas permiten concluir que los tratamientos K₁, K₂ y K₃, inducen un aumento en el rendimiento que resulta significativo en relación con el testigo K₀ e igual consideración cabe hacer con referencia a la dosis K₃ respecto a K₁ y K₂.

Cuadro 3. Registros meteorológicos. Período 19/10/79-7/3/80.

Año	Mes	Temperaturas °C			Lluvias mm
		Máxima	Minima	Media	
1979	Octubre	22.6	8.3	15.6	23.5
	Noviembre	23.8	9.7	16.8	60.0
	Diciembre	27.9	13.1	20.5	44.5
1980	Enero	30.2	15.0	22.6	33.0
	Febrero	32.1	15.5	23.8	15.5
	Marzo	29.8	14.2	22.0	36.0
					212.5

Cuadro 4. Clasificación de los tubérculos.

	Categorías				
	A	B	C	D	E
Peso de cada tubérculo (g)	> 300	200-299	100-199	60-99	< 60

La más efectiva es K_3 , que corresponde a 200 kg/ha de potasa.

Los rendimientos totales correlacionan con las dosis de fertilizante aplicado, resultando $r = 0.77$, como ilustra la Figura 1.

Prosiguiendo con el análisis estadístico, según valores consignados en el Cuadro 7, se concluye que la fertilización potásica ha promovido un incremento en la producción que resulta altamente significativo, $F = 9.27$, en relación con el testigo, de tubérculos de mayor peso que corresponden a la categoría "A", alcanzando significación las dosis K_2 en relación con K_0 y K_1 y K_3 respecto a K_0 , K_1 y K_2 .

En lo que se refiere a la producción de tubérculos de la categoría "B", puede observarse en el detalle del Cuadro 5, que los rendimientos ofrecen pequeñas variantes a través de las diferentes dosis de fertilizante empleado, en tanto que para los grupos "C" y "D", la tendencia que generan las dosis crecientes de potasa, es hacia la disminución.

Ello implica, en consecuencia, que las más altas dosis de fertilizante potásico han influido notablemente también en el mejoramiento de la calidad de la producción o más precisamente, en el rendimiento cualitativo.

El Cuadro 8 detalla el número de tubérculos de cada grupo obtenidos en los distintos tratamientos y la Figura 2 la correlación observada entre dosis de potasa aplicada y producción de tubérculos categoría "A", resultando $r = 0.75$.

Respecto a los resultados obtenidos en las determinaciones de materia seca y almidón, en las muestras correspondientes a los tratamientos comparados, los valores promedio se resumen en el Cuadro 9.

Las cifras porcentuales precedentes indican correspondencia entre los porcentajes de materia seca y almidón.

En efecto, las variaciones que experimentan los valores de materia seca en función de los tratamientos, van acompañadas por variaciones en igual sentido de los contenidos de almidón, observándose una relación inversa entre dosis de potasa aplicada y los dos componentes mencionados.

Este efecto fue destacado por Harrap (6) cuando en la fertilización se emplea, como en el presente estudio, muriato de potasio. Similares consideraciones formula Demolon (4).

Sostiene Harrap que, en líneas generales, las dosis más altas de K_2O originan ligeras disminuciones en

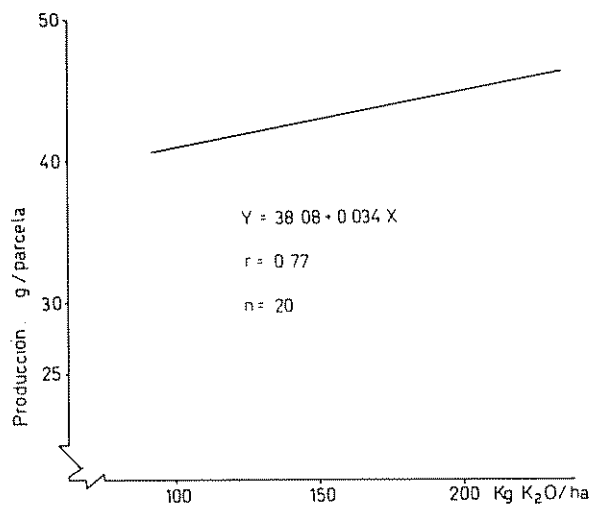


Fig. 1. Correlación entre dosis de K_2O aplicadas y rendimientos expresados en kg/parcela

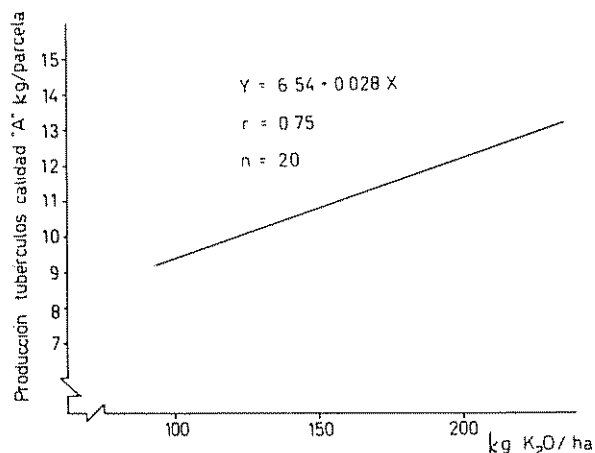


Fig. 2. Correlación entre dosis de K_2O aplicadas y rendimientos de tubérculos de calidad "A"

Cuadro 5. Rendimientos. Valores promedio, kg/parcela.

Tratamiento	Calidad comercial					Total
	A	B	C	D	E	
K_0	7 122a	10 266	14 088	5 062	1 096	38 324a
K_1	7 932a	11 548	15 362	4 954	2 048	41 844b
K_2	10 276b	11 562	12 934	4 880	2 058	41 710b
K_3	14 010c	11 762	13 468	4 742	1 426	45 40 c

Cuadro 6. Análisis de la variación en el estudio de los rendimientos.

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F
Tratamientos	137	3	45.6	8.68 ⁺⁺
Bloques	14	4	3.5	0.66
Error experimental	63	12	5.25	
Total	214	19		

Cuadro 7. Análisis de la variación en el estudio del rendimiento de tubérculos categoría "A".

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F
Tratamientos	102.40	3	34.13	9.27 ⁺⁺
Bloques	33.48	4	8.37	2.27
Error experimental	44.26	12	3.68	
Total	180.14	19		

Cuadro 8. Número promedio de tubérculos/parcela agrupados por calidad.

Tratamientos	Calidad				
	A	B	C	D	E
K ₀	23	42	94	60	29
K ₁	25	46	102	62	34
K ₂	34	46	86	61	34
K ₃	44	47	80	56	22

Cuadro 9. Niveles promedio de materia seca y almidón en tubérculos.

Tratamiento	Materia seca %	Almidón %
K ₀	21.50	14.59
K ₁	20.33	13.06
K ₂	20.03	13.06
K ₃	19.20	11.69

el contenido de almidón en tubérculos, las que quedan compensadas, como en el presente caso, con el aumento de producción.

Resumen y conclusiones

Con la finalidad de estudiar los efectos de la fertilización potásica sobre los rendimientos cuantitativos y cualitativos en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo riego, se realizó un ensayo de campo en tierras del Valle Inferior del Río Colorado (Provincia de Buenos Aires) República Argentina.

Los resultados obtenidos señalan:

1. Para los rendimientos totales expresados en kg/parcela, se obtuvo respuesta altamente significativa, $F = 8.68$, a la aplicación de K₂O.
2. Las dosis de mayor efectividad resultó la correspondiente a 200 kg/ha de potasa, si bien las de 100 y 150 kg/ha incrementaron también significativamente los rendimientos en relación con el testigo.
3. El aumento creciente de la dosis de potasa incrementó en igual sentido y en forma altamente significativa, $F = 9.27$, la producción de tubérculos de mayor peso, correspondiente al grupo "A";

La correlación observada entre dosis de fertilizante y rendimientos fue $r = 0.77$.

mantuvo con escasas fluctuaciones la correspondiente a la categoría "B"; e indujo disminución en los de menor tamaño, grupos "C" y "D", por lo que se concluye afirmando que la fertilización mejoró los rendimientos en calidad y cantidad.

4. La correlación determinada entre dosis de potasa y producción de tubérculos categoría "A", resultó $r = 0.75$.
5. Los contenidos promedio de almidón y materia seca no experimentaron variaciones de relevancia; no obstante, la tendencia de tales fluctuaciones se orientó hacia la disminución de ambos componentes a medida que se incrementó el nivel de K₂O utilizado.

Literatura citada

1. BOUYOUCOS, G. J. Hydrometer methods improved for making particle size analyzes of soils. *Agronomy Journal*, 54:464-65. 1962.
2. BREMMER, J. M. Total nitrogen. In Black, C. A. ed. *Methods of soil analysis* Madison. American Society of Agronomy, 1965. pp. 1 149-1 178
3. CAPPANNINI, D. y LORES, R. Los suelos del Valle Inferior del Río Colorado. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

- Colección Suelos No. 1. Buenos Aires Argentina. 1966. 127 p.
4. DEMOLON, A. Crecimiento de los vegetales cultivados. Ediciones Omega. Barcelona. 1965. 587 p.
 5. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE-AMERICA. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Manual de Agricultura No. 60. 1954 172 p
 6. HARRAP, F. E. G. Algunos aspectos de la nutrición potásica de la patata. Revista de la Potasa 11(14):1-9. 1960.
 7. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSO. Boletín Estadístico Trimestral. Tercer trimestre. Argentina. 1979.
 8. ISSOURIBEHHERE, P. F. Ensayos de fertilización en papas. Actas de la II Reunión Nacional de Fertilidad y Fertilizantes. Sociedad Científica Argentina. 1974. 219 p.
 9. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. Estación Cooperativa de Experimentación y Extensión Agropecuaria. Informe Técnico Anual. Hilario Ascasubi. Argentina. 1974. 25 p.
 10. JACKSON, M. L. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall, 1958. 498 p.
 11. LACHOWER, D. y ARNON, I. El efecto de un ensayo de larga duración sobre el rendimiento y calidad de las patatas como tercera cosecha en rotación. Revista de la Potasa. Primera y Segunda parte. 11(15 y 16): 1-9 y 1-11. 1962.
 12. LITNER, J. Investigaciones realizadas con fertilizantes sobre patatas en Transvaal, República del Africa del Sur. Revista de la Potasa. 11(20):1-11. 1968.
 13. LOUE, A. Fertilización y nutrición mineral de la patata. Revista de la Potasa. 11(9):1-7. 1979.
 14. PEREYRA, José Manuel. Efecto de la aplicación de fertilizantes y riego sobre el rendimiento y calidad de papa en monocultivo. IDIA. Argentina Suplemento No 1:241-244. 1960.

Reseña de libros

OPEKE, L. K. Tropical Tree Crops. John Wiley & Sons, New York, 1982. 312 p.

Un nuevo libro sobre agricultura tropical es siempre bienvenido, especialmente si su autor, como el Jefe Opeke, tiene una larga y variada experiencia, respaldada por una amplia preparación académica. El libro está restringido a cultivos arbóreos, y por el enfoque del autor, a Africa Occidental. Esto por una parte, limita su utilidad, pero por otra es una fuente de información sobre cultivos poco conocidos fuera de esa región, o de experiencias locales que no se conocen en otra parte. El libro está dirigido a los estudiantes de lo que en Africa Occidental es el equiva-

lente de las facultades de agronomía de América Latina; aunque en esta última no hay la preparación en ciencias básicas que hay en las primeras, por el estilo sencillo y la presentación didáctica, el libro del Dr. Opeke resulta muy útil a los estudiantes latinoamericanos.

El libro está dividido en cuatro secciones. La primera de ellas comprende los capítulos 1 a 6, en que se discuten los principios básicos y prácticas generales de todos los cultivos. El capítulo 1 cubre la ecología de los cultivos arbóreos en Africa Occidental. Esta región difiere de las otras áreas tropicales en los factores climáticos y edáficos; estos últimos se discute en relación a la distribución geográfica de los cultivos arbóreos.

El capítulo 2 discute en términos muy sencillos los aspectos principales de propagación: la prepa-

ración y manejo de los semilleros y almacigales en palma de aceite, kola, cacao y otros. La discusión cubre desde los niveles de productores de escasos recursos, hasta las explotaciones comerciales. Contienen por ejemplo, esquemas de instalaciones muy sencillas para desinfectar el suelo y para el control de la erosión de los almacigales.

En el capítulo 3 se discuten los métodos de propagación por semilla o vegetativos, también con ilustraciones sencillas. El capítulo 4 es en parte un complemento del anterior, pues cubre especialmente el equipo y materiales necesarios para propagación y manejo de los cultivos arbóreos. El capítulo 5 cubre la siembra de campo, y el 6 la regeneración y rehabilitación de las plantaciones.

La segunda sección del libro, capítulo 6 a 16 es el tratamiento individual de 10 cultivos: cacao, kola, café, cítricos, laticíferos, marañón, palma de aceite, coco, mango y té. El tratamiento individual varía según el cultivo e incluye una primera parte sobre el origen, taxonomía y aspectos botánicos, y luego la parte agronómica: escogencia del sitio, almacigal, transplante, tratamiento, enfermedades y su control, plagas y su control, cosecha procesamiento, notas cortas sobre mercadeo y usos

El capítulo 17 trata de algunos cultivos arbóreos subexplotados. Como se refiere a especies originarias de Africa Occidental, tiene interés especial por tratarse de información de origen local. Cubre especies como *Synsepalum dulcificum* (cuyo nombre aceptado por prioridad es *Richardella dulcifica*), cuyos frutos tienen la propiedad de afectar el gusto haciendo dulces todos los sabores por un tiempo corto; otras especies edulcorante tratadas son *Dioscoreophyllum cumminsi* y *Thaumatococcus danielli*. También frutales como el caimito africano, *Chrysophyllum albidum*, *Dacryodes edule* y *Carapa procera*, y olea-

ginosas: *Butyrospermum parki* y *Tetrapleura tetraptera*. Otras especies de posible cultivo se agregan en una lista al final del capítulo.

El último capítulo 18, incluye discusiones sobre las tendencias generales de la agricultura de cultivos arbóreos: cambio de sistemas extensivos a intensivos; necesidad de mayor conocimiento en suelos y fertilización, manejo integral de enfermedades y plagas, control de malezas y necesidades de mayor estudio de los aspectos económicos.

En temas más concretos, el autor se refiere a la necesidad de estudios básicos en los sistemas de incompatibilidad; colecciones de germoplasma, estudios citológicos y genéticos, y desarrollo de la utilización de los productos. El Dr. Opeke en el capítulo final se refiere varias veces a la necesidad de incrementar la investigación en cultivos arbóreos y de la diseminación de conocimientos entre las regiones agrícolas de los trópicos.

Cada capítulo tiene una bibliografía corta, cuyas referencias a menudo no se ajustan a las reglas internacionales, pero que con frecuencia son valiosas por lo poco conocidas que son en otras regiones tropicales.

El valor y el interés del libro del Jefe Opeke está para el público fuera de Africa, en la información clara y sencilla, a menudo original, sobre los cultivos arbóreos en sus aspectos botánicos y agronómicos, y es de agradecer a su autor que haya puesto, en forma tan clara y resumida, toda su vida en la agricultura de los trópicos.

JORGE LEON
CATIE, TURRIALBA,
COSTA RICA

STRUCTURE AND FUNCTIONS OF A RAINFOREST IN THE INTERNATIONAL AMAZON
ECOSYSTEM PROJECT: PRELIMINARY DATA ON GROWTH RATES AND NATURAL
REGENERATION FROM A PILOT STUDY¹ /

J., HEUVELDOP*
M., NEUMANN*

Resumen

Se llevaron a cabo investigaciones básicas sobre la estructura florística y geométrica de los rodales, la forma de los árboles, los suelos y los microclimas en el área del proyecto internacional de investigación en ecosistemas del bosque pluvial, en San Carlos de Río Negro, Venezuela. La presente contribución se refiere a los sitios de asociaciones forestales que crecen sobre espodosoles.

En el proyecto se mantiene un sector de estudio permanente, en la que se limpiaron 13 lotes, de 10 x 10 m cada uno, para análisis de biomasa. Adyacentes a este sector, se establecieron 6 lotes experimentales de 50 x 100 m cada uno. Todos los lotes experimentales se limpiaron en diciembre de 1975 y tres de ellos fueron quemados en febrero de 1976.

En 1979 se hicieron nuevas mediciones en un área de 2 ha del sector de estudio no perturbado, en todos los lotes de biomasa, y en un lote experimental quemado y en otro no quemado. En las parcelas del bosque no perturbado se encontró que los incrementos diamétricos de los árboles con DAP superior a 13 cm eran relativamente bajos, alcanzando valores menores de 1 mm por año y muy variables, con una desviación estándar de $\pm 200\%$. Las tasas de crecimiento anual y los volúmenes reducidos por mortalidad de árboles se igualaron, alcanzando aproximadamente 2.8 m³ por ha, o sea 0.8% de la biomasa aérea verde. Se encontraron claros abiertos naturalmente 12 meses antes, a causa de la caída de algunos árboles. Los claros abiertos naturalmente 12 meses antes, a causa de la caída de algunos árboles. Los claros midieron un total del 0.5% del área ocupada por las 10 ha del sector de estudio permanente. De estas cifras se dedujo que el turno sería 190 años para los árboles emergentes y del dosel superior, y 60 años para los árboles de los estratos inferiores. Todas las especies emergentes y los del estrato superior se regeneran bajo el dosel cerrado.

En los lotes para análisis de biomasa y en los claros abiertos naturalmente se presentó una regeneración compuesta por las mismas especies, e inicialmente se había registrado una composición florística similar, sin embargo, los lotes para análisis de biomasa que habían recibido un tratamiento drástico, progresaron más lentamente y exhibieron una menor densidad que los claros naturales. La regeneración natural exhibió diferencias marcadas en composición, distribución y dominancia entre los lotes quemados y los no quemados, pero no hubo diferencias significativas del crecimiento promedio en altura. No se encontraron individuos de Cecropia —especie pionera— en los claros naturales, y sólo unos pocos individuos en los lotes de biomasa, pero en los lotes quemados es la planta dominante. En los lotes que se limpiaron pero no se quemaron, Cecropia fue dominante solo durante los primeros 2–3 años y luego fue desplazada por otras especies; entre éstas se cuentan especies típicamente emergentes y las que van a ocupar tanto los estratos superiores como los inferiores, formando finalmente comunidades similares a los rodales originales.

¹ Received for publication in August 19, 1981.

* Proyecto Agroforestal GTZ/CATIE.
The Deutsche Forschungsgemeinschaft and the German Academic Exchange Service (DAAD) sponsored the

remeasurement pilot project. The authors are grateful to Dr. E. Medina, Director of the project, and his staff at IVIC, Caracas, for providing all facilities during the stay in Venezuela and to Prof. Dr. E. F. Brünig, Drs. C. Jordan and H. Klinge for suggestions and comments.

Introduction

The most productive forest areas of the world are found in the tropics. Several publications which present recent and old records give an average net primary productivity of tropical forests of around 20 t/ha/y, ranging from 9 to 32 t/ha/y (18, 29). This range reflects the large variety of site conditions and interactions between land communities and the environment. The San Carlos Research Project on the Amazon Rainforest Ecosystems is an international, interdisciplinary MAB Pilot Project which aims at better understanding the structures and functions of the tropical forest.

The project was designed and initiated in 1974. Among the major objectives of the project were the following: 1) To study the present floristic and geometric forest structure in order to determine any variation of structure which could be explained in physio-ecological terms similar to those previously determined in Borneo, and 2) to study the changes in forest structure by the repetition of initial measurements in order to determine rates of growth and regeneration. The initial measurements were made by Brunig and Klinge (12). The first remeasurement of the natural forest area was scheduled for 1985 because changes were expected to be slow and small, and therefore difficult to discern and prove with the simple methods to be adopted. In 1979 and unexpected opportunity arose for a pilot remeasurement of part of the plots, which was a good chance to obtain some preliminary information of changes and growth on the site. This pilot remeasurement was undertaken by the authors with financial support from the German Research Foundation (DFG) and sponsored by the German Academic Exchange Service (DAAD).

The organization and objectives of the San Carlos project are described by Medina *et al.* 34 and Brunig *et al.*, 11. A general description of the landscape and vegetation in the study site is given by Brunig and Heuvel-dop, 10 and Klinge *et al.*, 26. Herrera, 21 and Klinge *et al.*, 26 give information on the soils and terrain conditions. The climate is typical equatorial with a mean annual temperature of 26°C and an average rainfall of about 3600 mm year⁻¹ (Heuvel-dop, subm. Amazoniana) (Figure 1). The forest formation class is natural weakly seasonal predominantly evergreen equatorial tropical lowland forest.

The research site includes a wide range of forest associations (Brunig *et al.*, 14) varying from a "tierra firme" forest (Jordan and Uhl, 25) through a so-called "high caatinga" forest (Klinge, 28), and

finally to a low bana scrubland. The research plot includes altogether an area of 28 ha. Figure 2 shows a map of the plot lay-out. In this paper only the forest association groups K to N (Brunig *et al.*, 13), which vaguely correspond to Amazonian "high caatinga" forest, will be dealt with, and for the sake of simplicity be referred to as "the podzol site". The soils are podosols of sandy quartz mineralogy with varied drainage conditions (Klinge and Herrera, 27). Research work in the San Carlos Project is aimed at investigating the influence of ecological features on structures and functions of a natural rain forest ecosystem. Reviews of developments and preliminary results are given in Brunig (ed., 11) and Adisoemarto and Brunig (eds., 1). General goals are to quantify stand structure and function, stand developments and ecological consequences after different treatments, especially in regard to these extreme obligotrophic soils. Reported here are the results which focus on growth rates, mortality, and regeneration in a permanent, undisturbed observation area; and regeneration patterns in converted areas. These results were obtained from investigations and remeasurements carried out in 1979 by the authors and from the research reported in 1975 by Brunig and Klinge (Brunig *et al.*, 12) within the podzol site.

SAN CARLOS DE RIO NEGRO 1950-1958 ; 1970-1978

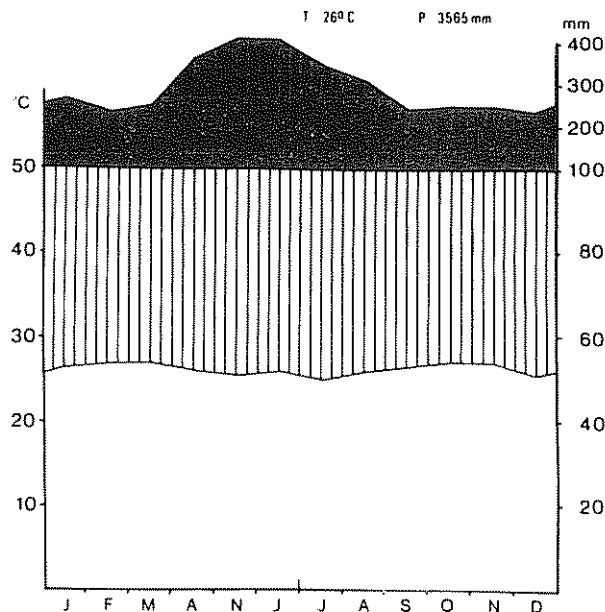


Fig 1. Climate diagram for San Carlos de Rio Negro, Venezuela, according to LIETH. Data taken from Climate Station San Carlos 1950 to 1958 and 1970 to 1978 for intermediate time no data available.

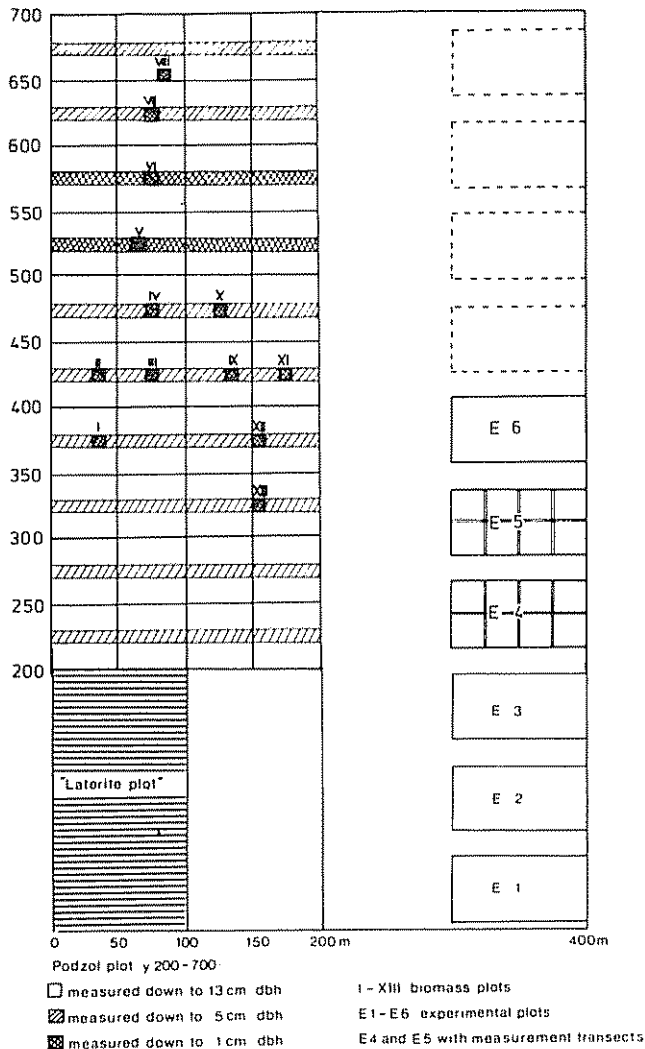


Fig. 2. Layout of the Natural forest research plot at San Carlos de Rio Negro, Venezuela for the amazonian ecosystem study.

Methods

The podzol site was divided into two parts, 10 ha each (see Figure 2), a permanent natural forest observation area ($X = 0-200$; $Y = 200-700$) and an adjoining area with experimental plots ($X = 200-400$; $Y = 0-700$). Brunig *et al.*, 12, Brunig and Synnott, 13 and Synnott, 38 give a detailed description on the investigation methods used, some of which are described in the next paragraphs. For the initial study of tree dimensions, floristic and geometric stand structures, a coordinate grid was established in the 400 x 700 m area and field measurements were made within 10 x 10 m squares arranged continuously along 200 m long transects in the area $X = 0-200$ and

$Y = 200-700$ (Figure 2). All trees exceeding certain minimum diameters were surveyed. The limits, determined after a trial survey, were set at 1 cm (2 transects, cross-hatched on the map, Figure 2), 5 m (8 transects, simply hatched) and 13 cm (40 transects, blank). Tree diameters were measured by using metal measuring tapes at breast height. All trees were recorded by species (local name and code number) and their location by decimeter coordinates of the trunk center at base in the X:Y-coordinate system. A topomap and map of all dead wood was drawn for each square.

Association and diversity patterns, along with stand characteristics of the natural forest observation area, were analysed by a number computer program previously described by Brunig *et al.*, 14. In the experimental plot area, trees above 13 cm diameter were measured in order to link the area to the vegetation classification in the natural forest area. The natural forest was subdivided at medium-scale level of variation into 10 association groups, H to Q. Variation at small scale proved exceedingly complex (Brunig, Alder and Smith, 13). Trees in thirteen subjectively distributed biomass plots (I – XIII, see Figure 2) and six experimental plots (E1 – E6, see Figure 2) were felled in 1975. Objectives and methods are described by Klinge and Herrera, 27, and Brunig *et al.*, 12.

The biomass plots (10 x 10 m) were completely clear felled and all phytomass removed in fractions between August (towards the end of the rainy season) and in December (in the middle of the dryer season).

Experimental plots E2, E3 and E4 were cut and burned without logging. The plots E1, E5 and E6 were only cut. In all plots stems remained unlogged. In early spring 1976 *Hevea* sp. was planted in the burned plots (4 x 4 m = 625 plants per ha). About one year after establishment of biomass and experimental plots, October 1976, Heuvel dop and Herrera recorded natural regeneration in the 13 biomass plots (10 x 10 m) by counting all plants in a diagonal 1 m wide and 13 m long transect running from east to west in each plot. Since it was extremely difficult to distinguish between species, these very small plants were classified by groups of tree seedlings, regrowth, *Monocotyledoneae*, *Selaginella*, palms and ferns. For technical reasons plot I was not registered.

Growth and regeneration measurements were made three and a half years later, in 1979, in an area covering 2 ha within the natural observation area by Heuvel dop and Neumann. This remeasured part comprises 10 transects which, in accordance

to the data analysis (Brunig *et al.*, 13), corresponds well to the average stand structures and species compositions of the whole study site. These 10 transects ($Y = 500-600$, $X = 0-200$) were selected because the area includes the two 1 cm transects established in 1975 for special intensive studies.

Some difficulties pertaining to growth rates arose from the fact that tree numbers and measurement points were not marked on the stems in 1975. Also, about 6% of the trees could not be located in the field in 1979 for some unknown reason. This may be connected to inaccuracies in 1975 or 1979, or with unrecorded removals in the intervening period. The errors in diameters, due to deviations of measurement height, may reach a magnitude of about 3% (Loetsch *et al.*, 31). Other sources of error, such as errors caused by different pulling strengths or tilting angles, are negligible. A small number of quite large measuring or recording errors were suspected because of very large differences and consequently all differences between diameter measurements in 1975 and in 1979 exceeding ± 1.5 cm were considered freaks and ignored in the calculations.

Natural regeneration was studied in 13 biomass plots within natural gaps (approx. at $X = 10 - 20$; $Y = 560 - 570$ and $X = 170 - 180$; $Y = 540-550$) and on the experimental plots E4 and E5 (50 x 100 m). In the biomass plots all trees of more than 0.2 m height were recorded (species and height) along the same diagonal transects as in 1976. In the

first natural gap mentioned, the number of seedlings were estimated and all tree species above 0.2 m were recorded, while in the second gap only tree species above 1 m were recorded (species and height). These measurements were carried out along transects in the biomass plots. Regeneration was also studied in the experimental plots E4 and E5 along 1 m wide and one 100 m and three 50 m long transects in each plot. The transects were established as shown in Figure 2. Within these transects, all tree species reaching the height of at least 1 m were recorded (species and height). Not all of the six experimental plots were due to a limited amount of time. Plot E4 and plot E5 were selected because they are neighbouring and were treated differently in 1975, as mentioned above.

All species were documented by an extensive sterile ecological reference collection and each by at least one fertile herbarium collection made by Brunig in 1975. Determinations were not yet completed at the Herbarium of Botanic Gardens, Caracas at the time of writing. Therefore, local vernacular names were used corresponding to the computing code numbers 1 to 410, 410 being a pool of more than 30 miscellaneous species.

Results

Stand data under natural conditions

Density, basal area and volume and stand tables were calculated for the whole 10 ha natural forest

Table I. Structural stand parameters for tree 1 cm dbh, MAB Amazon Forest Ecosystem Project [Taken from Brünig, Alder and Smith (15)].

Forest association (code)	Number of stems ha ⁻¹	Basal area ha ⁻¹		Mean height tallest trees m	Tree volume	
		m ²	S.D.' (%)		m ³	SD' %
(H)	11 634	38.3	60.0	32	421.9	61.0
(I)	8 361	37.5	61.3	33	426.3	60.0
(K)	12 011	41.9	51.6	29	374.7	63.4
(J)	16 385	38.4	55.8	27	292.8	66.2
(O)	10 000	33.5	46.8	27	344.4	44.9
(N)	9 485	39.7	44.3	24	362.1	40.9
(L)	11 128	34.7	39.3	24	286.4	33.0
(M)	8 119	38.2	43.0	21	328.0	36.9
(P)	10 000	30.8	55.1	14	228.2	52.2
(Q)	18 205	19.7	12.8	9	83.8	114.3
(H - Q)	11 533	35.6	m.c.		306.1	m.c.

SD : standard deviation %
n.c. : not calculated
H, I : Yevaro-Hiua-Cunuri
K, J : Cunuri-Yevaro-Piapoco

O, N : Cunuri-Yaguacana-Tamacuari
L : Cunuri-Yucito-Piapoco
M : Cunuri-Yucito-Yaguacana
P : Cunuri-Yucito-Media luna
Q : Yucito-Cuncha marilla-Lengua vacca

Table 2. Number of stems, basal area and volume 13 cm dbh in the whole area (left) and in the 2 hectares selected for remeasurement in 1979, growing stock data relate to 1975 and are original data of Brunig, 1975.

Diameter breast height cm	Values for a 10 ha site (Y = 200-700, X = 200)			Values for a 2 ha site (Y = 500-600; X = 0-200)				
	Number of stems/ha N	%	Basal area/ha (m ²)	Vol. above prod. (m ³)	Number of stems/ha N	%	Basal area/ha (m ²)	Vol. above prod. (m ³)
1 - 4.9	8 681	79.5	3.53	9.8	8 640	81.9	3.44	9.6
5 - 9.9	1 292	11.8	5.02	24.6	950	9.0	3.73	22.9
10 - 12.9	324	3.0	3.23	22.2	295	2.8	2.93	24.2
13 - 14.9	144	1.3	2.18	16.6	126	1.2	1.90	17.1
15 - 19.9	224	2.1	5.19	44.2	214	2.0	5.01	48.6
20 - 29.9	190	1.7	8.49	85.8	221	2.1	10.07	110.3
30 - 39.9	52	0.5	4.57	52.6	78	0.7	6.43	76.1
40 - 49.9	12	0.1	1.81	22.4	16	0.2	2.48	32.8
50 - 59.9	4		0.89	12.2	8	0.1	1.90	25.6
60 -	2		0.95	12.9	6		2.33	31.8
total	10 925		35.86	303.3	10 554		40.22	399.0
d 13.0	628		24.08	246.7	669		30.12	342.3

study area and for each of the 10 association groups. A preliminary report is given by Brunig, Alder and Smith (15) and is reproduced in Table 1 for trees greater than 1 cm diameter at breast height (dbh). Mean basal area of trees above 1 cm dbh is 35.6 m² ha⁻¹ for the whole area and 40.2 m² ha⁻¹ for the remeasured 2 hectares in 1975. Corresponding tree volumes are about 303 m³ ha⁻¹ and 399 m³ ha⁻¹ respectively (calculated by an estimated form factor of 0.5), while the number of individual trees amounted to 10 925 and 10 554. In comparison to the whole area, this means that somewhat larger trees were located in the selected area, proving logical when the association group map is consulted which shows a large bana area (groups P and W) outside the 2 hectares and a large proportion of Yevaro association (H and I) within the remeasured 2 hectares.

Mean number of individual trees and mean basal area for the 13 biomass plots are 11 446 ha⁻¹ and 36.8 m² ha⁻¹ (Klinge, 28).

The first results of the analyses of stand structure on the podzol site was presented by Brunig (Brunig *et al.*, 13 and 14). The association group classification program developed on precursors used earlier in Sarawak and Brunei is described in Adisoemarto and Brunig (eds., 1). The work on the structural analysis will be continued.

Development and growth in closed stands

Regeneration, growth and the resulting structural pattern of the forest are closely related to mortality

and gap sizes (Ashton and Brunig, 3; Ashton, 4); these, in turn, are related to site characteristics, soil and time. Therefore, assessments of change are subject to a large variation between variables.

Mean diameter increments found in the San Carlos podzol sites are less than 1 mm year⁻¹ for all trees above 13 cm dbh, ranging from 0.2 mm to 1.3 mm, depending on tree species. The increment of understorey trees (1 cm to 13 cm dbh) is lower, averaging about 0.2 mm year⁻¹, while emergent trees (above 30 cm dbh) show a mean diameter increment of 0.9 mm year⁻¹. Table 3 gives some of the data obtained in 1975 and 1979. Basal area and number of trees above 13 mm dbh remains constant. Standard deviation of the average diameter increment is quite large, probably due to the large variation in growth rates among the very different social classes. Ingrowth in the class above 13 cm dbh compensates mortality with respect to the number of trees and species. Emergent trees on this site greater than 30 m in height, represent 2% of the total ingrowth. Main canopy trees, with heights between 20 and 30 m, amount to 25%, and the remaining 73% of total ingrowth are understorey species.

The change in the number of stems is shown in Table 4. From 1975 to 1979, ingrowth in the 1 cm class was slightly higher than mortality in transects 520 - 530, compared to only 1% from the data in 1975 in transect 570 - 580. This indicates that there is hardly any change in species composition since almost all emergents and main canopy trees are able to regenerate in the shade of the forest stand without an intermediate gap phase

According to Brunig's investigations in 1975, the total area of one year old gaps comprises about 0.5% of the 10 ha site. Based on this data, turnover rates are calculated to be 200 years, which seems reasonable and corresponds to the results estimated by mortality rates.

REGENERATION IN CONVERTED AREAS

Biomass plots

The distribution of the 13 biomass plots is shown in Figure 2. These plots represent almost all association groups selected by the computer program excluding association I, which is located in an area dominated by *Eperua purpurea*. Table 5 gives some characteristics of the primary stands before cut and harvest. Number of individuals and species as well as basal area and tree volumes differ between the plots in relation to the variation in association groups. Species composition in and around the plots shows that the main canopy trees most common are Cunuri I (024), Yaguácana (092), Yévaro (100) and Piapoco (188). Before cutting, the understory in the plots were dominated by Tamacuari (221), Cunuri I (024), and Majagua hoja ancha (12). Therefore, there are some differences in species composition before and after harvest. On the other hand, regeneration in eleven plots shows that out of the most common four species, at least one is important in the mature stand before harvest or is important in the vicinity. Plot XII, especially, shows

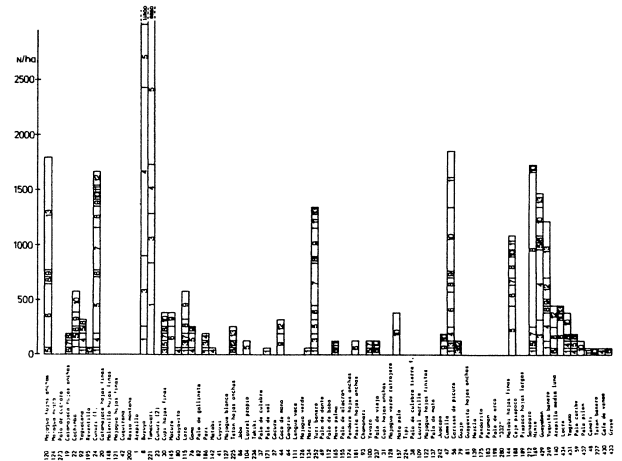


Fig. 4. The distribution of species under regeneration in the biomass plots Nos. 1-13 (10 x 10 m each) of the natural forest research plot at San Carlos de Rio Negro, Venezuela, ordered in accordance to the frequency distribution from the undisturbed transects (Fig. 3).

nearly the same species composition in the regeneration as in the surrounding mature stand. Figure 4 shows that the most common regeneration species in all plots is Buyuyo hormiga (008), which also exists sparsely in closed stands. In the larger gaps Yagrumo (431), *Cecropia* sp., and Lacre (434), a secondary succession species, appear frequently in only 2 plots (VI and XI). Considering the small but scattered regeneration area studied in all plots, (156 m² in total) it seems that species which are

Table 5. Some characteristics of the previous stand on the biomass plots in 1975 (for dbh 1 cm).

Plot No.	Number of stems* 100 m ⁻¹	Number of species**	Basal area ha ⁻¹ ** m ²	Volume ha ⁻¹ ** m ³	McIntosh** index
I	62	15	31.00	282	0.7315
II	61	16	71.56	645	0.6783
III	94	39	33.48	254	0.8707
IV	98	28	34.47	272	0.7529
V	144	44	16.22	102	0.8584
VI	135	35	30.55	281	0.6882
VII	162	48	23.02	201	0.8279
VIII	130	26	51.00*	600*	0.6838
IX	113	37	35.18	261	0.8021
X	110	30	39.37	318	0.6979
XI	111	39	58.00	599	0.8505
XII	140	37	34.76	210	0.7414
XIII	191	36	26.91	98	0.8246
Average	119	33	37.35	317	

* From Klinge's biomass data.

** From Brunig's fieldbook data.

characteristic for the stands are also well represented in the biomass plots.

Mean height of all plants above 0.2 measured in 1979 is 0.47 m. This indicates an annual growth rate of more than 0.15 m, assuming germination immediately after treatment. In five plots, maximum height varies rather significantly and amounts to more than 1 m in five plots (IV, VI, VIII, IX and X). In four plots, maximum heights are 0.8 – 0.9 m, of Buyuyo (008). Fast growing species in the remaining plots are *Catamajaca hoja ancha* (019), *Arepillo media luna* (140), *Macure* (145), and *Cecropia*. The tallest tree, *Catamajaca h.a.* (019) reaching a height of 3.5 m, is probably a coppice shoot. *Cecropia*, which does not occur in the closed stands, shows a dominant height of 2.9 m in one plot only (IV). Elsewhere (plots I, VI, VIII and XI), the average height is 1.1 m, which equals the heights measured for other species in the same plots.

In 1976 and 1979 the number of seedlings in the plots was estimated. Mortality was found to be 7%. Plot II had five times more seedlings in 1976 than the other plots. The reason is not exactly known yet. The average plant density for all plots was equal to or greater than 117 000 individuals per ha, 37 000 individuals having height greater than 0.2 m. Maximum and mean stem heights are positively correlated with the number of species ($r = 0.71$ and 0.66 respectively). Although these correlations are weak, there is a clear tendency of an increase in the number of species in all of the plots. Figure 5 shows mean heights in 1 m steps for all plots along the east-west transects and corresponding number of individuals. Obviously, the plot edges are occupied by less plants with lower mean heights on the east side than in the middle of the plots. There are no

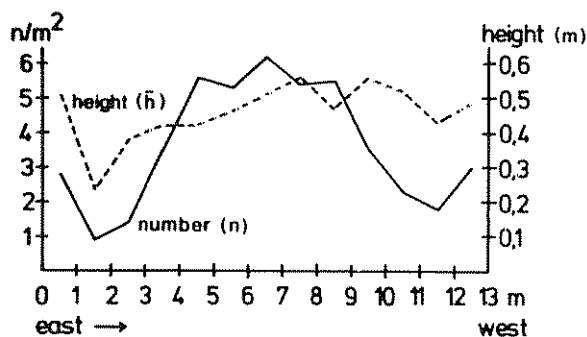


Fig. 5. Distribution of mean height and number of individuals under regeneration in the biomass plots Nos. 1-13 (10 x 10 m each) of the natural forest research plot at San Carlos de Rio Negro, Venezuela. Measurements were taken in the 1 m wide east-west diagonals of each plot.

final conclusions on this picture yet. Possibly, the poor regeneration on the edges is connected to root competition, soil water status and temperature. Compared to natural gaps, regeneration on the biomass plots shows about 25% fewer individuals and about the same reduction in mean heights.

Regeneration on experimental plots

Adjacent to the study site, experimental plots (E1 – E6) were established in order to study the development of various natural and planted crops under clear cut, burned and unburned conditions (Brunig *et al.*, 12). For technical reasons the plots were not established as originally planned with exception for E3 and E5 where *Hevea* spp. was planted. Plot E5, which was clear cut only, can ecologically be regarded as a larger windthrow area. Clear cut and burned plot E4 resembles the initial situation in shifting cultivation areas or “conucos”, which is the common land use form.

The original vegetation was investigated by Brunig in 1975. With respect to floristic aspects, the two plots E4 and E5 differ somewhat. Before clear cuts plot E4 (722 trees/ha above 13 cm dbh) corresponded closely to the intermediate areas of the study site, dominated by *Micrandra spruceana* (association group L and M, simple structure, few species, rather low diversity, aerodynamically smooth). Plot E5 was more related to the *M. spruceana* – *Eperua leucantha* stand type (association group O and N, more complex, aerodynamically rougher and relatively rich in species). One year after cutting a similar secondary succession was found in both plots (E4 and E5). The dominating species was *Cecropia*. The ground vegetation in E4 was, practically, completely destroyed by the fire. In 1977, two years after treatments, *Cecropia* was well covering the burned area. On the contrary, in the unburned E5 the seed-

Table 6. Comparison of ecological (Motyka, M.) and ecological floristic (Srensen, S) similarity and diversity index McIntosh, MI.) in experimental plots E4 (cut and burned) and E5 (clear cut only) the decreasing similarity due to the different treatment and the lower MI on E4 in 1979.

	Original vegetation (above 12 cm dbh) 1975	Natural regeneration (above 1 m height) 1979
M E4/E5	57.0	24.8
S E4/E5	0.65	0.47
	E4	E5
MI 0.627	0.611	0.492
		E4
		0.815

lings pool remained more or less undisturbed. The plot showed, at the same time, increasing dominances of about 20 other species. The importance of *Cecropia* was distinctly diminished here. This tendency of increasing difference in species composition is continuing. In 1979 seventy-two species were found in E5 and twenty-five in E4 (Figure 6). Only two species, Lacre (434) and Café de venao (430), were found in the burned area E4, and did not occur in E5. The calculated density per hectare of all plants higher than 1 m was 29 800 in E4 and 10 800 in E5.

Similarities between both plots are quantified by application of the indices of Srensen, 37 and Motyka cited by Whittaker (4), based on original vegetation (1975) and on natural regeneration (1979). Diversities in both plots before and after treatments are characterized by the McIntosh-index (McIntosh, 33). Table 5 gives the results of these calculations. Before cutting, the plots showed close ecological and floristic similarities, while diversity in E4 was somewhat higher than in E5. Four years later, there is a decrease in all figures except for diversity in E5, which increased from MI 0.611 to MI 0.815 per 100 individuals.

In addition, average and maximum heights were measured on several occasions since plot establishment. *Cecropia*, the most numerous species on both plots during the first three years, showed differences in height growth as early as 1977. Measured mean heights of *Cecropia* in 1979 were 4 m in plot E4 and only 3 m in plot E5, while maximum heights

amounted to 8.5 m in E4 and 5.0 m in E5. Only in plot E5 was the maximum height equal to or exceeded by other species such as Guajo (079), reaching 12 m; Palo de dato (069), 10.5 m; Palo Brasil, (014) 6 m; and nine other species above 5 m.

A hybrid of *Hevea brasiliensis* was planted in plot E4 in April 1976. The plantation was carried out in 4 x 4 m (i.e. 625 plants per hectare). According to the inventory in 1979, thirteen living plants were found on the 250 m² sample plot area, which equals 520 individuals or 83% of the original number. The average height of each species was 1.8 m (i.e. below mean height of all individuals).

Differences in site conditions in regard to nutrient status have been investigated by Jordan and Uhl and are still under observation.

Discussion

The relatively small permanent study area of 10 ha comprises quite different stand types stratified into the mentioned 10 stand classification groups. Forest dynamics are affected by floristic and geometric structures, which change along gradients of time and site. The first resurvey in 1979, in one part of the study area after 3½ years, could not be expected to produce proof of significant structural changes. The data were analyzed, tentatively, as a guide to continued research. However, it seemed justified to produce the results of the analysis of the data of 1975 and 1979 in view of the scarcity of such measurements in natural and modified tropical rainforest.

The calculated variations of basal areas, volumes and stands are lower than the averages for tropical rain forest but agree to the general descriptions given for Kerangas and Kerapah in Sarawak and Brunei (Brunig, 9). It must be emphasized that the San Carlos data are yet quite insufficient from a biometrical point-of-view and that the standard deviation of the grand mean amounts to about 200%. This variation was not unexpected because single trees behave very differently in yearly increments according to their social position, age and condition. It seems correct not to use mean diameters and increment for determination of ages of trees because of the wide fluctuation in single values. But we feel justified to conclude that ingrowth and diameter growth equals losses by mortality resulting in an almost constant basal area.

Natural forests generally regenerate as a response to gaps in the upper canopy (Richards, 36; Ashton

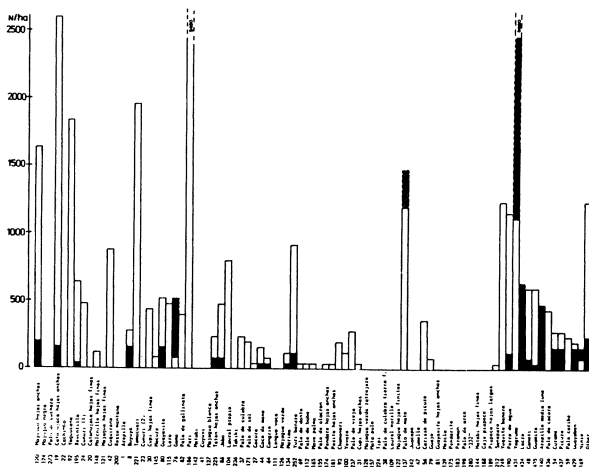


Fig. 6. The distribution of species under regeneration in two selected experimental plots (50 x 10 m each) of the natural forest research plot at San Carlos de Rio Negro, Venezuela, ordered in accordance to the frequency distribution from the undisturbed transects (Fig. 3).

and Brunig, 3; Whitmore, 39; Halle *et al.*, 19). If the gaps in a sufficiently large area are well scattered, turn-over rates can be calculated (Ashton, 4). This is, however, valid only for uneven-aged primary forests. Murphy and Uhl, 35 found that in the adjacent tierra-firme forest 4.8% of the total area was in the gap phase with an estimated persistence of five years. The calculated turn-over rates amount to 104 years on this basis. Brunig (9c) showed from data in Sarawak that gap area and gap sites can be dependent on site and forest structure and the resulting covariances make any simple assessments rather dubious affairs. In the "caatinga" forest, on the podzol site, the area of 1-year old gaps was 0.5% of the total area in 1975 (see map in Brunig *et al.*, 14, and original field cards). Even if the resulting turn-over rate of around 200 years fits well to estimations based upon mortality rates, it has to be considered that, first, the interpretation of gap age is anything but reliable and, second, that if understory trees (seedlings and poles) with initial growth after windthrow in the upper canopy become suppressed after a couple of years, as in small gaps, the upper canopy closes from the sides. Possibly, because of this, estimated turn-over rates are exaggerated if calculations are based upon gap area only.

The remeasured part of the forest in the podzol site indicates a late successional stage as all important species regenerate in the closed stands without a particular gap phase. Whitmore, 39 found quite similar figures for dipterocarp stands in Malaya as we did in San Carlos, stating that 6%, 22% and 72% respectively of emergent, main canopy and understory trees are regenerating. On the contrary Hartshorn, 20 states that 75% out of 105 canopy tree species at La Selva, Costa Rica regenerate successfully only in gaps. Similar findings have been published by Aubreville, 5 and Richards, 36. However, comparisons of this kind are rather unsatisfactory because actual site and stand parameters differ greatly in time and, also, applied investigation methods vary within a rather wide range. Variabilities in stand architectures, species composition and seasonalities lead to differentiations in stand developments and dynamics which, in turn, interact with site factors and exchange processes.

In spite of this, comparisons provide, at least, an orientation which shows that biomass and productivity of the San Carlos stands are below average of tropical rain forests but well equal to stands under similar soil and environmental conditions in Borneo (Brunig, 7).

Richards, 36 and Brunig, 6 mention that natural regeneration is complex and is essentially dependent

on interactions between nutrient, water supply and radiation components. Also, spectral distribution is one of the main factor affecting seed germination and, thus, determining survival and development of species. In regard to radiation quantities, similar effects are quoted by Evans *et al.*, 16; Gaterum *et al.*, 17; Hughes, 24; Loach, 30

Measurements on light distribution have been performed rather extensively in the San Carlos Project. It was found that relative light intensities at ground level average to 2 - 3%, which is more than previously expected. Longman and Jenik, 32 state that most results from investigations on light intensities in tropical rain forests show values lower than 1% of total light above canopy. Regeneration of almost all canopy species in the closed stands found in San Carlos on the podzol site, as well as on the laterite site (Murphy and Uhl, 35), may be due to this relatively high position of light penetration.

Light distribution seems to be more closely related to stand height than to any other stand parameters (Heuvelink, 22). The San Carlos stands are regarded as comparatively low, which is well in line with the average illumination rates at ground level. At the present stage of data evaluation, further correlations between radiation parameters and germination have not yet been quantified.

Differences in regenerating species and growth found between the 13 biomass plots may be due to variations in soil and drainage conditions, previous stand structure, floristic composition, nutrient status and seasonality of fructification. One year after treatment, regeneration was extremely poor in the number of individuals and height development. The 1979 inventory resulted in almost the same number of individuals as in 1976, with an average height of 47 cm for all plants above 20 cm. Compared to natural gaps, the biomass plots had no established regeneration at the time of canopy opening. After phytomass harvest the soils were bare, water holding capacity had decreased, the upper soil layers were compressed and no shading-under story trees were present. These heavy impacts have, probably, lead to the relatively low number of species which at an average is 12 per 13 m² (equal to 9230 per ha) for all 12 biomass plots recorded in 1979, values ranging from seven (5385 per ha) (plot XI and XII) to eighteen (13 846 per ha) (plot VIII). In the, more or less, equal sized natural gaps about four times more species were found. Typical pioneer species like *Cecropia* spp. occur only occasionally in the biomass plots. Climbers amounted to 12% in natural gaps and to about 15% of regenerating tree plants

in the biomass plots. Plot size, in addition to conditions on these heavily treated biomass plots, did not distinctly favour specific pioneers.

On the other hand, no selective influence on species composition in the regeneration could be found in closed stands compared to the above mentioned natural gaps. An increase in light did not compensate for the changes in site conditions, as far as natural gap and biomass plot areas are concerned. Light quantities and qualities at ground level in the investigated closed stand seem sufficient for regeneration of all main species.

Evidently, an initial dominance of *Cecropia* spp. is possible only in the larger areas. As found in the clear cut and burned experimental plot E4, the significant dominance lasted for the first four years or more after treatment, while in the unburned plot E5, within two years after treatment other species became dominant. This may be explained by higher root competition, and to changes in radiation pattern caused by the denser vegetation in the unburned plot, *Cecropia* decreasing in number and height after a couple of years. More research is needed in respect to species development, especially in correlation to microclimates, nutrients and water economy.

Within the total investigation site, twenty tree species representing 80% of all main canopy species, i.e. species of more than 20 m height, were selected for comparisons of regeneration in various plots (Table 7). These species amount to about 12% of all individuals in the main canopy. Under closed canopy 80% of all selected species were found representing 28% of all individuals within this layer.

Natural gaps and biomass plots show almost the same relative number of species, but a higher dominance than that found in regeneration under closed canopy. Compared to corresponding figures for the mature stand, dominance of the 20 selected species among all individuals is more than double under closed canopy and is about three times higher in gaps and biomass plots. Number of species in experimental plot E5 is well in line with the former

plots, while the frequencies of other species are increasing. Plot E4 still shows heavy disturbances in 1979. It is noticeable that three years later 70% of the most frequent dominant species regenerate more or less independently of the treatments used (i.e. the area was not burned). Even after burning, 15% of the primary species occurred within this relatively short time, comprising 3% of all tree plants reaching more than 1 m in height.

Still the mechanisms controlling regeneration are widely unknown and further studies are needed to clarify the interdependent factors between forest structure, site, and forest dynamics. Supplementary studies of the physio-ecology and genetics of the major species are required.

The major remeasurements of the whole area, planned for 1985, will produce more reliable data on the dynamics of the natural stands and the recovery of the felled and burned plots. Studies of shifting cultivation plots nearby indicate that recovery seems to be more rapid than commonly supposed (Uhl, in Press). The pioneer species, *Cecropia*, is not found in the natural gaps, and on some biomass plots only single individuals are found, while this pioneer dominates on the burned experimental plot. On the clear cut and unburned plot *Cecropia* dominated only during the first 2 – 3 years and was then suppressed by other species. These are typical emergent and main canopy species as well as understory species, indicating the developing of a similar community as the previous stands.

Summary

In the international rainforest ecosystem research project at San Carlos de Rio Negro, Venezuela, basic investigations on floristic and geometric stand structure tree forms, soils and microclimates were carried out in 1975. The German contribution was focussed on the forest associations in the spodosol sites.

Table 7. Regeneration of 20 selected tree species, representing 80% of all individuals in the main canopy (trees above 20 m height), 1979.

Regeneration species	Closed stands	Natural gaps	Biomass plots	Unburned E5	Burned E4
In % of selected species	80	85	70	70	15
In % of all indiv in correspond layer	28	37	33	20	3

An area of 10 ha is kept as permanent study area, where 13 plots (10 x 10 m each) were clear cut for analysis of phytomass

Six adjacent experimental plots were established, each measuring 50 x 100 m. All experimental plots were clear cut in December 1975, three of them additionally burned in February 1976.

Surveys were carried out in 1979 within a 2 ha area of the undisturbed study site, all biomass plots, one burned and one unburned experimental plot. Diameter increments in the mature stands for all trees above 13 cm dbh were found to be relatively low, with values less than 1 mm year⁻¹, and very variable with a standard deviation of $\pm 200\%$. Yearly growth rates and volumes reduced by mortality, amount to about 2.8 m³ ha⁻¹ or 0.8% of above ground fresh phytomass. Natural 1-year-old gaps, caused by fallen single trees, comprise a total area of 0.5% within the 10 ha study site. Turn-over rates are calculated from these figures to be 190 years for emergent and main canopy trees, and 60 years for understory trees. All emergent and main canopy tree species regenerated under the closed canopy. On the biomass plots (10 x 10 m) and in the natural gaps the same regeneration species occur and similar floristic compositions are found as in the previous stands, though the heavily treated biomass areas develop slower and plant communities show less densities than the natural gaps. Regeneration in the clear cut, burned and unburned experimental plots show distinct differences in species, distribution and dominances but no significant differences in mean height growth. The pioneer species, *Cecropia*, is not found in the natural gaps and on some biomass plots only single individuals are found, while this pioneer dominates on the burned experimental plot. On the clear cut and unburned plot *Cecropia* dominated only during the first 2 – 3 years and was then suppressed by other species. These are typical emergent and main canopy species as well as understory species, indicating the developing of a similar community as the previous stands.

Literature cited

1. ADISOEMARTO, S. and BRUNIG, E. F., eds. International MAB-IUFRO – Workshop on Tropical Rainforest Ecosystems Research, 2nd., Jakarta, 1978. Transactions. Special Report No. 2. s.1., s.e., 1979.
2. ALDER, D. *et al.* Struktur und Funktion im Regenwald des internationalen Amazonas Ökosystemprojektes. Vorläufige Mitteilung über Klassifikation der Bestände Variation der Bestandesstruktur und Niederschlagsmerkmale. In Symposium über biogeographische und landschaftsökologische Probleme Südamerikas: Wald und Wasser, 9th, Ploen, Amazoniana (Brasil) 4(4):423-444. 1979.
3. ASHTON, P. S. and BRUNIG, E. F. The variation of tropical moist forest in relation to environmental factors dual its relevance to land-use planning. Mitt. Bundesforsch. anst. Forst-Holwirtschaft 109:59-86. 1975.
4. ASHTON, P. S. and BRUNIG, E. F. The natural forest: plant biology, regeneration and tree growth. In Tropical Forest Ecosystems; a state of knowledge report. Paris, UNESCO/UNEP/FAO, 1978. pp. 180-215.
5. AUBREVILLE, A. Les forêts de l'Afrique occidentale Française. Ann. Acad. Sci. Col. 9:1245. 1938.
6. BRUNIG, E. F. Forstliche Produktionslehre. Lang, Bern und Frankfurt, Europ. Hochschulschrift, 1971. 328 p.
7. BRUNIG, E. F. Biomass diversity and biomass sampling in tropical rain forest. In IUFRO Biomass Studies, IUFRO S.401. Orono, University of Maine, 1973. pp. 269-293.
8. BRUNIG, E. F. Some further evidence on the amount of damage attribute in lightning and wind-throw in *Shorea albida* forest in Sarawak. Commonwealth Forestry Review 52(3):260-265. 1973.
9. BRUNIG, E. F. Species richness and stand diversity in relation to site and succession of forests in Sarawak and Brunei. In Symposium on Biogeography and Landscape Research in South America, 3rd., Ploen, 1972. Amazonian (Brasil) 4(3):293-320. 1973.
10. BRUNIG, E. F. and HEUVELDOP, J. Structure and function in natural and man made forest in the humid tropics. In IUFRO World Congress, 16, Osb., 1976 s.n.t. pp. 500-511.
11. BRUNIG, E. F. and HEUVELDOP, J. ed. International MAB/IUFRO Workshop on Tropical Rainforest Ecosystems Research, Hamburg-Reinbek, 1977. Transactions. Special Report No. 1. s.1., s.e., 1977.

12. BRUNIG, E. F., HEUVELDOP, J. and KLINGE, H. San Carlos de Rio Negro: Ein Forschungsvorhaben des UNESCO-Programms. MAB als Beispiel internationaler Zusammenarbeit in problemorientierter Grundlagen – forschung. Forstarchiv. 48(4): 71-74. 1977.
13. BRUNIG, E. F. *et al.* Structure and functions of a rainforest in the international amazon ecosystem project: floristic stratification and variation of some features of stand structure and precipitation. In Singh, J. S and Gopal, B., eds Glimpses of ecology. Jaipur Prakash Publishers, 1978. pp. 129-144.
14. BRUNIG, E. F. *et al.* The International Amazon MAB Rainforest Ecosystem Pilot – Project at San Carlos de Rio Negro: Review of developments since the 1st. international workshop. In Adisoemarto, S. and Brunig, E. F., eds. International MAB-IUFRO Workshop on Tropical Rainforest Ecosystems Research. Chair of World Forestry, 2nd., Hamburg-Reinbek, 1979. Transactions. Special Report No. 2. s.n.t. pp. 47-66.
15. BRUNIG, E. F., ALDER, D. and SMITH, J. P. The International MAB Amazon-Rainforest Ecosystems Pilot-Project at San Carlos de Rio Negro: vegetation classification and structure. In MAB-IUFRO Workshop on Tropical Rainforest Ecosystems Research, 2nd., Hamburg-Reinbek, 1978. Transactions. Special Report No. 2. s.I., s.e., 1979.
16. EVANS, G. C., WHITMORE, T. C. and YOUNG, Y. K. The distribution of light reaching the ground vegetation in a tropical rainforest. *Journal of Ecology* 48:193-204. 1960.
17. GATERUM, G. E., McCOMB, A. L. and LOOMIS, W. E. Effects of light and soil moisture on forest tree seedling establishment. Iowa. Agricultural Experimental Station. Research Bulletin No 573. 1963. pp. 776-792.
18. GOLLEY, F. B. Gross and net primary production and growth parameters. In *Tropical Forest Ecosystems; a state of knowledge*. Paris, UNESCO/UNEP/FAO, Paris, 1978. pp. 233-248.
19. HALLE, F., OLDENAN, R. A. A. and TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Heidelberg, Springer, 1978. 441 p.
20. HARTSHORN, G. S. Tree falls and tropical forest dynamics. In *Cabot Symposium, Tropical Trees as Living Systems*, 4th., 1978. Cambridge, University Press, 1978. pp 617-638.
21. HERRERA, R. Soil and terrain conditions in the San Carlos project study site: correlation with vegetation types. *Mitteil. d. Bundesforsch. anst. f. Forst-u. Holzwirtsch* (at press).
22. HEUVELDOP, J. Die amazonische Caatinga bei San Carlos de Rio Negro, Süd-Venezuela: Relative Beleuchtungsstärken im Bestand. *Forstarchiv* 48(8):148-154. 1977.
23. HEUVELDOP, J. Das Bioklima von San Carlos de Rio Negro, Venezuela. (Submitted to *Amazoniana*).
24. HUGHES, A. P. The importance of light compared with other factors affecting plant growth. In *Light as an ecological factor*. Oxford, Blackwell Scient. Publ., 1966. pp. 121-146.
25. JORDAN, C. and UHL, C. Biomass of a "tierra firme" forest of the Amazon basin calculated by a refined allometric relationship. *Oecologia Plantarum* 13(4):387-400. 1973.
26. KLINGE, H., MEDINA, E. and HERRERA, A. R. Studies on the ecology of Amazon Caatinga forest in the southern Venezuela. 1. General features. *Acta Científica Venezuela* 28:270-276. 1977.
27. KLINGE, H. and HERRERA, R. Biomass studies in Amazon Caatinga forest in southern Venezuela. 1. Standing crop of composite root mass in selected stands. *Tropical Ecology* 19(1):93-110. 1978.
28. KLINGE, H. Studies on the ecology of the Amazon Caatinga forest in southern Venezuela. 2. Biomass dominance of selected tree species in the Amazon Caatinga near San Carlos de Rio Negro. *Acta Científica Venezolana*. 29:258-262. 1978.
29. LIETH, H. Basis und Grenzen für die Menschheitsentwicklung: Stoffproduktion der

- Pflanzen. Umschau Wiss. Techn. 74(6): 169-174. 1974.
30. LOACH, K. Shade tolerance in tree seedlings. *New Phytologist* 66:607-621. 1967.
31. LOETSCH, F., ZOHRER, F. and HALLER, K. E. Forest inventory. Munchen-Bern-Wien, BLV Verlagsgesellsch, 1973. Vol. 2, 469 p.
32. LONGMAN, K. A. and JENIK, J. Tropical forest and its enviroment. London, Longman, 1974. 196 p.
33. McINTOSH, R. P. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology* 48:392-404. 1967.
34. MEDINA, E. *et al.* The Amazon project of the Venezuelan Institute for Scientific Research. *Nature and Resources* 13(3):4-6. 1977.
35. MURPHY, P. and UHL, C. Composition, structure, and regeneration of a tierra firme forest of the Amazon basin of Venezuela. In Annual Report on the study of nutrient dynamics of a tropical rainforest ecosystem and changes in the nutrient cycle due to cutting and burning. Athens, Univ. of Georgia, 1979.
36. RICHARDS, P. W. The tropical rain forest; an ecological study. Cambridge, University Press, 1976. 450 p.
37. SORENSON, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Det. Kong. Danske Vidensk. Seisk. Biol. Skr.* 5(4):34. 1948.
38. SYNNOTT, T. J. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforest. Oxford. Commonwealth Forestry Institute. Tropical Forestry Papers No. 14. 1979. 67 p.
39. WHITMORE, T. C. Tropical rainforest of the Far East. Oxford, Clarendon Press, 1975. 282 p.
41. WHITOMORE, T. C. Modes of variation in the composition of Tropical Lowland Evergreen Forest in the Southeast Asian archipelago and their correlation with the environment. *Mitt. Bundesforsch. anst. Forest-Holz-wirtschaft* 115:130-152. 1977.
41. WITTAKER, R. H. Communities and ecosystems. London, Macmillan, 1970. 162 p.

ESTUDO COMPARATIVO DE CULTIVARES DE REPOLHO (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.) COM VISTAS À PRODUÇÃO DE CHUCRUTE: ÁCIDOS ORGÂNICOS¹ /

JOSE SANTO GOLDONI*
ISMAEL ANTONIO BONASSI*

Summary

The objective of the present work was to verify organic acids production in a study carried on with 23 cabbage's cultivars, regarding sauerkraut production under natural fermentation

Through the obtained results was verified that for all cultivars studied were found acetic, propionic, butyric, valeric, lactic and heptanoic acids. Also iso-butyric acid was found for all cultivars, exception done to Guinshu-YR nº 1 cultivar. The levels of these acids varied during the fermentation process, being the amounts of lactic, acetic and heptanoic acids much higher than those of the other ones, from these the lactic acid was predominant. The amounts of iso-butyric and butyric acids were the lowest. The valeric and propionic acids presented intermediary values with predominance of the valeric acid over the propionic acid.

Through the determinations of organic acids of low molecular weight it was possible to verify that all cabbage cultivars resulted in sauerkrauts of good quality.

Introdução

Em muitos países os alimentos fermentados desempenham um papel de grande importância na nutrição, particularmente para a população que não tem acesso aos alimentos congelados e enlatados.

O chucrute, que é o produto resultante da fermentação do repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.). Ocupa lugar peculiar na dieta humana e tem grande significado econômico, principalmente para a Holanda, Alemanha, Iugoslávia e Estados Unidos.

Inúmeros autores têm feito pesquisa sobre chucrute, encontrando-se diversos trabalhos (3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 16 e 17), que reportam estudos com cultivares de repolho. São também descritos os resultados da produção de ácidos orgânicos durante a fermentação e o efeito dos mesmos na qualidade do chucrute resultante.

Considerando-se a importância destes ácidos e ao pequeno número de informações relativas ao assunto em nosso país, objetivou-se no presente trabalho verificar a produção dos ácidos orgânicos durante a fermentação de vinte e três cultivares de repolho utilizadas na elaboração de chucrute.

Material e métodos

Como matéria prima para o preparo de chucrute utilizou-se de repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.) fornecido pelo Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas do "Campus" de Botucatu e produzido na Fazenda Experimental "São Manoel" situada no município de São Manoel, SP. As cultivares estudadas foram: Ishii-742, Akioo,

¹ Recebido para publicação em novembro 13, 1981.
Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).
A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio financeiro prestado na execução do presente trabalho

* Professores Livre-Docentes – Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agronômicas do "Campus" de Botucatu – Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, S.P., Brasil.

Takahara-YR, Ei-Yu, Ishii-733, Kagayaki, Fuyusuruga, Guinshu-YR nº 1, Todoroki, 146 ou Matsuri, 55 x 234 ou Híbrido entre Linhagens de Louco, Alvorada, Ishii-722, Subarashi, Chusei, Toyohikari ou Ishii-655, Bansei, Ishii-745, Guinshu-YR nº 2, Ginga, Toyohikari nº 2, Louquinho e Matsukase.

As fermentações com as diferentes cultivares, foram preparadas pelo método da salga seca, empregando-se sal refinado comercial, segundo metodologia adotada por Goldoni (3). A fermentação das 23 cultivares foi realizada concomitantemente. A preparação e seu acondicionamento nas cubas de fermentação, foi feita toda de uma vez, em um único dia de trabalho e as cultivares foram tomadas ao acaso. A fermentação foi realizada à temperatura ambiente (4), em condições idênticas para todas as cultivares. A temperatura média registrada em termo-higrógrafo foi 19,8°C.

No decorrer do processo fermentativo foram coletadas amostras de salmoura, colocadas em vidros hermeticamente fechados e armazenadas em congelador à temperatura de -20°C. Posteriormente foram efetuadas as determinações dos ácidos orgânicos, seguindo-se a metodologia descrita por Wilson (18), empregando-se o cromatógrafo às gás, modelo C. G.-170, com detector de ionização de chama. Para a análise direta dos ácidos orgânicos utilizou-se de uma coluna de vidro, previamente silanizada, de 1.8 m de comprimento e 1/8" de diâmetro interno, empacotada com Chromosorb 101. A temperatura da coluna foi 189°C e a vazão do gás de arraste foi 40 ml por minuto. Os tempos de retenção dos ácidos orgânicos nas condições de trabalho adotadas, estão ilustrados na Figura 1.

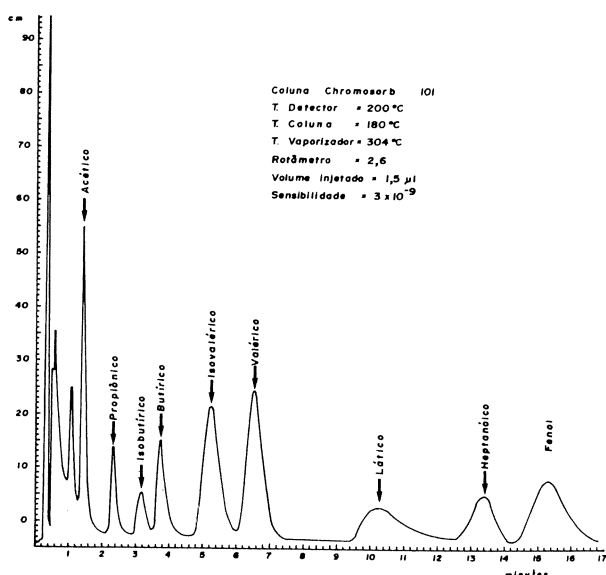


Fig. 1. Cromatograma dos padrões de ácidos orgânicos e do padrão interno.

Resultados e discussão

Os resultados da produção dos ácidos orgânicos, durante a fermentação com as diferentes cultivares de repolho empregadas para a elaboração de chucrute, são apresentados nos Quadros 1 a 7: ácido láctico (Quadro 1); ácido acético (Quadro 2); ácido heptanóico (Quadro 3); ácido valérico (Quadro 4); ácido propiônico (Quadro 5); ácido iso-butírico (Quadro 6) e ácido butírico (Quadro 7).

Pode ser verificado nos Quadros 1 a 7, que no decorrer do processo fermentativo, para todas as cultivares estudadas, foram encontrados os ácidos acético, propiônico, butírico, valérico, láctico e heptanóico. O ácido iso-butírico também foi encontrado em todas as cultivares, exceção feita a cultivar Guinshu-YR nº 1. Os ácidos láctico, acético e heptanóico, sobressairam-se dos demais pelos maiores valores apresentados; destes o ácido láctico foi o predominante.

Com a finalidade de ser avaliar a qualidade dos chucrutes, foi elaborado o Quadro 8, onde são apresentados os valores para todos os ácidos orgânicos e as relações entre a acidez volátil (ácido acético) e acidez não volátil (ácido láctico), no produto final. Através desse Quadro, verifica-se que os resultados obtidos para os ácidos láctico e acético, bem como para a relação entre o acético e o láctico, foram as seguintes: ácido láctico, variando de 1 700 ppm (Guinshu-YR nº 1) a 10 500 ppm (Takahara-YR) e média de 5 823 ppm; ácido acético, variando de 400 ppm (Ishii-722) a 3 200 ppm (Akioo) e média de 1 667 e a relação entre o ácido acético e o ácido láctico, variando de 0.11 (Híbrido-Louco) a 0.68 (Guinshu-YR nº 1) e a média de 0.31. Esses dados, de maneira geral, estão de acordo com os valores e as variações apresentadas por diversos autores (2, 7, 8, 9, 12, 14, 15 e 16). Nesses, os pesquisadores mencionam especificamente os ácidos láctico e acético, por considerarem que a relação entre a acidez volátil (ácido acético) e a acidez não volátil (ácido láctico), é um fator importante para a valiação da qualidade do chucrute.

Quanto aos ácidos heptanóico, valérico e butírico, também detectados neste trabalho para os diferentes chucrutes, conforme se verifica no Quadro 8, a variação encontrada foi a seguinte: heptanóico- de 0 ppm (Ei-Yu, Fuyusuruga, Guinshu-YR nº 1, Todoroki, Híbrido Louco, Alvorada, Ishii-722, Subarashi, Chusei, Guinshu-YR nº 2 e Louquinho) a 1684 ppm (Kagayaki), valor médio de 293 ppm; valérico- de 0 ppm (Guinshu-YR nº 1, Híbrido Louco, Ishii-722, Chusei e Toyohikari nº 2) a 180 ppm (Toyohikari), valor médio de 59 ppm; propiônico de 17 ppm (Todoroki) a 220 ppm (Takahara-YR), valor médio de 72 ppm; iso-butírico- de 0 ppm (Guinshu-YR nº 1, Ishii-722,

Quadro 1. Produção de ácido láctico em p.p.m., durante a fermentação láctica de 23 cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	200	2 400	--	--	6 400	--	--	--	6 400	--
Akioo	300	5 250	--	--	7 700	--	--	--	8 750	--
Takahara-YR	0	5 800	--	--	7 600	--	--	--	10 500	--
Ei-Yu	0	4 100	--	--	8 400	--	--	--	8 600	--
Ishii-733	0	1 700	--	--	2 100	--	--	--	6 000	--
Kagayaki	505	4 250	--	--	11 200	--	--	--	9 050	--
Fuyusuruga	900	--	--	6 600	--	--	8 800	--	--	8 700
Guinshu-YR Nº 1	0	--	--	1 800	--	6 100	--	1 700	--	--
Todoroki	0	--	--	4 000	--	5 300	--	4 800	--	--
146 ou Matsuri	0	--	--	4 500	--	10 100	--	5 200	--	--
55 x 234	800	--	--	7 800	--	9 800	--	8 400	--	--
Alvorada	0	--	--	7 800	--	8 500	--	2 700	--	--
Ishii-722	800	--	3 200	6 800	1 600	--	--	--	3 200	--
Subarashi	0	--	1 000	500	2 800	--	--	--	1 800	--
Chusei	0	--	2 100	3 600	4 000	--	--	--	4 600	--
Toyohikari	700	--	1 500	7 400	7 000	--	--	--	7 950	--
Bansei	300	--	--	4 800	--	4 500	--	--	--	4 900
Ishii-745	500	--	--	4 400	--	4 000	--	--	--	5 700
Guinshu-YR Nº 2	700	--	--	500	--	6 100	--	--	--	4 400
Ginga	300	--	--	12 800	--	5 600	--	--	--	4 500
Toyohikari Nº 2	700	--	--	3 200	--	8 400	--	--	--	6 000
Louquinho	100	--	--	2 400	--	5 600	--	--	--	6 100
Matsukase	300	--	--	3 200	--	3 800	--	--	--	3 890

Quadro 2. Produção de ácido acético em p.p.m., durante a fermentação láctica de 23 cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	150	1 300	--	--	2 050	--	--	--	1 860	--
Akioo	260	1 675	--	--	2 750	--	--	--	3 200	--
Takahara-YR	230	2 230	--	--	2 350	--	--	--	2 650	--
Ei-Yu	150	2 800	--	--	2 730	--	--	--	2 780	--
Ishii-733	150	1 150	--	--	1 200	--	--	--	1 320	--
Kagayaki	185	1 625	--	--	1 690	--	--	--	1 750	--
Fuyusuruga	350	--	--	1 800	--	--	1 580	--	--	1 600
Guinshu-YR Nº 1	10	--	--	1 200	--	1 360	--	1 150	--	--
Todoroki	40	--	--	1 480	--	1 250	--	1 300	--	--
146 ou Matsuri	260	--	--	1 820	--	1 850	--	1 460	--	--
55 x 234	450	--	--	860	--	950	--	940	--	--
Alvorada	170	--	--	1 060	--	850	--	850	--	--
Ishii-722	350	--	450	750	180	--	--	--	400	--
Subarashi	220	--	1 120	370	850	--	--	--	980	--
Chusei	180	--	600	600	680	--	--	--	750	--
Toyohikari	300	--	500	1 980	1 480	--	--	--	1 350	--
Bansei	250	--	--	2 460	--	2 050	--	--	--	2 150
Ishii-745	240	--	--	2 330	--	1 750	--	--	--	1 860
Guinshu-YR Nº 2	230	--	--	1 560	--	2 630	--	--	--	2 480
Ginga	290	--	--	3 770	--	1 980	--	--	--	1 950
Toyohikari Nº 2	450	--	--	2 800	--	4 620	--	--	--	2 460
Louquinho	380	--	--	800	--	1 560	--	--	--	1 660
Matsukase	320	--	--	1 350	--	1 500	--	--	--	1 450

Quadro 3. Produção de ácido heptanóico em p.p.m., durante a fermentação láctica de cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	1 156	2 543	--	--	1 140	--	--	--	451	--
Akioo	2 059	6 447	--	--	790	--	--	--	1 366	--
Takahara-YR	2 168	2 192	--	--	451	--	--	--	551	--
Ei-Yu	2 035	2 414	--	--	483	--	--	--	0	--
Ishii-733	1 269	1 813	--	--	524	--	--	--	197	--
Kagayaki	1 392	3 224	--	--	496	--	--	--	1 684	--
Fuyusuruga	2 406	--	--	2 926	--	--	0	--	--	0
Guinshu-YR Nº 1	560	--	--	1 302	--	250	--	0	--	--
Todoroki	1 503	--	--	2 579	--	201	--	0	--	--
146 ou Matsuri	1 761	--	--	1 358	--	753	--	387	--	--
55 x 234	3 147	--	--	2 382	--	363	--	0	--	--
Alvorada	1 571	--	--	7 189	--	479	--	0	--	--
Ishii-722	1 551	--	2 631	3 235	0	--	--	--	0	--
Subarshi	1 805	--	1 193	427	222	--	--	--	0	--
Chusei	2 075	--	2 293	2 281	0	--	--	--	0	--
Toyohikari	1 523	--	0	1 580	0	--	--	--	274	--
Bansei	1 725	--	--	2 164	--	314	--	--	--	173
Ishii-745	2 180	--	--	3 578	--	225	--	--	--	145
Guinshu-YR Nº 2	1 882	--	--	1 209	--	230	--	--	--	0
Ginga	2 454	--	--	6 206	--	1 221	--	--	--	205
Toyohikari	3 296	--	--	3 522	--	741	--	--	--	76
Louquinho	2 768	--	--	1 938	--	157	--	--	--	0
Matsukase	1 507	--	--	2 917	--	0	--	--	--	230

Quadro 4. Produção de ácido valérico em p.p.m., durante a fermentação láctica de 23 cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	120	220	--	--	130	--	--	--	120	--
Akioo	130	360	--	--	110	--	--	--	130	--
Takahara-YR	180	250	--	--	120	--	--	--	170	--
Ei-Yu	140	160	--	--	70	--	--	--	55	--
Ishii-733	130	180	--	--	90	--	--	--	80	--
Kagayaki	55	200	--	--	95	--	--	--	150	--
Fuyusuruga	160	--	--	270	--	--	110	--	--	80
Guinshu-YR Nº 1	80	--	--	110	--	60	--	0	--	--
Todoroki	150	--	--	280	--	50	--	20	--	--
146 ou Matsuri	170	--	--	180	--	70	--	80	--	--
55 x 234	200	--	--	140	--	100	--	0	--	--
Alvorada	280	--	--	460	--	110	--	30	--	--
Ishii-722	150	--	270	280	0	--	--	--	0	--
Subarashi	120	--	150	90	60	--	--	--	20	--
Chusei	100	--	180	170	40	--	--	--	0	--
Toyohikari	0	--	80	130	90	--	--	--	180	--
Bansei	130	--	--	200	--	80	--	--	--	40
Ishii-745	140	--	--	280	--	40	--	--	--	40
Guinshu-YR Nº 2	140	--	--	200	--	50	--	--	--	0
Ginga	120	--	--	330	--	70	--	--	--	60
Toyohikari Nº 2	180	--	--	220	--	100	--	--	--	0
Louquinho	230	--	--	160	--	40	--	--	--	50
Matsukase	150	--	--	200	--	90	--	--	--	50

Quadro 5. Produção de ácido propiônico em p.p.m., durante a fermentação láctica de cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	50	50	--	--	60	--	--	--	70	--
Akioo	0	180	--	--	130	--	--	--	155	--
Takahara-YR	11	160	--	--	140	--	--	--	220	--
Ei-Yu	70	110	--	--	110	--	--	--	100	--
Ishii-733	10	45	--	--	50	--	--	--	70	--
Kagayaki	20	79	--	--	65	--	--	--	95	--
Fuyusuruga	50	--	--	90	--	--	100	--	--	60
Guinshu-YR Nº 1	80	--	--	80	--	98	--	100	--	--
Todoroki	70	--	--	80	--	90	--	17	--	--
146 ou Matsuri	80	--	--	60	--	140	--	60	--	--
55 x 234	30	--	--	50	--	90	--	60	--	--
Alvorada	100	--	--	130	--	100	--	60	--	--
Ishii-722	40	--	50	90	50	--	--	--	30	--
Subarashi	60	--	80	20	50	--	--	--	20	--
Chusei	30	--	60	70	60	--	--	--	70	--
Toyohikari	10	--	50	50	90	--	--	--	80	--
Bansei	20	--	--	140	--	60	--	--	--	40
Ishii-745	10	--	--	130	--	40	--	--	--	50
Guinshu-YR Nº 2	5	--	--	100	--	80	--	--	--	60
Ginga	4	--	--	290	--	70	--	--	--	30
Toyohikari Nº 2	10	--	--	138	--	100	--	--	--	80
Louquinho	40	--	--	20	--	70	--	--	--	70
Matsukase	40	--	--	120	--	50	--	--	--	60

Quadro 6. Produção de ácido iso-butírico em p.p.m., durante a fermentação láctica de 23 cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	0	10	--	--	15	--	--	--	20	--
Akioo	0	29	--	--	32	--	--	--	35	--
Takahara-YR	0	20	--	--	15	--	--	--	30	--
Ei-Yu	0	8	--	--	18	--	--	--	30	--
Ishii-733)	0	--	--	0	--	--	--	15	--
Kagayaki	0	25	--	--	19	--	--	--	22.5	--
Fuyusuruga	0	--	--	20	--	--	20	--	--	21
Guinshu-YR Nº 1	0	--	--	0	--	0	--	0	--	--
Todoroki	0	--	--	10	--	20	--	0	--	--
146 ou Matsuri	0	--	--	15	--	18	--	15	--	--
55 x 234	0	--	--	10	--	30	--	10	--	--
Alvorada	0	--	--	30	--	20	--	10	--	--
Ishii-722	0	--	5	0	0	--	--	--	0	--
Subarashi	0	--	13	0	0	--	--	--	0	--
Chusei	0	--	0	10	0	--	--	--	0	--
Toyohikari	0	--	0	18	20	--	--	--	20	--
Bansei	0	--	--	10	--	20	--	--	--	12
Ishii-745	0	--	--	50	--	10	--	--	--	16
Guinshu-YR Nº 2	0	--	--	10	--	0	--	--	--	10
Ginga	0	--	--	400	--	0	--	--	--	13
Toyohikari Nº 2	0	--	--	9	--	20	--	--	--	0
Louquinho	0	--	--	0	--	10	--	--	--	10
Matsukase	0	--	--	0	--	3	--	--	--	10

Quadro 7. Produção de ácido butírico em p.p.m., durante a fermentação láctica de 23 cultivares de repolho.

Cultivares	Dias de fermentação									
	0	4	5	7	19	22	23	30	32	34
Ishii-742	0	11	--	--	12	--	--	--	20	--
Akioo	0	30	--	--	37	--	--	--	40	--
Takahara-YR	0	15	--	--	10	--	--	--	10	--
Ei-Yu	0	25	--	--	30	--	--	--	32	--
Ishii-733	0	0	--	--	60	--	--	--	15	--
Kagayaki	9	12.5	--	--	12	--	--	--	15.5	--
Fuyusuruga	0	--	--	16	--	--	20	--	--	20
Guinshu-YR Nº 1	0	--	--	30	--	15	--	15	--	--
Iodoroki	0	--	--	20	--	30	--	8	--	--
146 ou Matsuri	0	--	--	30	--	30	--	17	--	--
55 x 234	0	--	--	13	--	40	--	22	--	--
Alvorada	0	--	--	20	--	30	--	15	--	--
Ishii-722	0	--	2	15	0	--	--	--	0	--
Subarashi	0	--	10	0	0	--	--	--	10	--
Chusei	0	--	12	10	10	--	--	--	10	--
Toyohikari	0	--	0	10	30	--	--	--	20	--
Bansei	0	--	--	15	--	15	--	--	--	9
Ishii-745	0	--	--	20	--	18	--	--	--	20
Guinshu-YR Nº 2	0	--	--	40	--	10	--	--	--	15
Ginga	0	--	--	700	--	0	--	--	--	12
Toyohikari Nº 2	0	--	--	26	--	50	--	--	--	13
Louquinho	0	--	--	10	--	14	--	--	--	13
Matsukase	0	--	--	13	--	20	--	--	--	10

Subarashi, Chusei e Toyohikari nº 2) a 35 ppm (Akioo), valor médio de 13 ppm; e butírico de 0 ppm (Ishii-722) a 40 ppm (Akioo), valor médio de 16 ppm.

Vorbeck *et al.* (17), estudando os componentes voláteis do "flavor" de chucrute, verificaram que altas concentrações de ácidos graxos de baixo peso molecular: propiônico, butírico, iso-butírico, valérico, iso-valérico e caprótico, exercem efeito prejudicial à qualidade do chucrute; desses, o ácido butírico é citado como sendo o principal agente de ação indesejável ao "flavor". No presente trabalho, o ácido caprótico esteve ausente e os demais ácidos, apresentaram valores baixos, principalmente quando comparados àqueles encontrados para o láctico e acético, ácidos esses produzidos em quantidades maiores durante a fermentação, com as diferentes cultivares de repolho estudadas, conforme mostra os dados contidos no Quadro 8. Por outro lado, em virtude das quantidades de ácido butírico variarem entre 0 a 40 ppm, pode-se considerá-lo como não sendo prejudiciais à qualidade dos chucrutes pois, no mesmo trabalho de Vorbeck *et al.* (17) a concentração de ácido butírico verificada em chucrute com "off-flavor" foi mil vezes superior àquela do chucrute classificado como "excelente".

Vorbeck *et al.* (17), também mencionam como interferentes no "flavor" de chucrute, outros ácidos graxos de baixo peso molecular: caprílico e heptanóico. Quanto ao ácido caprílico, que não foi detectado no presente trabalho, provavelmente o efeito sobre o "flavor" não tenha grande significado conforme mostra o trabalho desses autores, pois, foram encontradas praticamente as mesmas quantidades para o chucrute considerado excelente e para aquele com "off-flavor". Relativamente ao ácido heptanóico, que foi encontrado durante a fermentação de todas as cultivares de repolho empregadas no presente estudo (Quadro 3) e que permaneceu na maioria dos produtos elaborados (Quadro 8), sua presença é desejável e quantidades relativamente elevadas foram verificadas em chucrutes classificados como excelentes (17).

Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação com diferentes cultivares de repolho foram: acético, propiônico, butírico, iso-butírico, valérico, láctico e heptanóico. Os teores desses ácidos variaram durante a fermentação, sendo as quantidades do láctico, acético e heptanóico as maiores; destes o ácido láctico foi o pre-

Quadro 8. Ácidos orgânicos em p.p.m. encontrados nas salmouras finais dos chucrutes elaborados com 23 cultivares de repolho e relações entre os ácidos acético e láctico.

Cultivares	Lat.	Acet.	Hept.	Val.	Prop.	Isob.	But	Acético/Lático
Ishii-742	6 400	1 860	451	120	70	20	20	0 29
Akioo	8 750	3 200	1 366	130	155	35	40	0 36
Takahara-YR	10 500	2 650	1 551	170	220	30	10	0 25
Ei-Yu	8 600	2 780	0	55	100	30	32	0 32
Ishii-733	6 000	1 320	197	80	70	15	15	0 22
Kagayaki	9 050	1 750	1 684	150	95	22 5	15 5	0 19
Fuyusuruga	8 700	1 600	0	80	60	21	20	0 18
Guinshu-YR Nº 1	1 700	1 150	0	0	100	0	15	0 68
Todoroki	4 800	1 300	0	20	17	0	8	0 27
146 ou Matsuri	5 200	1 460	387	80	60	15	17	0 28
55 x 234	8 400	940	0	0	60	10	22	0 11
Alvorada	2 700	850	0	30	60	10	15	0 31
Ishii-722	3 200	400	0	0	30	0	0	0 12
Subarashi	1 800	980	0	20	20	0	10	0 54
Chusei	4 600	750	0	0	70	0	10	0 16
Toyohikari	7 950	1 350	274	180	80	20	20	0 17
Bansei	4 900	2 150	173	40	40	12	9	0 44
Ishii-745	5 700	1 860	145	40	50	16	20	0 33
Guinshu-YR Nº 2	4 400	2 480	0	0	60	10	15	0 56
Ginga	4 500	1 950	205	60	30	13	12	0 43
Toyohikari Nº 2	6 000	2 460	76	0	80	0	13	0 41
Louquinho	6 100	1 660	0	50	70	10	13	0 27
Matsukase	3 980	1 450	230	50	60	10	10	0 36
Média	5 823	1 667	293	59	72	13	16	0 32

Lat -Lático; Acet -Acético; Hept -Heptanóico; Val -Valérico; Prop -Propiônico; Isob -Isobutírico; But -Butírico

dominante. Através desses dados pode-se concluir que todas as cultivares produziram chucrute de boa qualidade.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi verificar a produção de ácidos orgânicos em um estudo conduzido com 23 cultivares de repolho, com vistas à produção de chucrute pelo processo fermentativo natural.

Pelos resultados obtidos verificou-se que, em todas as cultivares estudadas, foram encontrados os ácidos acético, propiônico, butírico, valérico, láctico e heptanóico. O ácido iso-butírico também foi encontrado em todas as cultivares, exceção feita a cultivar Guinshu-YR nº 1. Os teores desses ácidos variaram durante a fermentação, sendo as quantidades dos ácidos láctico, acético e heptanóico as maiores, destes o ácido láctico foi o predominante. Os ácidos iso-butírico e butírico, foram os detectados nas menores quantidades. Os ácidos valérico e propiônico, apresentaram valores intermediários com predominância do valérico sobre o propiônico.

Através das determinações dos ácidos orgânicos de baixo peso molecular, foi possível afirmar que todas as cultivares produziram chucrute de boa qualidade.

Literatura citada

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Comissão de Estudo de Documentação, Rio de Janeiro. Referências bibliográficas. In: Normas brasileiras em documentação. Ed. atual. Rio de Janeiro, 1978 pp. 13-31.
2. GANGOPADHYAY, H. e MUKHERJEE, S. Effect of different salt concentrations on the microflora and physico-chemical changes in sauerkraut fermentation. *Journal of Food Science and Technology* 8:127-131 1971.
3. GOLDONI, J. S. Estudos sobre fermentação láctica em algumas hortaliças. Tese Doutorado. Brasil, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, 1973.

4. GOLDONI, J. S.; BONASSI, I. A.; LIMA, U. de A.; CONCEIÇÃO, F. A. D.; KIMOTO, T. Produção de chucrute. I. Influência da temperatura na fermentação de cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.). Botucatu Cient. Sér. A. 1:61-65. 1976.
5. GOLDONI, J. S.; BONASSI, I. A.; LIMA, U. de A.; CONCEIÇÃO, F. A. D.; KIMOTO, T. Produção de chucrute. II. Estudo das propriedades organolépticas de produtos obtidos com seis cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.). Botucatu Cient. Sér. A. 2(2):139-141 1977.
6. GROSSFELD, J. e BATTAY, F. Detection, determination and occurrence of butyric acid in foodstuffs. Z. Unters. Lebensmittel, Berlin, 61:129-131, 1931. Apud Chemical Abstract 25:4319 1931.
7. MATTHEWS, R. F. e BATES, R. P. Sauerkraut fermentation of some Florida cabbage cultivars. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 82:236-240. 1970.
8. PEDERSON, C. S. The effect of inoculation on the quality, chemical composition and bacterial flora of sauerkraut. New York (Geneva) Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 216. 1933. 21 p.
9. PEDERSON, C. S. Quality factors and grading of sauerkraut. Food Technology 10(8):365-367. 1956.
10. PEDERSON, C. S. The relation between quality and chemical composition of canned sauerkraut. New York (Geneva) Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 693. 1940. 15 p.
11. PEDERSON, C. S. Sauerkraut. Advances in Food Research 10:233-279. 1960.
12. PEDERSON, C. S. e ALBURY, M. N. The sauerkraut fermentation. New York (Geneva) Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 216. 1969. 84 p.
13. PEDERSON, C. S. e KELLY, C. D. The quality of commercial sauerkraut. New York (Geneva) Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 613. 1932. 14 p.
14. STAMER, J. R. Recent developments in the fermentation of sauerkraut. New York (Geneva) Agricultural Experiment Station. Special Report no. 17. 1974. 5 p.
15. STAMER, J. R., STOYLA, B. O. e DUNCKEL, B. A. Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. Journal of Milk and Food Technology 34:521-525. 1971.
16. STAMER, J. R., DICKSON, M. H., BOURKE, J. B. e STOYLA, B. O. Fermentation patterns of poorly fermentating cabbage hybrids. Applied Microbiology 18:323-327. 1969.
17. VORBECK, M. L., MATTICK, L. R., LEE, F. A. e PEDERSON, C. S. Volatile flavor of sauerkraut. Gas chromatographic identification of a volatile acidic off-odor. Journal of Food Science 26:569-572. 1961.
18. WILSON, R. K. A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage. Research Report Department Agriculture Animal Research Institution, Ruakura, pp. 6-12. 1971.
19. WORLD list of scientific periodicals, published in the years 1900-1960. 4.ed. London, Butterworths, 1963-1965. 3v.

RESIDUOS, DEGRADACION Y PERSISTENCIA DEL FUNGICIDA MANEB EN PATATAS, EN COSTA RICA¹ /

VERA DIEZ*
MANUEL A. CONSTENLA**

Summary

Residues of the fungicide maneb (manganese-1,2-ethylen-bisdithiocarbamate) were analyzed by the carbondisulfide evolution method in samples of potatoes, potato leaves and soil from a commercial crop located in Llano Grande de Cartago, Costa Rica. The residues were monitored during all the crop until harvesting.

The highest amount in the potato tubers was 0.25 ppm. In the soil the maximum amount was 14 ppm and the minimum was 0.8 ppm. The corresponding values in the leaf samples were 492 ppm and 22 ppm respectively.

The degradation of maneb in the soil (sandy-loam type) under outdoor conditions showed a pseudo-first order kinetics with a half life of 10.6 days. A similar study of the degradation of the pesticide in the potato tubers resulted in a half life of maneb of only 5.2 hours.

After photochemical irradiation of maneb suspended in water and in absence of oxygen, carbon disulfide and ethylenediamine were determined as decomposition products. All maneb disappeared within 1 h irradiation.

Recovery values for residues of maneb are in the order from 82 to 99%.

Introducción

El maneb (1,2-etilenditiocarbamato de manganeso) es uno de los productos químicos más importantes que se han desarrollado para el combate de las enfermedades fungosas de las plantas (6), sobre todo en los cultivos que necesitan un mayor esfuerzo en el control de este tipo de enfermedades como patata, tomate, banano, frutales, tabaco, hortalizas y cereales.

Las enfermedades causadas por hongos producen graves daños en las cosechas, sobre todo en regiones de alta humedad.

El maneb es un fungicida de amplio espectro de acción y que actúa sobre más de 100 especies de hongos y se utiliza en más de 60 cultivos. Es preciso

- 1 Recibido para publicación el 13 de junio de 1982. Los autores desean agradecer al CONICIT por el financiamiento otorgado a este proyecto. Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y a la Escuela de Química por el apoyo adicional recibido en la ejecución de este proyecto. Agradecemos al Ing. Agr. Carlos Ramírez, Centro Agrícola Regional de Cartago, por sus valiosas indicaciones y al Sr. Gonzalo Fernández T., dueño del cultivo, por su colaboración desinteresada. Agradecemos a la Cía. E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.) por el estándar analítico de maneb.
- * Centro Regional Universitario de Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Liberia, Costa Rica.
- ** Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) y Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Costa Rica.

aplicarlo al cultivo de la patata muchas veces antes de que se produzca la cosecha. El hongo que más frecuentemente ataca a la patata es el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) (2).

Aunque el maneb es un fungicida no sistémico, existe interés en conocer los niveles de residuos en el ambiente agrícola (16), ya que se han encontrado efectos tóxicos sobre los animales, tanto del mismo maneb, como de su metabolito o producto de degradación etilentiourea (15). Organismos internacionales como la FAO y la OMS, han insistido en que es preciso controlar los residuos de plaguicidas en los productos agrícolas que sirven para la alimentación (5).

En Costa Rica, la producción de patatas en el año de 1978 fue de 40 000 toneladas métricas*. La patata se consume fresca, no hay ningún tipo de almacenamiento, ya que la producción nacional no supera el consumo, por lo que ésta es otra de las razones que hacen importante conocer el grado de contaminación del producto.

No existen datos sobre la acumulación y degradación del fungicida maneb, bajo las condiciones ambientales del país. El objetivo de este estudio consistió también en determinar cómo se transforma el maneb en la planta y en el suelo en condiciones de campo, donde factores abióticos normales como el efecto de la luz solar y factores bióticos como el efecto de los microorganismos del suelo, raíces y otros actúan en la degradación del fungicida.

Materiales y métodos

Condiciones experimentales

El trabajo de campo se realizó en la finca del agricultor Sr. Gonzalo Fernández T., en Llano Grande de Cartago, Costa Rica. Este agricultor proporcionó un cultivo de 1,5 ha manejadas enteramente de acuerdo a su criterio y experiencia acumulada.

Esta área ofrece suelos profundos de dos tipos texturales: franco-arenoso (zona A) y franco arenolimoso (zonas B y C); el pH de los suelos oscila entre 5.65 y 6.10. Conforme a la topografía del terreno y a las características texturales de los suelos que lo componen, el área se dividió en tres zonas o lotes de muestreo (A, B y C). Cada zona se muestreó por

aparte y cada muestra está formada por submuestras tomadas de cada zona. Aparte del muestreo, cabe destacar que el trabajo de campo consistió en anotar las dosis y fechas de las aplicaciones de insecticidas, abonos, herbicidas y el fungicida.

Siembra

La siembra consistió en una sola variedad conocida como *Atzimba* (*Solanum tuberosum* var. *Atzimba*) y se efectuó del 6 al 8 de octubre de 1977.

Aplicaciones de agroquímicos

Para el combate de los insectos se aplicó 9.5 kg/ha del producto comercial DDT en formulación en polvo al 10% en el momento de la siembra. Asimismo se hicieron diez aplicaciones del insecticida organofosforado Tamaron 600E a razón de 0.75 l/ha del producto comercial, en cada aplicación. Para el combate de las enfermedades por hongos se utilizó exclusivamente maneb en forma del producto comercial Manzate® 80% polvo mojable, a razón de 2.5 kg/ha. Se efectuaron 16 aplicaciones durante el cultivo los días 25 y 29 de octubre, el 1, 5, 8, 12, 15, 18, 24 y 28 de noviembre y 2, 6, 10, 13, 21 y 31 de diciembre de 1977.

En el momento de la siembra se fertilizó con 1 000 kg/ha de la fórmula 10-30-10. A los 27 días después de la siembra y luego en tres ocasiones adicionales, se aplicó abono foliar de fórmula 10-4-7-2 en dosis de 1 kg/ha. En el momento de la aporca, es decir 49 días después de la siembra, se aplicó al suelo la fórmula 10-30-10, a razón de 500 kg/ha.

Las malezas se controlaron mediante dos aplicaciones de herbicidas. En el momento de la siembra se usó Dowpon M (84.5% polvo soluble) a razón de 13 kg/ha y 15 días después se aplicó Afalon (50% polvo mojable) a razón de 2 kg/ha.

Muestreo

A los 44 días después de la siembra se tomaron las primeras muestras de follaje. El muestreo se continuó durante toda la vida del cultivo y en las fechas que se muestran en los Cuadros 1 y 2 en el suelo y follaje respectivamente. Se recolectaron muestras inclusive el último día de la cosecha (25 de enero de 1978). Las muestras se empacaron en bolsas de polietileno y se guardaron en congelación a 15°C bajo cero. Los análisis químicos de residuos se efectuaron dentro de los 15 días siguientes al muestreo.

* Ing. Agrón. Carlos Ramírez, Programa de la Papa del Centro Agrícola Regional de Cartago, comunicación personal.

Para dar tiempo al desarrollo de los tubérculos, las primeras muestras se tomaron a los 66 días después de la siembra. Al igual que el follaje, las muestras de patatas se mantuvieron en congelación (a -15°C) hasta el momento en que fueron sometidas al análisis químico.

Las muestras de suelo fueron tomadas a una profundidad de 0 a 10 cm y se secaron al aire a temperatura ambiente. En total se tomaron 96 muestras de follaje, 90 de tubérculo y 90 de suelo.

Cosecha comercial

El agricultor efectuó la cosecha comercial en los días comprendidos entre el 23 y 25 de enero de 1978, 107 a 109 días después de sembrado el cultivo.

Método de análisis

Los residuos del fungicida maneb se determinaron por el método modificado de formulación de disulfuro de carbono descrito por Keppel (11). Por medio de este método los residuos de maneb se descomponen directamente en la muestra, por calentamiento en medio ácido. El disulfuro de carbono que se forma se pasa a través de una torre de limpieza y luego es absorbido en otra torre por el reactivo de Viles con el cual forma el complejo de cobre del N,N-bis-(2-hidroxietil)ditiocarbamato. Este complejo produce un color amarillo cuya absorbancia se cuantifica a 435 nm.

Curvas patrón

Se determinaron curvas de calibración para tres diferentes ámbitos de concentraciones: 0-240 μg , 300-500 μg y 600-1 000 μg de maneb. Se utilizó un estándar analítico proporcionado por E.I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.), USA.

Estudio de recuperación

Se evaluó el método analítico utilizando alícuotas de 1, 5, 10 y 25 ml de una disolución de 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de maneb y alícuotas de 1, 2, 3 y 4 ml de una disolución de 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de maneb. Cada una de las alícuotas se mezclaron con 100 g de tubérculo libre de residuos y se procedió a efectuar el análisis de maneb. Los resultados se encuentran en el Cuadro 3.

Estudio de degradación del maneb en el suelo

Se pesó 2.5 kg de suelo (areno-limoso) seco y pasado por una criba de 20 mallas. El suelo se analizó previamente y se encontró libre de residuos. Por el

método de dilución se incorporaron 100 ppm de maneb. El suelo tratado se mantuvo a la intemperie durante tres meses. Se tomaron once muestras que se analizaron según el método para residuos de maneb anteriormente descrito.

Estudio de la degradación del maneb en el tubérculo

Se inyectaron una serie de tubérculos con 100 ppm de maneb cada uno. Se guardaron en un lugar fresco y oscuro por espacio de 30 días. Los días 1, 2, 4, 13, 28 y 30 se tomaron muestras y se analizaron por el procedimiento ya mencionado.

Degradación fotoquímica del maneb

Una suspensión de 500 mg de maneb en 300 ml de agua destilada, libre de oxígeno, se irradió por medio de una lámpara de inmersión Phillips de 125 W durante una hora. Durante todo el experimento se hizo pasar una ligera corriente de nitrógeno libre de oxígeno.

Análisis químico y físico de los suelos

Para determinar el pH se utilizó un potenciómetro Coleman 28 C, según el método propuesto por Jackson (10). El contenido de materia orgánica se analizó por el método descrito por Walkley y Black (17). Los porcentajes de arena, limo y arcilla se determinaron por el método combinado del hidrómetro y tamizado, originalmente propuesto por Bouyucos (1) y adaptado por Forsythe (8).

Resultados y discusión

Residuos de maneb en los suelos

Como se puede ver en el Cuadro 1, los residuos de maneb en los suelos son altos. La cantidad máxima encontrada fue de 14 ppm y la mínima de 0.8 ppm. Como las aplicaciones se hacen directamente sobre el follaje, los residuos encontrados en los suelos se deben a arrastres por las lluvias y a otros factores.

Después de la última aspersión los promedios de los residuos encontrados son: Zona A = 2.3 ppm; Zona B = 2.9 ppm; Zona C = 3.9 ppm. Las diferencias se deben posiblemente a la topografía del terreno. La Zona A está situada más en alto, luego sigue la Zona B. La Zona C es la más baja de la parcela y hacia ella corren las aguas de drenaje de las otras zonas.

Residuos de maneb en el follaje

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de los estudios de residuos y de acumulación en el follaje.

Cuadro 1. Residuos de maneb en los suelos.

Fecha de muestreo	Zona A (ppm)	Zona B (ppm)	Zona C (ppm)
13.12.77	—	—	—
14.12.77	2.6	3.9	6.7
15.12.77	1.7	4.7	4.4
16.12.77	1.1	5.6	2.2
19.12.77	5.4	3.5	4.0
20.12.77	8.1	3.0	5.0
21.12.77	3.4	1.6	7.0
22.12.77	1.8	3.1	5.7
23.12.77	4.6	12.9	3.5
24.12.77	6.4	5.2	7.4
26.12.77	3.2	3.2	4.5
27.12.77	1.4	4.1	2.1
28.12.77	3.6	4.7	9.7
03.01.78	2.0	4.0	1.4
04.01.78	6.0	2.3	10.8
06.01.78	5.3	7.1	5.9
08.01.78	3.7	0.8	3.8
09.01.78	1.0	2.9	14.0
10.01.78	1.9	1.1	4.7
11.01.78	2.0	3.1	2.9
13.01.78	2.0	4.1	4.7
14.01.78	2.3	1.1	10.9
16.01.78	2.8	1.6	3.0
17.01.78	1.1	2.9	3.1
18.01.78	1.1	2.2	4.2
19.01.78	2.9	4.4	3.7
20.01.78	2.8	7.7	4.5
23.01.78	2.5	4.1	3.7
24.01.78	1.6	3.2	3.5
25.01.78	1.1	1.8	2.3

Aunque el follaje varía en cantidad con el crecimiento de la planta, éste recibe directamente el fungicida, por esta razón el día de la aplicación y 2 a 3 días después la cantidad de residuos de maneb es más alta. A partir de la última aspersión se observa una lenta disminución de los residuos. El valor máximo de residuos de maneb observado en el follaje fue de 492 ppm y el mínimo fue de 22 ppm.

Residuos de maneb en los tubérculos

Los residuos de maneb en los tubérculos son bajos, la mayoría son inferiores al límite de tolerancia aceptado que es de 0.1 ppm (7). El promedio para las treinta muestras de tubérculos tomadas durante toda la vida del cultivo es para cada Zona: 0.07 ppm para la Zona A, 0.07 ppm para la Zona B y 0.08 ppm para la Zona C. Se obtienen residuos mayores en los tubérculos de 2 a 6 días después de las aspersiones (en promedio 0.13 ppm en las zonas A y B, 0.14 ppm en la Zona C). Esto último sugiere una translocación del

maneb hacia el tubérculo en ese período de tiempo que sigue al momento de las aspersiones.

Estudio de recuperación

Como se muestra en el Cuadro 3 los resultados de recuperación prueban que el método analítico usado logra detectar entre el 82 y el 99% de los residuos presentes en los tubérculos.

Degradación del maneb en el suelo

La degradación del maneb en el suelo en estudio sigue una cinética de primer orden como se puede ver en la Figura 1. Según los resultados obtenidos, el maneb tiene una vida media ($t_{1/2}$) de 10.6 días en el suelo. Este resultado concuerda con lo encontrado por Iley y Fiskell (9) para la degradación del zineb en suelos.

Cuadro 2. Residuos de maneb en follaje de patatas.

Fecha de muestreo	Zona A (ppm)	Zona B (ppm)	Zona C (ppm)
21.11.77	89	79	77
27.11.77	81	61	162
14.12.77	350	436	442
15.12.77	336	430	242
16.12.77	91	303	157
19.12.77	303	335	350
20.12.77	300	349	492
21.12.77	130	420	400
22.12.77	473	444	444
23.12.77	428	431	428
24.12.77	444	442	425
26.12.77	320	314	208
27.12.77	190	363	343
28.12.77	227	432	437
03.01.78	221	428	367
04.01.78	389	130	371
06.01.78	130	273	201
08.01.78	376	376	304
09.01.78	159	259	390
10.01.78	281	233	134
11.01.78	155	203	146
13.01.78	142	106	374
14.01.78	158	112	286
16.01.78	104	195	205
17.01.78	133	99	48
18.01.78	145	126	172
19.01.78	83	363	155
20.01.78	40	168	104
23.01.78*	31	87	110
24.01.78*	52	100	70
25.01.78*	22	85	60

* Muestras de la cosecha comercial.

Cuadro 3. Recuperación del maneb por el método de evolución de disulfuro de carbono, en patatas.

Muestra	Microgramos de maneb añadidos	Microgramos de maneb recobrados	% de Recuperación
1	400.0	366.0	92
2	300.0	270.0	90
3	200.0	168.0	84
4	100.0	99.0	99
5	25.0	20.5	82
6	10.0	9.4	94
7	5.0	4.5	90
8	1.0	0.9	90

Respecto a la acumulación del maneb en el suelo, se concluye que tomando en cuenta los residuos máximos y mínimos encontrados (14 y 0.8 ppm)

y la rápida degradación del maneb, es difícil que mediante 2 a 3 meses de descanso entre cultivos, este fungicida se acumule de una cosecha a otra.

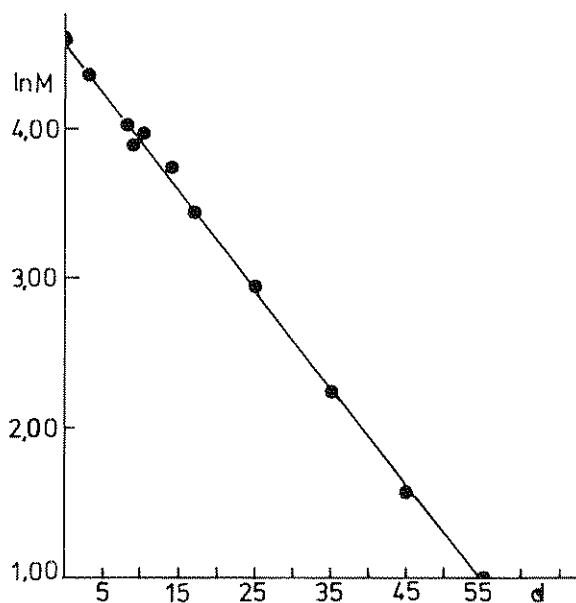


Fig 1 Relación de primer orden para la descomposición del maneb en el suelo. Logaritmo natural de la concentración en función del tiempo (días)

Estudio de la degradación del maneb en el tubérculo

Los resultados indican para el maneb una vida media ($t_{1/2}$) de solamente 5.2 horas en el tubérculo. Esta vida media tan corta en el tubérculo puede sugerir dudas sobre el grado de carácter no sistémico del fungicida. Entre los productos de descomposición se encuentran la etilendiamina y la etilentiourea. Estos productos pueden formar N-nitrosaminas por interacción con los nitritos presentes (4, 12). Las nitrosaminas son productos potencialmente peligrosos para la salud (3, 13, 14).

Degradación fotoquímica del maneb

El estudio de la catálisis fotoquímica en la degradación del maneb, demostró que la irradiación de las suspensiones de maneb, con luz de hasta 300 nm de longitud de onda, produce su rápida descomposición. Aproximadamente en el término de una hora todo el maneb en suspensión se descompone.

Se pudieron identificar dos productos principales de su descomposición: el disulfuro de carbono (mediante el reactivo de Viles) y la etilendiamina (por medio de su espectro infrarrojo). No se produce sulfuro de hidrógeno (H_2S). La descomposición fotoquímica del maneb que recubre el follaje debe seguir el mismo camino. La etilendiamina formada puede producir por reacciones de nitrosación, N-nitrosaminas potencialmente peligrosas (12).

Resumen

Se analizaron por el método de producción de disulfuro de carbono, los residuos del fungicida maneb en muestras de tubérculo, suelo y follaje de un cultivo de patatas situado en Llano Grande de Cartago, Costa Rica.

En el tubérculo la cantidad máxima de residuos encontrada fue de 0.25 ppm y la mínima de 0.01 ppm. En el suelo la cantidad máxima encontrada fue de 14 ppm y la mínima de 0.8 ppm. En el follaje se observó un máximo de 492 ppm y un mínimo de 22 ppm.

Se llevó a cabo un estudio de degradación del maneb en el suelo en condiciones semejantes a las naturales. La cinética de la degradación siguió una reacción de primer orden. El maneb en el suelo en estudio presenta una vida media de 10.6 días.

El estudio de la degradación del maneb en el tubérculo dio como resultado una vida media del fungicida de solamente 5.2 horas. La degradación fotoquímica del maneb dio como resultado la formación de disulfuro de carbono y etilendiamina, principalmente. Se observó que la luz ultravioleta degrada rápidamente el maneb.

Se evaluó el método analítico usado para la determinación de los residuos de maneb. Se obtuvieron porcentajes de recuperación entre el 82 y el 99%.

Literatura citada

1. BOUYUCOS, G. L. The hydrometer method for studying soils. *Soil Science* 25:265-269, 1928.
2. CALLBECK, L. C. Screening in potato fungicide. *Plant Reporter* 40:126-128. 1965.
3. DRUCKREY, H., PREUSSMANN R., IVANCOVIC S., SCHMAHL D. D. Organotropic carcinogenic effects of 65 different N-nitroso compounds on BD-rats. *Zeitschrift fuer Krebsforschung* 69(2):103-201. 1967.
4. EISENBRAND, G., UNGERER, O. y PREUSSMANN R. Rapid formation of carcinogenic N-nitrosamine by interaction of nitrite with fungicides derived from dithiocarbamic acid *in vitro* under simulation of gastric conditions and *in vivo* in the rat stomach. *Food and Cosmetic Toxicology* 12(2):229-232. 1974.

5. FAO/WHO, Estudios agropecuarios, Residuos de plaguicidas en los alimentos. No. 88, 61 p. 1972.
6. FARM CHEMICAL HANDBOOK, Editorial Director R. T. Meister, Meister Pub. Co., Will., USA. 1977.
7. FEDERAL REGISTER 23:2 179. 1958.
8. FORSYTHE, W. Manual de laboratorio de física de suelos. IICA, Costa Rica, 1975. 211 p.
9. ILEY, J. R. y FISKELL, J. G. A. Degradation of zineb by sunlight and in soil cultures. Soil Crop Science Society of Florida Proceedings 23:50-61. 1963.
10. JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 1958. pp. 38-39.
11. KEPPEL, G. E. Collaborative study on the determination of dithiocarbamate residues by a modified carbon disulfide evolution method. Journal of the Association of Official Analytical Chemists 54(3):528-532. 1971.
12. KRUEGER, F. W. Estudio de la acción carcinogénica de compuestos simples nitrosados. Revista Universidad de Costa Rica. 26:7-18. 1969.
13. MAGGE, P. N. y BARNES, J. M. Production of malignant primary hepatic tumors in the rat by feeding dimethylnitrosamine. British Journal of Cancer 10:114. 1956.
14. SANDER, J. Bacterial synthesis of nitrosamines. Hoope-Seyler Zeitschrift fuer Physiologische Chemie 349(4):429-432. 1968.
15. SEIDLER, H. Toxicity of maneb to thyroid gland. Nahrung 19(8):725-726. 1975.
16. SILTANEN H. Residues of maneb in crop plants. Investigation of pesticide residues, Publication of the State Institute of Agricultural Chemistry Finland. 1974. 10 p.
17. WALKLEY, A. y BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37:29-38. 1938.

Reseña de libros

ROYCHOWDHURY, M. L. *et al.* Laterization Processes. A. A. BALKEMA. Rotterdam, The Netherlands. 1981. 450 p. (\$ 48.50).

El Programa Internacional de Correlación en Geología organizó en Trivandrum, India en 1979 un Seminario sobre Procesos de Laterización. De los 82 trabajos presentados en la reunión, 51 fueron seleccionados y publicados en este volumen, 25 de los cuales representan cuatro continentes y 26 fueron contribuciones de la India. El hecho de que más del 50% de los trabajos representen estudios con lateritas de la India hace que la información tenga un sesgo que el lector debe tener en cuenta

Los tópicos tratados en el texto son muy variados, cubriendo aspectos de geomorfología y génesis de lateritas, su distribución en el espacio y el tiempo, geoquímica, geofísica, técnica de explotación, muestreo y análisis y la relación entre las lateritas y la agricultura, geohidrología y geotectónica.

La mayoría de los trabajos se relacionan con aspectos geológicos de las lateritas, de manera que especialistas en pedología o ingeniería aplicada no encontrarán en este volumen información relevante a sus campos de trabajo. Por el contrario, desde el punto de vista geológico, el libro constituye una obra de referencia invaluable.

El texto incluye gran cantidad de datos; cabe mencionar que el concepto tradicional del análisis total se ve reforzado con el uso del microscopio electrónico, análisis térmico diferencial, rayos X, etc., presentándose datos que podrán servir como patrón de comparación en estudios futuros. Las descripciones micro-morfológicas logradas con el microscopio electrónico de barrido aclaran varios de los pasos genéticos entre fases minerales de las lateritas.

La edición del libro es excelente, no así la impresión, considerando lo variado de las escuelas representadas en este Seminario. Debe felicitarse al equipo de editores, quienes en un lapso relativamente corto, lograron sacar a la luz un texto que debe formar parte de las colecciones geológicas de todas las bibliotecas, en especial en regiones tropicales. El libro puede ser adquirido escribiendo a A. A. Balkema, P. O. Box 1675, Rotterdam, Netherlands.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ATIVIDADE REPRODUTIVA DE TRÊS CULTIVARES DE SOJA, POR SECCÃO DA PLANTA E ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO¹ /

ENIO MARCHEZAN*
JOSE ANTONIO COSTA**

Summary

Characterization of the reproductive activity of soybean cultivars Planalto, Br-4 and Sulina, was performed by node, both for the main stem and branches. Condition for high yield was provided. This field experiment was conducted at the Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, during 1980/81. The medium part contributed, approximately, with 50% of the flowers and pods produced and fixed. About 50% of the reproductive structures produced by the branches were on those located at the lower part of the main stem, and the other half on branches originated on the medium section of the plant. On the average, the time during which the reproductive structures were produced was of 53 days (from R1 until the beginning of R6). About 50% of the flowers were produced during the first two weeks of flowering. The rate of flower production picked up between days seventh and tenth after the beginning of the flowering period.

Introdução

A utilização de tecnologia que objetive explorar uma parcela maior do potencial reprodutivo da soja requer o conhecimento da distribuição do surgimento de flores e legumes no perfil da planta e ao longo do período reprodutivo. O êxito de seu emprego está não dependência do momento oportuno de sua aplicação e do potencial de resposta do genótipo. A idade fisiológica em que a planta concentra a produção de estruturas reprodutivas identifica os períodos críticos ou de maior potencial. Wiebold *et al* (11)

constataram que a produção e fixação de flores e legumes está relacionada com a localização dos nós na comunidade de plantas. Utilizando cultivares de hábito de crescimento determinado, dividiram a planta em três seções de acordo com o número de nós no caule e verificaram que 48% das flores surgiram nos nós da seção média da planta, 38% na seção superior e 14% na inferior. Dos legumes fixados, 40% encontravam-se na seção média, 53% na superior e apenas 7% nos nós da seção basal da planta. O pequeno número de legumes fixados na seção inferior foi atribuído ao menor número de flores por nó e a queda prematura de folhas nessa região.

Domingues e Hume (5) observaram que a contribuição das diferentes seções da planta para o rendimento, varia conforme o hábito de crescimento das cultivares. Naquelas de hábito determinado, a seção superior da planta contribuiu mais para o rendimento do que a parte basal, enquanto nos genótipos de hábito indeterminado a seção inferior contribuiu mais que a superior. O baixo rendimento dos nós superiores foi atribuído ao pequeno número de grãos por nó e a menor duração do período de enchimento, resultando em grãos de menor tamanho (5, 10).

¹ Recebido para publicação em 15 junho, 1982.

Parte do trabalho de tese do primeiro autor, apresentado à FA/UFRGS para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Trabalho parcialmente financiado pela FAPERGS, CNPq, EMBRAPA e PROPESP da UFRGS.

* Eng^o Agr^o, M.Sc., Prof. Assistente do Departamento de Fitotecnia – Centro de Ciências Rurais da UFSM, CEP 9 700, Santa Maria RS.

** Eng^o Agr^o, Ph D., Prof. Adjunto do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia – UFRGS, bolsista do CNPq, Cx. Postal 776, CEP 90 000, Pôrto Alegre-RS

Em cultivares de hábito de crescimento indeterminado (7) foi verificado, na cultivar Hark, que o nó número oito, contado a partir da base da planta, foi o de maior atividade reprodutiva, sendo que Hawkeye exibiu a maior produção de flores e legumes no décimo nó, o que corresponde aos nós inferiores da secção média da planta. Os autores sugerem que este comportamento está relacionado à arquitetura da planta, permitindo maior penetração de luz na cultivar Hark do que na Hawkeye.

O surgimento de flores e legumes está associado ao ciclo da cultivar e a disponibilidade hídrica durante o ciclo (7). Hark, de ciclo curto, atingiu a maior taxa de surgimento de flores aos 61 dias após a emergência, enquanto Hawkeye, cultivar de maior ciclo, alcançou esta mesma situação aos 71 dias. O máximo surgimento de legumes na cultivar precoce ocorreu aos 72 dias, e na Hawkeye aos 93 dias. O intervalo de tempo entre o aparecimento da primeira flor e o surgimento do primeiro legume foi de 9 a 14 dias, para as cultivares Hark e Hawkeye, respectivamente.

A participação dos ramos no rendimento, é função das condições de manejo e do hábito de crescimento do genótipo. Beurlein *et al.* (2) e Adams (1) preconizam que a arquitetura de planta mais eficiente para rendimento de grãos deve apresentar o caule desprovido de ramos, entretanto outros autores (8, 9) demonstraram a importância da contribuição dos ramos tanto em cultivares de hábito determinado como indeterminado. Embora as cultivares de hábito determinado tivessem 33% mais ramos do que as de hábito indeterminado, não houve diferenças quanto ao número de nós por ramo, indicando que há compensação entre o número de ramos e o número de nós por ramo. A irrigação elevou a contribuição dos ramos, sendo que a participação do caule foi pouco alterada. Este acréscimo ocorreu, possivelmente pelo aumento do tamanho e/ou maior eficiência dos ramos na produção de grãos, uma vez que não foi constatado maior número de ramos (8).

Este experimento objetivou caracterizar a atividade reprodutiva no perfil da planta de soja e a distribuição do surgimento dessas estruturas ao longo dos estádios de desenvolvimento. Essas informações poderão ser úteis à aplicação de técnicas de manejo para viabilização de uma parcela maior do potencial de produção de flores e legumes.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, município de Guaiíba, RS. O solo pertence a unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado por Brasil (3) como Laterítico Bruno Aver-

melhado Distrófico. Segundo a mesma publicação, o clima caracteriza-se como subtropical úmido.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, e as cultivares de soja, de hábito de crescimento determinado, Planalto, Br-4 e Sulina, os tratamentos aplicados às unidades experimentais. As parcelas eram constituídas de oito linhas espaçadas de 0.50 metros, com seis metros de comprimento. Os resultados contidos neste trabalho são provenientes de observações realizadas em cinco plantas por parcela, previamente marcadas, nas unidades experimentais acima caracterizadas, pertencentes a outro experimento.

A aplicação de corretivo e fertilizantes foi efetuada segundo recomendação da análise de solo. A semeadura foi efetuada no dia 19 de novembro de 1981, com semeadeira de uma linha regulada para colocar 45 a 50 sementes por metro, inoculadas e tratadas com captan-moly, da dose recomendada pelo fabricante. No estágio de desenvolvimento V4, segundo escala proposta por Fehr e Caviness (6), executou-se o desbaste deixando-se, em média, 20 plantas por metro linear. Ainda nesse estágio foi escolhida, em cada parcela, uma secção de linha que contivesse cinco plantas espaçadas de, aproximadamente, cinco centímetros. Essas plantas constituíram a amostra na qual foram feitas as determinações, não tendo ocorrido dano visível em nenhuma delas.

As plantas daninhas foram controladas com aplicação dos herbicidas trifluralina, em pré-semeadura incorporado e bentazon, em pós-emergência, quando as invasoras haviam desenvolvido de quatro a cinco folhas e a soja estava no estágio V4. No controle de pragas foram empregados inseticidas à base de endossulfan e clorpirifós. Iniciando no estágio R5, a intervalos de aproximadamente 10 dias, aplicava-se o fungicida benomil, com a finalidade de minimizar os efeitos das doenças fúngicas.

No florescimento foram coletadas folhas de plantas da parcela para análise de tecidos. Para avaliação de umidade do solo utilizou-se quatro tensiômetros, instalados dois em cada profundidade de 30 e 60 centímetros. A partir do início do florescimento, sempre que a tensão de umidade do solo atingia 0.6 bares, fornecia-se água através de irrigação por aspersão.

A caracterização da atividade reprodutiva das cultivares foi realizada em cada nó, tanto no caule como nos ramos. Convencionou-se chamar de "planta total" ao somatório dos valores obtidos no caule e nos ramos. Na planta total, as estruturas reprodutivas dos ramos foram adicionadas ao nó do caule que lhe deu origem. A divisão da planta em três secções foi reali-

zada segundo o número de nós do caule, iniciando a partir do nó das folhas unifolioladas. Todas as seções da planta estão constituídas de seis nós do caule, exceto a seção superior das cultivares Br-4 e Sulina, que possuem sete nós. Considerou-se como ramo a estrutura que possuísse no mínimo um nó, caracterizado pela presença de folha.

O intervalo de tempo entre duas contagens sucessivas de flores e de legumes foi de três e quatro dias, alternadamente. A diferença de um dia no intervalo das observações não foi tomado como medida técnica, mas como a solução mais econômica em vista da distância do local no experimento.

A flor era contada no momento em que as pétalas excediam o comprimento do cálice, tornando-se visíveis e o legume, quando ultrapassava as pétalas (nesta ocasião já secas) da flor que lhe deu origem, apresentando cerca de 0.5 cm de comprimento.

O número de "flores produzidas" e "legumes produzidos" foi obtido pelo somatório dos valores registrados em cada observação. A diferença entre o número de flores e o número de legumes produzidos originou o número de "flores abortadas". A "abscisão de legumes" foi obtida pela diferença entre legumes produzidos e legumes presentes no estádio R8. O legume, para efeito de contagem nesse estádio, deveria conter, no mínimo um grão. Denominou-se de "flores fixadas" àquelas que se transformaram em legumes, enquanto a "fixação de legumes" referiu-se àqueles presentes no estádio R8. A "fixação total", expressa em percentagem, relaciona o número de legumes encon-

trados na planta, no estádio R8, ao número de flores produzidas.

Resultados e discussão

O rendimento obtido, de 4 300 kg/ha, na média das três cultivares, sugere que foi atingida a condição de alto nível de manejo, proposta inicial deste trabalho.

Quadros 1, 2 e 3 contém a distribuição das estruturas reprodutivas por seção da planta, nas três cultivares. Na planta total, o terço médio contribuiu com cerca de 50% das flores e legumes produzidos e fixados. Wiebold *et al.* (11) encontraram resultados semelhantes em cultivares de hábito de crescimento determinado, atribuindo-os aos ramos de pequeno tamanho surgidos nesse terço e que provavelmente tinham excelente interceptação de luz.

Os nós da região média da planta, que apresentaram maior produção e fixação de flores e legumes, registraram também maior aborto e/ou queda de legumes, porém, proporcionalmente menor do que os outros nós, o que resultou em mais legumes fixados. O elevado número de flores e legumes surgidos nos nós da região média da planta, associado a maior probabilidade de fixação de legumes, sugere que esses nós possuem maior potencial a ser explorado.

Exceto para a cultivar Sulina, onde as seções superior e inferior tiveram contribuições similares, nas cultivares Planalto e Br-4 o terço superior da planta apresentou a menor participação. O pequeno número

Quadro 1. Contribuição, em número absoluto e percentagem, das seções inferior, média e superior da planta para o surgimento e fixação de flores e legumes no caule, nos ramos e na planta total da cultivar Planalto. EEA da FA/UFGRS, Guaíba-RS, 1980/81.

Estádio	Estrutura	Total		Secção inferior		Secção média		Secção superior	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Flores produzidas	Planta total	204	100	59	29	107	52	38	19
	Caule	95	47	4	4	53	56	38	40
	Ramos	109	53	55	50	54	50	-	-
Legumes produzidos	Planta total	94	100	32	34	51	54	11	12
	Caule	35	37	2	6	22	63	11	31
	Ramos	59	63	30	51	29	49	-	-
Legumes fixados	Planta total	28	100	9	32	15	54	4	14
	Caule	13	46	1	8	8	61	4	31
	Ramos	15	54	8	53	7	47	-	-

Secção inferior - compreende os nós de 1 a 6 do caule.

Secção média - compreende os nós de 7 a 12 do caule.

Secção superior - compreende os nós de 13 a 19 do caule.

Quadro 2. Contribuição, em número absoluto e percentagem, das secções inferior, média e superior da planta para o surgimento e fixação de flores e legumes no caule, nos ramos e na planta total da cultivar Br-4. EEA da FA/UGRS, Guaíba-RS, 1980/81.

Estadio	Estrutura	Total		Secção inferior		Secção média		Secção superior	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Flores produzidas	Planta total	205	100	76	37	98	48	31	15
	Caule	75	37	10	13	34	46	31	41
	Ramos	130	63	66	51	64	49	—	—
Legumes produzidos	Planta total	100	100	42	42	50	50	8	8
	Caule	29	29	7	24	14	48	8	28
	Ramos	71	71	35	49	36	51	—	—
Legumes fixados	Planta total	36	100	15	42	18	50	3	8
	Caule	12	32	3	25	6	50	3	25
	Ramos	24	68	12	50	12	50	—	—

Secção inferior – compreende os nós de 1 a 6 do caule.

Secção média – compreende os nós de 7 a 12 do caule.

Secção superior – compreende os nós de 13 a 18 do caule.

Quadro 3. Contribuição, em número absoluto e percentagem, das secções inferior, média e superior da planta para o surgimento e fixação de flores e legumes no caule, nos ramos e na planta total da cultivar Sulina. EEA da FA/UFRGS, Guaíba-RS, 1980/81.

Estadio	Estrutura	Total		Secção inferior		Secção média		Secção superior	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Flores produzidas	Planta total	187	100	43	23	95	51	49	26
	Caule	84	45	4	5	31	37	49	58
	Ramos	103	55	39	38	64	62	—	—
Legumes produzidos	Planta total	111	100	25	23	57	51	29	26
	Caule	44	39	2	4	13	30	29	66
	Ramos	67	61	23	34	44	66	—	—
Legumes fixados	Planta total	35	100	8	23	21	60	6	17
	Caule	10	29	1	10	3	30	6	60
	Ramos	25	71	7	28	18	72	—	—

Secção inferior – compreende os nós de 1 a 6 do caule.

Secção média – compreende os nós de 7 a 12 do caule.

Secção superior – compreende os nós de 13 a 18 do caule.

de legumes fixados nessa região pode ser atribuído a menor produção de flores e legumes, porque não surgiram ramos nessa secção e os percentuais de fixação foram semelhantes aos outros nós da planta. Porém, não foi encontrada explicação fisiológica para a baixa percentagem de fixação de legumes, uma vez que essa região da planta seria a de maior potencial de fixação em função da radiação solar disponível.

A maior participação da secção inferior das cultivares Planalto e Br-4 em relação a parte superior, possivelmente esteja associada ao desenvolvimento dos ramos, possibilitando que atingissem extratos superiores da comunidade de plantas onde havia maior disponibilidade de radiação solar. Na cultivar Br-4, é possível que a arquitetura da planta tenha favorecido maior penetração de luz, pois a secção inferior do

pressiva. Estas constatações concordam com afirmações de Weil e Ohlrogge (10) e de Hansen e Shibles (7), de que a atividade reprodutiva no perfil da planta depende do genótipo e de fatores ambientais que influenciam a penetração de luz aos extratos inferiores das plantas.

Nos ramos, cerca da metade das estruturas reprodutivas produzidas e fixadas pertenciam àqueles que surgiram nos nós da secção inferior do caule. Os outros 50% estavam nos ramos provenientes dos nós da secção média da planta, exceto para a cultivar Sulina, onde aproximadamente dois terços das flores e legumes faziam parte dos ramos da secção média.

Os dados da distribuição do surgimento de flores e legumes ao longo do tempo de observação e dos estádios de desenvolvimento, encontram-se nas Figuras 1, 2 e 3. A duração média do período de surgimento de estruturas reprodutivas foi de 53 dias (do estágio R1 ao início de R6). A distribuição do aparecimento dessas estruturas ao longo do tempo mostrou comportamento semelhante dos genótipos. Cerca de 50% das flores surgiram nos 14 dias iniciais do florescimento que foi de 38 dias para a cultivar Planalto e 49 dias para Br-4 e Sulina. A diferença de 11 dias, cerca de 20% do período de florescimento, verificada entre a duração desse período na cultivar Planalto com Br-4 e Sulina, sugere a possibilidade de haver variabilidade genética para essa característica. Domingues e Hume (5) registraram amplitude de variação desse período de 17 e 26 dias. Produção de flores por período de tempo mais longo pode representar não só maiores rendimentos, mas também maior estabilidade, pois novas estruturas poderão surgir se ocorrerem condições adversas.

Relacionando o aparecimento de flores com a ida-de fisiológica da planta, Planalto, Br-4 e Sulina produ-ziram, respectivamente, 74, 59 e 52% de suas flores até o início do estágio R3. A distribuição do apareci-mento de flores através dos estádios de desenvolvi-mento esteve relacionada ao ciclo da cultivar, como foi constatado por Hansen e Shibles (7). Mais da metade das flores foram produzidas até o início do está-dio R3, com a cultivar Planalto apresentando acima de dois terços nessa ocasião. Isso mostra que a aplica-ção de tecnologia visando influenciar a atividade de fixa-ção de flores, deve considerar o comportamento re-produtivo de cada cultivar. Planalto, por exemplo, havia produzido cerca de 75% das flores ao atingir o está-dio R3. A utilização da técnica após esse estágio estádio estará comprometendo os resultados. Por ou-tro lado, há um momento no qual ocorre a maior ati-vidade de produção de flores, que para as cultivares estudadas situou-se entre o sétimo e o décimo dia após o início do florescimento.

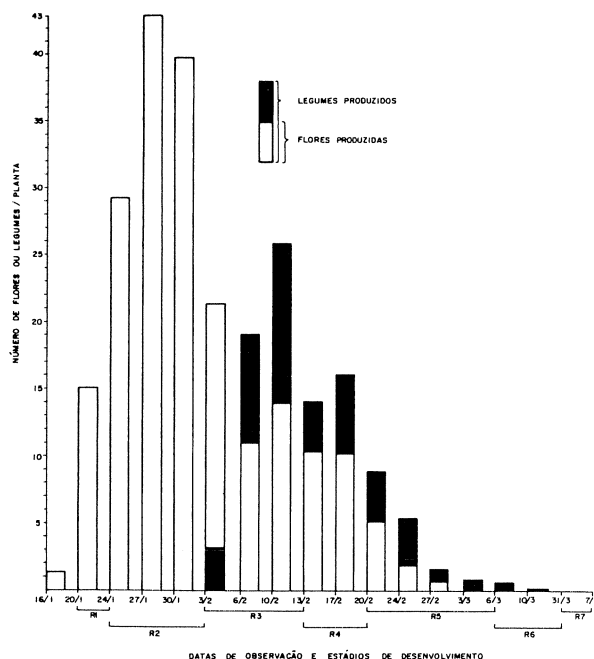


Fig. 1. Distribuição, através das datas de observação e dos estádios de desenvolvimento, do surgimento das estruturas reprodutivas na planta total da cultivar Planalto. EEA da FA/UFRGS, Guaíba, RS, 1980/81.

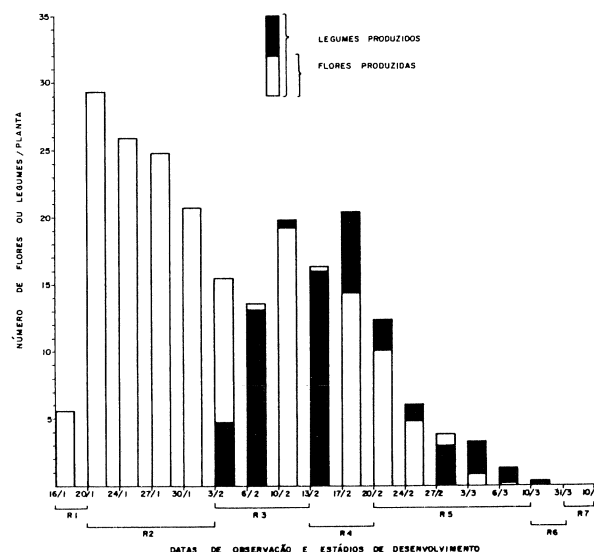


Fig. 2. Distribuição, através das datas de observação e dos estádios de desenvolvimento, do surgimento das estruturas reprodutivas na planta total da cultivar Br-4. EEA da FA/UFRGS, Guaíba, RS, 1980/81.

Em relação a produção de flores, este é o período crítico e/ou de maior potencial reprodutivo. Assim, a distribuição do surgimento de flores e legumes pode ser tão importante quanto a duração desse período.

O lapso de tempo entre o surgimento da primeira flor e do primeiro legume (tamanho igual a 0.5 cm) foi de 14, 18 e 13 dias, respectivamente, para as cultivares Planalto, Br-4 e Sulina. O maior número de dias

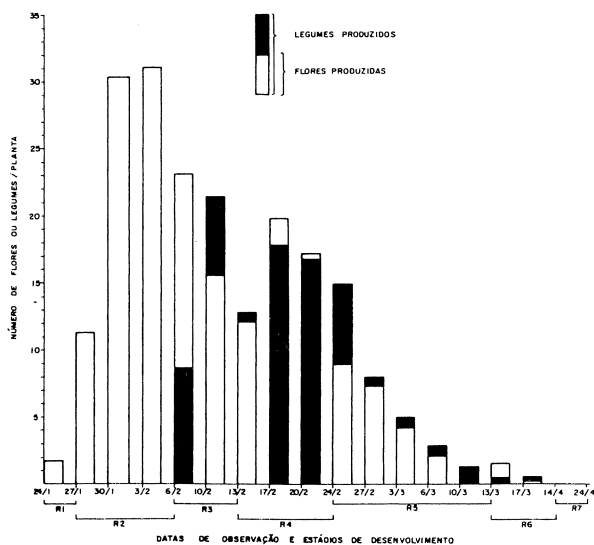


Fig. 3. Distribuição, através das datas de observação e dos estádios de desenvolvimento, do surgimento das estruturas reprodutivas na planta total da cultivar Sulina. EEA da FA/UFRGS, Guaíba, RS, 1980/81.

constatado para a cultivar Br-4 possivelmente esteja relacionado ao acamamento, em grau médio, experimentado por essa cultivar no início do florescimento, resultando em queda das estruturas presentes na ocasião, aumentando o tempo entre os dois eventos. Cooper (4) explica a influência do acamamento sobre o desempenho reprodutivo da planta, através da redução da atividade fotosintética da comunidade de plantas submetidas a este tratamento.

Resumo

A caracterização da atividade reprodutiva das cultivares de soja Planalto, Br-4 e Sulina, por nó, do caule e dos ramos, foi efetuada em condições de manejo para alto rendimento. O trabalho foi conduzido a campo na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, durante o ano agrícola de 1980/81. Na planta total, o terço médio contribuiu com, aproximadamente, 50% das flores e legumes produzidos e fixados. Nos ramos, cerca de 50% das estruturas reprodutivas pertenciam àqueles que surgiram nos nós da secção inferior do caule, e os outros 50% estavam nos ramos da secção média da planta, exceto para a cultivar Sulina que produziu mais nos ramos do terço médio. A duração do período de surgimento de flores e legumes foi de 53 dias (do estágio R1 até o início de R6). A metade das flores surgiram, aproximadamente, nas duas semanas iniciais, sendo que a maior taxa ocorreu entre o sétimo e o décimo dia após o início da floração.

Literatura citada

1. ADAMS, M.W. Arquitetura vegetal y eficiencia fisiológica de la planta de frijol. In: CIAT. El

potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. Cali. 1973. pp. 181-189.

2. BEURLEIN, J.E.; PENDLETON, J.W.; BAUER, M.E.; GHORASHY, S.R. Effect of branch removal and plant population at equidistant spacings on yield and light use efficiency of soybeans canopies. *Agronomy Journal*, Madison, 63(2):317-319. 1971.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. 1973. Recife. 413 p. (Boletim Técnico, 39).
4. COOPER, R.L. Influence of early lodging on yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agronomy Journal*, Madison, 63(3):449-450. 1971.
5. DOMINGUES, C. e HUME, D.J. Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybeans at three densities. *Agronomy Journal*, Madison, 70(5):801-805. 1978.
6. FEHR, W.R. e CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames, Iowa State University of Science and Technology. 1977. 11 p. (Special Report, 80).
7. HANSEN, W.R. e SHIBLES, R. Seasonal log of the flowering and podding activity of field-grown soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 70(1):47-50. 1978.
8. SANTOS FILHO, J.M. dos; PORTO, M.C.M.; BERGAMASCHI, H; BARNI, N.A.; MINOR, H.C. Influência da irrigação durante o período reprodutivo e de três espaçamentos entre fileiras sobre a relação ramificações/caule em três parâmetros da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, 12(2):111-121. 1976.
9. SCHILING, T.T. e BOERMA, H.R. Performance of indeterminate and determinate soybean genotypes at five planting dates. s.n.t.
10. WEIL, R.R. e OHLROGGE, A.J. Components of soybean seed yield as influenced by canopy level and interplant competition. *Agronomy Journal*, Madison, 68(4):583-587. 1976.
11. WIEBOLD, W.J.; ASHLEY, D.A.; BOERMA, H.R. Reproductive abscission and patterns for eleven determinate soybean cultivars. *Agronomy Journal*, Madison, 73(1):43-46. 1981.

NUTRITIONAL VALUE OF PROTEIN AND OIL IN RUBBER SEED (*Hevea brasiliensis*)¹

R. BRESSANI*, L. G. ELIAS*, T. AYUSO**,
O. ROSAL**, J. E. BRAHAM*,
J. ZUÑIGA***

Resumen

La producción de hule de Hevea brasiliensis está aumentando en Centroamérica. Esto significa una mayor disponibilidad de semilla, que por el momento se usa en cantidades limitadas. Este trabajo presenta información química y biológica sobre el potencial nutritivo de la semilla en alimentación animal. La semilla cruda y seca contiene 17.6% de proteína y 36.7% de aceite crudo. El contenido de todos los aminoácidos esenciales en la proteína es adecuado excepto en el caso de la lisina, dato confirmado en ensayos con animales de laboratorio. El proceso de cocción por extrusión se tradujo en un mejoramiento de la calidad de la proteína y es una forma efectiva de eliminar el HCN de la semilla. El aceite tiene un contenido alto de ácidos grasos C18.2 con una digestibilidad de 84% crudo, que aumenta a 93% cuando se calienta. Sin embargo, los valores son inferiores a los de la digestibilidad del aceite de algodón. Los resultados del estudio indican que la semilla del árbol de hule tiene potencial en nutrición animal y en la industria del aceite.

Introduction

In recent years there has been an interest to find uses for the seed of the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), whose production is increasing in Central America. According to local statistics, 10 342 ha of land were planted with 4 292 621 trees in 1972 in Guatemala (5, 17). On the basis of about 5 kg of seed per tree, the potential availability of seed is in the neighborhood of 21 463 metric tons.

The kernel itself, that is, once the hull has been removed, contains 31.7 per cent moisture, 3.7 per cent crude fiber, 29.6 per cent fat and 11.4 per cent

protein (3, 4, 6, 18). Giok *et al.* (11) reported on the chemical composition of the kernel, the amino acid content of the protein and its nutritional quality. They indicated the kernel to contain 32.3 per cent fat and 27.0 per cent protein. Amino acid analysis showed the protein to be a good source of lysine and tryptophan, but low in sulfur-containing amino acids. Its protein quality as assayed by the PER (PER = Protein efficiency ratio: weight gain/protein intake) method was 2.0. Fetuga *et al.* (9) conducted a more complete chemical and biological study on the nut of the rubber tree, reporting on chemical composition, amino acid content for rubber seed protein as compared to soybeans and peanut, and their results showed the full-fat seed meal to be nutritionally superior to the defatted sample. The nutritional assays suggested lysine and sulfur amino acids to be limiting the quality of the protein. Other authors (7, 15) have fed the rubber seed meal to rats and chicks, reporting fair quality values. One of the problems with this vegetable source is that it contains HCN, which can be removed by a thermic treatment.

The need for oil and protein in Central America is increasing; therefore, it was of interest to study the chemical and nutritional nature of these two substances as found in the seed.

¹ Received for publication in July 20, 1982.

* Division of Agricultural and Food Sciences, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P. O. Box 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

** Tutorial students at INCAP, from the School of Agronomy, University of San Carlos, Guatemala

*** Scientist, Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala

Materials and methods

The rubber tree belongs to the *Euphorbiaceae* and there are two species, both from Brazil, utilized for latex production. One of them is from Ceará (*Manihot glaziovii*) and the other one from Pará (*Hevea brasiliensis*). Both are now grown in various regions of the world. *Hevea* seed obtained from plantations in the tropical lowlands of Guatemala was used for the study.

The seeds were first decorticated by mechanical means to separate the hulls from the kernel. The kernels were then ground to 20 mesh and used for oil extraction. This was accomplished by either a hydraulic pressing operation or by hexane extraction on previously air-dried samples. The crude oil resulting from either process was purified by filtration through celite and stored at 4°C until utilized. The solvent extracted meal was desolventized by applying moderate temperatures an air, in a laboratory convection oven. This material was also stored at 4°C until used.

For other nutritional studies, the dried nuts were obtained from seeds passed through a hammer mill without screens. The resulting product was then separated into hulls and meats. The meats were then cooked in a Brady extruder at a temperature of 315°F. For the feeding trials, the extruded product was fed full-fat or hexane extracted.

The oil produced either by hydraulic pressing or solvent extraction was analyzed for free fatty acids, saponification index and iodine number by the AOCS official methods (1). The oil was also subjected to nutritional evaluations through feeding experiments with rats fed 10 per cent casein diets with varying amounts of oil.

The original kernel as well as the oil-extracted meal were analyzed for their chemical composition following AOAC official methods of analysis (2). The oil-extracted meal was analyzed for calcium, phosphorus, iron and HCN by the methods of the AOAC (2), Fiske and Subbarow (10) with modifications by Lowry and López (13), by Jackson (12) and Moss and Mellon (14), and by Easley *et al.* (8), respectively. The meal was also assayed for its essential amino acid content by microbiological techniques on acid hydrolyzate for all amino acids and on an alkaline hydrolyzate for tryptophan (19).

Protein quality of the meal was measured by the protein efficiency ratio at approximately 10 per cent protein level in the diet. The quality of the protein was also evaluated by supplementing a 10 percent protein diet of rubber seed protein with the amino acids lysine and methionine. In the protein quality

assays, the rubber seed meal was incorporated into a basal diet made with a mineral mix, cod liver oil, refined cotton-seed oil when necessary and a complete vitamin B mixture. Cornstarch was used to adjust to 100 per cent. For the studies on the digestibility of the oil, a basal diet was used made of casein 12 per cent, mineral mixture 4 per cent, cod liver oil 1 per cent, amounts of rubber seed oil varying from 5 to 20 per cent and starch to make up to 100 per cent. Either 5 per cent refined cottonseed or soybean oil was used as reference oil. All diets were supplemented with a complete vitamin B mixture. After an adjustment period of 7 days, all fecal output was collected for a 5-day period. The dried feces were analyzed for oil after grinding.

Results

Chemical composition

Table 1 summarizes the results on gross chemical composition of the kernel of the seed, the solvent-extracted seed and extruded seed. With respect to the decorticated seed, attention should be given to the high moisture level and the relatively high amount of ether extract. The HCN content is also high. The solvent extracted meal shows an expected high protein content and a significant low level of HCN. Of interest is the relatively high level of Ca. The extruded product has 20.2 per cent protein and 45.6 per cent fat.

Data on essential amino acid content of rubber seed protein are shown in Table 2, together with that of other oilseed sources (16) for purposes of comparison. Based on experimental evidence on the other oilseed meals, the amino acid pattern of the protein of the rubber seed is deficient in lysine, sulfur amino acids and tryptophan. The most significant deficiency appears to be in sulfur amino acid content.

Protein quality of rubber seed

Two experiments were performed. The results are shown in Tables 3 and 4. In the first experiment, using hexane-extracted kernels, PER was increased by lysine addition; however, methionine addition alone or in the presence of lysine did not improve protein quality above the unsupplemented diet or the one which was supplemented with lysine. The second study carried out, in which raw, cooked and extruded samples were tested, showed the same tendencies to amino acid addition; however, the unsupplemented rubber seed diet gave a significantly lower PER value than that observed in the first study. Further cooking

Table 1. Chemical composition of rubber seed (%).

	Decorticated rubber seed	Raw	Rubber seed meal ^a	Extruded
Moisture	45.2	5.4	13.4	2.6
Protein (N x 6.25)	8.9	17.6	29.1	20.2
Ether extract	22.2	36.7	9.8	45.6
Crude fiber	3.1	—	6.4	—
Ash	2.0	3.1	4.8	3.3
Carbohydrate (by difference)	18.6	—	36.5	—
Calcium, mg %	—	—	475	—
Phosphorus, mg %	—	—	34	—
Iron, mg %	—	—	132	—
HCN, mg %	121	—	0.75	—

^a By hexane extraction of oil

Table 2. Essential amino acid content of rubber seed protein (mg/gN).

	Rubber seed	Soybean ^a	Cottonseed ^a	Peanut ^a	Sesame ^a
Arginine	321	452	702	669	547
Histidine	110	149	166	152	121
Isoleucine	159	336	236	257	261
Leucine	170	482	369	380	461
Lysine	240	395	268	223	160
Methionine	104	195	188	149	311
Phenylalanine	224	508	498	540	461
Threonine	151	246	221	168	194
Tryptophan	41	86	74	69	91
Valine	246	328	308	311	244

^a Orr and Watt (16)

Table 3. Protein quality of rubber seed meal and effect on amino acid supplementation in young growing rats.

Diet	Average weight gain, g ^a	PER ^b
Rubber seed meal (RSM)	30 ± 1.9	1.25 ± 0.05
RSM + 0.20% L-lysine	47 ± 6.6	1.71 ± 0.14
RSM + 0.20% methionine	27 ± 1.3	1.13 ± 0.05
RSM + 0.20% L-lysine	—	—
RSM + 0.20% methionine	45 ± 4.4	1.63 ± 0.07

^a Protein in diet: 10.9% Average initial weight: 42 g.

^b Protein efficiency ratio: Weight gain/protein intake.

of the cake did not improve protein quality, although a slightly higher value was found for the extruded product.

Some physicochemical characteristics of the oil

Table 5 summarizes the results on some characteristics of the oil obtained by pressing and by hexane extraction. They were essentially the same, although free fatty acid content in the solvent extracted oil was slightly higher than that obtained by pressing. The free fatty acid composition is shown in Figure 1.

Nutritive value of the oil

The nutritional value of the oil was determined by rat growth performance. In one experiment, the

Table 4. Protein quality of raw, cooked and extruded rubber seed and effect of amino acid supplementation as determined in young growing rats.

Diet	Average weight gain g ^a	PER
Raw rubber seed	13	0.66
Cooked rubber seed	11	0.62
Extruded rubber seed	16	0.80
Extruded rubber seed + lysine + tryptophan	41	1.60
Extruded rubber seed + oil extracted	18	0.75
Extruded rubber seed oil extracted + lysine	39	1.49
+ lysine + tryptophan	40	1.45
Casein	112	2.54

a Protein in diet, 10.6%. Average initial weight, 45 g.

Table 5. Physicochemical indices of rubber seed.

	Hydraulic press oil	Hexane extracted oil
Saponification value	196	208
Iodine value	131.7	141.4
Free fatty acids (ml KOH)	13.95	19.40

results shown in Table 6 were obtained. Weight gain as well as diet intake was inversely related to oil in the diet, and a 50 per cent mortality was observed when the diet contained 20 per cent rubber seed oil. Heating for 2 hours at 139-141°C and fed at the same level in the diet did not improve animal performance.

On a second biological experiment with adult rats, the results in Table 7 were recorded using a 10 per cent oil level in the diet. Weight performance was improved upon heating for 1 hour and, better still, with a 2-hour heat treatment, which resulted in values similar to those observed with cotton-seed oil. No differences were observed in food intake. The digestibility of the oil was also improved upon heating although not to the values obtained from cottonseed oil.

Discussion

The results of the present investigation show that the rubber seed is a good source of oil and protein

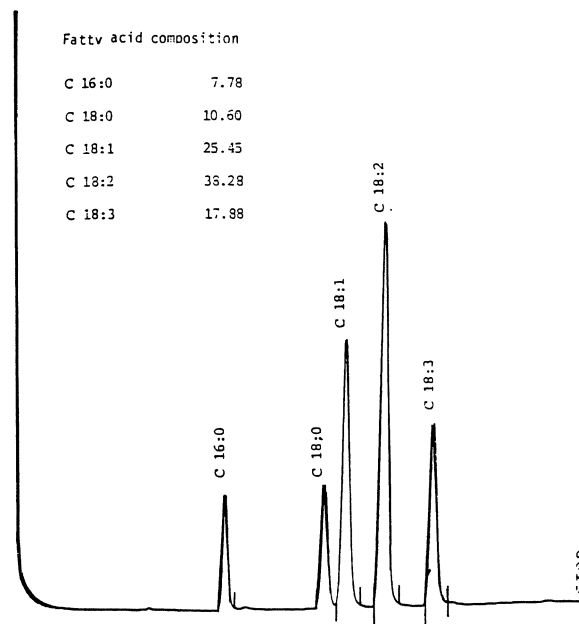


Fig. 1. Fatty acid composition of rubber seed oil.

which could play an important economic role in areas where the seed is available. On a dry matter basis it contains around 40 per cent fat and 16 per cent protein. These values differ from those reported by Giok *et al.* (11), who indicated oil to be about 32 per cent and protein about 27 per cent. From the point of view of utilization, the high moisture level of the seed is a disadvantage, since for any kind of processing, it would have to be dried. The results of the present study also differ from those by Giok *et al.* (11) on the cyanide content, which they reported as high as 330 mg/100 g. Extraction of the oil, however, decreases the values significantly.

Differences between this study and that reported by Giok *et al.* (11) were also found in essential amino acid content, particularly with respect to lysine and tryptophan, which were lower in the present study. On the other hand, other amino acid values are similar, including sulfur amino acids. The biological tests carried out, however, indicate that the protein of the rubber seed is deficient in lysine and no improvement was obtained in protein quality when methionine was added alone, or together with lysine. Tryptophan addition was also ineffective. The protein quality of the seed was relatively low and not improved by heating in the present study; however, Giok *et al.* (11) showed their material to be of a rather good quality. These differences suggest that the materials probably did not come from the same species, or that environmental conditions have a significant effect on the composition and quality of the protein.

Table 6. Effect of different levels of rubber seed oil on the growth of young rats.

Oil source	Treatment	Level in diet, g	Average weight gain, g ^a	Average feed consumed, g	Mortality
Soybean oil	—	20	120	—	0/8
Rubber seed oil	—	5	96	345	0/8
Rubber seed oil	—	10	59	254	0/8
Rubber seed oil	—	15	33	194	0/8
Rubber seed oil	—	20	13	171	4/8
Rubber seed oil	2 hr heat at 139-142°C	20	16	—	3/8

a 28-day experimental period

Table 7. Adult rat performance and oil digestibility.

Oil source	Average weight gain, g ^a	Average feed intake, g	Digestibility %
Rubber seed oil (RSO)	40	74	83.8
RSO - 1 hr heating ^b	45	74	88.4
RSO - 2 hr heating ^b	62	74	93.0
Cottonseed oil (CSO)	65	74	97.9
CSO - 1 hr heating ^b	61	75	94.7
CSO - 2 hr heating ^b	63	74	94.9

4 animals/group. 10% oil in basal diet.

a 28-day experimental period

b 139-142°C

The oil of the seed has been classified as a semidrying oil which may be used in the paint industry. However, it was of interest to test it for its nutritional value. The results indicate that when fed at a high level in the diet, it is toxic. No explanation can be given for such an effect. It may be possible that the oil used in the first study (Table 6) became oxidized or otherwise chemically altered due to the unsaturated nature of the oil, inducing lower weight performance and mortality in the experimental animals. It is well established that oxidation of fats and oils lowers their nutritional value and often produces toxic compounds. At the 10 per cent level and for adult rats, heating resulted in an improvement in performance, not only with respect to weight gain but also in its digestibility. Therefore, the utilization of the oil as a source of energy for animals should be further investigated, since if safe it could contribute to alleviate the shortage of energy for animal diets in Central America.

Summary

The production of rubber from the rubber tree (*Hevea brasiliensis*) is increasing in Central America. This implies a greater availability of the seed, at present utilized only to a very limited extent. This report presents chemical and biological information on the nutritional potential of the seed in animal nutrition. The raw dehydrated seed contains 17.6 per cent protein and 36.7 per cent crude oil. The amino acid content of the protein is deficient in lysine, which was confirmed by rat assays. Extrusion cooking improved the protein quality of the product and it is a useful process to remove HCN from the seed. The oil has a high concentration of C18:2 fatty acids with a digestibility of 84 per cent, which increased to 93 per cent upon heating. These values are slightly lower than those found for cottonseed oil. The results of the study suggest that the seed of the rubber tree has potential in animal nutrition and in the oil industry.

Literature cited

1. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official and tentative methods of analysis of the AOCS. 2nd Ed. Chicago, Ill., The Society 1950.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the AOAC. 12th Ed. Washington, D.C., The Association, 1975, 1 094 p.
3. AYUSO DE LEON, T. Estudio sobre la posible utilización del aceite extraído de la semilla de hule. Tesis de graduación de Ingeniero Químico. Guatemala, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1974, 34 p.
4. BAILEY, A. E. Industrial oil and fat products. New York, Interscience Publishers, Inc., 1945, 735 p.
5. BANCO DE GUATEMALA. Situación nacional e internacional del hule natural, sus perspectivas y conveniencias de establecer un nuevo programa de fomento. Informe Económico XXV, octubre-diciembre, pp. 1-16, 1978.
6. BRESSANI, R., JARQUIN, R., GOMEZ BRENES, R., ELIAS, L. G., BRAHAM, J. E. and FLORES, M. Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. 1a. Ed. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1968, 153 p.
7. BUVANENDRAN, V. and DES SIRIWANDENE, J. A. Rubber seed meal in poultry diets. Ceylon Veterinary Journal 18:33-38. 1970.
8. EASLEY, J. F., MCCALL, J. T., DAVIS, G. K. and SHIRLEY, R. L. Determination of cyanide in plants. Analytical methods for feeds and tissues. Gainesville, Florida, Nutrition Laboratory, Department of Animal Science, University of Florida, pp. 58-60, 1965.
9. FETUGA, B. L., AYENI, T. O., OLANIYAN, A., BALOGUN, M. A., BABATUNDE, G. M. and OYENUGA, V. A. Biological evaluation of Para rubber seeds (*Hevea brasiliensis*). Nutrition Reports International 15:497-510. 1977.
10. FISCKE, C. H. and SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. Journal of Biological Chemistry 66:375-400. 1925.
11. GIOK, L. T., SAMSUDIN, HUSAINI and TARWOTJO, I. Nutritional value of rubber-seed protein. American Journal of Clinical Nutrition 20:1 300-1 303. 1967.
12. JACKSON, S. H. Determination of iron in biological materials. Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition 10:302-304. 1938.
13. LOWRY, O. H. and LOPEZ, J. A. The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphate esters. Journal of Biological Chemistry 162:421-428. 1946.
14. MOSS, M. L. and MELLON, M. G. Colorimetric determination of iron with 2, 2'-bipyridyl and with 2, 2', 2''-terpyridyl. Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition 14:862-865. 1942.
15. OROK, E. J. and BOWLAND, J. P. Nigerian Para rubber seed meal as an energy and protein source for rats fed soybean meal or peanut supplemented diets. Canadian Journal of Animal Science 54:239-246. 1974.
16. ORR, M. L. and WATT, B. K. Amino acid content of foods. Home Economics Research Report No. 4. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, 1957, 41 p.
17. OVALLE VALDEZ, C. A. Manual del cultivo del hule hevea en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas del Ministerio de Agricultura, 1975, 102 p.
18. ROSAL HIGUEROS, O. R. Determinación del valor nutritivo de la torta de semilla de hule. Tesis de graduación. Ingeniero Químico. Guatemala, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1970, 31 p.
19. STEELE, B. F., SAUBERLICH, H. E., REYNOLDS, M. S. and BAUMANN, C. A. Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081. Journal of Biological Chemistry 177:533-544. 1949.

N_2 (C_2H_4) FIXING ACTIVITY IN 17 VARIETIES OF FIELD-GROWN COWPEA
(*Vigna unguiculata* (L.) WALP.)¹ /

GUILLERMO CASTILLEJA G *
JOANN P. ROSKOSKI*

Resumen

La actividad fijadora de N_2 de 17 variedades de caupi, no inoculadas, fue determinada mediante la técnica de reducción de acetileno. Todas las variedades estudiadas mostraron actividad fijadora de N_2 , con una fijación de N_2 total entre 4.3 y 0.5 Kg N fijado/ha. En algunas variedades es posible reconocer un patrón de actividad fijadora de N_2 durante el ciclo de vida de la planta. Las variaciones en la actividad fijadora en el ciclo día-noche también son consideradas en este artículo.

Introduction

Cowpeas are a widely use pulse crop in many tropical and subtropical areas (13). In Africa, because of its economic importance as a dietary staple, this species has been relatively well studied agronomically (10). Nevertheless, little information is available about its nitrogen fixing capacity outside those areas where it is normally cultivated. Due to the increased demand for high quality protein in the tropics, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) instituted a programme to field test cowpea varieties throughout the tropics. As part of this programme, a study on N_2 fixation by cowpea was conducted in Xalapa, Veracruz, Mexico by the Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Although rhizobia inoculation is essential for many crop legumes, it has not proven effective in field trials of promiscuous tropical species, like cowpea (4). This paper presents the results of a study

carried out to determine the nitrogen fixing capacity of 17 varieties of cowpea grown in the field without inoculation.

Materials and methods

The cowpea field trials included 17 varieties of *Vigna unguiculata* produced and selected by the IITA, and *Phaseolus vulgaris* var. Negro Jamapa as a reference species. Varieties were randomly assigned to rows, 100 plants/row, in a 15 x 10 meter plot. Final planting density equaled 14 plants/m² as specified in the IITA field trial instructions. Seeds were sown in May 1979.

The soil in the experimental area is volcanic in origin, with an organic matter content of 3.5% total nitrogen content of 0.3% and 14 ppm available phosphorus. Approximately 60 kg/ha of superphosphate were applied to the experimental plot at the time of sowing. Average annual rainfall on the area is 1957 mm and average annual temperature is 18 C. Supplemental watering was necessary for only the first two weeks after planting.

Thirty days after planting and every ten days thereafter, three plants per variety were removed with care taken to extract the entire root system.

¹ Received for publication in January 19, 1982

* Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Apartado Postal No. 63, Xalapa, Veracruz México.

Aerial parts were dried at 65°C for 48 hours and then weighed. Nodulated roots of each plant were placed in separate 20 ml test tubes which were then stoppered. N₂ fixing capacity of the samples was determined by the acetylene reduction technique (7), using a two hour incubation period. Nodule fresh weight was obtained immediately after C₂ H₂ reduction analysis.

Nitrogen fixed was calculated from moles of C₂H₂ reduced, using the theoretical 3:1 ratio (7). In the case of cowpea, which does not evolve H₂ during nitrogen fixation (14), the 3:1 ratio appears to accurately represent the relationship between N₂ fixation and C₂H₂ reduction. The amount of nitrogen fixed during the crop period was calculated by summing the values obtained every ten days and extrapolating between sampling periods.

In order to determine diurnal changes in N₂ fixation, the specific activity (uMoles C₂H₄ produced/g nodules/hour) of two varieties, TVx1836 and SVS-3, was measured every three hours during 36 hours. At the time of this experiment, variety TVx1836 was in the process of setting fruit, while variety SVS-3 had not yet flowered. The field and C₂H₂ reduction procedures utilized in this experiment were similar to those presented above.

Results

The reference species completed its life cycle in 100 days and yielded 2 tons/ha, which ap-

proximates typical yields for this region. The cowpea life cycle was longer, varying from 140 to 160 days according to varieties, production ranged from 124 to 2 086 kg/ha (1).

Total fixation for the varieties ranged from 0.05 to 4.30 kg N/ha, with a total nodule biomass from 0.04 to 1.5 grams per plant. This equals a N₂-fixing efficiency per variety from 0.97 to 4.09 uMoles C₂H₄/g/h.

Based on total fixation per variety, the 17 varieties can be clustered in two groups whose mean fixation values are statistically different (Table 1). Group 1 includes varieties which fixed from 1.17 to 4.31 kg N/ha, and group 2, varieties that fixed 0.91 kg N/ha or less. N₂ fixation peaked at 110 days after germination coincident with flowering and maximum plant biomass accumulation (Figure 1A). Although, in general, nodule biomass is greater at this time, some varieties exhibited maximum nodule biomass later. During the pod filling period, fixing activity and plant and nodule biomass begin to decrease until at senescence nodule biomass and nitrogen fixing activity equal 0. In contrast, specific fixing activity exhibited an opposite pattern (Figure 1B). Maximum specific fixing activity (fixation per gram of nodules per hour) occurred early in the growth cycle, preceding the plant biomass peak, and decreased until the end of the plant life cycle.

In comparison, varieties from group 2 showed no pattern in N₂-fixing activity per plant, nodule

Table 1. Mean total fixation, nodule mass, efficiency and planta biomass for the two groups of varieties.

Group (varieties)	Total ¹ fixation	Nodule mass (g)	Specific ² activity	Plant biomass (g)	Grain ³ production
1 (SVS-3; TVu201; TVu1190; TVx289; TVx1153; TVx1836; TVx11366; TVx1836E)	2.41a	0.87	2.72	87.3	1.15
2 (TVu1977; TVu4557; TVx33; TVx66; TVx337; TVx330; TVx944; TVx1193; TVx1843)	0.41b	0.16	2.30	53.1	1.60

1 Total fixation equals kgN, fixed per ha during crop cycle. Means of the group data separated by Tukeys w-procedure, 5% level

2 Specific activity equals uMoles of C₂H₄ produced per gram of nodule per hour

3 Grain production equals metric tons of grain produced per ha. Taken from Alarcón (1).

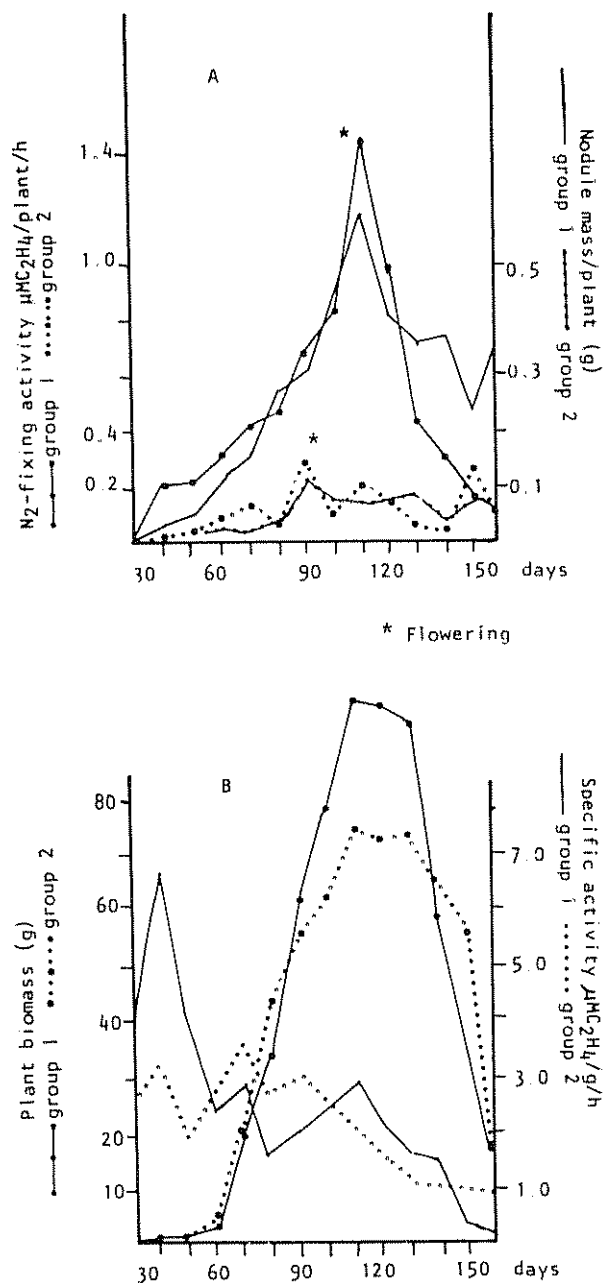


Fig. 1. Life-cycle changes in growth and N₂-fixing activity of two groups of varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) (A) N₂-fixing activity per plant for both groups of varieties. The flowering period is indicated for both groups. (B) Plant biomass compared to specific activity for both groups of varieties

biomass (Figure 1A) and specific fixing activity (Figure 1B). However, plant biomass, although smaller than in group 1, seems to follow a similar pattern.

Variety TVx1836 did not show a definite diurnal cycle regarding the fixing specific activity, and

variety SVS-3 showed a pattern opposite to that for atmospheric and soil temperature, and light (Figure 2). Fixing specific activity was lower during the light period and the first two hours of darkness. It then increased reaching a maximum at midnight, followed by a gradual decrease until six in the morning. From 6 am until noon, the temperature increased but activity remained constant.

Discussion

The variation in N₂-fixing activity per plant observed for varieties of group 1 was similar to that reported for other annual legumes such as soybeans, beans (5) and other varieties of cowpea (16). In the latter studies fixation values were about 50 times higher than those reported here. However, these differences may be due to the use of inoculants and/or the low nitrogen status of the soil used in the studies mentioned above.

The fact that the varieties in group 1 showed a pattern similar to that found for well nodulated legumes, suggests that N₂ fixation in these varieties is a function of the physiology of the host plant. However, the data from group 2 indicate that

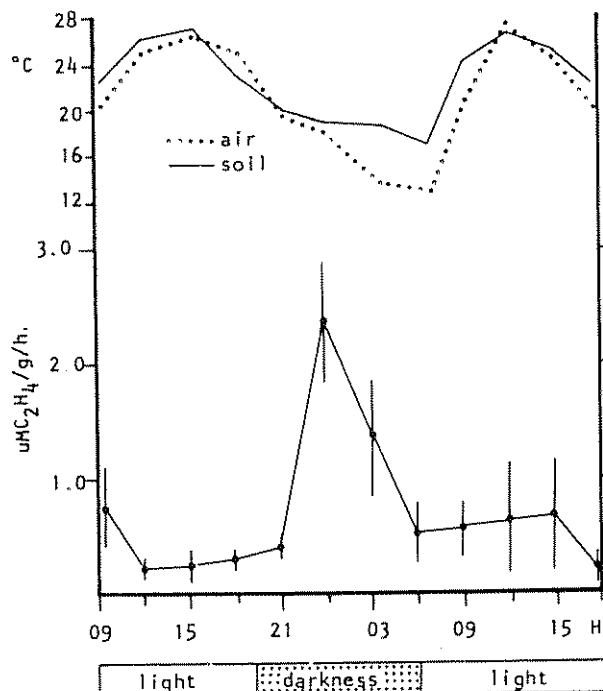


Fig 2. Diurnal changes in N₂-fixing activity of cowpea variety SVS-3. Specific activity (µMoles of C₂H₄/per gram of nodule per hour) recorded every 3 hours for 36 hours. Bars represent standard deviation of four samples.

varieties with extremely low nodulation lack any discernible pattern. This absence of pattern may be merely due to the large plant to plant variation observed or to the loss of physiological control of the nitrogen fixation process at low levels of nodulation.

The total amount of nitrogen fixed by these varieties is low compared to other values reported for cowpea, which range from 73 to 354 kg N/ha (11). Similarly, nodule biomass and N₂ fixation efficiency obtained in this study were considerably lower than values reported elsewhere: 0.52 vs. approximately 50 grams of nodules by plant and 2.56 vs. 45.0 μMoles C₂H₂/g/h of specific fixing activity (18). In spite of this, yields and nitrogen content of the cowpeas were normal (1) indicating that the bulk of the nitrogen required by the cowpea plant was absorbed from the soil.

Legumes had never been grown before in the experimental area. Therefore, the natural population of rhizobia in the soil may have been quite small. This may explain the low nodule biomass observed. In addition, it is well known that nodule formation, as well as N₂ fixing activity, are strongly reduced in the presence of high levels of combined nitrogen in the soil (15). Summerfield (17) found that 200 ppm of available nitrogen almost completely inhibited the symbiotic activity of cowpea. The total nitrogen content in the soil of the experimental area is 0.3% (1). Assuming that the available nitrogen content in tropical volcanic soils equals 13% of the total nitrogen (3), then the soil in the experimental area contained about 400 ppm available nitrogen, a level high enough to inhibit nodulation and N₂ fixation in the cowpea varieties planted according to Summerfield (16). At the same time, the high nitrogen content in the soil may be responsible for the low efficiency observed in the N₂ fixation data of this study.

The diurnal activity pattern observed for variety SVS-3 is the reverse of that reported for other legumes (6). Nevertheless, Minching and Pate (9) recently found that a pea cultivar fixed more nitrogen at night, while Ayanaba and Lawson (2) reported the same for a variety of cowpea. Whether or not in our study this diurnal pattern was constant throughout the plant development, is unknown.

The results indicate that the amount of nitrogen fixed biologically equaled only 0.04% of the total nitrogen content of the plant. At the same time, well nodulated cowpea plants can obtain 50% or more of their nitrogen requirements via biological N₂ fixation (7). In spite of these low levels of fixa-

tion, grain yields of most of the varieties were normal. Thus we conclude that in our study there was no relationship between N₂ fixation and yield, nitrogen concentration of the grain, or accumulated plant biomass.

Summary

The N₂-fixing activity of 17 non-inoculated varieties of cowpea was determined using the acetylene reduction technique. All varieties assayed exhibited N₂-fixing activity with total N₂ fixation ranging between 4.3 and 0.5 kg N fixed/ha. During the life cycle of the plant, a distinct pattern of N₂-fixing activity is discernible in some varieties. Diurnal activity variations are also considered.

Literature cited

1. ALARCON, R. Estudio químico agrícola de 28 variedades de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana. Xalapa. 1979.
2. AYANABA, A. and T. L. LAWSON. Diurnal changes in acetylene reduction field-grown cowpeas and soybeans. *Soil Biochemistry* 9:125-129. 1977.
3. DALAL, R. Distribution of organic nitrogen in volcanic and non-volcanic tropical soils. *Journal Soil Science* 125:178-180. 1976.
4. DOBEREINER, J. Potentials for nitrogen fixation in tropical legumes and grasses. In *Limitations and Potentials for BNF in the tropics*. ILS (15th) Brasilia, Bra. 1977. pp. 13-17.
5. GRAHAM, P. H. Growth and development of intermediate bush and climbing cultivars of *Phaseolus vulgaris*. *Journal Agriculture Science* 88:503-508. 1977.
6. HARDY, R. W. F.; R. D. HOLSTEN; E. K. JACKSON and R. C. BURNS. The acetylene-ethylene assay for nitrogen fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiology* 43: 1185-1207. 1968.
7. HENZELL, E. F. and I. VALLIS. Transfer of nitrogen between legumes and other crops. In *Biological nitrogen fixation in Farming Systems of the Tropics*. Ed. A. Ayanaba and P. J. Dart. John Wiley and Sons. 1977. pp. 73-88.

8. MAGUE, Th. and R. H. BURRIS. Reduction of acetylene and nitrogen by field-grown soybeans. *New Phytology* 71:275-286. 1972.
9. MINCHIN, F. R. and J. S. PATE. Diurnal functioning of the legume root nodule. *Journal Botany* 25:295-308. 1974.
10. NANGJU, D.; E. E. WATT; K. O. RACHIE and M. A. AKINPELU. Results of the 1975 International Cowpea Uniform Cultivar Trials. Grain Legume Improvement Program. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. 1977.
11. NUTMAN, P. S. IBP field experiments on nitrogen fixation by nodulated legumes. In *Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants*. Ed. P. S. Nutman. Cambridge University Press. 1976. pp. 231-232.
12. PATE, J. S. Utilization of net photosynthate for nitrogen fixation and protein production in annual legumes. *Plant Physiology* 60:759-764. 1977.
13. PURSEGLOVE, J. S. *Tropical Crops. Dicotyledons*. Longman Ltd. 1976. pp. 321-322.
14. SCHUBERT, K. and H. EVANS. Relative efficiencies of energy utilization by nitrogenase in nodulated symbionts. *Proceedings National Acad. Science USA* 73:1 207-1 211. 1976.
15. SOULSKI, F. and J. A. BUCHAN. Effects of *Rhizobium* and nitrogen fertilizer on nitrogen fixation and growth on field peas. *Canadian Journal Plant Science* 58:553-556. 1978.
16. SUMMERFIELD, R. J.; P. J. DART; P. A. HUXLEY; A. R. J. EAGLESHAM; F. R. MINCHIN and J. M. DAY. Nitrogen nutrition of cowpeas. *Experimental Agriculture* 13:129-142. 1977.
17. SUMMERFIELD, R. J. Realization of yield potential in soybean and cowpea. *Proceedings BCPC/BPGRC Symposium* 125-134. 1978.
18. ZARY, K. W.; J. C. MILLER, Jr.; R. W. WEAVER and L. W. BARNES. Intraspecific variability of nitrogen fixation in sorthenpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) *Journal American Society Horticulture Science* 103(6):806-808. 1978.

Reseña de libros

FINK, A. *Fertilizers and fertilization: Introduction and practical guide to crop fertilization*. Verlag Chemic International. Inc. Deerfield Beach, Florida, 438 p. 1982, precio \$ 51.00

El propósito de este volumen es la combinación de los fundamentos y principios de la fertilización de plantas con recomendaciones prácticas sobre la aplicación de los bonos a los principales cultivos. Aunque el contenido principal involucrado en el volumen descansa en la experiencia obtenida en

condiciones de clima templado, se introducen en el texto consideraciones referentes al trópico seco y húmedo.

El lenguaje del volumen es claro y los errores en traducción del alemán al inglés, son mínimos. El inglés del volumen es sencillo y cualquier persona con un conocimiento razonable de este idioma puede entenderlo. En general, como es de esperar de un profesor experimentado como el Dr. Fink, se ha dado gran atención a que el texto sea claro y entendible a los lectores, incluso aquellos sin profundos conocimientos en ciencias agrícolas.

En el primer capítulo se presenta una introducción al abonamiento, comentarios sobre aspectos generales de abonos su (clasificación, manera de expresar su

contenido) y los aspectos legales que reglamentan el uso de abonos. Se concluye el capítulo con un resumen de la historia del abonamiento.

El segundo capítulo se dedica a los abonos minerales que contienen un solo nutrimento. En este capítulo, uno de los más extensos del volumen, se discute en subcapítulos los abonos de N, P, K, Mg, Ca y S, sus formas y su uso práctico. La información se presenta en el contexto de la experiencia alemana con aspectos que amplían la visión en condiciones particulares, como por ejemplo para arroz inundado.

El tercer capítulo se dedica a los abonos con varios nutrimentos, a los que contienen oligoelementos y a aquellos que contienen elementos útiles pero no esenciales como Na, Si, etc. Se considera también los elementos no requeridos por las plantas pero requeridos por los animales como por ejemplo el Co. Este capítulo contiene material seco disponible en otras que tratan este tema y es muy valioso por los conceptos actualizados que presenta en el campo de los oligoelementos.

En el cuarto capítulo se estudia los materiales aplicados para mejorar el suelo y en general las condiciones para producir plantas. La primera sección analiza el encalado y los materiales utilizados en el mismo. Se estudia también los materiales para mejorar la estructura y textura del suelo y los abonos orgánicos. Esta sección es bastante corta, a pesar de la gran importancia que está adquiriendo este campo en especial para dar solución a la contaminación ambiental.

El quinto capítulo, uno de los más amplios, se dedica a estudiar el problema de la determinación de la cantidad adecuada u óptima a usar de abono. La discusión de la interacción acidez de suelos y sus causas se centra alrededor del pH del suelo, un concepto útil en condiciones templadas pero que presenta solamente un punto de vista parcial. Se estima que el concepto del Al como guía para el encalado en los trópicos, los subtrópicos y como una alternativa en condiciones templadas, merece más atención. Se estudia aquí el empleo del concepto de análisis de

suelos y plantas como guía para el abonamiento y los aspectos económicos del abonamiento, más que todo de acuerdo a las ideas de Mitscherlich. Problemas especiales sobre abonos, tales como la tecnología de la aplicación de fertilizantes en el trópico se incluyen en el capítulo 6. Se analiza aquí la preparación de mezclas de abonos, su distribución y abonamiento foliar. En este capítulo se analiza también la problemática novedosa de la interacción abonos-ambiente y el abonamiento en condiciones fuertemente limitantes de la producción como plagas, problemas climáticos y de nuevo ambientales. Se analiza también el problema de la interacción abonos-tipos de suelo y abonos-sistemas de cultivo. El capítulo concluye con una sección sobre interpretación de los resultados de experimentos de campo.

El sétimo capítulo se dedica al abonamiento de los cultivos principales con secciones sobre abonamiento de granos, de raíces y tubérculos, de oleaginosas y leguminosas de grano, cultivos industriales y de plantas para la alimentación animal como pastos. Se considera aquí el abonamiento de los cultivos para propósitos especiales como por ejemplo papas para semilla.

El capítulo octavo presenta información sobre el abonamiento de hortalizas, en silvicultura y de cultivos especiales como especies, plantas medicinales, plantas inferiores, etc. Aquí se presenta de nuevo mucha información que no está disponible a la mayoría de los lectores

El noveno capítulo discute el abonamiento y la calidad de los productos obtenidos, otro tópico actual. El volumen se concluye con una bibliografía de más de 300 referencias, en su inmensa mayoría de la literatura agrícola alemana y un buen índice de más de una docena de páginas.

Se recomienda este volumen a todas las bibliotecas agrícolas como referencia y texto.

ELEMER BORNEMISZA S.
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Resumen

Se sugiere un tipo ideal de algodón para regiones aldoneras de secano en las cuales se presenta condiciones adversas tales como alta nubosidad, pocas horas de luz y distribución irregular de la lluvia.

Una planta de estructura compacta con follaje abierto, hojas relativamente pequeñas bien inclinadas para interceptar un máximo de luz y con movimiento heliotrópico, simpodias pequeñas con internudos múltiples y un sistema radical profundo, se considera como eficiente. Se programa utilizar una planta semienana, con no más de un metro de altura que se puede sembrar en espaciamento cerrado. Se prefiere una planta con hojas de empalizada grueso en vez de parénquima esponjoso y epidermis delgada para resistir a la sequía, de periodo corto y de maduración temprana de manera que completa su ciclo de vida entre 120 y 130 días.

La planta propuesta se espera que produzca una cantidad adecuada de materia seca, un crecimiento balanceado altos coeficientes de fructificación y una utilización económica de nutrimentos.

Introduction

Engledow and Wadham (18) felt that plant characters which control yield should be found out and synthesized into one plant-form at an optimum level. The researchers started in Japan to prevent lodging in rice grown with high fertilizer applications, and subsequent understanding of light relations in plant communities led to the concept of an ideal plant type (3, 4, 21, 29), giving rise to varieties with phenomenal production (2).

Donald (16) emphasized that rapid progress could be achieved if plant breeders aimed to produce ideotypes with specific combinations of characteristics favourable to photosynthesis, growth and yield. He felt that the wheat ideotype he depicted was not likely to be developed in breeding programmes based on selection for yield under prevailing agronomic practices in view of lower per plant yield, competi-

tion from other genotypes and different mechanical handling. Nevertheless he considered exploitation of plant ideotype a logical step towards new levels of yield which should be pursued with imagination.

For the wheat ideotype to be grown under irrigated conditions Donald (16) suggested a unicum habit with fewer erect leaves which will not shade each other and with more seminal roots. On the other hand, asana, as quoted by Swaminathan (26), proposed horizontal leaves for intercepting and retaining dew, a branched ear and a deep root system for raingrown wheat. The yield therefore would be affected in many ways by a particular physiological or morphological trait depending upon other characteristics, environment and agronomic practices. Bhatt *et al.* (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) studied several aspects of the cotton plant to elicit desirable physiological traits for crop improvement.

With the growing limitations of available fresh water, energy, nitrogen and other chemical inputs, mineral oil, and the efficiency of phosphorus use which is assuming increasing importance, the physiological basis of yield needs to be adjusted. In India,

¹ Received for publication in March 10, 1982.

* Central Institute for Cotton Research, Regional Station, Coimbatore 641003 (India)

nearly 75% of the cotton crop is raingrown. The rainfall pattern varies from low to satisfactory or assured conditions, at times with no rains in the latter part of the monsoon. Based on the available data an attempt is made here to visualise a plant-type that could not only raise the present low level of yield of raingrown cotton but stabilize it at an acceptable level.

Unlike rice and wheat where source and sink are well fixed and function within reasonable boundaries, the morphological frame of the cotton plant varies from the extreme short branch to long sympodial and monopodial branches with secondary sympodia. The source-sink relationship is often disturbed as bolls (cotton fruits) are lost due to physiological factors or pest attack.

Materials and methods

All observations were recorded on field grown cotton plants. The leaf area index was measured by the formula of Ashley *et al.* (2). The net assimilation rate was calculated according to the procedure of Watson (30).

In experiments with PIX (1-1-dimethyl-piperidinim-chloride) an aqueous solution of 60 ppm concentration of this chemical was given as foliar spray at the rate of 300 litres/hectare, 80 days after germination when the crop was in early flowering phase.

For all experiments the row spacing for different varieties was kept at 60 cm. The plants within the row were spaced at 30 cm except the compact types which were spaced at 15 cm. Different spacings were given (see under investigation and discussion) when net assimilation rate was studied in relation to spacing.

The varieties studied were: MCU 1, MCU 5, MCU 7, PRS 72, C 1412, B 1007, B 147, Indore 1, 320 F, Okra, G 67, IAN 579, SRT 1 (all *Gossypium hirsutum* L.), K 7 (*Gossypium arboreum* L.), and Varalaxmi, an interspecific F₁ hybrid (*G. hirsutum* x *G. barbadense*).

Results and Discussion

Canopy, leaf area index and growth

The branching habit and leafiness which determine the canopy were compared in two morphologically contrasting cultivars MCU 5 and PRS 72 (both *G. hirsutum*). The former is a traditional type with the usual plant structure whereas the latter is characterized by the complete suppression of monopodial branches and the reduction in the length of the second internode of the fruiting branch which ends in a cluster of two or three flowers.

Though PRS 72 had less number of leaves per plant and lower LAI than MCU 5, it had many expanding leaves (Table 1). According to Hopkinson (19) the main contribution to photosynthesis and ultimately to increase in dry weight comes from those leaves that are rapidly expanding, that is, those between one quarter and three quarters of the final area. It will be seen from Table 2 that because of the short branch habit most of the leaves of PRS 72 intercept more sunlight.

Ashley's studies (1) showed that much of the vegetative growth commonly present on the cotton plant is ineffective in supplying metabolites for fruit development, and excess vegetative growth was found by Bhatt (5) to reduce the fruiting coefficient in cotton. Since the seed cotton yield/ha of PRS 72 and MCU 5 was the same, a smaller but unshaded or much less shaded leaf area of an open canopy appeared more effective than a large area made up of many shaded leaves in intercepting sunlight and may make up for better plant efficiency with low LAI.

In another experiment a compact semi-dwarf cultivar C 1412 was compared with two semi-compact cultivars MCU 7 and SRT 1 under very low rainfall conditions.

Though LAI of C 1412 during reproductive phase was lower than the other two cultivars, it yielded nearly four times more. The variety C 1412 has shorter duration of 125 days when compared

Table 1. Number of leaves, one quarter to three quarters expanded two weeks before maximum LAI.

	Leaves/sq. meter		Expanding leaves (%)	Maximum LAI	Yield of seed cotton (kg/ha)
	Expanding	Total			
MCU 5	232	837	27.7	5.5	2780
PRS 72	162	289	56.1	3.0	2769

with 160 days of MCU 7 and 150 days of SRT 1 besides comparatively open canopy and other desirable features to be discussed hereafter (Table 3). The reduction in leaf area at maturity also facilitates picking of seed cotton.

How variations in LAI through changes in plant populations affected net assimilation rate (NAR) and yield was further investigated. The cultivars taken for the study were G 67, a bushy type giving rise to a large canopy and IAN 579 a compact one.

Unlike G 67, the NAR of IAN 579 increased with closer spacing and higher plant density (Table

4). Except under the widest spacing the yield of G 67 remained practically the same, but that of IAN 579 increased significantly with the closest spacing and maximum LAI and NAR. Thus for IAN 579 dependence of NAR on LAI was generally positive and that in a compact type with open canopy even a little denser arrangement of the leaves may not interfere with their functional activity.

Production of dry matter and fruiting coefficient

The expression of early vigour helps establish proper crop stand in the field. The compact type C 1412 was compared with the normal cultivar MCU 5

Table 2. Percentage of sunlight intercepted at maximum LAI.

	NODES				
	4 to 7	8 to 12	13 to 16	17 to 19	20 to 23
MCU 5	25	54	56	68	90
PRS 72	72	77	90	100	100

Table 3. Range of LAI during growth, and yield of seed cotton.

Cultivar	Flowering and bolling	Maturity	Yield (kg/ha)
C 1412	3.2 - 4.1 - 4.0 - 4.0 - 3.5	1.5	5.89
MCU 7	5.4 - 5.6 - 5.2 - 3.9 - 3.5	2.4	1.53
SRT 1	5.0 - 5.2 - 5.6 - 4.6 - 4.0	3.3	1.41

Table 4. Maximum LAI with corresponding NAR* and yield of seed cotton kg/ha under different spacings.

Cultivar		Spacings			
		1.2 x 0.3 m	1.2 x 0.6 m	1.2 x 0.9 m	1.2 x 1.2 m
G 67	LAI	7.5	6.0	5.2	4.0
	NAR	0.0094	0.1229	0.0912	0.1166
	Yield	2344	2362	2273	1972
IAN 579	LAI	4.8	3.8	2.0	2.0
	NAR	0.4512	0.2842	0.2363	0.2662
	Yield	3640	3332	3101	3125

* Regression values

S.E. for cultivars 91.6; for spacings 88.1

L.S.D. (P = 0.05) for cultivars 315; for spacings 255

and the interspecific F_1 hybrid Varalaxmi known for high degree of heterosis for growth and yield.

When compared with MCU 5 and Varalaxmi, 30 days after sowing C 1412 was taller and its leaf area was practically the same as MCU 5 (Table 5). At the 45th day C 1412 produced the same quantity of dry matter as Varalaxmi in spite of lower leaf area, whereas MCU 5 with its comparable leaf area had much lower dry weight.

The fruiting coefficient or yield capacity also termed as vegetative efficiency is defined as the quantity of seed cotton produced per 100 g dry matter of the whole plant (13). Dastur (14) found that yield capacities of Indian cottons were not lower than those grown elsewhere and attributed their lower yields to production of low dry matter. In view of wide variations in production of dry matter and yield of cotton cultivars growing in different agro-climatic conditions, the fruiting coefficients of these cultivars were studied in comparison with the performance of a compact type PRS 72.

The cultivar MCU 1 with the usual plant structure was compared first with PRS 72. Since the fruiting branches of the latter do not attain lateral bushy growth it was spaced at 15 cm within the row and the former at 30 cm as usual. Both cultivars were spaced at 60 cm between the rows. Thus per unit area basis, the population of PRS 72 was twice that of MCU 1.

Both cultivars were given 12 different fertilizer treatments to increase growth under irrigated conditions and to study the dependence of yield on dry matter production. The mean yield of these treatments for PRS 72 was 29.1 g and the mean dry matter 63.0 g on per plant basis. The correlation coefficient between these two parameters was 0.9342 and significant at 1 per cent level. The regression coefficient of X (dry matter) on Y (yield) was also highly significant and gave the following equation.

$$Y = -3.37 + 0.51565 X \quad (1)$$

This showed that for every increase in one gram of dry matter there was a proportional increase of 0.51565 g of seed cotton.

In MCU 1 mean dry weight and yield per plant were 156.5 g and 47.1 g respectively. The correlation coefficient was 0.82850 and the equation for linear regression was:

$$Y = 15.693 + 0.20065 X \quad (2)$$

Thus with an increase of one gram of dry matter in MCU 1 the yield of seed cotton increased by 0.20065 g.

The curves of the type $Y = a + bX + cX^2$ when fitted for the two cultivars showed that the behaviour of MCU 1 after giving 54 g of yield per plant is erratic, whereas a more or less linear relationship exists between dry matter production and yield in PRS 72.

Amongst the cultivars growing at different locations, Indore 1, B 147 and MCU 1 have the same fruiting coefficient and yielded in proportion to the dry matter produced (Table 6). But 320 F even with more nitrogen did not improve its fruiting coefficient in spite of large quantities of dry matter. The yield capacity of the traditional types is limited as leaves and branches through their lateral bushy growth contribute largely towards the production of excessive dry matter. On the contrary, the vegetative and reproductive growth of the compact type PRS 72 appeared to be balanced as it gave more seed cotton in proportion to total dry matter. For the same quantity of seed cotton yielded by PRS 72, the cultivars like MCU 1 produced 3 500 kg extra dry matter and, though the yield of 320 F was half that of PRS 72 it produced large quantities of dry matter mostly through vegetative growth.

That reduction in dry matter within reasonable limits does not impair the yield capacity could be seen from the effect of growth regulating chemicals on cotton. Bhatt (7) has shown that when excessive

Table 5. Early vigour for growth.

Cultivar	15 days		30 days			45 days	
	Dry matter	Height	Dry matter	Height	Leaf area	Dry matter	Leaf area
Varalaxmi	0.178	9.8	1.28	18.1	189.0	4.95	564.5
MCU 5	0.140	10.6	1.09	16.1	149.7	2.75	420.5
C 1412	0.130	8.6	0.82	24.3	142.0	5.18	485.2

bushy growth of cotton cultivars is cut to size by cycocel-treatment, seed cotton yield increases.

Application of Pix not only reduced the height but dry matter per plant also (Table 7). More number of bolls were retained with consequent increase in yield of seed cotton. As the dry weight of vegetative parts decreased there was an increase in the fruiting coefficient. It is interesting to note that the total dry weight involving the weight of vegetative parts and seed cotton for the controls and Pix-treated plants of the two cultivars was the same. This would indicate better partitioning of the photosynthate for economic yield in Pix-treated plants.

Heliotropic movements of leaves

The cotton plants growing under natural conditions in the field were found to turn their leaves in the direction of the sun. There appeared to be genotypic differences as these heliotropic movements of leaves were very conspicuous in C 1412 and less perceptible in other varieties. The cotton varieties exhibited these leaf movements by altering the angle between the petiolar joint and the lamina according to the movement of the sun. Several young and expanding leaves at the upper nodes were seen bending

towards the sun with their petioles curved in the middle.

The changes in leaf-movements were recorded during the flowering period (Table 8). On the 1st node the leaf angle in C 1412 increased by 30° in the evening when compared with 10° in MCU 5. The changes on the 2nd node were more or less similar in the two varieties. The angle of the main stem leaf in MCU 5 on the 3rd node increased more than that of C 1412. But the sympodial leaf in C 1412 on the same node nearly turned a right angle with the difference of 80° in the evening. The angular changes of the main stem leaves were similar on the 4th node as a decrease was observed in MCU 5 and an increase in C 1412. On the 5th node the trend for the main stem leaves of the two varieties was similar as on the 4th. The first sympodial leaf exhibited no movement and the second showed practically no change in MCU 5. But these leaves in C 1412 changed their angles by 20° and 40° respectively. On the 6th node the main stem leaf of MCU 5 remained in the same position but that of C 1412 decreased its angle by 10° . The 1st sympodial leaf in C 1412 increased its angle by over four times that of MCU 5 in the evening. The second sympodial leaf in MCU 5 showed a perceptible change by increasing its angle whereas a decrease was noticed in C 1412.

Table 6. Total dry matter and seed cotton yield (kg/ha).

Cultivar	Location	Dry matter	Yield	Fruiting coefficient
320 F	Abohar (northern India)	6 744	1 176	0 17
320 F (N 150)	— do —	7 193	1 319	0 18
Indore 1	Indore (central India)	3 153	820	0 26
B 147	Amaravati (central India)	3 962	992	0 25
MCU 1	Coimbatore (southern India)	8 995	2 458	0 27
PRS 72	— do —	5 488	2 626	0 47

Table 7. Effect of Pix on growth and yield per plant.

Treatment	Height (cm)	Dry weight (g)	Number of bolls	Seed cotton yield (g)	Fruiting coefficient
			SUMAN		
Control	125 3	125 7	11 0	40 3	0 24
Pix 60 ppm	99 2	102 1	17 0	62 3	0 37
			MCU 5		
Control	107 6	120 2	10 0	35 2	0 22
Pix 60 ppm	82 6	100 7	17 0	59 1	0 36
L S D. at 5%	3 17	15 7	3 16	17 17	

Table 8. Changes in leaf-inclination.

Node number from above	MCU 5		C 1412	
	Morning	Evening	Morning	Evening
1	110 m	120 m	150 m	180 m
2	130 m	105 m	130 m	110 m
3	110 m 80 s	145 m 90 s	125 m 100 s	140 m 180 s
4	140 m 80 s	115 m 120 s	160 m 150 s	180 m 170 s
5	160 m 130 s 90 s	130 m 130 s 85 s	120 m 150 s 130 s	165 m 170 s 170 s
6	140 m 140 s 130 s	140 m 155 s 160 s	160 m 115 s 135 s	150 m 180 s 120 s

m denotes main stem leaf

s denotes sympodial leaf

In cultivars of rice, wheat and maize the angle of leaves is reported to affect growth, photosynthetic rate and grain yield (17, 23, 27). The leaves favorably inclined intercept more light and are supposed to photosynthesize more efficiently than the self-shading leaves. A number of reports in this regard are on graminaceous plants with little information on dicot plants (28). It will be seen that from 1st to 5th node the lamina in the leaves of C 1412 comes nearly in line with the petiole. These movements enable the plant to expose most of the leaf surface to sunlight. The leaves of C 1412 continued to turn towards the direction of the sun even during cloudy weather throughout the day without sunshine.

Drought tolerance: leaf anatomy and root system

At or above the 10th main stem node, leaves of Asiatic cottons (*G. arboreum* and *G. herbaceum*) are known to have both an upper and a lower palisade layer with a reduced spongy parenchyma in between (24). The decreased cell size, a higher stomatal frequency and palisade developed at the expense of spongy mesophyll are considered as some of the important characters for leaf xeromorphy as related to water stress (25). The cotton cultivars belonging to *G. hirsutum* and *G. barbadense* also vary considerably in their foliar anatomy (12).

The drought tolerance generally observed in Asiatic cottons appears largely due to more of total palisade thickness. In this context the differences between the thickness of palisade and spongy parenchyma are considerably higher in Okra and C 1412 than in MCU 5, MCU 7 and B 1007 (Table 9). Both MCU 5 and MCU 7 are grown under irrigated conditions and B 1007 under assured rainfall conditions. Therefore thicker leaves alone or only the thickness of palisade alone may not be the true criteria for determining tolerance to drought. Instead, relatively thicker palisade in *G. hirsutum* cottons with thinner epidermal layers would be better indicators for drought tolerance. C 1412 has been found to grow successfully under conditions of low rainfall. Its palisade layer is similar to the adaxial palisade of K 7 as are also the upper and lower epidermal layers.

The length of tap root in rain grown plants of K 7 (*G. arboreum*) and three *G. hirsutum* cultivars were traced at maturity (Table 10). It will be seen that the main root of C 1412 reached the same depth as K 7 and that of PRS 72 was still deeper. These genotypes had more or less the same number of lateral roots. The compact types PRS 72 and C 1412 could extract moisture from the same depth as the Asiatic type K 7 known for its tolerance to drought.

Table 9. Tissue thickness in microns.

Species	Cultivar	Upper epidermis	Adaxial palisole	Spongy parenchyma	Adaxial palisade	Lower epidermis
<i>G. arboreum</i>	K 7	21.3	162.7	112.0	50.6	10.6
<i>G. hirsutum</i>	MCU 5	26.6	136.0	122.7	—	16.0
— do —	MCU 7	29.3	189.3	176.0	—	24.0
— do —	B 1007	24.0	141.3	130.7	—	28.6
— do —	Okra	21.3	149.3	122.7	—	21.3
— do —	C 1412	21.3	160.5	138.6	—	10.6

Table 10. Root length and number in a few cultivars.

	K 7	Okra	PRS 72	C 1412
Length of top root	65.0	59.7	73.7	67.0
Lateral roots	10.0	9.3	9.0	13.1

Nutrient uptake and utilization

Though nutrient uptake by the cotton plant at different stages of growth has been studied by different workers (14, 22), Bhatt and Appukuttan (9) showed that the uptake is governed by plant architecture. It has been shown in the beginning how the compact type PRS 72 and the traditional type MCU 1 have different morphological frames as also dry matter per plant.

The long duration cultivar MCU 1 continued to be more vegetative for about the first 100 days after sowing and most of nitrogen, potash and phosphorus absorbed were utilized for vegetative growth. During bolling phase only its vegetative parts showed a rapid decline in nutrient contents (Table 11). On the contrary, distribution of nutrient appeared to be balanced in PRS 72 because of its less vegetative habit and the tendency to fruit early. From bud initiation to bolling, differences in nutrient contents of vegetative as well as fruiting parts were much narrower in PRS 72. After flowering, phosphorus contents of fruiting parts remained higher than that of leaves and stem unlike the pattern observed in MCU 1. Perhaps a better energy turnover through phosphorus metabolism for reproductive growth is indicated in PRS 72. At crop maturity nutrients in leaves and stem of PRS 72 were reduced appreciably whereas more quantities remained unutilized in MCU 1.

It will be seen from Table 12 that to produce the same quantity of yield PRS 72 required less quan-

ties of nutrients. A compact type, besides better yield capacity, has the additional advantage of economic utilization of fertilizers. Bhatt *et al.* (10) have also shown that the progeny where compactness as character has been transferred, offers the same benefit as the parent plant.

Conclusions

The plant type concept for rain grown cotton is dictated by the environment where cloudy weather, reduction in daily sunshine hours and uncertain rainfall act as limiting factors for growth and yield. From the foregoing discussion on useful characteristics involving several genotypes, the following points emerge.

A compact structure with open canopy to give adequate but not too high LAI for quicker growth, and amenable to closer spacing is preferable. An open canopy means better setting of bolls and their development besides more effective management of pests and diseases. Instead of the extreme short branch, the sympodia should be extended from 2-4 nodes with or without clustering habit. This envisages a dwarf to semi-dwarf stature reaching not more than a metre in height.

The leaves should be relatively smaller in size and although an open canopy facilitates more penetration of light, their turning towards the sun ensures relatively better photosynthetic efficiency during cloudy weather as hours of bright sunshine per day in rain

Table 11. Nutrient content per plant (g).

Cultivar	Vegetative parts			Fruiting parts		
	Flowering	Early boll bursting	Maturity	Flowering	Early boll bursting	Maturity
Nitrogen						
MCU 1	1.15	3.81	1.80	0.05	0.49	1.82
PRS 72	0.22	0.63	0.35	0.10	0.52	0.70
Phosphorus						
MCU 1	0.40	1.28	0.58	0.11	0.27	0.65
PRS 72	0.07	0.25	0.08	0.03	0.33	0.23
Potash						
MCU 1	1.10	4.01	2.25	0.10	0.62	1.70
PRS 72	0.21	0.68	0.50	0.08	0.45	0.60

Table 12. Yield of seed cotton and nutrients removed (as contained in the final stand of the crop) in kg/ha.

Cultivar	Seed cotton	N	P	K
MCU 1	3 017	217	72	227
PRS 72	3 151	130	44	136
Difference	133	87	28	91

grown cotton tracts decrease considerably during monsoon (on an average from 2.5 to 3 hours).

The sympodial leaf in cotton is known to translocate the assimilate to fruiting bodies on upper and lower sympodia, and the main stem leaf to lower sympodia alone. But the main stem leaves of short-branch cultivars have been shown to transport the assimilate to upper sympodia also because of the particular spatial arrangement of leaves and bolls (8).

A palisade layer thicker than spongy parenchyma (preferably one and a half times or more) and thinner epidermal cells would bring the proposed *G. hirsutum* ideotype nearer to the Asiatic type for tolerance to drought. Since water-requirement during boll growth is more than during vegetative phase, a deeper root system would enable the plant to extract moisture from lower soil-depths.

A compact plant body has been shown to produce adequate quantities of dry matter for balanced growth and higher yield by limiting vegetative over growth and reduction in excess dry matter with consequent increase in fruiting coefficient. Thus for

every gram of dry matter produced more seed cotton can be expected because of proper partitioning of the photosynthate.

Since plant architectures determines nutrient uptake, the proposed reduction in plant size means better and economic utilization of absorbed nutrients and hence less of fertilizer application.

Apart from moisture stresses created by erratic rainfall, even in a normal year the cotton crop suffers from water logged conditions during early growth and moisture stress during the bolling period which adversely affects the yield of traditional long duration cultivars. Lack of rains even during the last 2 to 3 weeks of the monsoon is enough to lower the yield drastically. The plant type envisaged should therefore have the desired earliness to fit in the rainfall pattern and avoid moisture stress during the later phase of boll growth.

The belt covering large tracts of rain grown cotton in India between the latitudes 18°N and 24°N extends from the western coastal areas of the States of Gujarat and Maharashtra to Orissa and north-eastern

parts of Andhra Pradesh. Most of the cotton produced is of medium staple and quality. The crop is sown during the last week of June or first week of July depending upon the onset of south-west monsoon. In a normal year rains are received till mid-September. In this belt at certain locations C 1412 was grown during 1979-80 season. No rains were received after mid-August. The local cultivars suffered from severe drought and their seed cotton yield ranged from 50 kg to 150 kg per hectare as against 200 kg to 400 kg of C 1412. Because of its earliness C 1412 could be harvested by the end of October and wherever supplemental well irrigation was available it gave over 20 quintals of seed cotton per hectare and a crop of wheat could also be sown in the first week of November.

Though C 1412 would appear to fulfill many of the criteria enumerated above, there is need to synthesize a plant type with a better blend of these characteristics for greater tolerance to environmental stresses and more productivity.

Abstract

For rain grown cotton where environmental stresses like cloudy weather, reduction in daily hours of sunshine and uncertain rainfall limit growth and yield, an ideotype is suggested to stabilize production at higher levels.

A compact plant structure with open canopy, leaves relatively smaller in size well inclined to intercept maximum light and showing heliotropic movements, short multinoded sympodia and a deeper root system is considered efficient. A semi-dwarf stature reaching not more than a metre and amenable to closer spacing is proposed. The leaf anatomy with a very thick palisade than spongy parenchima and thinner epidermal layers is preferable for tolerance to drought. The plant should be of shorter duration and mature early so as to finish its life cycle within 120 to 130 days. The proposed plant type is expected to produce adequate quantities of dry matter for balanced growth, higher fruiting coefficient and utilize the absorbed nutrients economically.

Literature cited

1. ASHLEY, D.A. ^{14}C -Labelled photosynthate translocation and utilization in cotton plants. *Crop Science* 12:69-74. 1972.
2. ASHLEY, D.A., DOSS, B.D. and BENNETT, O.L. A method determining leaf area in cotton. *Agronomy Journal* 55:584-585. 1963.
3. BABA, I. Breeding of rice variety suitable for heavy manuring. *Japanese Journal of Breeding*, 4:167-184. 1954.
4. BABA, I. Mechanism of response to heavy manuring in rice varieties. *International Rice Commission Newsletter*, 10:9-16. 1961.
5. BHATT, J.G. Yield capacity of cotton plant in relation to the production of dry matter. *Indian Journal of Plant Physiology*, 13:219-224. 1970.
6. BHATT, J.G. Leaf growth and leaf area index in morphologically contrasting varieties of cotton. *Cotton Growing Review* 51:187-191. 1974.
7. BHATT, J.G. Differential response of cotton to cycocel plant growth regulant. *Turrialba* 25:325-326. 1975.
8. BHATT, J.G. Translocation of labelled assimilate in morphologically contrasting cotton plants. *New Phytologist* 76:53-57. 1976.
9. BHATT, J.G. and APPUKUTTAN, E. Nutrient uptake in cotton in relation to plant architecture. *Plant and Soil* 35:381-388. 1971.
10. BHATT, J.G., RAMANUJAM, T. and APPUKUTTAN, E. Growth and nutrient uptake in a short branch strain of cotton in relation to its parents. *Cotton Growing Review* 51:130-137. 1974.
11. BHATT, J.G., SHAH, R.C. and SHARMA, A.N. Net assimilation rate of cotton in relation to spacing. *Journal of Agricultural Science, Camb.*, 86:281-281. 1976.
12. BHATT, J.G. and ANDAL, R. Variation in foliar anatomy of cotton. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, 88:451-453. 1979.
13. CROWTHER, F. Studies of growth analysis of the cotton plant under irrigation in Sudan. III. A comparison of plant development in Sudan Gezira and Egypt. *Annals of Botany (N.S.)* 8:213-257. 1944.
14. DASTUR, R.H. *Physiology of the cotton plant in India*. (Published by the Indian Central Cotton Committee, Bombay). 1960.
15. DASTUR, R.H. and AHAD, A. Studies in periodic partial failures of the Punjab-American

- cotton in the Punjab. XIV. Mineral metabolism of normal and tirak affected plants. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 15:63-74. 1945.
16. DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17:385-403. 1968.
17. EASTIN, J.D., HASKINE, F.A., SULLIVAN, C.Y. and VAN BANAL, C.M.H. Physiological aspects of crop yield. Madison, U.S.A. American Society of Agronomy, pp. 50-51. 1960.
18. ENGLEADOW, F.L. and WADHAM, S.M. Investigations on yield in the cereals. *Journal of Agricultural Science Camb.*, 13:390-439.
19. HOPKINSON, J.M. Studies on the expansion of the leaf surface. IV. The carbon and phosphorus economy of a leaf. *Journal of Experimental Botany* 15:125-137. 1964.
20. JENNINGS, P.R. Plant type as a rice breeding objective. *Crop Science* 4:13-15. 1964.
21. MURATA, Y. Studies on the photosynthesis of rice plants and its culture significance. *Bulletin of National Institute of Agricultural Science, Japan. Series D9*, 1-169. 1961.
22. OLSON, L.C. and BLEDSOE, R.P. The chemical composition of the cotton plant and the uptake of nutrients at different growth stages. *Georgia Agricultural Experimental Station Bulletin No. 222*. 1942.
23. PENDLETON, J.W., SMITH, G.E. WINTER, S.R. and JOHNSTON, T.J. Field investigations of the relationship of leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. *Agronomy Journal* 60:422-424. 1968.
24. SAINI, A.D. and GADKARI, P.D. Some preliminary observations on the foliar anatomy of Indian Cottons. *Indian Cotton Growing Review* 14:89-95. 1960.
25. SHIELDS, L.M. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. *Botanical Review* 16:399-447. 1950.
26. SWAMINATHAN, M.S. Agricultural Research – Progress, Problems and Prospects. *Journal of Bombay Natural History Society* 67:466-480. 1970.
27. TANAKA, T. and MATSUSHIMA, S. Analysis of yield determining process and its application to yield prediction and culture improvement of low land rice. 103. On factors affecting the light curves of carbon assimilation in rice plant communities. *Proceedings of Crop Science Society Japan*. 40:376-380. 1971.
28. TRENBATH, B.R. and ANGUS, J.F. Leaf inclination and crop production. *Field Crop Abstracts* 28:231-244. 1975.
29. TSUNODA, S. A developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops. II. The assimilation system of plants as affected by the form, direction and arrangement of single leaves. *Japanese Journal of Breeding* 9:237-244. 1959.
30. WATSON, D.N. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. *Annals of Botany (N.S.)* 22:37-54. 1958.

INCIDENCIA DE *Azospirillum* EN ALGUNAS GRAMINEAS DEL TROPICO SUBHUMEDO CALIDO DE MEXICO¹

JESUS CABALLERO MELLADO*
MARIA VALDES**

Summary

Number and identification of Azospirillum species were determined in the rhizosphere and roots of maize in 3 different grasses (Panicum maximum, Hypparrhenia rufa and Cynodon dactylon) collected in the field. We observed differences in the number of isolated strains in relation to the sampling area. A. lipoferum was predominant in maize roots and A. brasilense in C. dactylon roots; roots of the other two grasses do not show a marked incidence of any of the two species. A. lipoferum strains were predominantly present in the rhizosphere of all studied plants. The percentage of denitrifying A. brasilense strains in the roots of Cynodon and H. rufa was 12.9 and 9.2 while in maize 6.1 and in Panicum only 1.2%.

Introducción

En años recientes se ha insistido mucho en la necesidad del consumo de las proteínas y por ende de los aminoácidos. Las proteínas son las moléculas más abundantes en el interior de las células, pues constituyen el 50% o más de su peso seco. Son fundamentales en todos los aspectos de la estructura celular y de su función, puesto que son los instrumentos moleculares mediante los cuales se expresa la información genética. Todas contienen un porcentaje entre el 15 y 18 de nitrógeno (1). Sin embargo, aunque el nitrógeno es un elemento muy abundante, que constituye casi el 80% de la atmósfera terrestre es una fuente nutricional escasa, debido a que las moléculas de este elemento atmosférico son muy inertes, porque el enlace que une a los dos átomos es excepcionalmente fuerte y estable; se trata de un triple enlace al que debe suministrarse

una gran cantidad de energía si se quiere romper, y no pueden aprovecharlo la mayoría de los organismos. El nitrógeno únicamente se incorpora en los sistemas biológicos cuando ha sido "fijado" o combinado con ciertos elementos, como el hidrógeno o el oxígeno.

En la actualidad, esta fijación puede realizarse industrialmente, mediante el proceso de Haber y Bosch, el cual consiste en combinar el nitrógeno atmosférico con el hidrógeno a temperaturas y presiones elevadas, la energía necesaria es proporcionada por los combustibles fósiles, obteniéndose como producto de la reacción, el amoníaco, este se combina para formar otros compuestos usuales en la fertilización nitrogenada como lo son, la urea, nitratos o bien como sulfato de amonio. Por lo tanto, el costo energético del proceso de Haber, toma gran importancia al considerar la fuente del hidrógeno requerido; por cuya razón, el precio de los fertilizantes nitrogenados está íntimamente correlacionado con el precio de los combustibles fósiles (2). Aunado a lo anterior y como una consecuencia de la crisis mundial de energéticos, y una serie de problemas por contaminantes, ligados al uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados minerales, se ha visto un aumento en el interés en favor de realizar estudios sobre la posibilidad de suprimir la mayor parte del nitrógeno nece-

¹ Recibido para publicación el 30 de enero de 1981

* Escuela de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Puebla. Calle 4 Sur 104 Puebla, Pue. México

** Laboratorio de Microbiología Agrícola. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, México 17 D.F.

sario para la producción de proteínas vegetales y animales a través de la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. Además de la simbiosis *Rhizobium*-leguminosas de grano y forrajeras, una posibilidad más, parece surgir de los recientes descubrimientos sobre asociaciones de gramíneas tropicales con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, que pueden, bajo condiciones aún no bien definidas, fijar cantidades de N₂ equivalentes a las fijadas por la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa (3).

Buen número de pastos y cultivos de grano están adaptados a clima cálidos y han desarrollado la habilidad de utilizar eficientemente elevadas intensidades lumínicas en ambientes con altas temperaturas. Su distinta vía fotosintética, la llamada vía de los ácidos dicarboxílicos C₄, les capacita para fijar dióxido de carbono formando malato, mediante enzimas capaces de funcionar a concentraciones de CO₂ muy bajas comparadas a las de otras plantas. Este sistema, permite la fotosíntesis con los estomas casi cerrados durante parte del día y es por eso más económico en términos del uso de agua. Bajo temperatura óptima, las gramíneas con vía C₄ pueden convertir dos veces una elevada intensidad lumínica usando la mitad de la cantidad de agua que necesitarían plantas de clima templado.

Por esta razón, los pastos y cultivos de grano, con vía C₄, sugieren una gran posibilidad de usar elevadas cantidades de la energía luminosa en beneficio de la fijación biológica del N₂. Si solamente un 10% de la materia seca incorporada por estas plantas fuera usada como un substrato energético y si es tomada la mitad de la eficiencia en la conversión del substrato por las leguminosas, podrían ser fijados 200 kg de nitrógeno por hectárea substituyendo la mitad de la cantidad necesaria para tales cultivos. Afortunadamente las condiciones climáticas que permitan estos rendimientos altos son encontrados en los trópicos, regiones donde los incrementos substanciales en rendimiento son aún posibles y además muy necesarios (4).

Tomando en consideración los elementos anteriormente expuestos el presente trabajo se ha realizado utilizando diferentes gramíneas de la región denominada Costa Grande del Estado de Guerrero, México.

Material y métodos

Muestras analizadas:

El aislamiento de *Azospirillum* fue realizado a partir de raíces de maíz (*Zea mays*) zacatón o guinea

(*Panicum maximum*), pará (*Hyparrhenia rufa*)* y grama (*Cynodon dactylon*).

El suelo de aislamiento fue de la zona de rizosfera de los mismos cultivos.

Localización de la región de muestreo:

Los cultivos empleados se encuentran localizados en la región denominada Costa Grande del Estado de Guerrero, que abarca desde el puerto de Acapulco hasta Zihuatanejo, siendo las zonas de muestreo:

1) Atoyac de Alvarez 2) San Jerónimo de Juárez y 3) Tecpan de Galeana, situado entre los 17 y 18° de latitud Norte y entre los 100 y 101° de longitud oeste (5)

Climatología:

Las zonas mencionadas presentan un clima tropical (Subhúmedo cálido), con una pluviosidad anual de 1 000 a 1 100 mm en promedio y temperatura que oscilan en el Estado entre los 22.3°C como mínimo en el mes de diciembre y 26.2°C en los meses de abril y mayo (5). Sin embargo, es necesario hacer mención que en los últimos 3 años, el régimen pluviométrico ha disminuido grandemente, presentándose así mismo temperaturas muy superiores a las mencionadas anteriormente (observaciones personales)

Suelos:

El tipo de suelo que se encuentra en esta región es el denominado de Pradera, que se caracteriza por su color café (5). Las características del mismo en las 3 zonas presentan una textura arenosa, aún cuando los suelos de la zona de Tecpan de Galeana son muy ricos en materia orgánica y humedad habitual alta, en tanto que las otras dos zonas presentan pobre cantidad de materia orgánica y humedad habitual baja, con excepción de aquéllos donde existe riego por canales.

El pH de los mismos, en lo general es tendiente a la neutralidad. Los suelos de Atoyac presentan un pH de 6.8 a 7.3 con la excepción del suelo de rizosfera de maíz que tiene 6.1. El pH de los suelos de la zona de San Jerónimo entre 6.7 y 7.2. Los suelos de la zona de Tecpan presentan un pH entre 6.8 y 7.2.

* En esta zona se ha reportado con diferentes nombres científicos al llamado vulgarmente "pará"; parece ser que el más aceptado es *Brachiaria mutica*

Estos suelos soportan cultivos de pastos varios, o bien cultivos de un solo de ellos, siendo también frecuente el cultivo de pastos entre los cocoteros, año tras año. En tanto que los terrenos donde se cultiva el maíz, se utiliza solo para esta gramínea durante todo el año.

En la actualidad, es una de las zonas ganaderas más importantes de la región, además de cultivares grandes extensiones de terreno con maíz.

Esterilización de las raíces:

Las raíces muestreadas de las diferentes gramíneas, fueron lavadas con agua corriente y posteriormente se esterilizó la superficie de las mismas con cloramina T (6).

Aislamiento a partir de raíces:

Una vez esterilizada la superficie de la raíz se cortaron piezas de 5 a 8 mm de longitud (de las raíces que presentaban mayor número de raíces secundarias) (3), y se colocaron en frascos tipo antibiótico de 8.0 ml de capacidad conteniendo 4.0 ml de medio NFb semigelificado (7). Se incubaron a 32°C durante 48 horas, procediéndose a resembrar en el mismo medio todos los frascos que presentaban vire del indicador hacia la alcalinidad (azul), observándose la formación de una fina película, densa y blanquesina en forma de "Sombriilla" que se hace apreciable poco después de las 14-18 horas de incubación de 2 a 4 mm por abajo de la superficie del medio. Todos los cultivos que presentaron la formación de esta película y vire del indicador fueron sembrados por estría cruzada en placas con medio NFb-agar conteniendo 20 mg de extracto de levadura e incubándose a 32°C durante una semana. Después de los 7 días, se aislaron las colonias de tamaño pequeño (1-2 mm), blancas, duras opacas, o bien, en ausencia de éstas, se aislaron las que predominaban en el cultivo, siendo transferidas nuevamente a frascos con 4.0 ml de medio NFb semigelificado, incubando durante 36 horas a 32°C. La formación de la película en este medio indica el éxito del aislamiento.

Para la comprobación de la pureza del cultivo, se procedió a sembrar en placa en el medio de agar infusión, de papa (BMS), incubándose a 32°C durante 7 días, creciendo al término de este tiempo colonias con una coloración rosa, amarilla o naranja. Siendo éstas resembradas para su conservación en tubo, en el medio de EMS, para su posterior identificación (6).

Aislamiento a partir de suelo de rizosfera

Se siguió el mismo procedimiento que para el

aislamiento a partir de raíz, sólo que las piezas de 0.5 a 0.8 mm se substituyeron por granitos de suelo de 3 a 5 mm de diámetro.

Cuantificación

La cuantificación de *Azospirillum* sp. por gramo de raíces de gramíneas, se realizó utilizando el medio NFb-semigelificado, con el ácido málico disminuido a 0.5 gramos y el hidróxido de potasio de 0.3 g, adicionando 0.5 g de azúcar comercial (8).

La superficie de las raíces fue esterilizada y triturada con 9.0 ml de agua destilada estéril en un mortero. Se hicieron diluciones decimales en serie, con medio NFb sin malato, sin agar y sin indicador. Se inoculó en el medio citado para la cuantificación 0.1 ml de las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-6} , 10^{-7} , haciendo 3 repeticiones de cada dilución. Después de 2, 3 y 5 días se observó si existía la formación de la película en forma de "sombriilla" y alcalinización del medio, tomándose la presencia de *Azospirillum* como positivo, cuando existían éstas dos características (8). Se procedió a calcular el número más probable (NMP) con las tablas de Mc Grady (9).

Identificación

La identificación de especie de *Azospirillum* se realizó con base en el crecimiento en medio NFb semigelificado, substituyendo el ácido málico y el indicador por glucosa al 0.5% (NFb-glucosa) (6).

Otras de las pruebas de identificación de especies que fue empleada, es la desamiliación de los nitratos, utilizando para tal fin el medio NFb-semigelificado, complementando con nitrato de amonio 5mM (6).

Ambas pruebas fueron incubadas a 32°C durante 48 horas.

Las características usadas para determinar la especie de *Azospirillum* sp. se basaron en el siguiente Cuadro (6).

Resultados y discusión

En el interior de todas las raíces de las 4 gramíneas analizadas se encontró *A. lipoferum* y *A. brasilense*, hallándose también estos microorganismos en todos los suelos de rizosfera de las mismas gramíneas.

Los resultados del aislamiento de *Azospirillum* sp. a partir de raíz y suelo se muestran en el Cuadro 1. Se observó que existen variaciones en el número de aislamientos para un mismo tipo de gramíneas, dependiendo de la zona de muestreo de donde provienen. Lo

anterior se puede explicar con base en que no existe una distribución uniforme en el sistema radicular de sitios con actividad nitrogenásica, es decir, ausencia de microorganismos capaces de llevarla a cabo, pues sólo un 10% de las muestras analizadas presentan actividad elevada, y más de la mitad es inactiva (3). No se puede pensar que estas variaciones sean debido al mayor o menor número de *Azospirillum* en el suelo que puedan infectar la raíz, dado a que los porcentajes de aislamiento a partir de los suelos que estudiamos son mucho muy homogéneos en cuanto a No. de estos microorganismos, como se puede apreciar en el mismo Cuadro 1.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto podemos decir, que el 100% de aislamientos a partir de piezas de raíz, será posible cuando se identifique con precisión los sitios donde se localiza el microorganismo responsable de la actividad nitrogenásica.

Dichas variaciones en el porcentaje de aislamiento pueden también ser debidas a la susceptibilidad a la infección de la planta hospedera para ser infectada por un mayor o menor número de microorganismos, como sucede en la predominancia de una especie u otra de *Azospirillum* en una misma gramínea (6).

En el Cuadro 2 se puede apreciar el predominio de *A. lipoferum* sobre *A. brasilense* en todas las muestras de raíces de maíz de donde se realizó el aislamiento, siendo aproximadamente el doble de *A. lipoferum* (28.39%), que de *A. brasilense* (14.79%).

De los aislamientos realizados tanto de *Panicum* como de *Hypparremia*, se identificaron como *A. lipoferum* 18.51 y 37.0% y como *A. brasilense* 24.68 y 44.44% respectivamente (Cuadro 2). Es decir, se

manifiesta a través de la técnica empleada una ligera predominancia de *A. brasilense* sobre *A. lipoferum* en el interior de las raíces de estos dos pastos.

La predominancia de *A. brasilense* (38.88%), se encontró claramente mayor que la de *A. lipoferum* (25.92%), en todas las muestras de raíz de grama analizadas (*Cynodon dactylon*), Cuadro 2).

Un alto porcentaje de desnitrificadores (Nir⁺) dentro de las raíces, fueron encontrados en maíz (6.16%) y en grama (12.97%) en comparación con el porcentaje de no desnitrificantes (Nir⁻) aislados de estas gramíneas (Cuadro 2). Esto lo consideramos de importancia pues bajo ciertas condiciones ambientales, podría inducir a una competencia entre bacterias y plantas asociadas por la fuente nitrogenada (nitratos), pudiendo provocar serias deficiencias nutricionales para la planta, fundamentalmente en el renglón de la síntesis proteica, y po lo mismo, serios problemas si se piensa en el uso de estas gramíneas para el consumo humano en el caso del maíz, o para el consumo del ganado, como lo es la grama. En tanto que los porcentajes encontrados de los desnitrificantes, en *Panicum* (1.23%) y en *Hypparremia* (9.25%) pueden considerarse "despreciables" en función del número bastante mayor de bacterias no desnitrificantes.

El estudio de *Azospirillum* en la rizosfera de las plantas analizadas (Cuadros 1 y 2), muestra claramente la similitud de los porcentajes de aislamiento encontrados de *A. lipoferum* y *A. brasilense* Nir⁺ y Nir⁻ las 3 distintas zonas, con la excepción de las cepas Nir⁺ aislados de la rizosfera de *Cynodon dactylon*.

Así mismo se observa que existe dominancia en todos los casos de *A. lipoferum* sobre *A. brasilense*.

Cuadro 1. Determinación del número de *Azospirillum* sp. por gramo de raíz por el método del número más probable (NMP).

Gramínea	Localid	No. de <i>Azospirillum</i> sp. por gramo de raíces	No. de <i>A. lipoferum</i> por gramo de raíces	No. de <i>A. brasilense</i> por gramo de raíces
<i>Z. mays</i>	1	9.33 x 10 ⁶	5.08 x 10 ⁶	4.24 x 10 ⁶
<i>Z. mays</i>	2	8.50 x 10 ⁶	6.07 x 10 ⁶	2.42 x 10 ⁶
<i>Z. mays</i>	3	11.00 x 10 ⁶	7.76 x 10 ⁶	3.22 x 10 ⁶
<i>P. maximum</i>	1	35.00 x 10 ⁶	20.41 x 10 ⁶	14.58 x 10 ⁶
<i>P. maximum</i>	2	32.66 x 10 ⁶	14.84 x 10 ⁶	17.81 x 10 ⁶
<i>P. maximum</i>	3	42.00 x 10 ⁶	10.50 x 10 ⁶	31.50 x 10 ⁶
<i>H. rufa</i>	2	11.00 x 10 ⁶	3.66 x 10 ⁶	7.39 x 10 ⁶
<i>H. rufa</i>	3	8.66 x 10 ⁶	5.05 x 10 ⁶	3.60 x 10 ⁶
<i>C. dactylon</i>	2	5.23 x 10 ⁶	1.74 x 10 ⁶	3.48 x 10 ⁶
<i>C. dactylon</i>	3	1.40 x 10 ⁵	0.65 x 10 ⁵	0.74 x 10 ⁵

Para cada una de las determinaciones se utilizaron 3 muestras, realizándose 3 repeticiones de cada dilución empleada.

Cuadro 2. Determinación promedio del número de *Azospirillum* sp. por gramos de raíz de cada gramínea por el método del número más probable (NMP), de las tres zonas de muestreo.

Gramínea	Promedio del No. de <i>Azospirillum</i> sp. por gramo de raíces	Promedio del No. de <i>A. lipoferum</i> por gramo de raíces	Promedio del No. de <i>A. brasilense</i> por gramo de raíces
<i>Z. mays</i>	9.61 x 10 ⁶	6.30 x 10 ⁶	3.29 x 10 ⁶
<i>P. maximum</i>	36.55 x 10 ⁶	15.25 x 10 ⁶	21.29 x 10 ⁶
<i>H. rufa</i>	9.83 x 10 ⁶	4.35 x 10 ⁶	5.46 x 10 ⁶
<i>C. dactylon</i>	2.68 x 10 ⁶	0.90 x 10 ⁶	1.78 x 10 ⁶

se en la rizosfera de las cuatro gramíneas, encontrándose que existe un porcentaje aproximado o superior a un 50% del primero con respecto al segundo, con la única excepción de la rizosfera de *C. dactylon*, donde el porcentaje de aislamiento es solamente superior en un 33%. Esto nos hace pensar fundamentalmente en la semejanza de condiciones ambientales en toda esa Región; condiciones tales como temperatura e intensidad, que influyen incrementando los exudados radiculares (11), así como condiciones microecológicas como los son la textura, aereación, acidez, etc. que afectan la densidad de la flora bacteriana (12). También podría pensarse, en la posibilidad existente, de que el tipo de substrato carbonado que sea excretado por las 4 gramíneas estudiadas, sean en cantidad y calidad muy semejantes y por lo tanto el número de microorganismos se encuentre en proporción constante, como se sugiere para la predominancia en la infectividad por una especie u otra de *Azospirillum* en gramíneas (6).

De los resultados obtenidos de la determinación del número de *Azospirillum* en raíces de gramíneas, observamos que el mayor número de ellos lo encontramos en *Panicum maximum* (36.55 x 10⁶/g de raíz). En tanto que el número de los mismos es aproximadamente igual para el maíz (9.61 x 10⁶), y el parí (9.83 x 10⁶), encontrándose el número más bajo por gramo de raíz en *Cynodon dactylon* (2.68 x 10⁶). La diferencia en número de *Azospirillum* por gramo de raíz, se puede deber, como ya se ha sugerido, a la susceptibilidad a la infección de la planta hospedera.

Con respecto a la determinación hecha en raíces de *C. dactylon* de la zona 3 (Tecpan), el número sumamente bajo de Azospirilos cuantificado en comparación con la determinación realizada con el mismo pasto de la zona 2 (San Jerónimo), considera que en esta determinación existió algún error que no fue detectado.

Con base en las colonias aisladas, tanto en medio de NFb-extracto de levadura, como en agar infusión de papa (BMS), se observó que existe una morfología colonial un poco diferente entre las cepas aisladas de *A. lipoferum*, sobre todo en lo relacionado al color y tipo de elevación, que no siempre corresponde a lo citado en la literatura (6, 8). Sin embargo, una característica que se observa siempre constante en todas las colonias aisladas, sean de *A. lipoferum* o *A. brasilense*, en los medios de cultivo arriba citados, es la capacidad de impedir el paso de luz, es decir, son opacas. Otra característica que se puede tomar muy en cuenta para la identificación de *Azospirillum* sp. aún cuando se presentan variaciones, es el aspecto de las colonias que generalmente son secas. Puede decirse que las colonias del género multicitado tienen una gran semejanza, en cuanto a su morfología, como las que desarrollan los actinomicetos sobre medios convencionales.

En relación a la morfología microscópica observada, ambas especies se muestran según lo citado en la literatura (6, 10), *A. lipoferum*, se observa como células grandes y polimorfas, poco móviles, así como la presencia de granulaciones intracitoplásmicas muy refringentes; mientras que *A. brasilense* se observa como células pequeñas, muy móviles y en forma de ese (S)

Conclusiones

Se muestra la presencia de ambas especies de *Azospirillum* en el interior de las raíces así como en la rizosfera de *Zea mays*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* y *Cynodon dactylon*, en muestras de la región de la Costa Grande del Estado de Guerrero, México.

Se comprueba lo citado por Dobereiner (6), en relación a la predominancia de *A. lipoferum* tanto en suelo de rizosfera como en raíces de maíz (*Zea mays*).

Observamos predominancia de *A. brasilense* en el interior de las raíces de *Cynodon dactylon* (grama); esta predominancia es solo ligera en *P. maximum* y en *H. rufa*, en tanto que *A. lipoferum* predomina en el suelo de rizosfera de las 3 gramíneas.

En cuanto al número de estas bacterias encontramos abundancia de ellas en el interior de las raíces de *P. maximum*, *H. rufa* y *Zea mays*, mientras que en *C. dactylon* este número es más bien, bajo.

Hay poca variación en la morfología colonial de *Azospirillum* en medios convencionales usados para aislamiento.

La morfología de *Azospirillum* se observa tal como lo ya reportado previamente (6, 10).

Una inoculación adecuada a las gramíneas estudiadas así como una interpretación mejor de los resultados de este trabajo. Sin embargo todavía se requiere de mucha investigación básica para una mejor comprensión del significado de esta asociación y de su utilización en las prácticas agrícolas.

Resumen

Se llevo a cabo un conteo e identificación de especies de *Azospirillum* en el interior de las raíces y en la rizosfera de maíz, zacatón, pará y grama (*Zea mays*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* y *Cynodon dactylon*) colectadas en campo. Se observó variación en el número de aislamientos para una misma gramínea, dependiendo de la zona de muestreo. Se pudo constatar el predominio de *A. lipoferum* en la raíz del maíz y de *A. brasilensis* en grama; en los otros 2 pastos no hay acentuada dominancia de una especie sobre otra. En la rizosfera de todas las plantas estudiadas domina *A. lipoferum*. El por ciento de cepas de *A. brasilensis* desnitrificantes es de 12.9 y de 9.2 en *Cynodon* y en *H. rufa* respectivamente, mientras que en maíz es de 6.1 y en *Panicum* de solo 1.2%.

Literatura citada

1. ALEXANDER, M. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons. Inc. 1961. pp. 19-44 y 442-456.
2. BRILL, W. J. Biological Nitrogen Fixation. Scientific american, 1977. pp. 68-69.
3. DOBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas tropicais. Anais XV Congresso Brasileiro de la Ciencia do Solo, Campinas. 1975. pp. 539-602.
4. DOBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in tropical Grasses-Possibilities for partial replacement of mineral N fertilizers. AMBIO (Stockholm) 6:174-177. 1977.
5. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. Estado de Guerrero, México Semblanza Socioeconómica pp. 10-12. 1975.
6. DOBEREINER, J. y BALDINI, V. L. Host plant specificity in the infection of cereals with *Azospirillum* sp. Canadian Journal of Microbiology. 25:1 264-1 262. 1979.
7. DOBEREINER, J. Influence of environmental factors on the occurrence of *Spirillum lipoferum* in soils and roots. Ecologia Bulletin. (Stockholm) 26:343-352. 1978.
8. DOBEREINER, J. Instructivo de prácticas del curso sobre *Azospirillum* y gramíneas. Instituto Politécnico Nacional/Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología. México. 1979.
9. LEHNIGER, A. L. Bioquímica, Ed. Omega, S. A. 1972. pp. 57-58.
10. POCHON, J., TARDIEUX, P. Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Ed. de la Tourelle, Paris. 1962.
11. TARRAND, J. J., KRIEG, N. R. and DOBEREINER, J. A. Taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with description of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. Canadian Journal of Microbiology. 24:967-980. 1978.
12. WALKER, N. Soil Microbiology. A Critical Review. Butterworth and Co. Ltd. 1975. pp. 21-35.

COMUNICACIONES

Anillos anuales de crecimiento en cafetos (*Coffea arabica* L.) y sus usos potenciales.

Summary. Annual growth rings are reported for coffee trees growing in the Coatepec region of Veracruz, Mexico. Ring structure and formation are briefly discussed and the potential use of growth rings in coffee are highlighted.

La periodicidad del crecimiento del cafeto se ha reportado desde 1933 (11). A partir de entonces, se han registrado ciclos de crecimiento en Kenia, Uganda, Tanganika, India, Colombia, El Salvador, Brasil y Perú (9). No obstante que dichos períodos de actividad exhiben fluctuaciones estacionales, éstos parecen comportarse de diferente manera en cada país (8). La mayoría de los trabajos mencionan que las variables climáticas importantes que influyen en el crecimiento y fructificación de la planta son las oscilaciones de la temperatura (3, 4, 5), la longitud del día (2, 5), la distribución y cantidad de la lluvia (2, 5), la humedad ambiental y las sequías (1, 3).

A pesar de la larga lista de estudios sobre la periodicidad del crecimiento en cafetos, es notable el poco énfasis que se le ha dado al hecho de que esta periodicidad pueda expresarse como discontinuidades en la madera, es decir, anillos de crecimiento. Además del informe de Gindel (7), acerca de la formación de anillos en café de una zona semiárida de Israel, no se pudo encontrar estudiar para las zonas tropicales húmedas, de donde proviene la mayoría del café. El propósito de esta nota, es estudiar la formación de anillos de crecimiento anuales distinguibles en el xilema de los cafetos en el centro de México, así como resaltar su utilidad potencial.

Materiales y métodos

Con el fin de determinar si el crecimiento del cafeto en zonas húmedas está caracterizado por la formación de discontinuidades en la madera, se colectó secciones transversales de troncos de cafeto en la región de Coatepec, Veracruz, la segunda región más importante de producción de café en México. Para cuantificar la periodicidad de la formación de los anillos se colectó muestras en cafetales de edad conocida y en una plantación experimental, en la cual el crecimiento diamétrico ha sido medido quincenalmente por un período de dos años. La zona muestreada tiene un clima templado húmedo a templado semicálido en las partes más bajas, una temperatura media anual de 19°C y una precipitación anual de 1 800 a 2 000 mm, con una concentración estival de las lluvias durante los meses de mayo a octubre y una canícula (sequía intraestival) en agosto (6).

Todas las muestras fueron pulidas con lija de grano fino para el análisis superficial. La estructura anatómica se examinó microscópicamente cortando secciones de 20-25 micras de las muestras en un micrótomos, los cortes se tñieron con safranina y se montaron permanentemente en bálsamo de Canadá.

Resultados y discusión

Se encontró anillos de crecimiento bien marcados en las secciones transversales colectadas en cada zona. El análisis anatómico de las muestras reveló que los anillos se producen como resultado del crecimiento diferencial y la formación de madera tardía, especí-

ficamente, por una banda de fibras con sus paredes engrosadas y una disminución en el tamaño de los vasos, tal como se puede apreciar en la Figura 1.

Basados en el análisis de las curvas de crecimiento diamétrico obtenidas en la plantación experimental, se determinó que la formación de la madera tardía ocurre anualmente en los cafetos de la región de Coatepec. Durante los meses de noviembre a marzo, los cafetos exhiben una marcada reducción en la tasa de crecimiento, probablemente como resultado de las bajas temperaturas ocurridas durante este período (10). Con el incremento en febrero, tanto de la temperatura como de la precipitación, el crecimiento se estimula dejando un límite distinguible entre la madera tardía y la temprana en el tallo. La naturaleza anual de la periodicidad de este crecimiento se comprobó con el conteo de los anillos en las muestras colectadas de plantaciones de edad conocida.

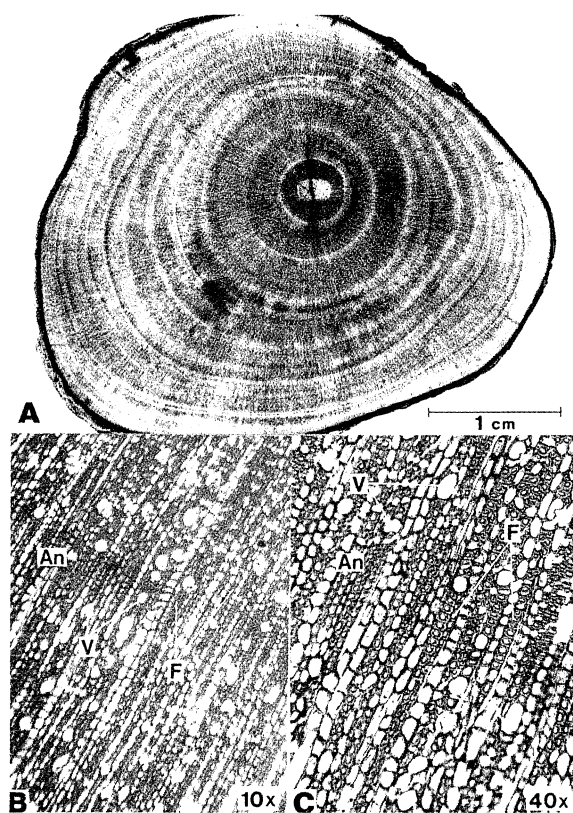


Fig. 1. Secciones transversales de la madera de café de la región de Coatepec, Ver., mostrando los anillos de crecimiento y su anatomía. A - Anillos de crecimiento presentes en el tronco de cafeto. B y C - Fotomicrografía en la que se aprecia una banda transversal oscura (An) correspondiente al anillo de crecimiento, el cual está delimitado por la disminución del tamaño y el engrosamiento de las paredes de las fibras (F), así como por una disminución relativa en el tamaño de los vasos (V).

El hecho de que dichos anillos de crecimiento sean anuales, provee de una herramienta valiosa para estudios tanto científicos como de manejo para esta especie. Varios años de datos de crecimiento están contenidos en el tronco de una planta, esta información es fácil de obtener en el campo, sin costo y sin necesidad de destruir la planta ya que se pueden leer los cortes de las recepas. El crecimiento del cafeto bajo diferentes climas, suelos y sistemas de manejo pueden compararse rápidamente de esta manera, y al establecerse estándares mínimos para el ancho de los anillos en un región dada, podrían utilizarse como indicadores del vigor de los cafetos como protección contra plagas.

Si bien la formación de anillos de crecimiento anual puede no presentarse en todas las zonas cafetaleras de los trópicos, las 27 000 hectáreas de cafetales de la región de Coatepec registran permanentemente su incremento de crecimiento anual en el xilema secundario. Sería importante documentar la presencia o ausencia de anillos de crecimiento en cafetales cultivados bajo ambientes menos estacionales.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a Alberto D. Golberg y Alma Eva Torres por permitirles utilizar sus datos no publicados sobre el crecimiento diamétrico de cafetales, igualmente a Tomás Carmona del Lab. de Ciencia y Tecnología de la Madera (INIREB) por su ayuda en la realización de los cortes e identificación de los elementos anatómicos.

Resumen

Se informa sobre anillos de crecimiento anual en cafetos creciendo en la región de Coatepec, Veracruz, México. Se discute la formación y la estructura anatómica de los anillos, así como su uso potencial en el manejo de cafetales.

22 de julio de 1982

PATRICIA GEREZ FERNANDEZ*
CHARLES M. PETERS**

* Programa planeación ecológica del uso de la tierra, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Apdo. Postal 63, Xalapa, Veracruz, México.

** School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, CT. EUA.

Literatura citada

1. ALVIM, P. de T. Moisture stress as a requirement for flowering of coffee. *Science* 132:354. 1960.
2. ALVIM, P. de T. Tree growth periodicity in tropical climates. In: Zimmermann, M. H. (Ed.) *Formation of Wood in Forest Trees*. N. Y. 1964. Academic Press. pp. 479-495.
3. BARROS, R. S. y MAESTRI, M. Influencia dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica* L.) *Revista Ceres*, 21:268-279. 1974
4. BOSS, M. L. Some environmental factors related to the growth cycle of *Coffea arabica* L. *Florida State Horticultural Society Proceedings* 71:327-332. 1958.
5. CANNELL, M. G. R. Photoperiodic response of mature trees of arabica coffee. *Turrialba*, 22:198-296. 1972.
6. GARCIA, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3a. Edición, México, D.F. 1981. 252 p.
7. GINDEL, I. Ecological behaviour of the coffee plant under semiarid conditions. *Coffee*, 4:49-63. 1962.
8. MAESTRI, M. y BARROS, R. S. Ecophysiology of arabica coffee. In: Alvim, P. (Ed.) *Symposium of Ecophysiology of Tropical Crops*. Preprints. Vol. II, pp. 1-36. Brasil. 1975.
9. SYLVAIN, P. Long-range objectives in studies of the physiology of coffee. *Turrialba*, 4(1): 18-22. 1954.
10. TORRES, A. E. y GOLBERG, A. D. Diseño de manejo en el agroecosistema cafetalero. Ponencia presentada en el Seminario sobre la situación actual y perspectivas en las zonas cafetaleras del Estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz, agosto 12-14, 1982.
11. WAKEFIELD, A. J. Arabica coffee. Periods of growth and seasonal measures. Tanganyika Territory, 1933. Department of Agriculture. Pamphlet 9, 16 p.

HELMINTOS PARASITOS DE LA GANADERIA DE JAMAICA¹/.

Summary. The paper gives a list of helminths found in horses, cattle, goats and pigs in Jamaica. Reference was made to records of single or multiple infections stemming from imported animals.

Las enfermedades parasitarias a veces se constituyen en uno de los factores más limitantes de la producción ganadera de Centro América y de la Región del Caribe. Sin embargo, no es posible reconocer la magnitud del problema a través de la literatura existente.

Las enfermedades parasitarias de repercusión en salud humana se han examinado en forma regional (2, 4), pero no ha ocurrido lo mismo con las parasitosis de importancia para la salud animal. Esta última situación parece ser el resultado de un patrón de comunicación muy pobre entre los distintos países. A pesar de que las autoridades de salud animal de cada país conocen específicamente los parásitos de importancia local, raramente publican esta información. Además la mayoría de las pocas publicaciones que aparecen se efectúan en boletines internos que tienen circulación muy limitada.

Para desarrollar estrategias de control es esencial primero identificar las especies de helmintos que están actuando y en segundo lugar determinar la prevalencia de las especies patógenas. La presente comunicación actualiza las especies de helmintos que se han encontrado en Jamaica. Se tiene la esperanza de que esta publicación fomente en las autoridades de salud animal de los otros países la decisión de efectuar trabajos similares.

El valor de este tipo de información se basa en el hecho de poder determinar la extensión de la infestación y poder así iniciar efectivas medidas de control.

Como ocurre en otras islas del Caribe, el interés histórico de la parasitología veterinaria ha sido comensurado con la disponibilidad de parasitólogos, situación que se refleja en la cronología irregular de los registros existentes.

Las especies de helmintos que aparecen en el Cuadro 1 se ordenaron de acuerdo con los hospedadores en que se encontraron. Todas las especies de helmintos detalladas en el Cuadro 1 se cree que siguen actuando en Jamaica con las excepciones siguientes:

¹ Parte de las actividades del Proyecto de Salud Animal/ Salud Pública Veterinaria del Gobierno de Jamaica, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

Cuadro 1. Lista de helmintos parásitos encontrados en la ganadería de Jamaica.

Hospedero	Nematoda	Digenea	Cestoda	Acanthocephala
Bovinos	<i>Trichuris</i> sp. (5)	<i>Fasciola hepatica</i> (5, 6)	<i>Moniezia</i> sp. (5, 6)	
	<i>Strongyloides papillosus</i> (5)	“Una especie de paramfistona (3)	<i>Taenia hydatigena</i> (5)	
	<i>Ascaris</i> (Neoascaria) <i>vitulorum</i> (5, 6)			
	<i>Bunostomum phlebotomum</i> (5)			
	<i>Syngamus laryngeus</i> (10)			
	<i>Oesophagostomum radiatum</i> (5)			
	<i>Chabertia</i> sp. (5)			
	<i>Haemonchus contortus</i> (5)			
	<i>N. spathiger</i> (5)			
	<i>Ostertagia ostergagi</i> (5)			
	<i>Cooperia oncophora</i> (5)			
	<i>Trichostrongylus</i> sp. (5)			
	<i>Dictyocaulus viviparus</i> (5)			
<i>Setaria</i> sp. (5)				
<i>Onchocerca</i> sp. (5)				
Caprinos y ovinos	<i>Trichuris</i> sp. (7)	<i>Fasciola hepatica</i> (5)	<i>Moniezia</i> sp. (5, 6)	
	<i>Strongyloides</i> sp. (7)			
	<i>Bunostomum trigonocephalum</i> (5)			
	<i>Chabertia ovina</i> (6)			
	<i>Oesophagostomum</i> sp. (5, 6)			
	“ <i>Irischostrongylidae</i> ” (5)			
	<i>Haemonchus contortus</i> (5, 6)			
	<i>Cooperia</i> sp. (5, 5)			
	<i>Nematodirus</i> sp. (7)			
	<i>Dictyocaulus fileria</i> (5)			
<i>Muellerius capillaris</i> (5)				
<i>Protostrongylus rufescens</i> (5, 6)				
Porcinos	<i>Trichuris suis</i> (8)		<i>Taenia solium</i> (5)	<i>Macracanthorhynchus hirudinaceus</i> (5, 6)
	<i>Trichinella spiralis</i> (5)		<i>T. hydatigena</i> (5)	
	<i>Strongyloides</i> sp. (5)			
	<i>Ascaris lumbricoides</i> (5, 6)			
	<i>Oesophagostomum dentatum</i> (5)			
	<i>Dioctophyma renalis</i> (5)			
	<i>Eyostrongylus rubidus</i> (5, 6)			
	<i>Stephanurus dentatus</i> (5)			
	<i>Trichostrongylus</i> sp. (6)			
	<i>Metastrongylus apri</i> (5)			
<i>M. pudendotectus</i> (5)				
Equinos	<i>Ascaris equorum</i> (5, 6)	<i>Fasciola hepatica</i> (6)	<i>Anoplocephala</i> sp. (5, 6)	
	<i>Oxyuris equi</i> (5, 6)		<i>Echinococcus granulosus</i> (11)	
	<i>Strongylus</i> sp. (5, 6)			
	<i>Dictyocaulus arnfieldi</i> (7)			
	<i>Rabronoma megastoma</i> (9)			
	<i>Setaria equina</i> (5, 6)			

E. granulosus — Varios quistes hidatídicos fueron encontrados durante la necropsia de un equino importado. No existe información de nuevos hallazgos de este parásito, por lo que debe asumirse que se trata de un caso solitario (11).

T. hydatigena — La presencia de *T. hydatigena cysticercus* (*Cysticercus tenuicollis*) en bovinos, parece ser muy rara en Jamaica. Las formas adultas de la tenia no se han observado en los perros de la isla (6).

Trichinella spiralis — No se conocen mayores detalles sobre esta observación. Guilbride (4) menciona que la trichinosis se desconoce en Jamaica y que de 30 ratas observadas ninguna de ellas presentó el parásito. Recientemente se investigaron 107 mangostas y 38 ratas y no se encontró infestación (1). En consecuencia es probable que el hallazgo informado se deba a un animal importado.

T. Solium cysticercus (*Cysticercus cellulosae*) se encontró en una sola oportunidad en Jamaica y no se conocen los detalles de su origen. Guilbride dice que los estadios intermedios de la tenia son muy infrecuentes en Jamaica y que no se observan las formas adultas del parásito (2, 4).

Agradecimientos

Se agradece a los veterinarios y al personal de la División de Servicios Veterinarios del Ministerio de Agricultura de Jamaica que en forma anónima, contribuyeron a la presente revisión. Se agradece también al Dr. Norberto Moran, OPS/OMS por la traducción al español del presente artículo, y al Dr. Primo Arambulo III OPS/OMS Jefe del Proyecto de Salud Animal/Salud Pública Veterinaria por su apoyo y fomento.

11 de noviembre, 1980.

D. A. P. BUNDY*

F. C. M. ALEXANDER**

* Departamento de Zoología, Universidad de West Indies, Kingston 7, Jamaica.

** Director de los Servicios Veterinarios, Ministerio de Agricultura, Hope, Kingston 6, Jamaica.

Literatura citada

1. ALICATA, J. E. y AMIEL, D. K. On the absence of *Trichinella spiralis* in Mongooses and Rodents in Jamaica, West Indies. *Journal of Parasitology* 57:807. 1971.
2. ASHCROFT, M. T. A history and general survey of the helminth and protozoal infections of the West Indies. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 59:478-493. 1965.
3. BENT, P., REPAHA, Georgetwon, Guyana: Personal communication. 1979.
4. GUILBRIDE, P. D. L. Veterinary public health: the importance of animal disease to public health in the Caribbean, with special reference to Jamaica. Part V. Parasitic infections: diseases caused by helminths and protozoa. *West Indies Medical Journal* 2:205-223. 1953.
5. INTERNAL PARASITES of Livestock Department of Agriculture, Extension circular No. 37. Veterinary Division, Jamaica. 1949.
6. INVESTIGATIONS. Jamaica. Ministry of Agriculture. Bulletin 45-103-105. 1948.-1949.
7. INVESTIGATIONS. Ministry of Agriculture, Jamaica. Bulletin 49:139-146. 1950-1951.
8. INVESTIGATIONS. Ministry of Agriculture, Jamaica. Bulletin 53:156. 1953.
9. INVESTIGATIONS. Ministry of Agriculture, Jamaica. Bulletin 57:132. 1956-1957.
10. INVESTIGATIONS. Ministry of Agriculture, Jamaica. Bulletin 60:78. 1960-1961.
11. INVESTIGATIONS. Ministry of Agriculture, Jamaica. Bulletin 65:169. 1975.

Investigation on the pest status of the dusky cotton bug *Oxycarenus laetus* kirby (Lygaeidae: Heteroptera) on cotton¹

Resumen. La chinche gris del algodón se alimenta de los embriones de semillas germinando, así como de los cotiledones causando una disminución en el porcentaje de germinación. Para evitar el daño causado por hongos del suelo, en particular de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* que penetran por las heridas causadas por la chinche las semillas se trataron.

Al aumentar el grado de infestación con la chinche decrecieron el porcentaje de germinación ($A = -0.909$), la altura de la planta ($r = 0.890$), y la pera en húmedo ($r = -0.740$) y en seco ($r = -0.989$). El análisis del índice de vigor indica que esta varió en plantas infectadas entre 2325.6 y 1512.0 mientras que en las plantas sanas el índice de rigor fue de 2604.0.

The dusky cotton bug, *Oxycarenus laetus* Kirby has been reported to infest cotton in all the cotton growing regions of India (5) and known to reduce the yield of seed cotton by more than 20% under severe infestation (6). It is also reported to feed on several species of Malvales (9). The nymphs and adults of the dusky cotton bug feed on the ripening seeds, reducing the weight of the seed (10), yet no information is available on the nature of damage caused to the seeds and subsequent effect on the germination of the seed. Hence the present investigation was made to assess the effect of seed feeding of this bug on the germination rate and vigour of the seedling.

Materials and methods

Freshly burst bolls of Suvin [*Gossypium barbadense* (L.)] from healthy plants without previous infestation by any other pest were selected and known numbers of *O. laetus* nymphs and adults in the ratio of 3:1 were confined on the plants by covering a polyethylene bag for 15 days. Infestation grades of 25, 50 and 100 bugs per boll were maintained along with check. The different infestation grades including the check were replicated four times. Two thirds of the seeds obtained from the experiment were treated with Bavistin, fungicide (2 - Methoxy - (Carbaryl) - benzimidazole) at the rate of 0.5 gm/100 gm seeds to prevent infestation due to soil borne fungi and/or any other pathogens.

The fungicide treated seeds were tested for germination rate in the germination chamber. The germination rate was assessed on the tenth day after sowing. Measurement of seedling growth has been suggested as a reliable index of seed vigour (11) and hence the seedlings were carefully removed without any damage for recording the height and wet and dry weights. The non-germinated seeds were dissected under binocular

microscope to identify the nature of damage and causes for non-germination. Similarly, the fungicide treated and untreated seeds were sown in the field for observing the germination rate. Seedling vigour index was calculated by the method of Abdul Bhaki and Anderson (1).

The per cent of germination ranged from 51 to 96, therefore arc sine transformation was done for statistical scrutiny of the data (7). Analysis of variance was used to test the significance between the three different treatments viz. (a) fungicide treated seeds tested in the germination chamber and (b) field and (c) untreated seeds tested in the field. Simple correlation was worked out for studying the relationship between the different infestation grades and the germination rate, plant height, wet and dry weights of the seedlings germinated in the germination chamber. A linear regression line was fitted to the observed values by the method of 'Least squares' (4).

Results and discussion

Lygaeids are generally known as seed bugs (8) since they feed mostly on the seeds of various cultivated and uncultivated monocots and dicots. Eyles (3) reported *Drymus sylvaticus* (Fab.) to completely suck out the embryo of sorrel seed; indicating the preference for the embryo of the seed, while the common milkweed bug *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) does not feed on the embryo (2). The damage caused by the dusky cotton bug often resembled that of the *O. fasciatus* and the embryo is damaged only occasionally, the developing seeds suffer heavy damage of the embryo while the ripened seeds are not damaged, hence the seed maturity is an important factor in the level of damage caused to the embryo of the seed. Also intensive feeding results in damage to the embryo. Thus one of the important causes for non-germination of seeds appears to be the extensive damage to the radicle and cotyledons as observed on the seeds from heavy infestation grades (50 and 100 bugs/boll), the radicle in such seeds was partially damaged and decaying. Non germinated seeds from the field showed secondary infestation of fungi, particularly the seed without fungicide treatment. The black mould (*Aspergillus* spp.) developed on the cotyledons, the other important fungi developing on the decaying seeds were *Fusarium* sp. and *Penicillium* sp. The fungi entered from the soil through the feeding punctures on the seed coat, the damage was extensively noticed on the cotyledons, while the radicle and plumule were decaying and shrunken. Few of the cotyledonary leaves of the seedlings from 100 bugs/boll had punctures of 1.00 mm. to 5.00 mm wide and the tissue surrounding these punctures had burnt-up appearance.

Germination rate of seeds untreated with fungicide was considerably lower than the treated seeds, among the fungicide treated seeds, those sown in the field exhibited a lower germination rate than the seeds tested in the germination chamber and seeds of heavier infestation grades (50 and 100 bugs/boll) registered a lower germination rate than seeds from the check and 25 bugs/boll (Table 1). The differences between the different treatments as well as various grades of infestation are highly significant, while the interaction between treatments is significant at 5% level (Table 2). The same trend was observed in the other characters of the seedling viz, plant height, wet and dry weights, though the difference was not as much significant as the germination rate. Regression analysis showed a linear relationship between the degree of infestation and the quality of the seedling (Fig. 1). With greater infestation the germination rate decreased ($r = -0.909^{**}$), plant height reduced ($r = -0.890^{**}$) and wet and dry weights lowered ($r = -0.740^{**}$ and -0.989^{**} respectively). The reduced plant height and decreased wet and dry weights of the seedlings from infested seeds might be due to the various level of injury to the endosperm and cotyledonary leaves as evidenced by the feeding punctures. The seeds heavily infested by the dusky

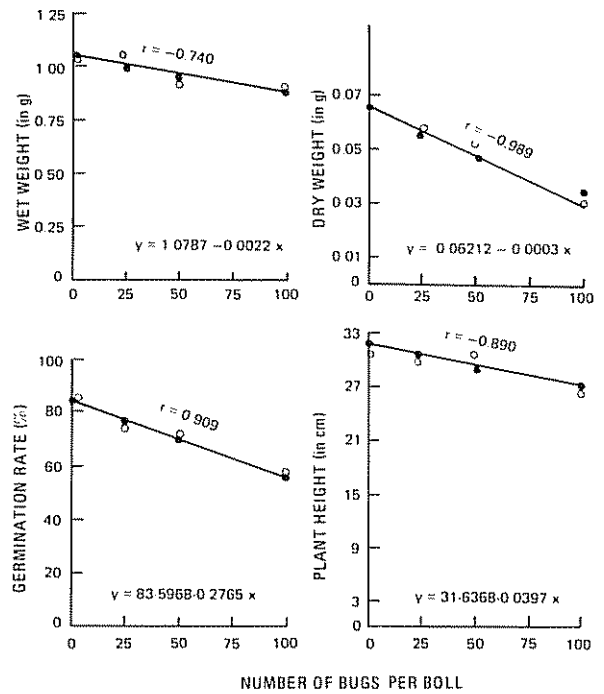


Fig 1. Linear regression analysis between the degree of infestation and the quality of the seedlings.

Table 1. Transformed mean value of germination rate.

Number of bugs/boll	Fungicide treated seeds		Untreated seeds tested in field	Mean of treatments
	Tested in germa. chamber	Tested in field		
0	9.172	8.942	8.424	8.846
25	8.714	8.268	7.932	8.305
50	8.385	7.820	7.602	7.936
100	7.484	6.852	5.924	6.753
Mean of infestation grades	8.439	7.971	7.471	

Table 2. Anova table.

Source	D.F.	S.S.	M.S.S.	S.E.	F
Replications	4	0.15	0.031	—	< 1.0
Treatments Infestation	2	9.25	4.620	0.0985	47.54**
Grades	3	35.41	11.803	0.1139	121.34**
Interaction	6	1.43	0.238	0.1973	2.45*
Error	44	4.28	0.097		

* Significant at 5% level
 ** Significant at 1% level.

Table 3. Vigour index.

Number of bugs/boll	Fungicide treated seeds		Untreated seeds tested in field
	Tested in germination chamber	Tested in field	
0	2 604.0	2 416.0	2 130.0
25	2 325.6	2 042.4	1 738.8
50	2 170.0	1 616.5	1 479.0
100	1 512.0	1 128.0	840.0

cotton bugs produced weaker seedlings as they yielded very less dry matter (0.03 g/plant) when compared to uninfested seeds (0.058 g/plant). Of the four characters of the seedlings investigated for the effect of dusky cotton bug feeding on the cotton seeds, dry matter ($r = -0.989^{**}$) and germination rate ($r = -0.909^{**}$) were more affected than the plant height and wet weight. Thus it is evident from these results that heavy infestation by the dusky cotton bug reduces germination rate of seeds and subsequent vigour of the plant. The vigour index (Table 3) also indicates that the uninfested seeds are definitely superior to infested seeds and that vigour of the seedling steadily decreases as the infestation rate increases.

The basic and cheap input for realizing high yield is the quality seeds, hence the quality of the seed for superior performance under optimum environmental condition should be given prior importance, therefore the cotton crop should be protected against the ravage of the dusky cotton bug, particularly when the crop is for the purpose of seed multiplication.

Acknowledgement

I am grateful to Prof. V.R. Ramasamy, Head, Department of Seed Technology, Tamil Nadu Agricultural University for facilities, to Dr. V. Ramakrishnan, Department of Seed Technology, Tamil Nadu Agricultural University for valuable help in conducting the experiment and offering suggestions, to Mr. K. Dhamu, Department of Statistics, TNAU and Mr. H. K. Hanumantha Rao, Scientist (Statistics), CICR Region Station, Coimbatore for help in statistical analysis.

Summary

The dusky cotton bug feeds on the embryo of the developing seeds and also the cotyledon and thereby reduces the germinability of the seed. The soil borne fungi, especially the species of the following genera viz. *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* enter through the feeding hole and cause further damage to

the seed, however, fungicide treated seeds were protected from such damage. With increased infestation of the dusky cotton bug, the germination rate decreased ($r = -0.909$), plant height reduced ($r = 0.890$), wet and dry weights lowered ($r = -0.740$ and $r = -0.989$ respectively). Analysis of vigour index indicates that the plant vigour of the infested seedlings ranged from 2325.6 to 1512.0 while the healthy seeds showed a vigour index of 2604.0.

August 21, 1981

K. THANGAVELU*

* Scientist, Central Institute for Cotton Research Regional Station (ICAR), Coimbatore-641 003, S.India.

Literature cited

1. ABDUL BAKI, A. and J.D. ANDERSON. Vigour determination in Soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*. 13(6):630-633. 1973.
2. BECK, S.D. *et al.* Feeding and nutrition of milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Dallas). *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 51:283-288. 1958.
3. EYLES, A.C. Feeding habits of some Rhyparochrominae (Heteroptera: Lygaeidae) with particular reference to the value of natural foods. *Ibid.* 116(5):89-114. 1964.
4. KEMPTHORNE, O. The design and analysis of experiments. Wiley publications, New York. 1952.
5. KHAN, Q. and V.P. RAO. Insect and mite pests of cotton in India (*Cotton in India*). Indian Central Cotton Committee, Bombay 2, 217-301. 1960.

6. MISRA, C.S. *Oxycarenus lactus*, the dusky cotton bug. Proceeding 4th Ent. Meet. Pusa pp. 84-92. 1921.
7. SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN. Statistical methods, 6th Edn, Ames, Iowa State University Press. 1967.
8. SWEET, M.H. The seed bugs. A contribution to the feeding habits of the Lygaeidae (Hemiptera: Heteroptera). Annals Entomology Society American. 53(3):317-321. 1960.
9. THANGAVELU, K. Some notes on the host specificity of dusky cotton bug, *Oxycarenus laetus kirby* (Heteroptera: Lygaeidae). Journal Natural History 12:481-486. 1978.
10. WILSON, K.J. Cotton pests and their control in Northern Rhodesia. Govt Printer, Lusaka, 1978. pp. 15. Plates IV. 1955.
11. WOODSTOCK, L.W. Seedling growth as a measure of seed vigor, International Seed Test. Abstract Proceedings. 34:273-280. 1969

The frequency of occurrence and geographical distribution of plant parasitic nematodes associated with *Theobroma cacao* in Nigeria.

Resumen. En este estudio se informa sobre la frecuencia de aparición y la distribución geográfica de nematodos asociados al cultivo del cacao en Nigeria. Se examinaron 1 500 muestras colectadas en 72 fincas en las cuales se encontraron 25 especies pertenecientes a 17 géneros. Por primera vez fueron encontradas en cacao *Xiphinema basilense*, *Paralongidorus* sp., *Longidorus* sp. y *Euthylenchus africanus*. Los géneros más comunes fueron *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Meloidogyne* y *Hemicycliophora*.

The earliest report of cocoa nematodes was that of Ritzema Bos (12) who found root-knot nematode, *Heterodera radicola* (= *Meloidogyne* sp.) on cocoa in 1900. He, however, did not indicate the locality.

In 1921, Ghesquire (8) reported the occurrence and close association of *Meloidogyne* sp. with the die-back disease of cocoa in Belgian Congo. Many

other reports of the occurrence of nematodes on cocoa have since been published (3, 10, 14, 15, 19). Forty-seven species of nematodes belonging to twenty-seven genera have been reported in the literature to be associated with *Theobroma cacao* roots (18).

This survey was undertaken in order to find out the frequency, the distribution of each species and to document any new records of the plant-parasitic nematodes associated with cocoa in Nigeria.

Materials and methods

Soil samples were taken within a 50 cm radius from the base of cocoa trees as the largest number of nematodes were recovered from that region. Samples were taken with augers of 2.5 cm diameter to a depth of 24 cm. The samples were stored in polythene bags and transferred to the laboratory for nematode extraction.

Soil samples were washed through Cobb sieves (5) of 500 and 53 micron pore sizes respectively before extracting nematodes for 18 hours from the resulting suspension by the Whitehead and Hemming (20) tray method. This combination was found to be effective for the recovery of Longidorid nematodes.

Nematode suspensions were concentrated to a 20 – 25 ml sample using the settling-siphon method of Caveness (4). The samples were examined under the dissecting and compound microscopes immediately or preserved in TAF solution (6).

Sampling was done during the wet season in all cases over a period of 24 months. The six cocoa-growing states in Nigeria – Bendel, Benue, Cross River, Ogun, Ondo and Oyo were covered in the survey. A total of 1 500 samples covering 72 farms were investigated. Depending on size 10 – 20 soil samples were taken from each farm.

Tomato indicator plants were also employed to detect the presence of *Meloidogyne* spp. in farms where cocoa establishment had been difficult or impossible at the Gambari Experimental Station of the Cocoa Research Institute of Nigeria (CRIN).

Results and discussion

Table 1 shows the nematodes encountered in the six states covered. Twenty-five species belonging to 17 genera were identified. The frequency of their occurrence is expressed as a percentage of the total

Table 1. Plant-Parasitic nematodes found associated with *Theobroma cacao* in Nigeria

Nematode	Where found					
	Benue State	Bendel State	Cross River State	Ondo State	Ogun State	Oyo State
<i>Aphelenchoides</i> sp			*			
<i>Aphelenchus avenae</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Criconemoides limitaneum</i>			*		*	*
<i>Eutylenchus africanus</i>						*
<i>Helicotylenchus dihystrera</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Helicotylenchus erythrinae</i>			*			
<i>Helicotylenchus multicinctus</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Hemicriconemoides</i> sp						*
<i>Hemicycliophora</i> sp						*
<i>Heterodera</i> sp (adult male & (larvae)			*			
<i>Hoplolaimus pararohustus</i>			*	*	*	*
<i>Longidorus</i> sp			*			
<i>Meloidogyne</i> sp (larvae)				*	*	*
<i>Paralongidorus</i> sp	*					*
<i>Paratylenchus</i> sp						*
<i>Scutellonema brachyurum</i>						*
<i>Scutellonema clathricaudatum</i>			*	*	*	*
<i>Scutellonema validum</i>	*			*		*
<i>Trichodorus</i> sp				*		*
<i>Xiphinema bergeri</i>						*
<i>Xiphinema brasiliense</i>	*			*	*	*
<i>Xiphinema ebriense</i>	*	*		*	*	*
<i>Xiphinema ifacolum</i>				*	*	*
<i>Xiphinema longicaudatum</i>						*
<i>Xiphinema nigeriensis</i>	*	*		*	*	*

number of samples (Table 2). *Xiphinema brasiliense*, *X. nigeriensis*, *X. ebriense*, *Helicotylenchus dihystrera*, *H. multicinctus* and *Aphelenchus avenae* were the most ubiquitous. *Xiphinema* spp. and *Helicotylenchus* spp. were the commonest, occurring in 56% and 66% of the samples respectively. It was only in the Cross River state that *Xiphinema* spp. were not encountered, except for one individual of *Xiphinema longicaudatum* at Ikom. These finding of few *Xiphinema* spp. east of the Niger River agree with those of Caveness (3). *Helicotylenchus* spp were found everywhere and in large numbers. *Xiphinema* spp. and *Helicotylenchus* spp. were also found in larger numbers than most other types. *Hemicriconemoides* spp., *Paratylenchus* spp. and *Hemicycliophora* spp. occurred most frequently in Oyo state. *Heterodera* spp., *Aphelenchoides* spp and *Longidorus* sp. occurred most frequently in Cross River state. Species of *Heterodera*, *Hemicriconemoides*, *Eutylenchus*, *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Paralongidorus*, and *Longidorus* were rare.

As far as we are aware, this is the first record of *Longidorus* sp., *Paralongidorus* sp., *Eutylenchus afri-*

Table 2. Frequency of occurrence of nematodes associated with cocoa in Nigeria.

Nematode	*Frequency of Occurrence (% of samples examined)
<i>Aphelenchoides</i> sp.	0.8
<i>Aphelenchus avenae</i>	5.0
<i>Criconemoides limitaneum</i>	2.0
<i>Eutylenchus africanus</i>	0.2
<i>Helicotylenchus</i> spp.	66.1
<i>Hemicriconemoides</i> sp	0.4
<i>Hemicycliophora</i> sp.	6.5
<i>Heterodera</i> sp. (larvae)	0.2
<i>Hoplolaimus pararohustus</i>	3.6
<i>Longidorus</i> sp	0.8
<i>Meloidogyne</i> spp.	8.6
<i>Paralongidorus</i> sp.	0.2
<i>Paratylenchus</i> sp.	0.4
<i>Scutellonema</i> spp.	8.2
<i>Trichodorus</i> sp.	0.8
<i>Xiphinema</i> spp	56.5

* Expressed as percentage of total number of samples examined.

canus, *Xiphinema brasiliense*, *Xiphinema bergeri** on cocoa

Xiphinema spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., and *Scutellonema* spp., which occurred more frequently than others in the survey, are established pathogens of other crops. *Trichodorus* spp. are particularly difficult to extract from the soil (11). They may be present in the cocoa rhizosphere more frequently than this survey reveals. *Meloidogyne* spp. were found in some plots where cocoa establishment has been difficult or impossible at the main experimental station of CRIN by the use of tomato indicator plants.

Some species of *Xiphinema* and *Longidorus* transmit nepoviruses while tobnaviruses are transmitted by species of *Trichodorus* and *Paratrichodorus*. There are also reports that they transmit viruses that cannot be classified into either group (11, 17). The Cocoa Swollen Shoot Virus (CSSV) does not belong to either group, but causes very devastating damages in West Africa (9). The Cocoa Necrosis Virus (CNV), a nepovirus (11), is also present in the sub-region, but it is not regarded as a serious disease yet (9).

Recent investigations in Brazil (7, 13), Costa Rica (16), and Ghana (2) have shown that the establishment, growth and productivity of cocoa could be hampered by pathogenic nematodes. This is also indicated in Nigeria for *Meloidogyne* on cocoa seedlings (Afolami, unpublished data).

The Cocoa Research Institute of Nigeria has therefore initiated investigations into the role of nematodes in the establishment, growth and productivity of *Theobroma cacao* and also in the virus disease complex of the crop in Nigeria.

Summary

The frequency of occurrence and geographical distribution of plant-parasitic nematodes associated with cocoa in the six cocoa-growing states of Nigeria are reported. One thousand, five hundred samples taken from seventy-two farms were examined. Twenty-five species belonging to 17 genera were identified: *Xiphinema brasiliense*, *Paralongidorus* sp., *Longidorus* sp. and *Eutylenchus africanus* were found for the first time on cocoa. The commonest genera were *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Meloidogyne*, and *Hemicylophora*.

September 6, 1982

STEPHEN O. AFOLAMI*
FIELDS E. CAVENESS**

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

** International Institute of Tropical Agriculture P.M.B. 5320, Ibadan, Nigeria.

Literature cited

1. ASARE-NYAKO, A. and OWUSU, G. K. *Meloidogyne incognita* infection of cocoa seedlings. Proceedings of the 7th International Cocoa Research Conference, Douala, Cameroon, 4-12 Nov. 1979 (in press).
2. CAVENESS, F. E. End of tour progress report on the nematology project. Ibadan; Ministry of Agric. and Natural Resources: USAID/Nigeria Project. 620-11-110-050. 1967.
3. CAVENESS, F. E. The distribution of plant-parasitic nematodes in Nigeria. Journal of the Association for the Advancement of Agricultural Science in Africa. 1. 35-40. 1971.
4. CAVENESS, F. E. A simple siphon method for separating nematodes from excess water. *Nematologica* 5(2):30-32. 1975.
5. COBB, N. A. Estimating the nema population of the soil. *Agric. Tech. Circ. Bur. Pl. Ind. U. S. Dep. Agric. No. 1*, 48 p. 1918.
6. COURTNEY, W. D.; POLLEY, D. and MILLIER, V. L. TAF. An improved fixative in nematode technique. *Plant Disease Reporter*, 39, 570-571. 1955.
7. EDUARDO, J. S. and ANTONIO De BRITO, I. B. Tolerancia del cacao (*Theobroma cacao* L.) al nematocida 1, 2-dibromo-3-cloropropana. *Revista Theobroma* 1(1):30-36. 1971.
8. GHESQUIRE, J. Nouveaux parasites de cacaoyer. Maladie vermiculaire de cacaoyer (*Tylenchus (Heterodera) radicolica* Greef)

* *Xiphinema bergeri* = *Xiphinema* "x" of Caveness (2).

- et sa relation avec la maladie de Diplodia (Coup de soleil, Die back). Bull. agric. Congo belge 12:709-718. 1921.
9. LANA, A. F. and ADEGBOLA, M. O. K. Important virus diseases in West African crops. Review of Plant Pathology 56(10): 849-868. 1977.
 10. LUC, M. and DE GUIRAN, G. Les nematodes associés aux plantes de l'Ouest Africain. Liste préliminaire. Agron. trop; Nogent 15:434-439. 1960.
 11. MARTELLI, G. P. Some features of Nematode-borne viruses and their relationship with the host plants. In: Nematode Vectors of Plant viruses. Edited by F. Lamberti, C. E. Taylor and J. W. Seinhorst. Plenum Press. London, New York. 1975.
 12. RITZEMA BOS, J. Les nematodes parasites des plantes cultivées. VI Cong. int. Agric. Paris II, pp. 306-313. 1900.
 13. SHARMA, R. D. and MARCO, A. A. M. Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on cacao. Revista Theobroma 6(2):55-65. 1976.
 14. SHARMA, R. D. and SHER, S. A. Nematodes of the cocoa region of Bahia, Brazil II — Occurrence and distribution of plant Parasitic nematodes associated with cocoa (*Theobroma cacao* L.) Revista Theobroma 3(3):17-24. 1973.
 15. TARJAN, A. C. Some interesting associations of parasitic nematodes with cacao and coffee in Costa Rica. Nematropica 1(1):16. 1971.
 17. TAYLOR, C. E. and ROBERTSON, W. M. Acquisition, retention and transmission of viruses by nematodes. In: Nematode vectors of plant viruses. Edited by F. Lamberti, C. E. Taylor and J. W. Seinhorst. Plenum Press. London and New York, pp. 253-276. 1975.
 16. TARJAN, A. C. and JIMENEZ, M. F. Debilitation of cacao in Costa Rica by plant nematodes. Nematropica 3(1):25-28. 1973.
 18. THOROLD, C. A. Diseases of cocoa. Clarendon Press. Oxford 423 p. 1975.
 19. TIMM, R. W. A preliminary survey of the plant parasitic nematodes of Thailand and the Philippines, pp. 1-71, SE Asia Treaty Organisation Secretariat-General; Bangkok. 1965.
 20. WHITEHEAD, A. G. and HEMMING, J. R. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. Annals of Applied Biology 55:25-38. 1965.

Notas y comentarios

Un virus que hace crecer mejor a las plantas.

Los virus que infectan a las plantas causan generalmente retardos severos en el crecimiento. Pero, S. K. Ghosh, del Instituto Central de Investigaciones de la India, ha encontrado un virus que puede estimular el crecimiento vegetal y que podría usarse para aumentar el rendimiento potencial de ciertos cultivos (Planta, Vol. 155, p. 193).

El virus, llamado "rice necrosis mosaic virus" (RNMV), tiende a paralizar el crecimiento del arroz y a causar necrosis y clorosis en las hojas infectadas. Ghosh encontró que el RNMV no sólo ataca el arroz sino que puede infectar también a *Ludwigia perennis*, una planta asiática de la familia de las onagráceas, conocida en la India como "false loosestrife". La verdadera "loosestrife" es una litrácea conocida como salicaria en español. Los síntomas en *L. perennis* consistían en puntos cloróticos amarillo pálido en la base de los limbos foliares, seguidos de un mosaico amarillo verdoso desarrollado en toda la hoja. Pero, en contraste con el arroz, Ghosh encontró que las plantas enfermas de *Ludwigia* crecían más rápido que las

plantas testigo. Así, 70 días después de la inoculación con RNMV, las plantas infectadas habían crecido cuatro veces más, en altura, que las plantas no infectadas, y produjeron un número más grande de hojas y flores. Además, el tamaño de la hoja, el tamaño de las células y el diámetro del tallo aumentaron en comparación de las plantas sanas.

Ghosh extendió entonces sus estudios a cultivos textiles más importantes económicamente, tales como el yute, uno de los principales productos agrícolas de la India. Al igual que con *Ludwigia*, encontró que el yute infectado con RNMV creció más rápido, y también aumentó el número de haces de fibras en todas las variedades enfermas examinadas. Aunque no se presentaron síntomas visibles de infección virótica en estas plantas, la savia colectada de plantas mostró una reacción de precipitación con antisero RNMV, lo que sugiere fuertemente que estas variedades productoras de fibras son en realidad portadoras de la enfermedad.

¿Por qué el RNMV promueve el crecimiento en ciertas plantas? Ghosh sugiere que el virus puede, en cierto modo, aumentar la producción de hormonas de crecimiento en las plantas infectadas. Quizás, el RNMV resulte ser una herramienta importante para promover la producción de fibras bastas, provenientes de tallos, como en el caso del yute. Su posible uso en otros cultivos espera estudios posteriores. Adalberto Gorbitz.

Publicaciones

Recientemente hemos recibido dos publicaciones del Centro Internacional para la Investigación en Arroz (IRRI), cuyo alcance merece un comentario para nuestros lectores.

La primera publicación titulada A FARMER'S PRIMER ON GROWING RICE fue publicada en 1979 y presenta en forma pictórica todos los aspectos relacionados con el cultivo del arroz. El estilo en que se presenta la información facilita en mucho el trabajo de comunicación entre agricultores, asistentes de campo, maestros e investigadores. Este texto debería formar parte del material básico en las bibliotecas de las agencias de extensión agrícola, no como obra de consulta especializada sino como

una fuente de material listo para facilitar la transferencia de tecnología.

El segundo documento recibido, *An Adventure in Applied Science: A History of the International Rice Research Institute* (1982), presenta una recopilación histórica de un Centro de Investigación Internacional, quizá el único en su estilo que ha sobrevivido con balance positivo por 20 años. Conocer la historia del IRRI puede no parecer importante para muchos lectores, sin embargo, creemos que el futuro de algunas instituciones ya creadas o por fundarse podría en mucho asegurarse si las personas interesadas en este tipo de empresa conocieran lo que otros antes han vivido en relación al mismo problema.

Ambas publicaciones pueden ser adquiridas escribiendo a The International Rice Institute, P. O. Box 933, Manila, Philippines.