

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 31

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1981

NUMERO 2

CODEN: TURRAB 31(2)89-168

<i>Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. III. Ciclo hidrológico y translocación de elementos químicos con el agua. (en español).</i>	
U. Grimm, H. W. Fassbender	89
<i>Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. IV. Modelos y conclusiones. (en español).</i>	
H. W. Fassbender, U. Grimm	101
<i>Cruzamiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) para inducir resistencia a la bacteriosis: relación entre "días a la floración" y reacción a la bacteriosis. (en inglés).</i>	
S. Tara Mohan	109
<i>Productividad de ovejas indígenas de las Bahamas, Florida y Barbados (Blackbelly) bajo un sistema mejorado de pastoreo intensivo. (en inglés).</i>	
T. S. Katsigianis, L. L. Wilson, T. E. Cathopoulos, A. A. Dorsett, Dale D. Fisher	113
<i>Descubrimiento de semillas de especies colonizadoras en el suelo forestal primario de Guyana. (en francés).</i>	
Marie-Françoise Prévost	121
<i>Efectos del N, P y K en el contenido y producción de proteína en el sorgo para grano (Sorghum bicolor) en solución nutritiva. (en portugués).</i>	
C. A. Rosolem, E. Malavolta, J. R. Machado, J. Nakagawa	129
<i>El efecto de coberturas inertes ("mulches") y el medio ambiental sobre las características de la fructificación y el rendimiento de semilla de algodón de la variedad MCU 5 (Gossypium hirsutum) (en inglés).</i>	
C. Venkatachalam, M. R. Iruthayaraj, T. R. Srinivasan	135
<i>El valor nutritivo de cáscaras del caupí (Vigna unguiculata Walp.) en raciones alimenticias para cabras. (en inglés).</i>	
E. A. Adebowale	141
<i>Frecuencia chiasmática y heterosis en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.). (en inglés).</i>	
H. K. Srivastava	147
<i>Comunicaciones</i>	153
<i>Variabilidad genética y ambiental en inhibidores de tripsina y hemaglutininas, observadas en cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris) provenientes de Centroamérica y Colombia (en español).</i>	
R. Fernández, L. G. Elías, R. Bressani	153
<i>Control de hormigas nocivas con cebos envenenados en Paraguay (en inglés).</i>	
H. G. Fowler	161
<i>Cultivo del tejido meristemático del banano (en inglés).</i>	
J. C. Vessey	162
<i>Reseñas de Libros</i>	165



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

### Abstract

*The annual hydrological budget in the montane forest ecosystem of San Eusebio, Mérida, Venezuela, was studied and water samples collected and analysed for chemical composition. Total rainfall was 1 576 mm, canopy rainfall 1 260 and stem flow 12 mm. The soil water content of the soil and its changes were calculated based on tensiometer readings and pF-curve. An evapotranspiration of 980 mm was calculated from meteorological data. Percolating water was collected with ceramic lysimeters and calculated from above data to be 588 mm.*

*In order to calculate the chemical transfer of elements, 192 water samples were analysed for pH, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe and Al. The chemical input into the ecosystem depends primarily on the rainfall patterns in the region. The high values for N and Na are related to marine aerosols, gases from petrochemical industries and soil particles. The concentration in the percolating waters are lower than the rainfall, so that there is a chemical accumulation in the ecosystems.*

### Introducción

Uno de los grandes ciclos en la naturaleza es el del agua; ella se mueve constantemente desde la atmósfera a la tierra: pasa por los ecosistemas —vegetación, animales y suelo— y por la corteza terrestre a los océanos y luego regresa a la atmósfera. Dentro de este ciclo hidrológico —dirigido por la energía del sol y la gravedad— se tiene la conexión entre la atmósfera, litósfera e hidrósfera que hace en última instancia posible la vida en la biósfera. El ciclo hidrológico en un ecosistema es muy importante, ya que el agua determina la fisonomía de la vegetación y la distribución de animales y es un factor de la formación del suelo. Además el agua desempeña, como solvente universal, un papel imprescindible en la translocación de elementos químicos.

Para describir el ciclo del agua en un ecosistema es necesario describir todos los procesos de transferencia del agua dentro del mismo (Figura 1).

El agua que ingresa al ecosistema depende del régimen de lluvias y está asociada a la posición geográfica de la región, la circulación planetaria de las masas de nubes y aire, temperatura, vegetación y otros factores. Una parte del agua que ingresa al ecosistema forestal es retenida por las hojas de la vegetación (intercepción), la cual se evapora en función de la temperatura y la radiación solar. Otra parte del agua que llega al rodal escurre de las hojas o a lo largo de los tallos y llega por gravedad a la superficie de la capa de mantillo del suelo; esta agua puede escurrir sobre la superficie del suelo o percolar en el mismo. El agua almacenada en el suelo, en función de sus características de textura y estructura, representa la reserva de donde las plantas absorben las cantidades necesarias para sus ciclos energéticos y nutrimentales; una parte del agua almacenada en los tejidos vegetales difunde a través de las membranas celulares y pasa a la atmósfera en forma de vapor como agua de transpiración. Cuando el agua que ingresa al suelo sobrepasa la capacidad de retención en el mismo, y en función de la gravedad pasa a la capa freática, egresa del ecosistema.

En áreas tropicales y subtropicales existe una gran cantidad de datos sobre los regímenes pluviales; las

1/ Recibido para publicación el 23 de diciembre de 1980. Los autores agradecen a la Sociedad Alemana de Investigaciones por el apoyo financiero para la conducción de los trabajos y a la Universidad de los Andes por el apoyo logístico.

\* Instituto de Suelos y Nutrición Forestales de la Universidad de Göttinga, Alemania, D-3 400 Göttingen, Büsgenweg 2. Actualmente en Centro de Pesquisas Agropecuarias dos Tropicós Umidos, Belém, Brasil.

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

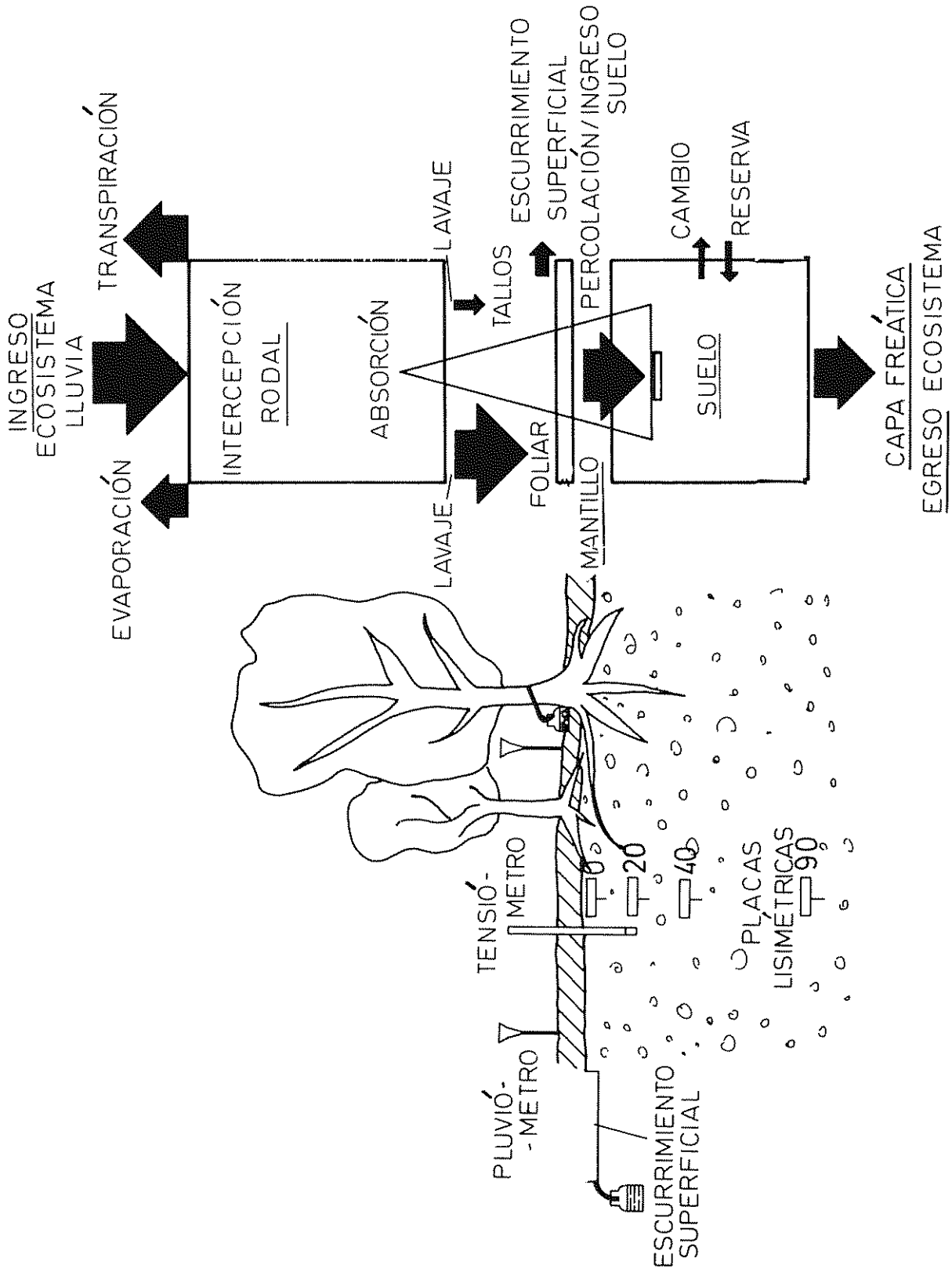


Fig. 1. Representación esquemática de las mediciones de flujos de agua en el ecosistema (sin escala).

informaciones sobre la translocación de elementos químicos con las lluvias son aún escasos (1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 14, 17, 19). Una descripción completa del ciclo hidrológico en ecosistemas ha sido hasta ahora objeto de pocas investigaciones (1, 7, 9, 14), ya que el sistema es bastante complejo y supone una gran cantidad de mediciones.

Dentro de un programa de estudio de los ecosistemas forestales de la región occidental de los Andes de Venezuela, se realizaron las mediciones y análisis químicos respectivos, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

### Materiales y métodos

#### Sitio de los estudios

El estudio se realizó en el bosque "San Eusebio" de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes en Mérida, Venezuela, descrito en detalle en publicaciones anteriores (6, 8, 15).

#### Medición de los flujos hidrológicos y recolección de muestras de agua

Después de la instalación y calibración de los equipos para las mediciones correspondientes, se llevaron a cabo los registros durante un año, entre diciembre de 1973 y noviembre de 1974, se utilizó equipo de registro continuo, se hicieron observaciones dos veces por semana, con mayor frecuencia en los meses de mayor pluviosidad. En detalle, se hicieron las siguientes mediciones y recolección de muestras de agua (Figura 1)

**La lluvia** o ingreso de agua al ecosistema en una parcela de tala rasa dentro del bosque, utilizando un pluviógrafo de Hellmann de registro semanal continuo y 30 pluviómetros de material plástico, distribuidos en tres líneas de 10 pluviómetros, a una distancia de 5 metros entre ellas. Para la recolección de las muestras se consideraron las tres líneas de pluviómetros como repeticiones y muestras mensuales, resultando 36 muestras de agua.

El **lavaje foliar** bajo el rodal de la parcela 3, utilizando igualmente 30 pluviómetros de material plástico, distribuidos en tres líneas como en la parcela de tala rasa; igualmente se recolectaron muestras mensuales con tres repeticiones, o sea 36 en total.

El **lavaje de tallos** en cuatro subparcelas de 100 m<sup>2</sup> en la parcela 3, en las cuales se ajustaron canaletas de caucho colectoras de agua en el tallo de todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho, mayor de 10 cm. De cada una de las subparcelas se preparó

una muestra mensual, resultando 48 muestras en el año de estudio.

**La intercepción**, equiparable a la evaporación desde el rodal, se calculó como diferencia entre la lluvia y la suma del lavaje foliar y de los tallos.

**La lluvia bajo el rodal**, equiparable al ingreso de agua en el suelo, se calculó como la suma del lavaje foliar y del lavaje de tallos.

El **escurrimiento superficial** en el suelo en 6 subparcelas de 10 m<sup>2</sup>, distribuidas en forma radial en la parcela 3, construidas con canaletas de lluvia. Mensualmente se homogeneizaron 3 muestras de agua.

El **contenido de agua** en el suelo y su cambio durante el año de observaciones se determinó en función de valores de **tensiómetros** en 20, 45 y 90 cm de profundidad con tres repeticiones y la **curva de pF** característica del suelo, determinada en muestras intactas, tomadas en cilindros metálicos y determinada bajo 1, 5, 50, 100, 33, 1 000, 3 000 y 10 000 cm de succión (Figura 3). Para la recolección de muestras de agua se colocaron **placas lisimétricas de cerámica** con ocho repeticiones bajo la capa de mantillo y en profundidades de 20, 40 y 90 cm en el suelo mineral. En función de las observaciones de la tensión de agua en las diferentes profundidades con los tensiómetros se transfirió la misma tensión a las placas lisimétricas con una carga de agua variable con un sistema de capilares, regulada con dos observaciones semanales (Figura 2). Las muestras de agua de percolación obtenidas representan así exactamente las condiciones hidrológicas en el suelo. Para la recolección de muestras se consideraron las placas bajo la capa de mantillo, a 20 y 90 cm de profundidad en el suelo mineral con tres repeticiones cada mes, resultando 36 muestras en el año de estudio.

#### Análisis químicos

Las 192 muestras colectadas se guardaron congeladas hasta el momento del análisis. Antes del análisis se evaporó lentamente una alícuota de las muestras en relación 10 : 1 con una plancha eléctrica a 60°C y se hicieron algunas determinaciones (N, P, Fe, Mn). Los análisis se realizaron en los laboratorios del Instituto de Geografía de la Universidad de los Andes en Mérida, con los siguientes métodos (5):

- pH con un electrodo de vidrio en la muestra original.
- N después de una digestión con Se-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Kjeldahl) y titulación.

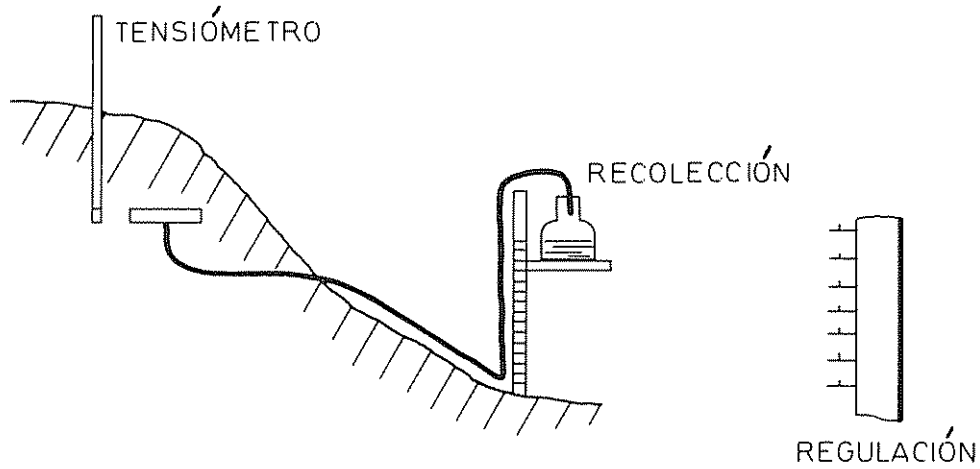


Fig. 2 Detalle de la medición de la tensión de agua en el suelo y la recolección de muestras de agua (sin escala, inclinación del terreno sobreestimada).

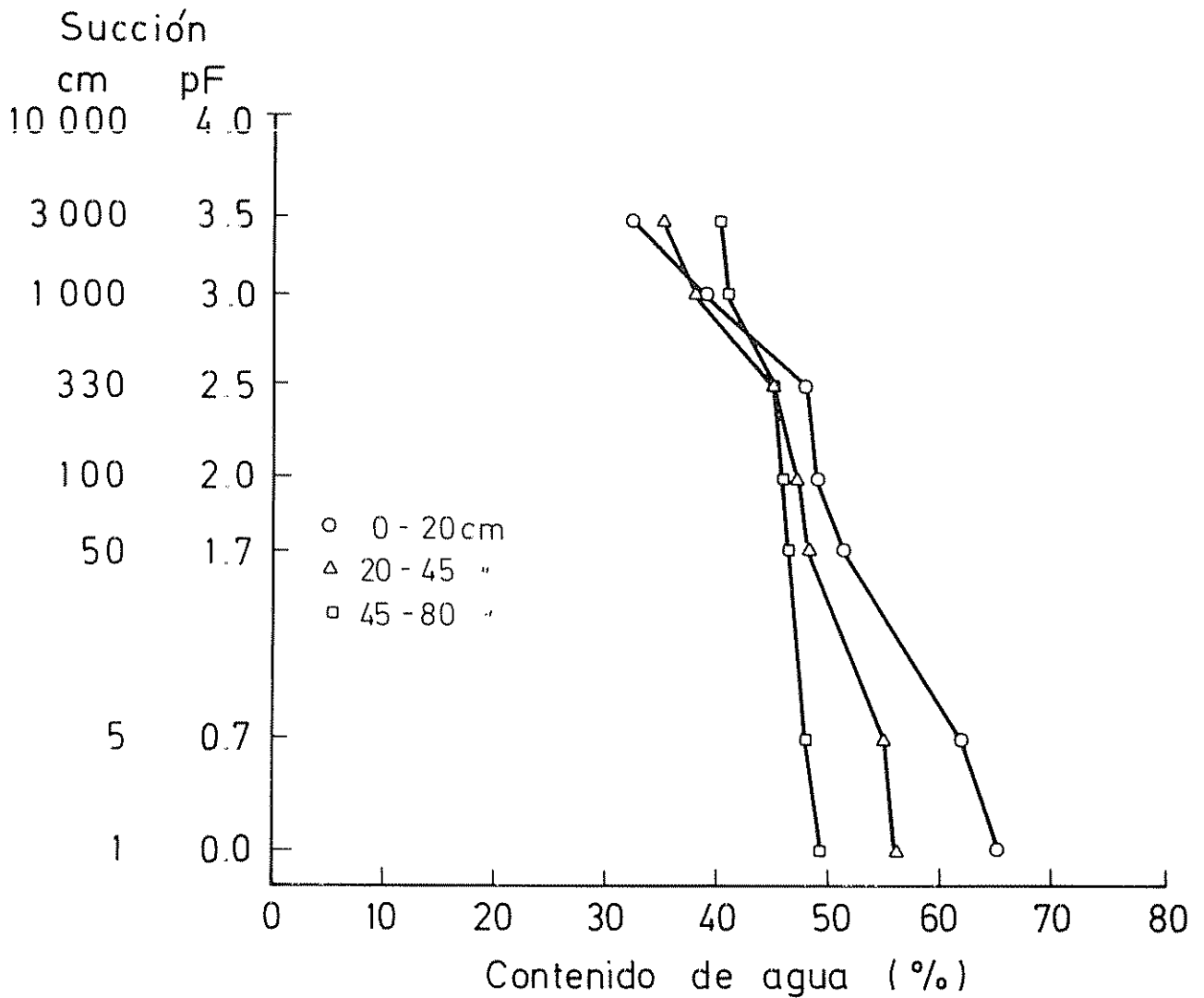


Fig. 3. Curva de tensión de agua del suelo (pF).

- P en la muestra evaporada 10 : 1 en forma de fosfomolibdato de amonio
- Na y K con un espectrógrafo Zeiss PF 5 en las muestras originales.
- Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 303), utilizando óxido de lantano para controlar interferencias
- Fe, Mn y Al igualmente por espectrometría de absorción atómica, pero en las muestras evaporadas 10 : 1.

### Cálculo de la evapotranspiración y percolación

La evapotranspiración representa la transferencia de agua del ecosistema a la atmósfera; es un factor importante en el ciclo hidrológico. Aunque los procesos de la evaporación y transpiración son físicamente similares, pueden sólo medirse o calcularse en un ecosistema forestal en forma indirecta.

La evaporación potencial se determinó con una balanza o tanque de evaporación de registro semanal continuo (Fa. Lambrecht) en la parcela del bosque, que arrojó un valor anual de 679 mm. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se utilizaron diferentes fórmulas, dentro de las cuales las de Thornwaite (16) y Turc (18) arrojaron valores anuales de 651 y 740 mm, respectivamente.

La evapotranspiración real se calculó en función de datos climáticos según la fórmula.

$$R_n = R_g + Ra - RF_c - RF_l$$

donde  $R_n$  es la radiación neta,

$R_g$  es la radiación global medida con un radiógrafo de registro semanal continuo de la Fa. Robitzch,

$Ra$  es la radiación atmosférica calculada según la fórmula de Angstrom,

$RF_c$  es la reflexión de onda corta con un valor promedio del 15 por ciento,

$RF_l$  es la reflexión de onda larga calculada con la constante de Boltzmann con un coeficiente de emisión de 0.97

Con los valores de la radiación neta se calculó la evapotranspiración real, suponiendo que el flujo de calor al suelo es compensado en el transcurso de un año, y utilizando los valores del calor sensible de Budyko (3). Con los valores obtenidos y considerando el calor latente (590 kcal por kg de agua), se calculó la evapotranspiración real.

La transpiración del rodal, equiparable a la absorción de agua a partir del suelo, se calculó como la diferencia entre la evapotranspiración y la evaporación (intercepción) del rodal.

El agua de percolación, que egresa del ecosistema, se calculó como la diferencia entre el agua que ingresó al suelo mineral y la absorción por el rodal.

### Cálculo de las tasas de transferencia de elementos químicos

Con las concentraciones encontradas para los diferentes elementos químicos analizados se calcularon los valores promedios mensuales y las desviaciones estándares respectivas. En función de las concentraciones (mg/l) y las cantidades de agua en cada uno de los flujos (mm,  $l/m^2$ ) se calcularon las tasas de transferencia correspondientes.

## Resultados y discusión

### Flujos de agua en el ecosistema

Los valores mensuales promedios y el valor total anual de cada uno de los procesos durante la época de medición están resumidos en el Cuadro 1.

La lluvia o ingreso de agua al ecosistema alcanzó un valor anual de 1 576 mm. Durante el año de observación se registraron dos épocas de lluvias abundantes (abril/mayo y setiembre/octubre). Los mínimos de lluvias se registraron en febrero y junio, respectivamente. El promedio de lluvias a largo plazo, medido durante 6 años en diferentes lugares del bosque (15), alcanzó un valor de 1 453 mm al año. Al comparar la distribución de las lluvias se constata que los meses de febrero y marzo son los de menor lluvia, los meses de mayo y setiembre son los más lluviosos, pero no presentan valores tan extremos. La variación estadística de los valores de las tres repeticiones (líneas de 10 pluviómetros) es pequeña, alcanzando un coeficiente del 3 por ciento.

El lavaje foliar alcanzó un valor anual total de 1 260 mm, correspondiendo al 80 por ciento de la lluvia. Los valores mensuales presentan en el transcurso del año las mismas tendencias que la lluvia, entre los valores mensuales de ambos flujos existe una correlación estadísticamente significativa de acuerdo con la ecuación:

$$Y (\text{lavaje}) = 0.994 X (\text{lluvia}) - 25.56, \\ r = 0.99^{+++}$$

Cuadro 1: Valores mensuales y anuales de los flujos hidrológicos (mm ó l/m<sup>2</sup>).

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Año
Lluvia. Ingreso al ecosistema	77.9	61.9	44.6	70.3	124.9	252.9	42.7	140.7	90.6	326.2	229.3	114.4	1 576.4
Lavaje foliar	35.3	43.7	27.2	46.4	86.2	209.1	26.7	112.6	54.4	307.8	215.2	95.2	1 259.8
Lavaje tallos	0.3	0.4	0.2	0.4	0.7	2.3	0.2	0.9	0.5	2.6	2.2	1.0	11.7
Intercepción													
mm	42.3	17.8	17.2	23.5	38.0	41.5	15.8	27.2	35.7	15.8	11.9	18.2	304.9
%	54	29	39	33	30	16	37	19	39	5	5	16	19
Ingreso al suelo	35.6	44.1	27.4	46.8	86.9	211.4	26.9	113.5	54.9	310.4	217.4	96.2	1 271.5
Escurr. superf.	2.6	2.3	0.1	0.4	1.7	3.5	0.1	0.2	0.1	2.7	0.7	0.2	14.6
Δ Suelo	2.6	3.3	-25.9	-1.0	36.7	-11.3	-26.9	35.7	-4.7	2.0	9.6	-13.2	6.9
Evapotranspiración													
kcal	4.3	3.0	3.8	3.2	3.6	6.1	5.8	5.9	6.4	6.1	5.6	4.2	57.9
mm	72.7	51.3	64.1	54.8	61.0	103.1	98.2	99.8	108.1	102.9	94.2	71.0	981.4
Transpiración	30.4	33.5	46.9	31.3	23.0	61.8	82.4	72.6	72.4	87.1	82.3	52.8	676.3
Percolación													
Egreso del suelo	2.6	7.3	6.4	16.5	27.2	161.1	-28.6	5.2	-12.8	221.3	125.5	56.6	588.3

El lavaje de tallos alcanzó un valor anual de 12 mm, correspondiendo al 0.7 por ciento de las lluvias. Aunque estos valores son bajos, se encontró una correlación significativa ( $r = 0.99^{***}$ ) entre los valores mensuales de ambos flujos. Tanto en rodales de áreas templadas como tropicales se ha encontrado que el lavaje foliar contribuye con valores más altos dentro del ciclo hidrológico; para el bosque de San Eusebio se debe hacer la observación de que las epifitas y especialmente los musgos y helechos, que crecen en los tallos, retienen notables cantidades de agua.

La intercepción alcanzó un valor total anual de 305 mm, equivalentes al 19 por ciento de las lluvias. En la distribución anual se observa, como se esperaba, que la intercepción tiene valores más altos en los meses de menor pluviosidad; ello está asociado a la estructura de las lluvias; en los meses "secos" de febrero y junio se registraron 15 días de lluvias, y 28 en los "lluviosos" de setiembre y octubre. La correlación:

$$Y (\% \text{ de intercepción}) = 44.19 - 0.13 X (\text{lluvia mensual}), \\ r = 0.81^{***}$$

confirma la situación e indica que al aumentar la pluviosidad disminuye el agua retenida en el rodal.

El escurrimiento superficial en el suelo alcanzó un valor relativamente pequeño de 15 mm, equivalente al 1.2 por ciento de los 1 272 mm que ingresaron al suelo. Este resultado es explicable por la inclinación del terreno —aproximadamente 20 por ciento— de la que resulta más bien una percolación profunda lateral del agua, que es difícil de registrar con canaletas de lluvia.

Los cambios del contenido de agua en el suelo, calculados en función de los valores de los tensiómetros y la curva de pF del suelo, indican que en el transcurso del año existe una variación muy pequeña (7 mm). Sin embargo, y como se constata en la Figura 4, existe una variación constante de los valores en el suelo en función de las lluvias y la absorción de las plantas; en el mes de mayo se registraron hasta 50 cm de succión en la matriz del suelo. Estos valores calculados pueden considerarse sólo como una primera aproximación, ya que las fuentes de error, especialmente la variabilidad de los tensiómetros (Figura 4), es bastante alta.

La evapotranspiración real, calculada en base a datos meteorológicos, alcanzó un valor de 981 mm, contribuyendo la transpiración con 676 mm. Ello implica que la absorción de agua, en promedio diario, llega a ser aproximadamente 2 mm. Si bien éste es un valor dentro del marco de la literatura correspondiente (1, 12), se debe indicar que tiene una serie de fuentes de error —valores aproximados de reflexión, falta de observación de velocidad de vientos, grado de nubosidad, calor sensible— lo cual limita su generalización. En forma global se puede expresar un valor de 1 000 mm de evapotranspiración, correspondientes 300 a evaporación y 700 a transpiración.

El agua de percolación, equiparable al agua que egresa del ecosistema, alcanzó un valor anual de 588 mm; los valores mensuales presentan una distribución paralela a las lluvias. Así, en los meses de mayor pluviosidad y después de la saturación del suelo con agua se observa la percolación. En los meses de mayo y setiembre se calculó una percolación de 161 y 221 mm, respectivamente. El agua de percolación representa el 37 por ciento de las llu-

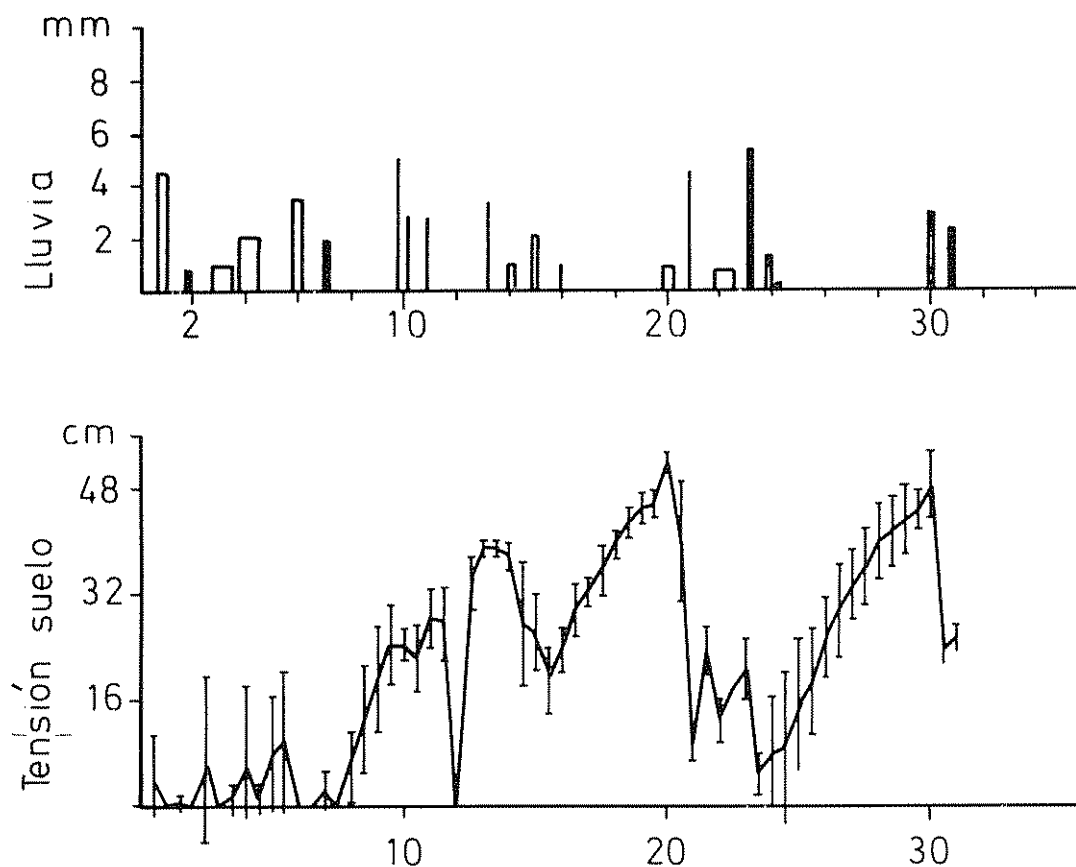


Fig. 4. Variación de la tensión de agua a 20 cm de profundidad en función de las lluvias en el mes de mayo.

vias, y así también es la relación entre el ingreso y egreso del agua en el ecosistema.

Una comparación con los pocos datos encontrados en la literatura resulta difícil, ya que las lluvias, estructuras de los ecosistemas, etc., son muy diferentes. Sin embargo, es interesante observar que en un bosque de llanura en Santa Fé, Panamá (7), se encontró una participación de los flujos de agua en el ecosistema muy similar al de San Eusebio; de los 1 933 mm de lluvia anual corresponde el 17 por ciento a la intercepción y el 39 por ciento a la percolación del suelo.

#### Concentración de elementos químicos

Los valores promedios anuales del pH y elementos químicos encontrados están sumarizados en el Cuadro 2 y parcialmente representados gráficamente en la Figura 5. La composición química del agua de lluvia ha sido discutida en detalle anteriormente (15); los valores relativamente altos encontrados para los elementos N, S, Cl y Na se deben seguramente a la quema excesiva de gases de la extracción de petróleo y la industria petroquímica al norte de la región de estudio y a la formación de aerosoles de NaCl que ascien-

den en los flancos de los Andes con los vientos alisios reinantes.

Para todos los elementos analizados se observa un cambio de sus concentraciones al pasar por el ecosistema (Figura 5). Así, las concentraciones aumentan con el escurrimiento foliar, alcanzan el valor más alto al pasar por la capa de mantillo y finalmente disminuyen en el suelo mineral. Esta distribución es típica para N, P, K, Ca y Mn; para el Mg no se observa un aumento en el escurrimiento foliar; para el Na y Al se observa el valor más alto en 20 cm de profundidad en el suelo, posiblemente debido a que estos elementos no son absorbidos selectivamente por las plantas. El potasio arroja los valores más extremos al atravesar el ecosistema, llegando a 38 mg/l al ingresar al suelo mineral, donde es absorbido por las plantas rápidamente, alcanzando a 90 cm de profundidad solamente 0.45 mg/l; estudios en otros ecosistemas forestales indican que este elemento es translocado muy rápidamente (7, 14, 20).

#### Transferencia de elementos químicos

La transferencia de elementos químicos con el agua a través del ecosistema se ha resumido en el Cua-



Cuadro 2: Valor promedio anual de pH y elementos quimicos (mg/l).

	pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Na
Lluvia	4.55	0.64	0.052	0.214	0.385	0.514	0.070	0.022	0.157	0.278
Esc. foliar	5.62	0.72	0.079	7.83	0.765	0.450	0.045	0.026	0.191	0.466
Esc. tallos	5.92	0.94	0.096	11.71	1.331	0.452	0.326	0.040	0.271	0.356
Ingr. suelo	5.34	4.56	0.291	38.39	5.082	2.09	0.548	0.101	1.059	0.415
Egr suelo	4.92	0.77	0.016	0.451	0.412	0.113	0.057	0.013	0.180	0.269

dro 3 en forma comparativa con otros estudios de regiones tropicales y subtropicales. Una comparación absoluta es, sin embargo, difícil ya que existen diferencias entre los métodos de recolección de las muestras y especialmente de la duración de los estudios.

Los valores de ingreso en el ecosistema para nitrógeno y elementos alcalinos registrados en San Eusebio son más bajos que los de otros estudios, especialmente para N en Gambia (17) y para Na en Nigeria (10) y

Puerto Rico (14); tal como fue discutido anteriormente, el ingreso de elementos al ecosistema con las lluvias depende notablemente de las condiciones atmosféricas reinantes (tormentas) y de las cercanías de las costas. Una contaminación de P en las muestras, tanto en los valores propios como en los de otros autores, es factible.

Para el escurrimiento foliar se encuentran para el ecosistema de San Eusebio valores generalmente

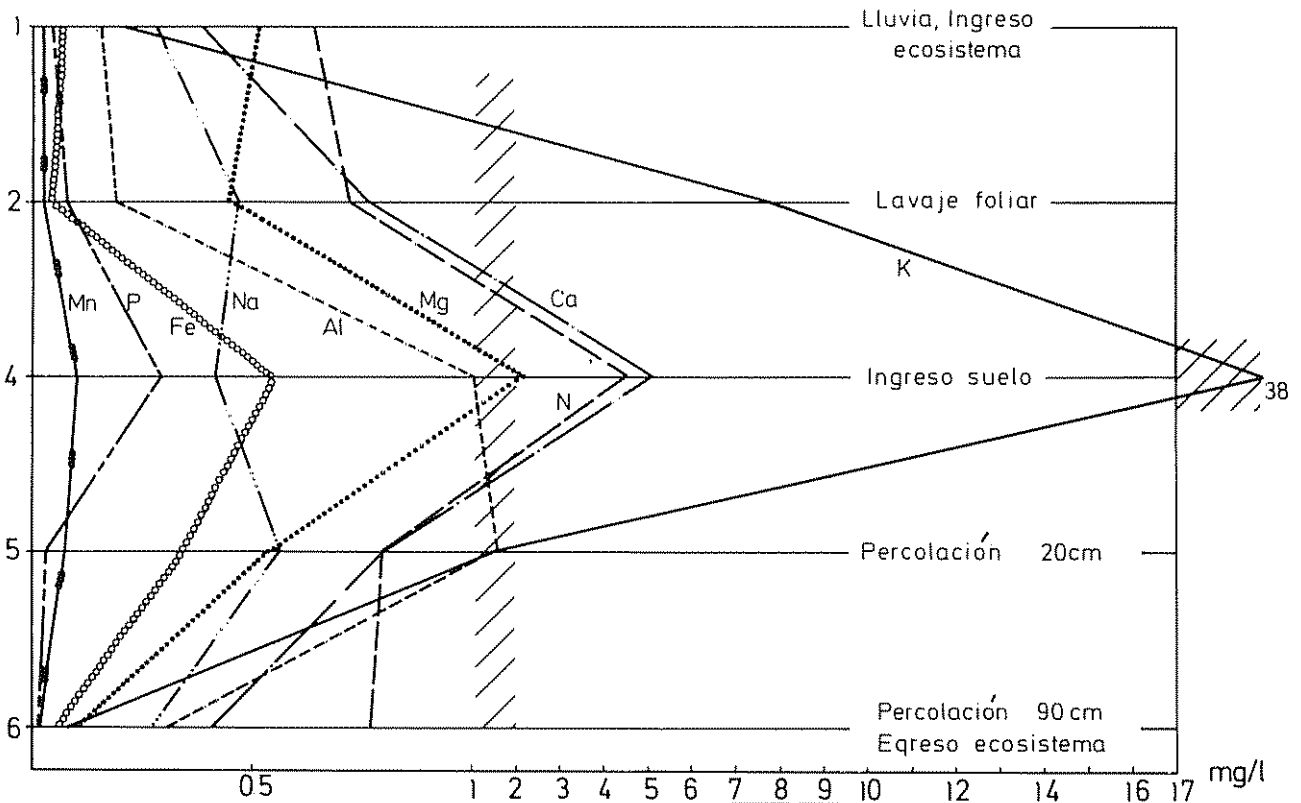


Fig. 5 Concentración de elementos quimicos en el pasaje del ecosistema.

Cuadro 3: Transferencia de elementos químicos con el ciclo hidrológico (kg/ha y año).

Lugar, País (Autor)	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Na
<b>Lluvia</b>									
San Eusebio, Venezuela	9.9	1.1	2.6	5.56	5.20	0.9	0.23	2.40	3.26
Manaos, Brasil (11)	10.0	0.3	—	3.7	3.0	—	—	—	—
Sta Fé, Panamá (7)	—	0.96	9.5	29.3	4.86	3.0	0.43	—	—
El Verde, Pto. Rico (14)	14.0	—	—	33.6	26.3	—	—	—	135.1
Kade, Ghana (13)	14.0	0.42	17.5	12.7	11.3	—	—	—	—
Younde, Camerún (2)	12.0	1.7	12.0	3.8	1.5	—	—	—	—
Samaru, Nigeria (10)	4.8	—	37.2	1.0	2.9	—	—	—	61.1
Kampala, Uganda (19)	19.1	—	21.6	—	—	—	—	—	21.7
Kampala, Zaire (4)	6.4	—	2.0	3.9	1.1	—	—	—	1.7
<b>ESCURRIMIENTO FOLIAR</b>									
San Eusebio, Venezuela	8.5	1.4	69.7	6.86	3.30	0.47	0.24	2.3	4.40
Sta Fé, Panamá (7)	—	0.61	50.0	37.5	9.80	4.28	0.34	—	—
El Verde, Pto. Rico (14)	72.0	—	—	69.4	25.2	—	—	—	211.7
Kade, Ghana (13)	26.5	4.1	237.7	41.6	29.2	—	—	—	—
Banco, Costa Marfil (1)	81.0	9.8	175.0	47.0	48.0	—	—	—	—
<b>ESCURRIMIENTO TALLOS</b>									
San Eusebio, Venezuela	0.06	0.02	1.0	0.12	0.04	0.02	0.003	0.03	0.03
El Verde, Pto. Rico (14)	—	—	—	11.3	6.06	—	—	—	3.18
<b>EGRESO DEL SUELO</b>									
San Eusebio, Venezuela	5.1	0.26	2.2	1.6	0.60	0.26	0.09	1.0	1.3
Sta Fé, Panamá (7)	—	0.70	9.3	163.2	43.6	10.1	0.3	—	—
El Verde, Pto. Rico (14)	—	—	—	43.8	18.2	—	—	—	87.6

más bajos que los de la literatura. En el caso del N se encuentran diferencias hasta de una décima potencia (San Eusebio 8.5, Costa de Marfil (1) 81 kg/ha y año). Más extremo es el caso del Na, donde en San Eusebio se registraron 4.4 y en El Verde en Puerto Rico (14) 221.7 kg/ha y año.

Aunque las concentraciones de los elementos químicos en el escurrimiento de tallos son generalmente más altas que en el escurrimiento foliar, resulta, en función de las cantidades, una transferencia menor en el transcurso del año. Tanto, que las cantidades casi no son de importancia en una observación total del ciclo de los elementos estudiados. Valores comparativos sólo se han encontrado para El Verde en Puerto Rico (14), donde las tasas son generalmente mayores.

Valores comparativos para la percolación del suelo —egreso del ecosistema— sólo se han encontrado en dos estudios, en Santa Fé en Panamá y El Verde en Puerto Rico (7, 14), donde se recolectaron muestras en un riachuelo cercano al sitio de los estudios. En ambos casos se han encontrado egresos de elementos químicos más altos que en el ecosistema de San

Eusebio. La única pérdida importante registrada en este estudio es la del N con 5.1 kg/ha y año.

Al comparar los valores encontrados de ingreso y egreso de elementos químicos en los ecosistemas se constata que en San Eusebio existe una acumulación continua de todos los elementos estudiados, de lo cual resulta un incremento en la estabilidad del ecosistema. En el caso de los ecosistemas de Santa Fé (7) y El Verde (14) los egresos son más altos que los ingresos, resultando así una pérdida continua de elementos.

### Resumen

En una parcela del ecosistema forestal montano de "San Eusebio", Mérida, Venezuela, se estudió el ciclo hidrológico y la transferencia de elementos químicos con el agua. Los diferentes flujos de agua en el ecosistema se midieron con equipo de registro semanal continuo y por lo menos dos observaciones semanales. Se registraron las lluvias (con un valor anual de 1 576 mm), el lavaje foliar (1 260 mm) y de tallos (12 mm), el escurrimiento

superficial en el suelo (15 mm) y el contenido de agua del mismo —valores de tensiómetros y curva de pF—. Por diferencia se calcularon la intercepción (305 mm) y la evaporación. Con base en datos meteorológicos se calculó la evapotranspiración real (981 mm), y por diferencia entre la lluvia bajo el rodal y la absorción de agua se calculó la percolación de agua del suelo (588 mm). Se discute la importancia y participación de cada uno de los flujos.

En 192 muestras de agua recolectadas se analizaron los elementos N, P, K, Ca, Mn, Fe, Al y Na y el pH. En función de las concentraciones y los flujos correspondientes se calcularon las tasas de translocación de los elementos químicos. Las concentraciones aumentan en el pasaje del ecosistema en el lavado foliar y de tallos, y disminuyen en el agua de percolación.

Las tasas de ingreso de elementos químicos en el ecosistema depende notablemente de las condiciones medioambientales de la región del estudio, proveniente las cantidades altas de N y Na de la contaminación atmosférica. El ciclo interno de los elementos es intenso, especialmente para el K. Al comparar los valores de ingreso y egreso de elementos químicos en el ecosistema se corrobora una acumulación continua de elementos en el ecosistema en estudio.

#### Literatura citada

1. BERNHARD—REVERSAT, F. Nutrients in throughfall and their quantitative importance in rain forest mineral cycles. *Tropical Ecological Systems*, New York. 153-159. 1975.
2. BOYER, J. Cycles de la matière organique et des éléments minéraux dans une cacoyère camerounaise. *Café, Cacao, Thé*. 17:3-23. 1973.
3. BUDYKO, M. I. Atlas teplogo balansa zan nogo schara. Moscú. 1965.
4. ERIKSSON, E. Composition of atmospheric precipitation. I Nitrogen compounds. II. Sulfur, chloride, iodine compounds *Tellus*. 4:215-230, 280-303. 1952.
5. FASSBENDER, H. W. y AHRENS, E. Laborvorschriften und Praktikumsanleitung. *Göttinger Bodenkunde, Berichte*. 7:1-88. 1977.
6. FASSBENDER, H. W. y GRIMM, U. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y descomposición de residuos vegetales. *Turrialba*. 31(1):39-47. 1981.
7. GOLLEY, F. B. *et al.* Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. *Athenas. University of Georgia Press*. 248 p. 1975.
8. GRIMM, U. y FASSBENDER, H. W. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. I. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al y Na). *Turrialba*. 31(1):27-37. 1981.
9. HUTTEL, C. Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de basse Côte-d'Ivoire Estimation du bilan hydrique. *La Terre et la Vie*. 29:192-202. 1975.
10. JONES, M. J. y BROMFIELD, A. R. Nitrogen rainfall at Samaru, Nigeria. *Nature*. 227:86. 1970.
11. KLINGE, H. y FITTKAU, E. J. Filterfunktionen im Ökosystem des Zentrallamazonischen Regenwaldes. *Mitteilungen der deutschen Bodenkunde-Gesellschaft*. 16:130-135. 1972.
12. LANGE, O. E. *et al.* eds. Water and plant life. *Ecological Studies* 19. Parey Verlag, Berlin. 1976. 536 p.
13. NYE, P. H. y GREELAND, D. J. Changes in the soil after clearing tropical forest. *Plant and Soil*. 21:101-110. 1964.
14. ODUM, H. T. A tropical rain forest. Washington, U. S. Atomic Energy Commission. 1970, s.n.
15. STEINHARDT, U. y FASSBENDER, H. W. Características y composición química de las lluvias de los Andes Occidentales de Venezuela. *Turrialba*. 29:175-182. 1979.
16. THORNWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*. 38:55-94. 1948.
17. THORNTON, I. Nutrient content of rain water in the Gambia. *Nature*. 205:1 025. 1965.

- 
18. TURC, L. Evaluation des besoins en eau d'irrigation - évapotranspiration potentielle. *Annales Agronomiques*. 12:13-49. 1961.
  19. VISSER, S. A. Chemical composition of rain water in Kampala, Uganda, and its relation to meteorological and topographical conditions. *Journal of Geophysical Research*. 66:3 754-3 765. 1961.
  20. ZAMIEROWSKI, E. E. Leaching losses of minerals from leaves of trees in montane forest in Kenya. *Journal of Geology*. 63: 679-687. 1975.

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA\***

Febrero de 1981

En virtud de que el IICA ha adoptado el Sistema Internacional de Unidades, nos permitimos anotar a continuación para los autores y colaboradores de las Revistas Turrialba y DRELA, así como para otras series de publicaciones del Instituto, las siguientes reglas principales.

En 1960, la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) y la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) decidieron por unanimidad en París, sede del BIPM, crear un sistema internacional de unidades de pesas y medidas (SIU). En 1975 había ya 44 países miembros del BIPM cuya tarea principal es asegurar la unificación mundial en torno del SIU. Hoy día los Estados Unidos de América e Inglaterra han adoptado también el uso del SIU.

Por ejemplo, el kilogramo es unidad de masa, y ya no de peso; el recurso al concepto de peso queda abolido, pues corresponde en realidad a la fuerza de atracción debida a la gravedad, y, por lo tanto, los cuerpos en el espacio interplanetario no tienen peso, pero sí conservan su masa. La unidad de fuerza es el newton (N), que corresponde a la necesaria para producir una aceleración de un metro por segundo sobre una masa de un kilogramo. La unidad de presión o esfuerzo es el pascal (Pa) y equivale a la noción abolida de kilogramos (fuerza) por centímetro cuadrado:  $9\ 806\ 650\ \text{kg (fuerza)/m}^2 = 1\ \text{Pa}$ .

**Reglas principales para la consignación de las unidades SI**

1. No se usan las mayúsculas en los nombres de unidades. Única excepción: grados Celsius.
2. Los símbolos no se escriben con mayúsculas. Excepciones: los derivados de nombres de personas.
3. Los prefijos métricos no se escriben con mayúsculas. Excepciones: tera T, giga G, mega M.
4. Los símbolos se escriben siempre igual, sean singular o plural, ej.: 5 mm, no 5 mms.
5. Cuando se escriben los nombres de unidades completos, se pluralizan normalmente, ej.: 10 kilogramos, 55 hectáreas.
6. No se usan los prefijos solos, sino acompañados de la unidad, ej.: 15 megawatts, no 15 megas.
7. No se usa el punto después del símbolo (24 m, no 24 m.), excepto al final de un párrafo.
8. Siempre se deja un espacio entre el número y el símbolo o unidad, ej.: 10 cm, no 10cm.
9. No se usan comas ni puntos para separar números largos; se deben separar de tres en tres. El punto marca el principio de la fracción decimal. ej.: 1 000 005.34, 30 000 y no 1,000,005.34 ó 30,000.
10. Siempre se coloca un cero a la izquierda del punto decimal, ej.: 0.77 y no .77.
11. Cuando se expresan unidades compuestas como kilómetros por hora, se usa la diagonal, ej.: 78 km/h, 50 m/s. Si se trata de newton metros se usa el punto, ej.: 5 N.m.

*Continúa en la página 120*

### Abstract

*Following a basic model for biogeochemical cycling, the stores and transfers of N, P, K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe and Al in the montane forest ecosystem of San Eusebio, Mérida, Venezuela, are presented. The input layer of the ecosystem is the forest canopy; the output layer was placed at 120 cm below soil surface. Mineral stores were analysed in the compartments vegetation, dead wood, litter and soil. Transport processes were registered through chemical analysis of litter and water. In order to characterise the dynamics of the ecosystem the parameters: 1) vegetation turnover, 2) input-output-ratio, 3) vegetation store – input-ratio and 4) vegetation store – turnover – ratio, were used.*

*Nitrogen and phosphorous show high organic reserves in the soil and a rapid turnover in the vegetation. Potassium is the minimum element showing a high vegetation turnover and almost equal input and output. Aluminum has an interesting cycling with very high reserves in exchangeable form in the soil.*

*Results are discussed in relation to the chemical input patterns into the ecosystem, vegetation physiology, climate and soil characteristics.*

### Introducción

**E**l desarrollo de modelos matemáticos para interpretar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, basándose en la cuantificación de las reservas acumuladas en los compartimentos y la expresión de los cambios con ecuaciones matemáticas, son el resultado de los nuevos conceptos de la ecología moderna. Los ciclos biogeoquímicos en ecosistemas han sido hasta ahora poco estudiados y, ello, en un grado de detalle muy diferente. Actualmente existe el consenso de que un estudio completo del ecosistema implica la evaluación de las reservas minerales y orgánicas y sus interrelaciones con la

atmósfera, pedósfera, litósfera e hidrósfera. Las reservas minerales y orgánicas del ecosistema forestal están acumuladas en la vegetación, los animales, la capa de mantillo y el suelo; los procesos de transferencia ocurren con los residuos animales, vegetales y el agua (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15). En artículos anteriores se han publicado los detalles de estudios al respecto conducidos en el ecosistema forestal montano de San Eusebio en los Andes Occidentales de Venezuela (3, 6, 7, 13).

Para la cuantificación de la dinámica y los procesos de cambio en los ecosistemas se han descrito en la literatura diferentes parámetros o relaciones matemáticas (1, 2, 5, 8, 14, 15).

– Índice de transformación en la vegetación (vegetation turnover), definido matemáticamente como la diferencia entre ingresos y egresos en el compartimento de la vegetación del ecosistema, expresada como masa en unidad de superficie y de tiempo (kg/ha y año). Las fuentes de ingreso o ganancia son las lluvias, deposición de partículas, la fijación de N en raíces y hojas. Las fuentes de pérdidas o egreso son la producción de residuos vegetales aéreos y radicales, la producción de madera muerta, el escurrimiento de los tallos y las hojas. Este

1/ Recibido para publicación el 20 de agosto de 1980. Los autores agradecen a la Sociedad Alemana de Investigaciones por el apoyo financiero para conducir los trabajos y a la Universidad de los Andes por el apoyo logístico.

\* Instituto de Suelos y Nutrición Vegetales. Universidad de Göttingen, Alemania, D 3 400 Göttingen-Wende, Büsgenweg 2.

\*\* Actualmente en Centro de Pesquisas Agropecuarias dos Tropicós Umidos. Belém, Brazil

parámetro es prácticamente equiparable a la absorción de elementos por la vegetación, suponiendo que el ecosistema se encuentra en su estado clímax, donde la producción es igual a la descomposición.

- Índice de ingreso - egreso del ecosistema (ecosystem input - output ratio), definido matemáticamente como el cociente entre la ganancia y pérdida de un elemento en el ecosistema:

$$\frac{\text{ingreso (kg/ha y año)}}{\text{egreso (kg/ha y año)}}$$

Valores  $> 1$  implican una ganancia, valores  $< 1$  implican una pérdida. Para la evaluación de este parámetro es necesario, a la vez, evaluar todas las fuentes de ingreso o ganancia (lluvia, deposición, fijación de N, meteorización de las rocas parentales de los suelos) y de egreso o pérdida (percolación, escurrimiento, volatilización, erosión, cosecha) del ecosistema

- Índice de ingreso - reserva en la vegetación (vegetation store - input ratio), definido matemáticamente como:

$$\frac{\text{reserva en la vegetación (kg/ha)}}{\text{ingreso en el ecosistema (kg/ha y año)}}$$

Esta relación implica los años necesarios para llenar la reserva encontrada en la vegetación en función del ingreso o ganancia atmosférica encontrada.

- Índice de reserva - transformación en la vegetación (vegetation store - turnover ratio), definido matemáticamente como:

$$\frac{\text{reserva en la vegetación (kg/ha)}}{\text{índice de transformación (kg/ha y año)}}$$

Esta relación implica los años necesarios para la renovación de la reserva mineral de la vegetación.

En función de un modelo básico para evaluar el ciclo biogeoquímico publicado anteriormente, se presentan en este artículo los detalles del ciclo de los elementos químicos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al y Na y los parámetros de su caracterización en el ecosistema forestal montano de San Eusebio en Venezuela.

### Materiales y métodos

#### Sitio de los estudios

El estudio se realizó en el bosque "San Eusebio" de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universi-

dad de los Andes en Mérida, Venezuela, descritos en detalle en publicaciones anteriores (3, 6, 7, 13).

#### Cálculo de los índices característicos del ecosistema

Para el cálculo de los índices caracterizadores del ecosistema se utilizaron los valores de las reservas minerales [de 13 parcelas estudiadas, expresados como kg/ha (6)] y los procesos de transferencia con los residuos vegetales y con el agua, medidos durante un año, y expresados como kg/ha y año (3, 7).

La relación de la transformación en la vegetación (turnover) se calculó como la diferencia de ingresos y egresos de la vegetación del ecosistema. Como fuente de ingreso se consideró el aporte de elementos con las lluvias, medido en una parcela de tala rasa (30 pluviómetros). Como fuente de egresos se consideraron el escurrimiento foliar (30 pluviómetros) y el de tallos (4 parcelas), la producción de residuos vegetales aéreos (hojas, ramas, flores y frutos y epifitas en 3 parcelas con 36 recolectores), la producción de madera muerta y residuos radicales (con base en los datos de biomasa).

El índice ingreso-egreso del ecosistema (input-output ratio) se calculó según el aporte de las lluvias y pérdidas con el agua de percolación (placas lisimétricas a 90 cm de profundidad).

Para el cálculo de la relación ingreso-reserva vegetal (vegetation store-input ratio) se usaron igualmente los valores del aporte del agua de lluvia y la determinación de los elementos químicos en la fitomasa.

La relación entre la reserva vegetal y la transformación (vegetation store-turnover ratio) está basada igualmente en las cantidades de los elementos químicos en la biomasa de la vegetación y la tasa de transformación arriba indicadas.

Para la preparación de los modelos matemáticos se utilizaron los compartimentos de la vegetación, la capa de mantillo, el suelo y los procesos de translocación de elementos químicos arriba indicados.

### Resultados y discusión

#### Relación de transformación en la vegetación (vegetation turnover)

Los valores encontrados se encuentran en detalle en el Cuadro 1. Por ser la vegetación un sistema cerrado dentro del ecosistema, debe compensarse la diferencia entre las ganancias y pérdidas a través de la absorción de elementos químicos a partir del suelo. Esta premisa es válida para todos los elementos qui-

Cuadro 1: Ingreso y egreso de elementos químicos en el compartimento de la vegetación y su "turnover" en comparación con otros ecosistemas forestales tropicales (kg/ha y año).

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Na
San Eusebio									
Ingresos									
Lluvia	9.9	1.1	2.6	5.6	5.23	0.90	0.23	2.43	3.26
Egresos									
Residuos vegetales aéreos	69.1	3.99	33.1	43.1	14.38	0.80	3.71	9.34	0.27
raíces	89.3	5.36	33.0	61.3	14.10	14.80	2.09	33.10	1.03
Madera muerta	11.8	0.72	5.8	17.5	3.02	0.25	0.86	1.31	0.15
Escurrecimiento foliar	8.5	1.38	69.7	6.9	3.34	0.47	0.24	2.26	4.39
Escurrecimiento de tallos	0.1	0.02	1.0	0.1	0.04	0.02	trazas	0.03	0.03
Suma	178.8	11.47	142.6	128.9	34.88	16.34	6.90	46.04	5.87
"Turnover"	168.9	10.37	140.0	123.3	29.65	15.44	6.67	43.61	2.61
El Verde, Pto. Rico (11)									
	220	-	-	10.0	-	-	-	-	-
Sta. Fé, Panamá (5)									
	-	9.0	-	251	25	-	-	-	-
Costa Marfil (1)									
	210	11.5	-	-	-	-	-	-	-
Kade (10)									
	235	13.6	278.0	298	59	-	-	-	-

micos estudiados, a excepción del nitrógeno. Como fuentes adicionales de ingreso de N en la vegetación deben considerarse la fijación de N en las raíces y hojas (4, 12); estos procesos no fueron estudiados en detalle; sin embargo, vale indicar que dentro de las especies encontradas no existen leguminosas y por otro lado otros autores han demostrado que en los nódulos radicales encontrados en el Pino laso (*Podocarpus respigiosii*) no se produce fijación de N (4).

La validez de los resultados está sujeta a que la vegetación se encuentre en su grado clímax o sea que la producción sea equiparable a la descomposición (catabolismo = anabolismo); una acumulación en la vegetación (crecimiento y retención) implicaría una corrección de los valores. Esta premisa se puede aceptar con base en que se trata de bosques primarios seniles desde que se conoce la historia.

Los elementos N, K y Ca alcanzaron valores altos de "turnover", Mg y Al los tuvieron medianos y para P, Mn y Na se encontraron los valores más bajos. Las tendencias encontradas generalmente se han constatado en otros ecosistemas, cuyos valores, sin embargo, no son siempre equivalentes, ya que el estudio de los procesos difiere en su grado de intensidad y casi no se conocen datos sobre la producción de madera muerta y residuos radicales. Además los valores del egreso con el agua se han obtenido con diferentes métodos. Los valores de los estudios en Sta. Fé, Panamá (5), y El Verde en Puerto Rico (11), así como en la Costa de Marfil (1) y Ghana (10) se han incluido en el Cua-

dro 1. La tendencia de la movilidad de los elementos químicos se puede generalizar con un grado de renovación alto para el N (170 a 235 kg/ha y año), medio para K, Ca y Mg, y bajo para el P (10 a 14 kg/ha y año). Los valores encontrados para el Fe en San Eusebio aparentemente son erróneos, ya que el valor del egreso con los residuos radicales es muy alto y seguramente se debe a una contaminación de las pruebas.

**Coefficiente ingreso-egreso del ecosistema (input-output ratio)**

Los valores encontrados en este estudio en San Eusebio se han sumariado comparativamente con los de Sta. Fé, Panamá, y El Verde, Puerto Rico (5, 11, 15) en el Cuadro 2. Por ser en San Eusebio los ingresos con las lluvias siempre más altos que los egresos, con el agua de percolación resultan valores del coeficiente > 1; ello implica que se produce siempre una ganancia o acumulación de los elementos químicos en el ecosistema. Para los elementos estudiados en los otros ecosistemas se ha encontrado generalmente una pérdida en el ecosistema, a excepción del Mg en El Verde (15) y P, Mn y Na en Sta. Fé (5). En este caso debe suponerse una compensación de las pérdidas con la meteorización paulatina de las rocas parentales de los suelos, sin embargo, éste es un proceso cuya cuantificación es casi imposible, especialmente en períodos relativamente cortos.

Los valores netos de ganancia anual de los elementos químicos se pueden calcular con base en los datos



del Cuadro 2. Las mayores acumulaciones se producen para Mg y Ca. Como fuente de origen para estos elementos se consideran los polvos y aerosoles de la erosión del suelo en la zona desértica al norte del área en estudio (13). Para el N se encontró una acumulación anual de 4.0 kg/ha y año; como fuente de producción de N en la atmósfera se consideran las tormentas y la quema de gases excesivos en la extracción del petróleo en la región del lago Maracaibo.

#### Relación reserva en la vegetación-ingreso (vegetation store input-output)

Los valores de las reservas minerales en la vegetación y los del ingreso correspondientes utilizados para el cálculo de la relación en el estudio de San Eusebio están sumariados en el Cuadro 3; igualmente, aquí

se presentan los valores respectivos calculados en función de los valores publicados por otros autores para ecosistemas forestales tropicales (5, 11, 15). El tiempo necesario para renovar las reservas minerales de la vegetación del bosque de San Eusebio, a partir de la descarga atmosférica con las lluvias, es sorprendentemente corto a excepción del potasio (565 años). El valor encontrado para el nitrógeno (112 años) es sorprendentemente comparable con los valores del ecosistema de El Verde y Kade, ya que el rango de deposición de N es muy variable en áreas tropicales.

El valor encontrado para el fósforo (66 años) es relativamente corto, una interpretación de este resultado es muy crítica ya que la contaminación de las muestras de agua de lluvia con insectos y restos vegetales es frecuente y casi imposible de controlar.

Cuadro 2: Ingreso y egreso de elementos químicos en el ecosistema (kg/ha y año) y su relación.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Na
San Eusebio									
Ingreso	9.1	1.1	2.6	5.56	5.20	0.90	0.23	2.40	3.26
Egreso	5.1	0.26	2.2	1.60	0.60	0.26	0.09	1.00	1.30
Relación	1.78	4.23	1.18	3.48	8.67	3.46	2.56	2.40	1.79
El Verde (11)	0.30	0.72	—	0.77	1.45	—	—	—	—
Sta. Fé (5)	—	1.43	1.02	0.18	0.11	0.30	1.43	—	1.54

Cuadro 3: Reserva de elementos químicos en la vegetación y otros compartimentos (kg/ha), el ingreso atmosférico (kg/ha y año) y la relación entre reserva vegetal e "input".

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	Na
San Eusebio									
Reserva vegetación	1 107	66	1 469	899	254	74	42.5	189	15
M. Muerta	58	3.5	28	86	15	1.2	4.2	6.4	0.7
Mantillo	583	29.2	59	216	55	192	14.8	245	7.2
Suelo (0-120 cm)	27 197	6 424	934	1 859	449	203	217	17 217	188
Ingreso	9.9	1	2.6	5.6	5.2	0.9	0.2	0.2	3.3
Relación reserva vegetal - ingreso									
San Eusebio	112	66	565	161	49	82	183	79	4.5
El Verde (11)	123	—	—	—	9.6	—	—	—	—
Sta. Fé (5)	—	394	368	192	127	—	—	—	—
Kade (10)	112	252	44	154	26	—	—	—	—

La tasa de renovación encontrada para el Na (4.5 años) no es un valor realista, si bien los ingresos con las lluvias son altos por la relativa cercanía de la costa del mar del Caribe (aprox. 200 km), la absorción de este elemento por las plantas no es selectiva pues el Na no es esencial para su desarrollo.

La utilización e interpretación de la relación vegetación-ingreso es, del punto ecológico de la regeneración y sucesión natural de los ecosistemas, de gran importancia. La regeneración de una vegetación forestal secundaria, después de la pérdida del bosque a causa de su utilización por el hombre o por catástrofes naturales, depende de las características del suelo y la disponibilidad de elementos nutritivos y de los ingresos atmosféricos con las lluvias. Los lapsos encontrados para "San Eusebio" son favorables. La repercusión y la tala del bosque deben verse desde otro punto de vista: en la región montañosa de los Andes existen suficientes ejemplos de los efectos catastróficos de la erosión de los suelos después de la desaparición de la cubierta vegetal.

#### Relación reserva-tasa de transformación en la vegetación (vegetation store-turnover ratio)

Los valores encontrados para esta relación en San Eusebio y otros ecosistemas forestales tropicales para los elementos nutritivos N, P, K, Ca y Mg se presentan en el Cuadro 4. Los resultados encontrados para los diferentes elementos químicos en los pocos lugares donde se han conducido estudios, son bastante similares. El lapso para que los elementos inicien un nuevo ciclo en el ecosistema de San Eusebio oscila entre 6 (P) y 11 años (K). Los valores para el nitrógeno son sorprendentemente similares en los ecosistemas estudiados, variando entre 5.6 y 6.7 años.

La interpretación de este índice es de interés desde el punto ecológico de la renovación y repetición natural de los ecosistemas. Una premisa de su utilización está ligada a bosques siempre verdes; la caducifolia implica que con la pérdida (generalmente anual) de las hojas se acorta su vida y así se acelera el ciclo de renovación de los elementos nutritivos. El índice en discusión está relacionado indirectamente con la tasa de descomposición de los residuos vegetales en el suelo; cuanto mayor sea la velocidad de este proceso, tanto más rápido se liberan los elementos y pueden ser absorbidos nuevamente por las plantas.

#### Modelos de los ciclos biogeoquímicos

Para el análisis del ecosistema es necesario determinar los compartimentos y los límites entre ellos; ello implica que tanto en el campo, en las mediciones, como en el modelo existe una definición exacta.

En el estudio realizado se considera como límite superior del ecosistema la superficie de los árboles más altos del rodal, determinándose así la superficie de los ingresos atmosféricos en el ecosistema. Aquí se encuentra una equivalencia con otros estudios (5, 11). Como límite inferior del ecosistema se considera la profundidad de raíces observadas, distribuidas intensivamente hasta 60 cm y extensivamente hasta los 120 cm. Este límite importante para determinar los egresos del ecosistema difiere mucho entre los diferentes estudios realizados, dependiendo de las metas de los estudios, de la estructura del suelo, la distribución de raíces, etc.; algunos autores incluso analizan los egresos del suelo no directamente dentro del ecosistema sino en las cuencas hidrográficas respectivas. Los límites laterales del ecosistema no están definidos, ya que se supone que el transporte lateral se compensa con ingresos y egresos laterales equiparables.

Como compartimentos del ecosistema se consideran el bosque o la vegetación, la capa de mantillo y el suelo mineral. La decisión de los límites de estos dos últimos no es problemática; en la capa de mantillo se observan en forma clara los horizontes de los residuos recientes (L), en descomposición (F) y transformados en materiales húmicos (H): en el suelo mineral se consideraron las capas 0-20; 20-40; 40-60; 60-90 y 90-120 cm. En el compartimento del "bosque" se consideran todos los componentes de la vegetación, aunque aquí se pueden también diferenciar compartimentos más detallados (6). Como un compartimento *sui generis* para el ecosistema estudiado se considera la madera muerta por su abundancia, además entre el momento de la muerte de los árboles y su proceso de descomposición no existen límites definidos.

Los componentes dinámicos del ecosistema están unidos a los medios de transporte de los elementos químicos. En la parte izquierda (Figura 1, 2) del modelo se consideran los procesos de transferencia con los residuos vegetales, en la derecha las transferencias con el agua. En el modelo no se consideran transportes de materiales sólidos (polvos, materiales de erosión) ya que ellos son translocados y medidos con el agua. No se midieron transportes de gases, sólo en el caso del N se suponen fuentes de ganancia o pérdida en esta forma.

Los procesos de crecimiento y retención de elementos químicos en el ecosistema tampoco se estudiaron en detalle, pues se considera que el bosque se encuentra en su estado clímax (steady state); esta simplificación es válida en función del bosque primario senil encontrado; esta decisión ahorra, por otro lado, las mediciones complicadas y a corto plazo inexactas del desarrollo del rodal, la flora edáfica y especialmente de las raíces finas en el suelo.

Una limitación notable en el estudio realizado es la falta de la cuantificación de los elementos químicos y los procesos de transporte con la macro- y microfauna del ecosistema. Estos aspectos han sido hasta ahora poco estudiados (5, 9, 15), una integración total de los aspectos a estudiar es difícil, y casi imposible.

### Nitrógeno

El modelo del nitrógeno se presenta en detalle en la Figura 1. De las reservas totales del ecosistema sólo se encuentra el 4% en la vegetación. La reserva en la capa de mantillo y especialmente en el suelo mineral es bastante elevada, incluso a profundidades de más de 60 cm. Como fue discutido en otro artículo (6), la acumulación de materia orgánica, y con ella del nitrógeno, es elevada, en los suelos de la región del estudio, alcanzando valores de 5.5% C (0.45% N) y es *sui generis* de los suelos montanos. Ello es explicable por la localización de la zona y las interacciones entre el clima y el suelo; con el aumento de la altura se regulan favorablemente los procesos de producción y descomposición de la materia orgánica, resultando su acumulación y así la del nitrógeno. La importante reserva del N en el suelo implica una estabilidad del ecosistema, especialmente al pensar en la utilización o destrucción de la vegetación por el hombre o por catástrofes naturales.

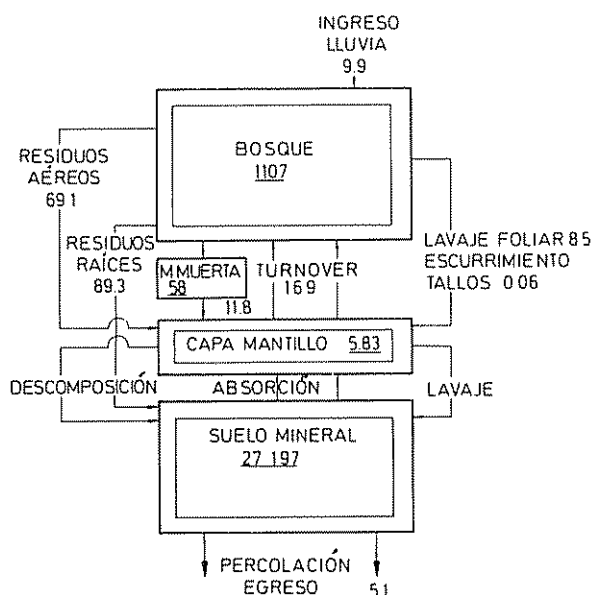


Fig. 1. Modelo del ciclo del nitrógeno en el ecosistema forestal de San Eusebio (Dimensiones: compartimentos kg/ha, transferencias kg/ha y año).

El proceso de "turnover" del N en la vegetación es bastante alto, aunque comparable a los otros estudios realizados en áreas tropicales. Aquí se debe mencionar nuevamente que este valor depende o puede estar influido por la posible fijación de N desde la atmósfera (4, 12). La tasa de renovación del N en el ecosistema es de sólo 6.5 años. En función del ingreso anual registrado (9.9 kg/ha y año) se puede llenar la reserva encontrada en la vegetación en 112 años. Las pérdidas de N del ecosistema son más bajas que las ganancias, y estos resultados son regulados seguramente por los valores bajos de pH del suelo (pH 3.5 - 4.0), las temperaturas reinantes (en 5 cm de profundidad siempre < 12°C) y con ello el proceso de nitrificación con velocidad reducida. No se midieron pérdidas gaseosas de N; ellas son factibles en las épocas de mayor pluviosidad cuando en el subsuelo resultan condiciones anaeróbicas.

### Fósforo

Las reservas del P son bastante altas y se encuentran acumuladas en casi su totalidad (99%) en el suelo. La vegetación acumula, sin embargo, suficiente P para lograr una dinámica adecuada con un "turnover" del 10% de la reserva y una tasa de renovación de 66 años, aunque como se ha indicado, los valores del ingreso pueden haber sido influidos por contaminación. Las reservas en el suelo dependen notoriamente de las condiciones del sitio forestal (6), disminuyendo con el grado de hidromorfismo. Por otro lado, es importante indicar que las reservas de P en el suelo, si bien disminuyen con la profundidad del mismo, están gobernadas especialmente por el pH (distribución de fosfatos de calcio, aluminio y hierro) y las concreciones de Fe y Mn (fosfatos ocluidos).

### Potasio, calcio y magnesio

Al utilizar el modelo básico del ciclo de los elementos químicos presentado para el N y con los valores sumarizados en los Cuadros 1 y 4, se pueden construir los modelos de los otros elementos en estudio. Para los elementos nutritivos K, Ca y Mg se estudiaron las reservas en el suelo en forma cambiante; las reservas totales son desconocidas, y de menor interés.

Las reservas de K en la vegetación alcanzan un valor más alto que en el suelo, resultando así el elemento limitante de la estabilidad del ecosistema, especialmente al pensar en una utilización o destrucción de la vegetación; la sucesión natural forestal dependerá notablemente del K. Esta situación se agrava al encontrar que la relación entre la reserva (1 469 kg/ha) y el ingreso (2.6 kg/ha y año) es muy elevada, necesiándose 565 años para su recuperación. En el

Cuadro 4: Índice de reserva – “turnover” en la vegetación de diferentes ecosistemas forestales tropicales.

	N	P	K	Ca	Mg
San Eusebio	6.55	6.36	10.5	7.35	8.5
El Verde (11)	5.59	—	—	—	—
Sta. Fé (5)	—	42.0	—	22.4	24.6
Costa Marfil (1)	6.67	—	—	—	—
Kade (10)	6.67	9.6	2.8	6.6	4.3

“turnover” participa en forma notable el escurrimiento foliar. Los valores de ganancia y pérdida del ecosistema son casi comparables, resultando un estado estático (steady state) del K en el ecosistema.

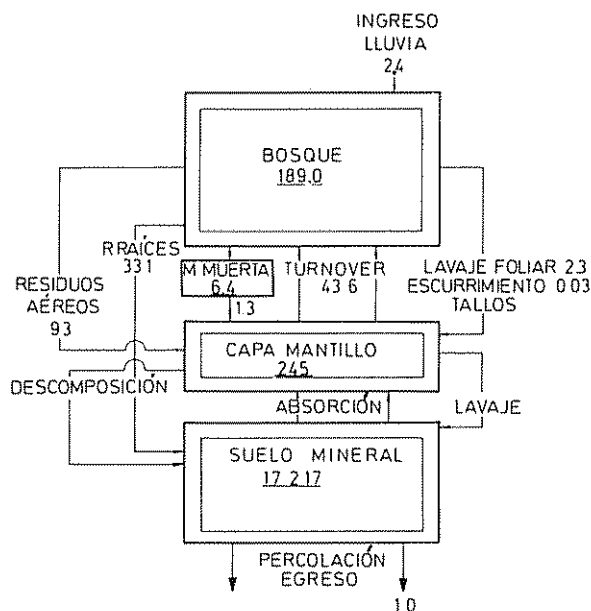
Las reservas de Ca y Mg en la vegetación alcanzan el 29 y 33 por ciento del total del ecosistema respectivamente. La dinámica de estos elementos, especialmente su ingreso anual, asegura su ciclo tanto en el ecosistema actual como en fases de regeneración de la vegetación natural.

**Aluminio**

Los valores para el modelo matemático de los otros elementos estudiados se pueden observar en el Cuadro 3. Aquí resulta de notable interés el modelo del aluminio, presentado igualmente por separado en la Figura 2. Con 17 200 kg/ha en 120 cm el Al al-

canza la mayor reserva (82%) de los elementos acumulados en el complejo de intercambio catiónico del suelo. Ello se debe, sin duda, a la fuerte acidez del suelo (pH entre 3.5 y 4.0 en toda la profundidad estudiada) (4). Así, este elemento juega un papel importante dentro del ecosistema, lo cual implica un empobrecimiento de las bases y una estabilidad del complejo orgánico-mineral del suelo (enlaces entre Al y ácidos húmicos).

El ciclo del Al es igualmente interesante desde el punto de vista de los procesos de transferencia de este elemento no nutritivo para las plantas. Las aguas de lluvia tienen una concentración promedio de 0.157 mg Al/l, alcanzándose un ingreso de 2.4 kg/ha y año; como fuentes de origen se consideran la industria petroquímica y la erosión del suelo (13). Dentro del rodal, inclusive aumenta la concentración de Al a 0.19 mg/l y alcanza su mayor concentración después de pasar la capa de mantillo a 20 cm de profundidad del suelo (1.65 mg/l). En 90 cm de profundidad se determinó una concentración de 0.18 mg/l, resultando así un egreso de 1 kg/ha y año. Este comportamiento indica que el Al es absorbido en forma pasiva por las plantas, es excretado parcialmente por las hojas, participa dentro de los procesos de descomposición de los residuos vegetales, es movible en el suelo y retenido específicamente en el subsuelo, seguramente en el complejo de intercambio catiónico o asociado a algún quelato. Estos aspectos son de gran importancia para estudios futuros del funcionamiento de los ecosistemas en suelos ácidos.



**Resumen**

En función de un modelo básico para evaluar el ciclo biogeoquímico se presentan los detalles del ciclo de los elementos químicos N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al y Na para el ecosistema forestal montano de San Eusebio en Venezuela.

Como límite superior del ecosistema – línea de ingresos – se considera la atmósfera, como límite inferior – línea de egresos – la capa de percolación

Fig. 2. Modelo del ciclo del aluminio en el ecosistema forestal de San Eusebio (Dimensiones: compartimentos kg/ha, transferencias kg/ha y año).

del suelo a 120 cm de profundidad. Las reservas minerales fueron determinadas en los compartimentos vegetación, madera muerta, capa de mantillo y suelo mineral. Los procesos de transporte medidos están asociados a la producción de residuos vegetales aéreos, radicales y leña muerta y con el agua que pasa a través del ecosistema.

Para describir la dinámica del ecosistema se utilizaron los parámetros:

- índice de transformación en la vegetación
- índice de ingresos — egresos en el ecosistema
- índice ingresos — reserva en la vegetación
- índice reserva — transformación en la vegetación.

Los elementos nitrógeno y fósforo se caracterizan por grandes reservas orgánicas en el suelo y una dinámica elevada. El potasio es el elemento determinante de la capacidad de regeneración del ecosistema, lo siguen el magnesio y el calcio. El aluminio presenta un ciclo muy importante en el ecosistema, por estar enlazado a las grandes reservas en el suelo, en forma cambiante. Los resultados se discuten en relación con las fuentes de ingreso de los elementos, el clima de la región y las características ácidas del suelo.

#### Literatura citada

1. BERNHARD—REVERSAT, F.: Etude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrofile. *Oecologia Plantarum* 5:247-266. 1970.
2. ELLENBERG, H. Integrated experimental ecology. 214 p., Berlin, Springer Verlag.
3. FASSBENDER, H. W. y GRIMM, U. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y descomposición de residuos vegetales. *Turrialba* 31(1):39-47. 1981.
4. FURMAN, T. E. The nodular mycorrhizae of *Podocarpus rospigliosii*. *American Journal of Botany* 57(8):910-915. 1970.
5. GOLLEY, F. B. *et al.* Mineral cycling in a tropical moist forest system. University of Georgia Press, Athens. 1975. 245 p.
6. GRIMM, U. Y FASSBENDER, H. W. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. I. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na). *Turrialba* 31(1):27-37. 1981.
7. GRIMM, U. y FASSBENDER, H. W. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. III. Ciclo hidrológico. *Turrialba*. Vol. 31(2):89-99. 1981.
8. JORDAN, C. F. y KLINE, J. R. Mineral cycling: Some basic concepts and their application in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 3:33-50. 1972.
9. KLINGE, H. Bilanzierung von Hauptnährstoffen im Ökosystem eines tropischen Regenwaldes in Manáos. *Biogeographica* 7:59-77. 1977.
10. NYE, P. H. The relative importance of fallows and soils in storing plant nutrients in Ghana. *J. West Afric. Science Association* 4:31-60. 1958.
11. ODUM, H. T. y PIGEON, R. F. A tropical rain forest. U. S. Atomic Energy Commission, Washington D. C. 1970. s.p.
12. RUINEN, J. Occurrence of *Beijerinckia* sp. in the "phyllosphere". *Nature* 177:220-221. 1956.
13. STEINHARDT, U. y FASSBENDER, H. W. Características y composición química de las lluvias de los Andes Occidentales de Venezuela. *Turrialba* 29:175-182. 1979.
14. ULRICH, B. *et al.* Input, Output und interner Umsatz von chemischen Elementen bei einem Buche- und bei einem Fichtenbestand. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Göttingen*. 17-28. 1976.
15. UNESCO. Tropical forest ecosystems. Paris. 683 p. 1978.

### Compendio

*Los días para la floración y resistencia a la bacteriosis fueron analizados en algunas variedades comerciales, y también en algunas líneas resistentes a la bacteriosis, obtenidas por el cruce de esas variedades con "Great Northern Nebraska n<sup>o</sup> 1, Sel. 27". Las variedades comerciales fueron susceptibles a la bacteriosis, en tanto que los cruces de estas mismas variedades con Great Northern Nebraska 1, 27, resultaron en segregantes con mayor nivel de resistencia que sus padres, y de un modo general mantuvieron su periodo de floración semejante al de sus variedades comerciales de origen. Entretanto, algunos segregantes presentaron una floración precoz o tardía. Los resultados indicaron que no hubo correlación entre los días de floración y tolerancia a la bacteriosis. Mayores evidencias de este hecho aparecen en las poblaciones F<sub>2</sub> de cruzamientos entre líneas precoces susceptibles con líneas normales tolerantes, donde la correlación entre el periodo de floración y tolerancia a la bacteriosis fue no significativa. Se obtuvieron segregantes precoces, tolerantes a la bacteriosis, sugiriendo este resultado que tales características son recombinables. Este tipo de combinación podrá ayudar a la evolución de variedades de frijol adecuadas para la rotación de cultivos.*

### Introduction

Common blight of beans is one of the most serious seed transmitted diseases of dry beans in many countries. As satisfactory chemical control has not been achieved, for the short term control of the disease, emphasis is placed on the use of disease free seed, crop rotation and other cultural practices. The long term control, however, depends on breeding varieties with resistance to this disease.

There are several reports dealing with sources of tolerance, methods of inoculation, pathogenic variation and incorporation of blight resistance in commercial varieties (5). Among the several aspects of breeding for resistance to this disease studied in detail, a negative correlation between early flowering, or early maturity, and blight tolerance was reported (1).

In the present work the days to flowering and blight reaction of commercial varieties and the

resistant selections obtained from the crosses of these varieties with Great Northern Nebraska n<sup>o</sup> 1, Sel. 27 was studied for any possible indication of strong correlation between lateness in flowering and blight resistance. Also the correlation between precocious flowering and blight resistance was analysed in a cross between precocious blight susceptible, and normal flowering blight resistant breeding lines in order to explore the possibility of developing precocious, blight resistant lines.

### Materials and methods

The commercial varieties "Iguaçu", "Moruna" and "Carioca", a promising line H<sub>24</sub>C<sub>1727</sub> and 11 blight resistant selections obtained from crosses of these with "Great Northern Nebraska 1, Sel. 27", were planted in the field in 4 rows of 3 meters length at 50 cm row spacing, during September 1979. At the flowering stage two pairs of trifoliolate leaves per plant of the 2 central rows were inoculated with *Xanthomonas phaseoli* (E.F.S.) Dows. (isolate 822 A-1) with an inoculum of 2 day old culture approximately at a concentration of 10<sup>6</sup> cells/ml, using multiple needle method (3). The evaluation for blight reaction was made 2 weeks after the inoculation on

<sup>1</sup> Received for publication November 10, 1980.

\* Instituto Agronômico do Paraná, Caixa Postal 1331, 86100 Londrina, Paraná, Brasil

a scale of 1-5, the details of which are given in Table 1. The number of days to flowering and disease reaction were recorded for each of these materials.

In the second part of the study  $F_2$  population of a cross between a precocious (flowering 28 days from planting) blight susceptible line and a normal (flowering 35 days from planting) blight resistant selection were analysed for the number of days to flowering and disease reaction, under greenhouse conditions. The blight resistant selection was obtained from a cross between cv. 'Rosinha' and 'G. N. Nebraska 1, Sel. 27'. The method of inoculation and evaluation was the same as in the first experiment. The data were subjected to statistical analysis (4).

### Results

The data on number of days to flowering and the blight rating for certain commercial varieties, 'Great Northern Nebraska 1, Sel. 27' (source of blight tolerance) and blight resistant selections are presented in Table 1. The commercial varieties were

Table 1. Days to flowering and blight rating of certain commercial varieties and breeding lines.

Identification of germplasm	Days to flowering	Blight rating*
Iguaçu	44	5.0
Sel. 1/61	43	3.5
$H_{24} C_{1727}$	44	5.0
Sel. 10/70	46	2.0
Sel. 713	46	2.5
Moruna	43	5.0
Sel. 11/71	43	2.5
Sel. 15/75	43	2.5
Sel. 16/76	55	2.5
Carioca	47	4.5
Sel. 18/78	47	2.0
Sel. 22/82	46	2.5
Sel. 37/97	41	2.5
Sel. 39/99	47	2.0
Sel. 41/101	47	1.5
Great Northern Nebraska n <sup>o</sup> 1 Sel. 27	41	3.0

\* Blight rating is based on the mean of 20 inoculated leaves per variety or breeding line.

Scale of rating: 1. Resistant - no visible symptoms on the inoculated area 2. Highly tolerant - slight necrosis with restricted chlorotic border. The lesion 1-5% of the inoculated leaf area. 3. Moderately tolerant - pronounced necrosis and chlorosis occupying up to 20% of inoculated leaf area. 4. Susceptible - spreading lesion with extensive necrosis and chlorosis, the lesion occupying 30-40% of leaf area inoculated. 5. Highly susceptible - severe necrosis and chlorosis extending to major part of the inoculated leaf causing wilting and defoliation.

all susceptible to blight with slight differences in the rate of secondary spread. The source of resistance utilized in this study, 'Great Northern Nebraska 1, Sel. 27', exhibits good level of resistance in comparison with the commercial varieties. In general, as seen from the data, the selections besides having superior level of resistance than either of the progenitors, maintained the number of days to flowering, similar to the parents. The only exception where blight resistance is observed in a late flowering selection is Sel. 16/76. This breeding line, though flowers 12 days later than the cv. 'Moruna' under hot long day conditions, flowers earlier under short day conditions and seems to be photoperiod sensitive. The selection 39/99 and 41/101 have far superior level of blight resistance but maintain similar cycle as the parental cv. 'Carioca'. The data did not indicate correlation between higher level of blight tolerance and late flowering.

In the second experiment, the cross between precocious blight susceptible and normal flowering blight resistant parents, precocity was dominant in the  $F_1$ , where all the plants flowered as early as precocious parent (28 days after planting). The individual  $F_2$  plants were studied for blight reaction and days to flowering. The data were subjected to statistical analysis and no significant correlation was obtained between days to flowering and blight resistance (Table 2). Higher levels of blight resistance were observed in early, medium and late flowering segregants, indicating that blight resistance is not linked with late flowering.

### Discussion

A significant negative phenotypic correlation was reported between blight tolerance and earliness in 2 *P. vulgaris* crosses involving early maturing susceptible and late maturing tolerant selections (1). However, the low correlation value obtained in their study indicated the possibility of combining earliness with blight resistance. Linkage between delayed flowering under long photoperiod and high temperature with blight tolerance was reported (2). In the screening of *P. vulgaris* germplasm for blight tolerance no correlation was observed between foliage and pod reaction with flowering or maturity periods (6).

The present study does not indicate any evidence of strong correlation between blight resistance and late flowering. Among the several intervarietal crosses made between commercial varieties and Great Northern Nebraska 1, Sel. 27, aimed at developing the blight resistant breeding lines, blight resistant segregants were recovered with early, normal as well as late flowering, indicating no correlation between days to flowering and blight reaction.

Table 2. Correlation between days to flowering and blight tolerance in F<sub>2</sub> population of normal flowering blight tolerant x precocious blight susceptible cross.

Days to flowering	Blight rating								Total n <sup>o</sup> of plants	
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5		5.0
28			1	3	9	6			*	19
29			3	8	6	10	1	1		29
30		1	7	5	14	9	4			40
31			5	6	7	5	2			25
32			2	8	8	8	2			28
33			4	7	7	6				24
34										
35		1	+2	3	9	8	1			24
36				1	2	1				4
37			1	2	3	1				7
Total n <sup>o</sup> of plants		2	25	43	65	54	10	1		

+ and \* are the parental lines utilised in crossing  
Coefficient of correlation (Kendall) = -0.0696 n.s. at 5%.

In the later part of the study involving precocity and blight resistance, the results indicate that these two characters can be combined. This is encouraging in view of the necessity to develop precocious, blight resistant varieties to suit for different planting dates and also in intercropping. The recovery of blight resistant segregants with different growth periods offers the scope for developing varieties suitable to different crop rotations in intensive land use agriculture.

### Summary

The days to flowering and blight resistance were analysed for certain commercial varieties and blight resistant selections obtained from the crossing of these varieties with Great Northern Nebraska n<sup>o</sup> 1, Sel. 27. The commercial varieties were susceptible to blight, while the crosses of these varieties with G. N. Neb 1, Sel. 27 resulted in segregants with higher levels of blight resistance than the progenitors and in general maintained the flowering period similar to the parental commercial variety, though a few segregants were recovered with early or late flowering. The results indicate that there is no correlation between days to flowering and blight rating. Further evidence of this comes from the study of F<sub>2</sub> population of a cross between precocious blight susceptible x normal blight resistant breeding lines where the correlation between time of flowering and blight rating was non

significant. Precocious, blight resistant segregants were obtained suggesting that these two characters can be combined. Such a combination will help evolving bean varieties suited for crop rotation.

### Resumo

As dias para floração e resistência à bacteriose foram analisados para algumas variedades comerciais e linhagens resistentes à bacteriose, obtidos pelos cruzamentos dessas variedades com Great Northern Nebraska n<sup>o</sup> 1, Sel. 27. As variedades comerciais foram suscetíveis à bacteriose, enquanto os cruzamentos dessas mesmas variedades com Great Northern Nebraska 1, 27 resultou nas segregantes com nível de resistência maior que dos progenitores e de maneira geral, manteve o período de floração semelhante ao das variedades comerciais originais. Entretanto algumas segregantes foram precoces ou tardias na floração. Os resultados indicam que não houve correlação entre dias a floração e tolerância à bacteriose. A maior evidência deste fato foi obtida na população F<sub>2</sub> de cruzamento entre linhagem precoce e susceptível à bacteriose e linhagem com ciclo normal e tolerante à bacteriose, onde a correlação entre o período de floração e tolerância à bacteriose foi não significante. Segregantes precoces e tolerantes à bacteriose foram obtidas sugerindo que estes caracteres são recombináveis. Esse tipo de combinação ajudaria para evoluir as variedades de feijoeiro adequadas para rotação de culturas.



## Literature cited

1. COYNE, D. P., SCHUSTER, M. L. and HARRIS, L. Inheritance, heritability and response to selection for common blight (*Xanthomonas phaseoli*) tolerance in *Phaseolus vulgaris* field bean crosses. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 86:373-379. 1965.
2. COYNE, D. P., SCHUSTER, M. L., and HILL, K. Genetic control of reaction to common blight bacterium in bean (*Phaseolus vulgaris*) as influenced by plant age and bacterial multiplication. Journal of the American Society for Horticultural Science. 98:94-99. 1973.
3. POMPEU, A. S. and CROWDER, L. V. Methods of inoculation and bacterial concentrations of *Xanthomonas phaseoli* Dows. for the inheritance of disease reaction in *Phaseolus vulgaris* L. crosses (dry beans), under growth chamber conditions. Ciência e Cultura (São Paulo) 25:1 078-1 081. 1973.
4. SIEGEL, S. Non-parametric statistics for the behavioral sciences. Kógakusha. McGraw-Hill, P213. 1956.
5. YOSHII, K. Common and fuscous blights. In. Bean production problems: Diseases, insects, soil and climatic constraints of *Phaseolus vulgaris*. Ed. Schwartz, H. F. and Galvez-E., G. E. CIAT. Cali, Colombia. 157-172. 1980.
6. YOSHII, K., GALVEZ—E., G. E., and ALVAREZ—A., G. Screening bean germplasm for tolerance to common blight caused by *Xanthomonas phaseoli* and the importance of pathogenic variation to varietal improvement. Plant Disease Reporter. 62:343-347. 1978.

# Productivity of Bahama native, Florida native and Barbados Blackbelly sheep under improved grazing management in the Bahamas<sup>1</sup> /

— T. S. KATSIKIANIS\*, L. L. WILSON\*\*, T. E. CATHOPULUS\*\*\*, A. A. DORSETT\*\* AND DALE D. FISHER\*\*

## Compendio

*La productividad de ovejas y carneros indigenas se investigó durante tres años (1975-1978) en un sistema mejorado de forrajes con manejo intensivo en la Isla de Andros, las Bahamas. En el estudio, se utilizaron ovejas indigenas de las Bahamas y carneros indigenas de Florida (EUA), Barbados (Blackbelly) y de las Bahamas. El efecto de la raza de carneros sobre el peso de corderos al destete (ajustados a 90 días de edad) fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las progenies de los carneros de las Bahamas y de Florida que en las de Barbados. Bajo un régimen de monta continua, las ovejas indigenas de las Bahamas tuvieron un promedio de 227.8 días entre partos. Las ovejas que parieron durante la temporada lluviosa tuvieron un intervalo menor ( $P < 0.01$ ) entre el parto y la monta que las que parieron en la temporada seca. El peso total promedio de corderos al destete/oveja/parto fue 35.2 kg. El peso total de corderos destetados por parto fue mayor ( $P < 0.01$ ) en las ovejas que criaron corderos gemelos (vs. las que criaron uno solo); y en las ovejas que fueron servidas por carneros de Florida y de las Bahamas (vs. las servidas por Blackbelly). Bajo estas condiciones, se estima que con ovejas indigenas de las Bahamas se podría obtener 1.6 partos por año y destetar un total de 56.3 kg de cordero a los 90 días de edad.*

## Introduction

**B**reeds of sheep vary in their productive ability, and therefore, information regarding breed performance is necessary for their effective utilization in production systems. Studies documenting the performance of purebreds and their crosses serve as preliminary predictions of specific breed usefulness and adaptability in particular management systems, market preferences and geographic regions (4, 5, 6). Although numerous investigators have documented the comparative productivity of

various breeds throughout the temperate regions of the world, a scarcity of data exists on the productivity of adapted strains under tropical conditions (7, 20).

Development of viable sheep production schemes in tropical environments is dependent upon the propagation and selection of locally adapted breeds and strains under improved husbandry practices (2, 3, 20). The objectives of this study were to evaluate the productivity of indigenous (native) and introduced tropical strains of sheep under an improved, all-forage management system on Andros Island, Bahamas.

## Materials and methods

### Location, climate and soils

The Commonwealth of the Bahamas consists of approximately 700 islands, located southeast of Florida, U. S. Andros Island is the largest (6 176 km<sup>2</sup>) in the chain, but is regarded as the most underdeveloped. The island is unique in that it contains the only two fresh-water streams in the Bahamas

1/ Received for publication December 20, 1980. Published with the approval of the Director, PAES, in the Journal Series; study conducted under USAID Contract no. AID-CM-ta-C-73-28 in collaboration with the Government of the Bahamas, at BARTAD, Andros, Bahamas.

\* Present Address: Extension Livestock Specialist, Univ. of Kentucky.

\*\* Department of Dairy and Animal Science.

\*\*\* Ministry of Agriculture, Commonwealth of the Bahamas, New Providence, Bahamas.

and an abundant supply of fresh water is located close to the soil surface. Andros is situated just north of the Tropic of Cancer and has a climate of the tropical savanna type. Seasonal precipitation means and temperature ranges collected on northeast Andros are presented in Table 1.

The investigations were conducted on oolitic limestone sediment soils believed to have been formed during the Pliocene Era (10). Soil analyses prior to pasture establishment indicated a pH value of 7.8, low phosphorus levels, low to medium potassium levels, medium magnesium and high calcium levels. Initially, the soils were essentially devoid of organic matter and very low in nitrogen (1).

maturity, while rams typically weigh from 65 to 90 kg. They are a fine-boned, poorly-muscled type, but display adequate skeletal frame. Most representatives lack wool, but possess a coarse haircoat ranging from white to dark brown in color.

The Florida native is a strain of mixed breeding that has developed through natural and limited productive-trait selection under Florida range conditions and over a span of several centuries. These sheep are adapted to the heat and humidity of the southeast and display a genetically-based resistance to *Haemonchus contortus* (9, 11). The Florida native rams used in these investigations were obtained from the University of Florida, Gainesville, Florida.

Table 1: Meteorological data from the Bahamas agricultural research, training and development station, North Andros<sup>1</sup>.

Month	Precipitation (mm)	Temperatures (C°)	
		Maximum	Minimum
January	63.5	27.8	8.1
February	96.5	29.4	9.7
March	20.1	30.6	9.2
April	32.3	31.1	10.8
May	130.1	32.2	14.8
June	246.4	31.8	17.0
July	103.6	32.6	19.8
August	114.8	32.9	18.7
September	157.0	32.4	19.2
October	153.9	31.4	15.0
November	112.8	30.3	11.1
December	38.1	28.9	7.2
Total	1 268.7	Mean 30.9	Mean 13.4

1/ Data are 3-year means (1974, 1975, 1976).

### Sheep populations

Bahama native ewes and rams and Barbados Blackbelly and Florida native rams were utilized for these investigations. The Bahama native sheep were assembled from five flocks located on New Providence and Eleuthera Islands and were representative of the native type found in the country. The origin of these sheep is not clear and is complicated by the introduction of various temperate breeds and strains (i.e., Wiltshire Horn and Cadzow Meat Improver) from the British Isles. Nonetheless, they are a hardy strain that through natural selection has developed into a type capable of reproduction under the climatic and husbandry stresses of typical Bahamaian agriculture. Bahama native ewes average 50 kg at

The Barbados Blackbelly is a haired sheep of unknown ancestry originating in Barbados and other islands in the West Indies (12). The Barbados Blackbelly rams utilized in these studies were obtained from the Mississippi State University, at State College, Mississippi.

### Animal-forage management and data collection

All sheep were maintained exclusively on grass, legume and legume-grass pastures. Pasture stands included such species as transvala digitgrass (*Digitaria decumbens*), guineagrass (*Panicum maximum*), green panicgrass (*Panicum maximum var. trichoglume*), buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*), siratro (*Macroptilium atropurpureum*), glycine (*Glycine wightii*),

green leaf desmodium (*Desmodium aparines*) and alfalfa (*Medicago sativa*). The pastures were rotationally grazed and stocked and fertilized for high productivity. Monosodium phosphate, a salt-trace mineral mix (Table 2) and water were provided free-choice.

All ewes, rams and lambs were subjected to regular worming and disease immunization schedules. Worming was at 8-week intervals, using various commercially-available anthelmintics that were rotated to maximize control of parasites. Mature sheep were given annual booster doses of *Clostridium perfringens* Types C and D toxoid and were vaccinated against tetanus, blackleg, malignant edema and black disease. Lambs were vaccinated between 1 and 2 months of age against enterotoxemia, tetanus, blackleg, malignant edema and black disease and with the combined *Leptospira* bacterins against *Leptospira canicola*, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. grippotyphosa*, *L. hardjo* and *L. pomona*. Lamb vaccinations were repeated 2 to 3 weeks following the initial series.

Breeding was on a continuous basis and lambing occurred through-out all months of the year. The ewes lambed on pasture without assistance. At birth, lambs were weighed, eartagged and docked. The lambs were weaned at approximately 3 to 4 months of age. Weaning weights were adjusted to 90 days of age (13). Lambs were not creep fed either grain or pasture.

Table 2: Composition of trace-mineral salt mixture.

Ingredient	Amount
Plain Salt	90.7 kg
Magnesium	1 362.0 g
Zinc	317.8 g
Manganese	254.2 g
Iron	90.8 g
Copper	9.1 g
Cobalt	7.3 g
Iodine	6.3 g
Selenium	1.2 g
Vitamine A	15 000 000 IU

### Statistical procedures

Statistical analysis of lambing intervals and lamb weights were by least squares analysis of variance (8). The mathematical models, with resulting mean squares, are presented in Tables 3, 4 and 5. Mean separation was by Duncan's Multiple Range Test (21).

## Results and discussion

### Birth and weaning weights

The birth and weaning weight averages per lamb, by years, seasons, sire breeds, sexes, birth and rearing types (number of lambs) and dam ages are presented in Table 6. Also included in Table 6 are the means of total lamb weaning weight produced per ewe and averaged by the same factors.

Although the means of the first two years were not significantly different, average birth ( $P < 0.05$ ) and weaning weight ( $P < 0.01$ ) increased 35% in the third year. Average lamb weaning weight produced per ewe also increased markedly (additional 35%) during the third year. Although the year comparisons are affected by many different factors such as pasture availability, mean rainfall and temperature, ewe replacement probably accounted for a major proportion of the year-to-year changes in production level. There was no culling on the basis of production during the 3-year period. Pasture quality and quantity increased over the years because of the full establishment of introduced legumes and grasses on the native soils. A similar increase in animal performance was also observed on the same experimental site with goats (22). During the first year, the pastures were in an establishment phase and the legumes particularly had not reached an optimal state of production. Although the pastures eventually became legume dominant, the legumes tended to be slower to establish than were the grasses (1). Although birth and weaning weights were not significantly affected by season of birth, there was a 1.2 kg advantage for lambs born during the wet season.

### Breed of sire

Sire breed differences were non-significant for birth weight, averaging 3.2 kg (Table 6). However, mean weaning weight of Barbados Blackbelly-sired lambs was significantly less ( $P < 0.05$ ) than either Bahama native- or Florida native- sired lambs. Mean weaning weight produced per ewe per lambing followed the same trend as mean per lamb weaning weight which should be anticipated, and averaged 36.6, 32.5 and 36.1 kg for Bahama native, Barbados Blackbelly and Florida native, respectively. Although no previous studies have determined the performance of the Bahama native strain, it has been observed that the performance of Florida natives and Rambouillet were similar (11), and that birth weights and gains of Barbados Blackbelly purebreds and crosses were less than other meat-type breeds (12).

Lamb sex significantly ( $P < 0.01$ ) affected birth and weaning weights. Ewe, ram and wether lambs

Table 3: Mean squares for birth and weaning weight of lambs from Bahama native ewes.

Source	df	Birth wt., kg	Weaning wt., kg <sup>a</sup>
Year (Y)	2	1.372*	1 109.605**
Season (S)	1	0.001	24.966
Sire breed (SB)	2	0.712	83.949*
Sex birth (B)	1	4.430**	—
Sex weaning (W)	2	—	171.832**
Birth type (BT)	1	1.115	—
Rearing type (RT)	1	—	127.904*
Dam age (D)	2	0.839	14.010
Y X BI	2	0.398	—
Y X RT	2	—	65.305*
S X SB	2	0.036	3.328
S X B	1	0.213	—
S X RT	1	—	88.132*
S X BI	1	0.764	—
S X W	2	—	21.584
SB X B	2	1.113	—
SB X RT	2	—	28.640
SB X BI	2	0.269	—
SB X W	4	—	8.300
B X BI	1	0.260	—
W X RT	2	—	4.000
D X S	2	0.020	17.121
D X BI	2	0.093	—
D X RT	2	—	9.495
Residual	—	0.309	20.569
Residual df for each trait	—	268	244

a Adjusted to 90 days of age.

\* P < 0.05.

\*\* P < 0.01.

Table 4: Mean squares for lambing interval of Bahama native ewes.

Source	df	Lambing interval, days
Year (Y)	1	1 162.2
Season (S)	1	25 344.0*
Ewe age	2	6 551.0
Rearing type (R)	1	7 618.6
Y X R	1	2 110.2
S X R	1	5 568.7
Residual	105	2 332.0

\* P < 0.01.

averaged 22.6, 27.2 and 23.6 kg, respectively, which are similar to previous reports except that the differences between ewe and wether lambs in this study were less (6, 14).

Although birth type (number of lambs born per ewe) did not influence birth weight, rearing type significantly ( $P < 0.05$ ) affected mean weaning weight per lamb and per ewe. Ewes raising twins produced 75% more lamb at weaning than did ewes raising singles, which is in agreement with previous reports (14, 16). The means presented in Table 6 are on a per lambing basis; means for annual production per year were 41.0 and 71.7 kg for ewes raising single and twin lambs, respectively, assuming an average of 1.6 lambings per year (Table 7).

Table 5: Mean squares for total weight of lamb from Bahama native ewes.

Source	Total birth weight, kg		Total weaning weight, kg	
	df	MS	df	MS
Year (Y)	2	2.910**	2	2 085 034**
Season (S)	1	0.234	1	148.652
Sire breed	4	1.332	4	152.218**
Ewe age (A)	2	1.684	2	3.766
Birth type (B)	1	199.341**	—	—
Rearing type (R)	—	—	1	9 855.372**
Y X B	2	0.255	—	—
Y X R	—	—	2	343.301**
S X A	2	0.050	2	17.978
S X B	1	0.272	—	—
S X R	—	—	1	194.993*
Residual	221	0.675	211	41.285

\* P &lt; 0.05

\*\* P &lt; 0.01.

Table 6: Average birth and weaning weights per lamb and total weaning weight per ewe from Bahama native ewes.

Item	Birth		Weaning			
	No. lambs	Wt., kg.	No. lambs	Wt., kg.	No. lambings	Wt., kg.
Year						
1975	31	3.1 ± 0.12 <sup>b</sup>	30	21.2 ± 1.08 <sup>d</sup>	25	31.1 ± 1.63 <sup>b</sup>
1976	140	3.2 ± 0.07 <sup>b</sup>	135	22.6 ± 0.69 <sup>d</sup>	119	31.8 ± 1.18 <sup>b</sup>
1977	122	3.4 ± 0.08 <sup>c</sup>	109	29.6 ± 0.69 <sup>c</sup>	83	42.6 ± 1.09 <sup>c</sup>
Season						
Wet (May–Oct.)	129	3.2 ± 0.09	109	25.1 ± 0.95	100	36.6 ± 1.32
Dry (Nov.–Apr.)	164	3.2 ± 0.07	165	23.9 ± 0.59	127	33.8 ± 1.04
Sire Breed						
Bahama Native	92	3.3 ± 0.08	85	25.1 ± 0.78 <sup>b</sup>	68	36.0 ± 1.11 <sup>b</sup>
Barbados Blackbelly	130	3.1 ± 0.07	125	23.1 ± 0.76 <sup>c</sup>	95	32.5 ± 0.98 <sup>c</sup>
Florida Native	71	3.2 ± 0.09	64	25.3 ± 0.83 <sup>b</sup>	46	36.1 ± 1.20 <sup>b</sup>
Sex						
Ewe	143	3.1 ± 0.07 <sup>d</sup>	136	22.6 ± 0.66 <sup>d</sup>	—	—
Ram	150	3.3 ± 0.06 <sup>c</sup>	37	27.2 ± 1.11 <sup>e</sup>	—	—
Wether	—	—	101	23.6 ± 0.62 <sup>d</sup>	—	—
Birth Type						
Single	137	3.3 ± 0.09	—	—	—	—
Twin	156	3.1 ± 0.08	—	—	—	—
Rearing Type						
Single	—	—	145	25.9 ± 0.78 <sup>b</sup>	158	25.6 ± 0.93 <sup>d</sup>
Twin	—	—	129	23.1 ± 0.83 <sup>c</sup>	69	44.8 ± 1.28 <sup>c</sup>
Dan Age						
1 yr.	24	3.1 ± 0.13	21	23.8 ± 1.23	18	34.9 ± 1.73
2 yrs. or 6 yrs.	59	3.2 ± 0.08	60	25.2 ± 0.70	49	35.2 ± 1.16
3 to 6 yrs.	210	3.3 ± 0.05	193	24.5 ± 0.54	160	35.5 ± 0.74

a Adjusted to 90 days of age.

bc de Means within trait and subclass with different superscripts were different (P &lt; 0.05 and P &lt; 0.01, respectively).

Table 7: Lambing interval of Bahama native ewes.

Item	No. intervals	Lambing interval, days
Year		
1975	25	221.4 ± 13.8
1976	88	234.2 ± 9.6
Season		
Wet (May-Oct.)	62	199.7 ± 12.8 <sup>a</sup>
Dry (Nov.-Apr.)	51	255.9 ± 9.9 <sup>b</sup>
Ewe age		
1 yr	11	228.9 ± 15.2
2 yrs or > 6 yrs	22	213.3 ± 11.1
3 to 6 yrs	80	241.4 ± 7.6
Rearing type		
Single	92	215.6 ± 8.1
Twin	21	240.0 ± 12.0
Overall	113	227.8 ± 7.7

ab Means within subclasses with different superscripts were different ( $P < 0.01$ ).

Age of dam differences were non-significant for birth and weaning weight per lamb or per ewe. These results are in disagreement with previous studies (5, 14, 18) in which maximum production was attained between 4 and 6 years of age and the least production observed with first-lamb yearlings or 2-year-olds.

### Lambing interval

The lambing interval of Bahama native ewes under a continuous breeding regime is summarized in Table 7. Overall, the ewes averaged 227.8 days (7.6 months) between lambings, and therefore are adapted to a three times per two years accelerated lambing program under improved pasture conditions. Although the means of the two years in which data were available differed by 13 days, year effects were non-significant.

Lambing season influenced ( $P < 0.01$ ) the length of the subsequent lambing interval. Ewes lambing during the wet season (May through October) averaged 199.7 days (6.7 months) to their next lambing. In contrast, ewes lambing during the dry season (November through April) delayed their next lambing for 255.9 days (8.5 months). The longer interval observed for ewes lambing during the dry season is undoubtedly related to the quality and quantity of forage available to the ewes during the critical lambing to rebreeding period. These results emphasize the

importance of optimum nutrition for maximum reproductive performance in extensive, all-forage, tropical production systems.

With regard to general productivity, the results indicate that the Bahama native ewes, maintained under an improved tropical pasture system, can yield acceptable levels of total lamb production. As in breed evaluation studies in temperate areas (5, 6, 15, 17, 18, 19), different component traits (i.e., ewe fertility, prolificacy, lamb livability, milk production, growth rate) are quite important in defining productive efficiency. An additional important inference of these results is that breeds or strains indigenous to a geographical area, although not selected for performance traits, can be of acceptable to high production when maintained under improved management and nutritional conditions.

### Summary

The productivity of indigenous (native) ewes and rams was studied over a period of three years (1975-1978) under an improved, intensive all-forage management system on Andros Island, Bahamas. The study focused on Bahama native ewes and rams, and Barbados Blackbelly and Florida (USA) native rams. The effect of the breed of the ram on the weaning weight of lambs (adjusted to 90 days of age) was greater ( $P < 0.05$ ) in the progeny of Bahama and Florida rams than in Barbados rams. The lambing interval of Bahama native ewes under a continuous breeding regime averaged 227.8 days between lambings. Ewes lambing during the wet season had a shorter interval ( $P < 0.01$ ) between lambing and breeding times than those that lambed during the dry season. The average lamb weaning weight produced per ewe per lambing was 35.2 kg. The total lamb weaning weight per lambing was greater ( $P < 0.01$ ) for ewes raising twin lambs (vs. those raising single lambs); and for ewes sired by Florida and Bahama rams (vs. those sired by Blackbelly rams). Under these conditions, it is expected that Bahama native ewes can produce 1.6 lambings per year, and a total of 56.3 kg of 90 day-old weaned lamb.

### Literature cited

1. BAYLOR, J. E. and GUYTON, R. F. Performance of several perennial grass species and varieties propagated by seed on Andros, Bahamas, BARTAD USAID Final Report No. 21. 1977. 19 p.

2. BERTONE, E. B. Modern sheep production methods in the developing countries. *Wld. Review Animal Production* 5:76-82. 1969.
3. DEVENDRA, C. Sheep of the West Indies. *Wld. Review Animal Production* 13:31-38. 1977.
4. DICKERSON, G. E. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstract* 37:191-202.
5. DICKERSON, G. E. and GLIMP, H. A. Breed and age effects on lamb production of ewes. *Journal Animal Science* 40:397-408. 1975.
6. DICKERSON, G. E., GLIMP, H. A., TUMA, H. J. and GREGORY, K. E. Genetic resources for efficient meat production in sheep. Growth and carcass of ram lambs of seven breeds. *Journal Animal Science* 34:940-951. 1972.
7. FAO. Report of the FAO study group on the evaluation, utilization and conservation of animal genetic resources. Rome. 1967. 116 p.
8. HARVEY, W. R. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. *Agricultural Research Service. U.S.D.A.* 20-8. 1969. 100 p.
9. JILEK, A. F. and BRADLEY, R. E. Hemoglobin types and resistance to *Haemonchus contortus* in sheep. *American Journal of Veterinary Research* 30:1 773-1 778. 1969.
10. LITTLE, B. G. Preliminary note on land water resources of Andros Island. Min. of Natural Resources, Government of the Commonwealth of the Bahamas. 1971. 15 p.
11. LOGGINS, P. E., FRANKE, D. E. and HURLEY, C. G. Factors influencing growth and reproduction in Rambouillet and Florida native sheep. *Florida Agricultural Experiment Station Bulletin* 773. 1975. 9 p.
12. MAULE, J. P. Barbados Blackbelly Sheep. *Wld. Animal Review* 24:19-23. 1977.
13. SCOTT, G. E. (Ed.) *The Sheepman's Production Handbook* (2nd Ed.). Sheep Industry Development Program, Inc., Denver, CO. 1977. 246 p.
14. SIDWELL, G. M., EVERSON, D. O. and TERRILL, C. E. Lamb weights in some pure breeds and crosses. *Journal Animal Science* 23:105-110. 1964.
15. SIDWELL, G. M. and MILLER, L. R. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. I. Reproductive efficiency in ewes. *Journal Animal Science* 32:1094-1089. 1971.
16. SIDWELL, G. M. and MILLER, L. R. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. II. Birth weights and weaning weights of lambs. *Journal Animal Science* 32:1 090-1 094. 1971.
17. SIDWELL, G. M. and MILLER, L. R. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. III. Production indexes in ewes. *Journal Animal Science* 32:1095-1098. 1971.
18. SIDWELL, G. M., EVERSON, D. O. and TERRILL, C. E. Fertility, prolificacy and lamb livability of some pure breeds and their crosses. *Journal Animal Science* 21:875-879. 1962.
19. SIDWELL, G. M., WILSON, R. L. and HOURIHAN, M. E. Production in some pure breeds of sheep and their crosses. IV. Effect of crossbreeding on wool production. *Journal Animal Science* 32:1099-1102. 1971.
20. TURNER, H. N. Some aspects of sheep breeding in the tropics. *Wld. Animal Review* 10:31-37. 1974.
21. WALLER, R. A. and DUNCAN, D. B. A Bayeo rule for the symmetric multiple comparison problem. *Journal America Stat. Association* 64:1 484-1 503. 1969.
22. WILSON, L. L., KATSIGIANIS, T. S., DORSETT, A. A., Cathopoulis, T. E., Greaves, A. G. and Baylor, J. E. Performance of native and Anglo-Nubian crosses and observations on improved pastures for goats in the Bahamas. *Journal Tropical Agriculture (Trinidad)*: (In Press).



Viene de la página 100

---

Unidades básicas del SI\*

Especie	Unidad	Símbolo	Especie	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m			
Masa	kilogramo	kg	Temperatura	kelvin	K
Tiempo	segundo	s	Intensidad luminosa	candela	cd
Corriente eléctrica	ampere	A	Cantidad de sustancia	mole	mol

---

Unidades suplementarias

Angulo plano	radián	rad	Angulo sólido	steradián	sr
--------------	--------	-----	---------------	-----------	----

---

Unidades derivadas que tienen nombres y símbolos aprobados por el SI:

Especie	Unidad	Sím- bolo	Fórmula	Especie	Unidad	Sím- bolo	Fórmula
Frecuencia	hertz	Hz	1/S	Conductancia eléctrica	siemens	S	A/V
Fuerza	newton	N	Kg.m/s <sup>2</sup>	Flujo magnético	weber	Wb	V.s
Presión	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>	Densidad de flujo	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>
Trabajo	joule	J	N.m	Inductancia	henri	H	Wb/A
Potencia	watt	W	J/s	Flujo luminoso	lumen	lm	cd/sr
Cantidad electricidad	coulomb	C	A.s	Iluminación	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>
Potencial eléctrico	volt	V	W/A	Radiactividad	bequerel	Bq	1/s
Capacidad eléctrica	farad	F	C/V	Dosis absorbida	gray	Gy	J/kg
Resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A				

---

Continúa en la página 128

## Resumen

Se sometió a prueba experimental la presencia de semillas de especies colonizadoras. Se enumeraron más de 60 semillas por m<sup>2</sup> de suelo. Estas reservas están constituidas mayormente por *Cecropia* spp., *Laetia procera*, *Goupia glabra*, y de semillas de *Melastomaceae* las cuales aparecen más tarde. Los bejuocos son *Passifloraceae* y *Cucurbitaceae*. Después de cinco meses la mortalidad de las plántulas llega a 14%.

## Introduction

La végétation pionnière qui apparaît après coupe, culture ou perturbation naturelle de type chablis, est la phase la plus courte du cycle sylvigénétique assurant la reconstitution de la forêt. Por Richards (25) cette reconstitution demande plusieurs siècles en zone tropicale.

Un petit nombre d'espèces arborées caractérise cette végétation Budowski, (5) où dominant quelques familles: Tiliaceae, Euphorbiaceae, Melastomaceae, Solanaceae, Moraceae... Whitmore (37).

Certains genres sont communs aux végétations pionnières des trois continents tropicaux: *Croton* (Euphorbiaceae), *Ficus* (Moraceae), *Solanum* (Solanaceae), *Trema* (Ulmaceae), et la vicariance des *Cecropia* américains avec le parasolier d'Afrique *Musanga cecropioides* R. Br. est souvent citée Schnell, (26).

Aubreville (3) parle des espèces de première installation, et van Steenis (27, 28) les définit comme des "biological nomads" qu'il appose aux "stationary species." Pour Mangenot (18) il s'agit de *cicatricielles* "espèces héliophiles de lisières et de friches".

La phase pionnière n'excède pas dix années pour Budowski (5, 12) qui étudie en détail les successions forestières à Panama et au Costa-Rica: jeune forêt secondaire relayée par une forêt plus âgée... jusqu'à la forêt climacique

Les caractéristiques qu'il en donne peuvent se résumer très brièvement comme suit:

- espèces arborées héliophiles, souvent à grandes feuilles, à croissance rapide (bois tendre), cycle court (mais il y a aussi les pionnières à vie longue), produisant un grand nombre de graines de petite taille.
- herbacées nombreuses.
- lianes représentées par de nombreux individus d'un petit nombre d'espèces.
- épiphytes absents.

Ajoutons avec NG (20) que la germination est épigée, les cotylédons chlorophylliens permettant le développement rapide des plantules.

Les agents disséminateurs de fruits et de graines de ces espèces sont bien connus: oiseaux, chauves-souris et petits mammifères.

— les oiseaux: parmi l'abondante littérature sur ce sujet, citons les travaux de Eisenman (8), Olson et Blum (21), Trero Pérez (30) et Macedo (7). Eisenman dénombre treize espèces se nourrissant à Panama des infrutescences de *Cecropia* spp. On peut constater avec Trero Pérez que "some secondary species in zones perturbed by man probably owe their success to systems of seed dissemination by birds"

— les chauves-souris: en plus de l'excellente monographie de van der Pijl (12), rappelons les travaux de Vázquez-Yanes *et al.* (36) au Mexique, où *Artibeus jamaicensis* se nourrit en abondance de *Cecropia*

\* Reçu pour publication le 15 décembre 1981

\*\* Laboratoire de Botanique ORSTOM, Boite Postale 165 97 301 Cayenne Cédex. Guyane Française

*obtusifolia* Bertol., *Piper auritum* H. B. K., *Ficus* spp. et *Solanum* spp.

— les marsupiaux: Eisenman (8) signale la présence de *Philander opossum* dans *Cecropia*; des graines de *Vismia* spp. (Guttifereae) ont été trouvées dans l'intestin de *Marmosa murina* très fréquent à Cabassou, vieille forêt secondaire de l'île de Cayenne (M. Atramentowicz et A. Hladik com. pers.).

Comment expliquer l'apparition rapide de la végétation pionnière après perturbation du milieu? Deux hypothèses sont à envisager:

- 1) les graines sont apportées rapidement après coupe par les disséminateurs naturels,
- 2) les graines préexistent dans le sol de forêt primaire dans l'attente des conditions favorables à leur germination.

La plupart des auteurs s'accordent sur cette dernière hypothèse: la présence de graines d'espèces secondaires dans les sols forestiers est connue et mise en évidence par de nombreux auteurs: Symington (29) en Malaisie, Aubreville (3) en Côte d'Ivoire, Keay (13) au Nigeria, Kellman (14) aux Philippines. . .

Ce sont ces expériences que nous avons reprises en Guyane où la forêt sempervirente recouvre encore 90% des 90 000 km<sup>2</sup> du territoire de Granville, (10).

### Lieu de l'étude

Nos observations ont été conduites à 120 km de Cayenne, près de Sinnamary, au lieu dit *Piste de St Elie*. La forêt climacique est caractérisée par les parles Lecythidaceae, *Lecythis*, *Eschweilera*, Caesalpinia-ceae, *Eperua*, *Vouacapoua* et les Rosaceae, *Licania*, *Couepia* Puig (23). Nous sommes situés à 10 km de la lisière forêt-savanes côtières. (Fig. 1).

La température moyenne est "pratiquement constante au cours de l'année entre 25 et 27°C Boyé *et al.* (6) in Atlas de la Guyane (4).

La pluviométrie annuelle a varié au cours des trois dernières années entre 3 200 et 3 500 mm. Pour 1979, elle se détaille comme suit, avec une grande saison sèche bien marquée de Septembre à Novembre et une petite saison sèche en Février.

J	F	M	A	M	J	J	A
250	157	521	604	360	324	324	202
	S	O	N	D	Total		
	80	14	99	311	3 240 mm		

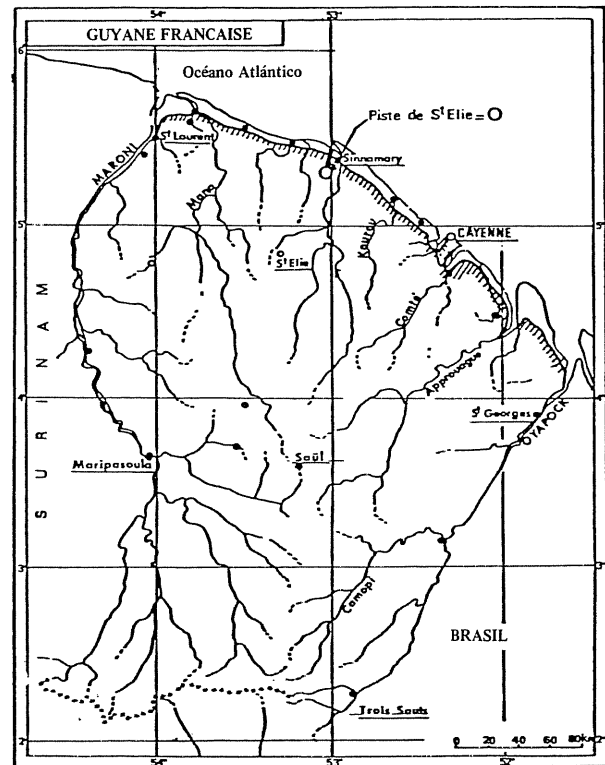


Fig. 1. Carte de la Guyane limite forêt-savane  
Map of French Guiana limit forest-savanna

### Techniques et méthodes

La mise en évidence des graines d'espèces pionnières est effectuée — soit par comptage direct de graines dans le sol Aubreville (3); Alexandre (1).

— soit en déplaçant de la terre de forêt et après exposition à la lumière et arrosage, observation des germinations (Guevara et Gómez-Pompa, (11); Liew, (16); Holthuijzen et Boerboom (12).

Dans nos expériences, la terre prélevée en forêt (1 m<sup>2</sup> sur 15 cm d'épaisseur) est exposée au centre d'une surface récemment défrichée. Chaque m<sup>2</sup> est divisé en quatre parts recueillies dans des caissons de 50 x 50 x 25 cm; deux d'entre eux sont recouverts d'une fine toile moustiquaire (maille de 1 mm) pour éviter un apport éventuel extérieur de graines et laisser cependant passer pluie et lumière (Fig. 2).

L'expérience est répétée simultanément 5 fois.

L'apparition des germinations est régulièrement suivie pendant cinq mois; chaque individu est graphiquement localisé afin d'en noter la disparition possible.

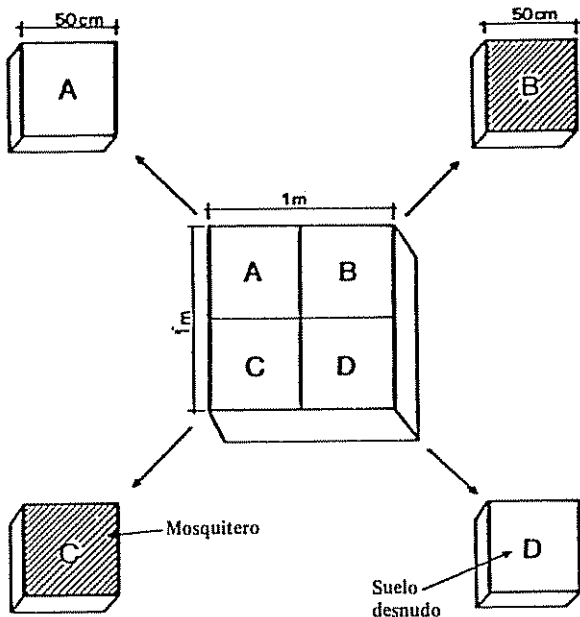


Fig. 2. Dispositif expérimental  
Pattern of the experiment

### Résultats

— il n'existe pas de différence entre les surfaces nues et protégées comme le montre le tableau I. Les quadrats ( $1/4$  de  $m^2$ ) les plus riches, avec respectivement 26 et 27 individus, sont, l'un nu, l'autre recouvert. Le minimum observé, 5 plantules, l'est sur sol nu.

— le nombre de graines stockées est important il dépasse 300, soit environ 60 graines par  $m^2$ . (Fig. 4).

— les premières germinations apparaissent quinze jours à trois semaines après la mise en place de l'expérience et dès le troisième mois, 85% des graines se sont développées. Quelques unes continuent à apparaître au cours du cinquième mois; elles sont localisées aux surfaces protégées où la moustiquaire assure une protection efficace contre les insectes (fourmis).

Tableau 1: Germination des graines d'espèces pionnières dans le sol de forêt primaire ( $5 m^2$ ).

	18 j.	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois	5 mois
sol nu ( $2.5 m^2$ )	29	63	96	122	134	134
sol moustiquaire ( $2.5 m^2$ )	31	64	119	143	157	168
total	60	127	215	265	291	302

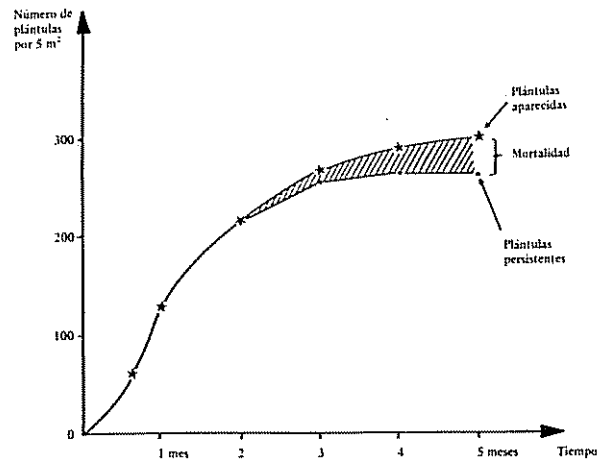


Fig. 4. Apparition et maintien des plantules.  
Apparition and persistence of the seedlings.

— l'inventaire floristique est établi (Tableau II) en séparant les arbres et arbustes des lianes et des herbacées. La détermination spécifique des deux "bois-canon", *Cecropia obtusifolia* Tréc. et *C. sciadophylla* Mart. est délicate dans ces jeunes stades, aussi le genre seul est-il retenu. Les Melastomaceae non détaillées, développent plusieurs genres, *Loreya*, *Minonia*, *Bellucia*... Ce relevé correspond bien à ce que nous connaissons de la floristique des recrues de cette zone où abondent les *Cecropia* (Moraceae), Melastomaceae, *Vismia* spp. (Guttifereae) *Laetia procera* Eichl. (Flacourtiaceae) et *Goupia glabra* Aubl. (Celastraceae) Mermet (19); Prevost (22).

Tableau 2: Inventaire floristique des plantules après cinq mois d'expérience ( $5 m^2$ ).

<b>Arbres et arbustes</b>		
<i>Cecropia</i> spp	156	
Melastomaceae	64	
<i>Laetia procera</i> Eichl	18	
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	16	
Rubiaceae	5	
<i>Protium</i> sp.	4	
<i>Vismia</i> spp.	3	
Annonaceae (Xylopi?)	3	
<i>Solanum asperum</i> Rich.	2	
indéterminés	10	281 individus
<b>Lianes</b>		
<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.	5	
<i>Passiflora vespertilio</i> L.	1	
Cucurbitaceae	1	7 individus
<b>Herbacées</b>		
<i>Costus</i> sp.	9	
Cyperaceae (Diplasia?)	3	
Marantaceae	2	14 individus
<b>Total</b>		<b>302 individus</b>

— les lianes et herbacées ne représentent que 7% des individus (Tableau II). Les lianes sont des Passifloraceae, *Passiflora coccinea* Aubl., *P. vespertilio* L. et une Cucurbitaceae. Les herbacées sont des *Costus* (Zingiberaceae), Cyperaceae avec le genre *Diplasia* et des Marantaceae.

— les germinations apparaissent progressivement pendant cinq mois (Fig. 3): on assiste à l'explosion des *Cecropia* qui développent en deux mois les 2/3 de leurs plantules; *Laetia procera* et *Goupia glabra*, bien que moins nombreux, sont également à germination rapide. Les Melastomaceae au contraire sont lentes à germer et ne deviennent abondantes qu'après trois et quatre mois; leurs germinations continuent à apparaître au cours du cinquième mois.

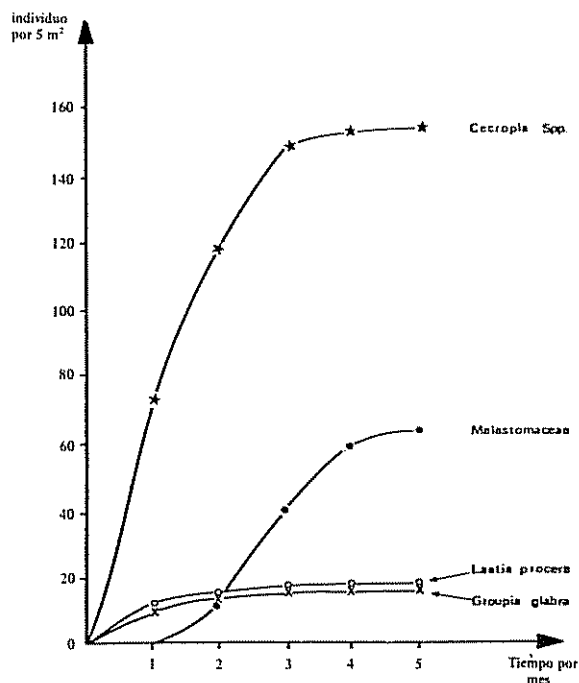


Fig. 3. Apparition des plantules  
Apparition of the seedlings

— le taux de mortalité des germinations et plantules n'est pas négligeable puisqu'il atteint 14% (41 individus sur 302); il est particulièrement élevé pour les surfaces demeurées nues (Tableau III). La mortalité affecte *Cecropia* (149 persistent sur 156) et surtout les Melastomaceae (40 sur 64). Il peut s'agir des résultats d'une prédation (fourmis observées), d'une compétition déjà intense à ce stade, mais peut être aussi d'une réaction à une période sèche marquée. Le cinquième mois de l'expérience correspond au mois d'Octobre où la pluviométrie n'est que de 14 mm.

Tableau 3: Mortalité des plantules après cinq mois d'expérience.

	sol nu (2.5 m <sup>2</sup> )	sol moustiquaire (2.5 m <sup>2</sup> )
Nombre de plantules développées	134	168
Nombre de plantules présentes	106	155
Mortalité	28	13
%	20	8
%moyen		14

## Discussion

Nos observations en Guyane ne font que confirmer la présence de graines d'espèces pionnières dans les sols de forêt primaire Symington (29), Key (13), Guevara et Gómez-Pompa (11), Liew (16).

En Côte d'Ivoire, Aubréville (3) dénombre sur 4 m<sup>2</sup> 498 graines de parasolier (*Musanga cecropioides*) qui "attendent le surchauffement que produit l'insolation après découvert, pour germer".

Pour *Trema guineensis* Ficalho, Alexandre (1) observe une densité moyenne de l'ordre de 300 par m<sup>2</sup> "avec, localement, des densités dix fois plus fortes".

Tout récemment au Surinam, Holthuizen et Boerboom (12) recensent 73 graines de *Cecropia* spp. par m<sup>2</sup> dans les deux premiers centimètre du sol plus l'humus et démontrent que la viabilité de ces graines dépasse quatre années.

Les graines des espèces nomades sont considérées comme *dormantes* dans le sol Budowski (5), Whitmore (37), Ketelaars et Budelman (15).

De nombreuses expériences ont montré le rôle de la lumière (quantité et surtout qualité du spectre) et de la température dans la levée de dormance des espèces de végétation secondaire Vázquez-Yanes (32, 33, 34, 35).

Bien que pour NG (20) "the dormancy is not particularly characteristic of pioneer species in the humid tropics", on constate qu'il s'agit là, d'un critère primordial, les graines conservant leurs potentialités en attendant les conditions favorables à leur germination.

L'apport exogène de graines est difficile à quantifier. Cheke *et al.* (7) montre que la distance entre les porte-graines et les germinations de quelques espèces pionnières en Thaïlande, peut atteindre 175 m et qu'à 20 cm de profondeur il existe encore des graines viables. Ils peuvent conclure: "the observed input rate of fresh seral tree seeds is very low compared with the stock of viable seeds in the soil, suggesting that the latter has built up over a period of years".

Pour notre part, nous avons observé, dans de jeunes recrûs de 18 mois à 2 ans, des graines de *Solanum* spp. sur des feuilles de *Goupia glabra*, *Laetia procera* et *Vismia* spp.; aucun arbre à proximité n'a pu servir de perchoir à des oiseaux. Les graines sont déposées au hasard par les oiseaux survolant cette surface en régénération. La pose de paniers collecteurs de graines au milieu d'une zone récemment défrichée nous a permis de récupérer en quelques semaines un petit nombre de graines de *Solanum* spp.

Les graines déposées sur les feuilles, entraînées par les pluies, se retrouvent sur le sol où, recouvertes peu à peu par l'humus, elles augmentent et renouvellent le stock. Il est vraisemblable que de tels phénomènes se produisent en forêt primaire; il faudrait cependant le prouver.

### Conclusion

Plus de 300 graines d'espèces pionnières sont dénombrées dans 5 m<sup>2</sup> de sol en forêt dense guyanaise. 93% sont des arbres et arbustes, la majorité étant constituée par *Cecropia* spp. des Melastomaceae, *Laetia procera* et *Goupia glabra*.

Les lianes et les herbacées sont représentées par 21 plantules: Passifloraceae et Cucurbitaceae pour les premières, Zingiberaceae, Cyperaceae et Marantaceae pour les dernières.

Toutes ces espèces n'apparaissent pas d'une façon synchrone: à l'explosion des "bois-canon" (*Cecropia*) succèdent les Melastomaceae qui apparaissent encore le cinquième mois de l'expérience. *Laetia procera* et *Goupia glabra* sont également à germination rapide.

La mortalité est importante, atteignant 14% à la fin des observations: elle peut s'expliquer par une certaine compétition entre les individus, par l'intervention de prédateurs que nous avons pu observer à l'oeuvre (fourmis), mais aussi comme une réaction à la sécheresse, la pluviométrie n'ayant pas dépassé 14 mm le dernier mois de l'étude.

Des observations plus longues, sur des surfaces plus grandes peuvent maintenant être envisagées: démographie des plantules (niveau de la population) et étude plus précise de certaines espèces pionnières (niveau spécifique) qui pourraient s'avérer utiles. On connaît en Amérique Centrale le rôle joué par le balsa, *Ochroma lapopus* Swartz Bombacace (Bombacaceae) et par *Cordia alliodora* (Ruiz et Pav.) (Boraginaceae) Tschinkel (31), Vázquez-Yanes (32), et en Asie par le Laran tree *Anthocephalus chinensis* (Lamk.) Rich. ex Walp. (Rubiaceae) Fox (9), Whitmore (37).

En Guyane, le goupia *Goupia glabra* (Celastraceae) intéresse les forestiers mais supporte mal la compétition avec les autres espèces à croissance rapide (*Cecropia* et *Laetia*) au cours des premières années de lé régénération.

Devant la diminution rapide des surfaces occupées par les forêts denses tropicales Raven (24), on constate un regain d'intérêt pour ces végétations secondaires encore peu étudiées.

### Résumé.

La présence de graines d'espèces pionnières dans le sol de forêt primaire est testée expérimentalement en Guyane. On dénombre plus de soixante graines par m<sup>2</sup>. Ce stock est en grande partie constitué par *Cecropia* spp., *Laetia procera*, *Goupia glabra* et par des Melastomaceae qui apparaissent plus tardivement. Les lianes sont des Passifloraceae et Cucurbitaceae; les herbacées des Zingiberaceae Cyperaceae et Marantaceae. La mortalité atteint 14% en cinq mois.

**Mots-clés.** Espèces pionnières, graines, dormance, mortalité, Guyane.

### Summary

The presence of seeds of pioneer species in the forest soil has been tested experimentally in French Guiana. More than sixty study seeds were counted in one square meter. This seedbank is mainly made up of *Cecropia* spp., *Laetia procera*, *Goupia glabra* and of Melastomaceae which appeared later on. Vines are Passifloraceae and Cucurbitaceae, herbaceous species Zingiberaceae, Cyperaceae and Marantaceae. Mortality of seedlings reaches 14% after five months.

### Key-words

Pioneer species, seeds, dormancy, mortality, French Guiana.

## Bibliographie

1. ALEXANDRE, D. Y. — Observations sur l'écologie de *Trema guineensis* en basse Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Biol., 13(3):261-266. 1978.
2. ATLAS DE LA GUYANE. — Collection des Atlas des Départements d'Outre-Mer. Coédition CNRS/ORSTOM, Paris. 1979. 39 planches couleurs, notices et légendes.
3. AUBREVILLE, A. — Les brousses secondaires en Afrique Equatoriale. Bois et Forêts des Tropiques. 2:24-35. 1947.
4. BOYÉ, M., G. CABAUSSEL, Y. PERROT. — Climatologie, In Atlas de la Guyane. Coédition CNRS/ORSTOM, Paris. 1979.
5. BUDOWSKI, G. — Studies on forest succession in Costa Rica and Panama. Thesis Yale University, USA, 1961. 189 p.
6. BUDOWSKI, G. — The distinction between old secondary and climax species in tropical central american lowland forests. Tropical Ecology. 11(1):44-48. 1970.
7. CHEKE, A. S., W. NANAKORN & C. YANKOSES. — Dormancy and dispersal of seeds of secondary forest species under the canopy of a primary tropical rain forest in northern Thailand. Biotropica 11(2):88-95. 1979.
8. EISENMAN, E. — Favorite foods of neotropical birds, flying termites and *Cecropia* catkins. Auk, 78:636-638. 1961.
9. FOX, J. E. D. — *Anthocephalus chinensis*, the Laran Tree of Sabah. Economic Botany. 25(3):221-233. 1971.
10. GRANVILLE, J. J. de. — Les divers types de couverture végétale en Guyane. Quelques aspects de leur exploitation. ORSTOM Cayenne. Rapport multig., 1980. 31 p.
11. GUEVARA, S. S. et A. GOMEZ-POMPA. — Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. J. Arnold Arb., 53(3): 312-325. 1972.
12. HOLTHIJZEN, A. M. A. et J. H. A. BOERBOOM. — Experiments on the *Cecropia*-seedbank of the Surinam lowland rain forest (sous-presse). 1980.
13. KEAY, R. W. J. — Seeds in forest soils. Nigerian Forestry Information Bulletin, N. S., No. 4. 1960.1-12.
14. KELLMAN, M. C. — Secondary plant succession in tropical montane Mindanao. Research School for Pacific Stud., Austral. Nat. Univ., Publication BG/2, 1970. 174 p.
15. KETELAARS, J. J. M. H. et A. BUDELMAN. — Anthropogene vegetaties in het Brokopondo District, Suriname. Vakgroep Plantensyst. en Geografie Wageningen, 1976. 99 p.
16. LIEW, T. C. — Occurrence of seeds in virgin forest top soil with particular reference to secondary species in Sabah. Malay. For., 36(3): 185-193. 1973.
17. MACEDO, M. — Dispersão de plantas lenhosas de uma Campina Amazonica. Acta Amazonica, 7(1), suplemento, 1977. 1-69.
18. MANGENOT, G. — Etudes sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. Etudes Eburnéennes. 4:5-61. 1955.
19. MERMET, L. — Faciès de jeune recrû forestier en Guyane Française. ORSTOM Cayenne, rapport multig. 1978. 30 p.
20. NG, F. S. P. — Strategies of establishment in Malayan forest trees. In Tropical Trees as Living Systems, TOMLINSON and ZIMMERMANN ed., Cambridge University Press, 1978. 129-262.
21. OLSON, S. L. and K. E. BLUM. — Notes on avian dispersal of plants in Panama. Ecology, 49:565-566. 1968.
22. PRÉVOST, M. F. — Recrû des trois ans après coupe de type papetier. ORSTOM Cayenne, rapport multig., 1979. 9 p.
23. PUIG, H. — Productivité de la forêt primaire guyanaise: état d'avancement des travaux. Bul. liaison du groupe de travail sur l'écosystème forestier guyanais. 2:49-53. 1979.
24. RAVEN, P. H. — Perspectives in tropical Botany. Ann. Miss. Bot. Gard., 64(4):746-748. 1977.
25. RICHARDS, P. W. — The tropical rain forest. Cambridge University Press. 1952. 450 p.

26. SCHNELL, R. — Le problème des homologies phytogéographiques entre l'Afrique et l'Amérique tropicale. *Mémoires Muséum Paris, Bot.*, 11(2):137-242. 1961.
27. STEENIS, C. G. G. H. van. — De biologische nomaden-theorie. *Vakblad voor Biologen.* 8:165-173. 1956.
28. STEENIS, C. G. G. H. van. — Rejuvenation as a factor for judging the status of vegetation types: the biological nomad theory. In *Proceedings Kandy Symposium, UNESCO.* 1958. 212-218.
29. SYMINGTON, C. F. — The study of secondary growth on rain forest sites in Malaya. *Malay. For.*, 2:107-117. 1933.
30. TRERO PEREZ, L. — Diseminación de semillas por aveces en "los tuxlas" Ver. In *Regeneración de selvas; Gómez-Pompa and Vázquez-Yanes ed. Mexico, 1976.* 447-470.
31. TSCHINKEL, H. M. — Algunos factores que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* (Ruiz and Pav.) Cham. *Turrialba.* 15(4):317-324. 1965.
32. VAZQUEZ-YANES, C. — Studies on the germination of seeds of *Ochroma lagopus* Swartz. *Turrialba.* 24(2):176-179. 1974.
33. VAZQUEZ-YANES, C. — Seed dormancy and germination in secondary vegetation tropical plants: the role of light. *Comp. Physiol. Ecol.*, 1(1):30-34. 1976.
34. VAZQUEZ-YANES, C. — Germination of a pioneer tree (*Trema guineensis* Ficalho) from equatorial Africa. *Turrialba.* 27(3):301-302. 1977.
35. VAZQUEZ-YANES, C. — Light quality and seed germination in *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* from a tropical rain forest in Mexico. *Phyton*, 38(1):33-35. 1980.
36. VAZQUEZ-YANES, C., A. OROSO, G. FRANÇOISE and L. TREJO. — Some observations on seed dispersal by bats in a tropical humid region. *Biotropica.* 7:73-76. 1975.
37. WHITMORE, T. C. — Tropical rain forest of the Far east. Clarendon Press, Oxford, 1975. 282 p.



*Viene de la página 120*

#### Definiciones de las unidades básicas del SI\*

**El metro.** Es la longitud equivalente a 1 650 763.73 longitudes de onda en el vacío de la radiación electromagnética emitida por el átomo de criptón 86, correspondiente a la transición entre  $2p_{10}$  y  $5d_5$  (su símbolo es m).

**El kilogramo.** Corresponde a la masa del kilogramo prototipo adoptado internacionalmente (su símbolo es kg).

**El segundo.** Es la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación electromagnética correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado base en el átomo de cesio 133 (su símbolo es s).

**El ampere.** Es la corriente eléctrica constante en dos conductores paralelos de longitud infinita y de sección transversal insignificante que, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, se atraen con fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud (su símbolo es A).

**El kelvin.** Corresponde a  $1/273.16$  de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (su símbolo es K).

**La candela.** Es la intensidad luminosa —en dirección perpendicular y con una superficie igual a  $1/600\,000$  de metro cuadrado— de un cuerpo negro, a la temperatura de solidificación del platino a una presión de 101 325 newton por metro cuadrado.

**La mole.** Es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kilogramos de carbono 12.

**El radián.** Es la medida de un plano cuyo vértice coincide con el centro de un círculo y cuya abertura es igual a la longitud de su radio subtendido como arco.

**El steradián.** Es la medida de un ángulo sólido con su vértice al centro de una esfera y que abarca sobre su superficie el área de un cuadrado cuyos lados tienen la longitud del radio.

\* Tomado y adaptado de: Francisco Campos y Asociados, S. A. — Berlín No. 321, México 21, D. F.

### Abstract

*Effects of N, P and K on protein contents and protein production of grain sorghum.*

*The experiment was designed to study the effects of nitrogen, phosphorus and potassium deficiencies on protein contents of 5 grain sorghum cultivars, in nutrient solution.*

*Sorghum cultivars presented different responses to nutrient stress and the nutrient effects were more important on grain production than on protein contents of the grains.*

### Introdução

**N**o Brasil o sorgo granífero é utilizado principalmente em rações para animais, constituindo-se em fonte de energia. Para diminuir o custo destas rações, seria interessante que esses grãos possuissem elevado teor de proteína de boa qualidade e digestibilidade.

Segundo Rooney (11), a quantidade de proteína contida nos grãos de sorgo varia principalmente devido à influência de fatores ambientais e culturais, em grau menos pronunciado, devido ao híbrido utilizado. O autor relata ainda que o teor de proteína nos grãos apresenta correlação negativa com a produção de grãos, mas a produção de proteína por unidade de área apresenta correlação positiva com a produção de grãos, e conclue que o melhor método para aumentar a produção de proteína é a seleção contínua de linhagens para altas produções de grãos.

Da mesma forma, existem trabalhos (1) relatando que o problema de baixos teores de proteína no sorgo parece estar associado particularmente com cultivares híbridos de alta produção de grãos.

Entre os fatores ambientais que podem influenciar a produção de proteína, a fertilidade do solo parece ser a de controle mais viável, o teor e a produção de proteína pelo sorgo pode ser aumentada significativamente através do manejo adequado da fertilidade do solo e da fertilização (11).

Diversos autores estrangeiros têm correlacionado a produção e o teor de proteína nos grãos com o suprimento de nitrogênio em sorgo (2, 4, 10). Entretanto os trabalhos que relacionam a produção de proteína com o fornecimento de fósforo ou potássio à planta são muito raros na literatura internacional, e inexistentes na brasileira, apesar de saber-se que estes nutrientes podem influenciar a produção de proteína pela planta (5, 8)

Por outro lado, é comum que se encontrem diferenças varietais no teor e produção de proteína pelo sorgo (3).

No presente trabalho estudou-se os teores e a produção de proteína de cinco cultivares de sorgo cultivado em solução nutritiva completa, e em condição de "stress" relativa de N, P e K, separadamente.

1/ Recebido para publicação em 29 fevereiro 1980 Trabalho financiado pelo BNDE (FUNTEC 293) e FAPESP.

\* Professor Assistente Doutor do Departamento de Agricultura e Silvicultura/FCA/UNESP Campus de Botucatu (com bolsa do CNPq).

\*\* Professor Catedrático, Departamento de Química/ESALQ/USP, Piracicaba.

\*\*\* Professor Assistente DAS/FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

## Materiais e métodos

O presente trabalho foi conduzido nas instalações do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, anexo à ESALQ – USP, em Piracicaba, nos anos de 1976/77.

Foram utilizados cinco cultivares de sorgo gramiífero, a saber: P 8 417 (Pioneer), TE Y 101, C 101 C 102 (Contibrasil) e E 57 (Agroceres), que foram cultivados em solução nutritiva n.º 1 de Hoagland e Arnon, e as diluições foram efetuadas conforme preconizado por Malavolta (7).

A semeadura foi efetuada em vermiculita umedecida com água destilada, onde as plantas permaneceram até o 8.º dia (estágio de 3 folhas). As mudas foram então transplantadas para bandejas de 40 litros, contendo solução nutritiva diluída a 1/3 da concentração usual, aí permanecendo por 14 dias. A seguir colocou-se uma planta em cada vaso de polietileno de 20 litros, cada vaso contendo um dos seguintes tratamentos: 1. solução completa (nível 1.0 de N, P e K); concentração usual; 2. nitrogênio diluído a 1/2; 3. nitrogênio diluído a 1/5; 4. nitrogênio diluído a 1/10; 5. fósforo diluído a 1/2; 6. fósforo diluído a 1/5; 7. fósforo diluído a 1/10; 8. potássio diluído a 1/2; 9. potássio diluído a 1/5 e 10. potássio diluído a 1/10, todos os tratamentos com 3 repetições. Nestas condições as plantas foram cultivadas até o final do ciclo (grãos duros).

O arejamento foi constante

Os grãos, após a colheita foram secos pesados e moidos para posterior análise de nitrogênio total pelo método semi-micro Kjeldal, cujos resultados foram multiplicados por 6.25, para a obtenção do valor proteína bruta (6).

Para as análises estatísticas foram considerados 3 ensaios, um com níveis de N, um com níveis de P e um com níveis de K. Os dados de porcentagens foram transformados em  $\sqrt{x \div 100}$  (9).

## Resultados e discussão

## Efeitos do nitrogênio

A análise da variância dos teores de proteína obtidos com os diferentes níveis de N na solução nutritiva mostrou valores de F não significativos para níveis, mas altamente significativos para cultivares e para a interação níveis x cultivares, indicando o diferente comportamento destas, em resposta à aplicação do N, com relação a teor de proteína. As médias dos dados correspondentes ao desdobramento da interação níveis x cultivares encontra-se na Tabela 1.

A análise da variância das quantidades de proteína produzida em função dos níveis de N mostrou valores de F altamente significativos para níveis, cultivares e para a interação níveis x cultivares. As médias dos dados correspondentes ao desdobramento da interação encontram-se na Tabela 2.

As cultivares P 8 417 e C 101 apresentaram comportamento semelhante, pois os níveis mais baixos de N no substrato foram suficientes para que aproveitassem todo o seu potencial genético para produção de proteína, o que ficou patente pela não alteração nos teores de proteínas nos grãos (Tabela 1).

Pela Tabela 2 nota-se que a produção de proteína por plantas destas duas cultivares diminuiu quando se forneceu menos N, mostrando que deve ter havido uma diminuição na produção de grãos. Esses resultados são concordantes com aqueles relatados por Rooney (11).

A cultivar TE Y 101 apresentou um aumento no teor de proteína dos grãos e uma tendência de diminuição na quantidade de proteína produzida por planta quando se diminuiu o N do substrato, provavelmente devido a um efeito de concentração nos níveis mais baixos de N, mostrando que a deficiência do elemento parece afetar primeiro a produção de grãos, e depois, a formação de proteína. Os resultados obtidos

Tabela 1: Teores médios de proteína (%) bruta contida nos grãos de sorgo gramiífero, por cultivar e por nível de N na solução nutritiva.

Níveis de N	Cultivares <sup>1</sup>				
	P 8 417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
1.0	15.6a XY	14.2 bXY	15.9a X	12.7a Y	14.1a XY
0.5	16.3a XY	17.0abX	14.4abXY	13.7a Y	13.8a Y
0.2	16.1a XY	17.0abX	13.0 b Y	14.7a XY	13.7a Y
0.1	15.8a Y	19.5a X	17.1a XY	14.3a Y	11.1 b Z

1/ Letras minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas diferentes significam diferenças significativas ao nível de 5% (Tukey).

Tabela 2: Dados médios das quantidades de proteína bruta contida nos grãos de sorgo, por nível de N e por cultivar, em gramas/planta.

Níveis de N	Cultivares <sup>1</sup>				
	P 8 417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
1.0	3.98a X	3.60abX	2.31a Y	3.41 bXY	4.40a X
0.5	2.62 bZ	3.80a YZ	2.69a Z	5.02a X	4.60a XY
0.2	2.44 bYZ	3.45ab Y	2.22a Z	2.98 bYZ	4.89a X
0.1	2.66 bXY	2.61 bXY	1.59a Y	3.08 bX	2.98 bX

1/ Letras maiúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas diferentes significam diferenças significativas ao nível de 5% (Tukey).

para esta cultivar concordam com a literatura existente (2).

A cultivar C 102 apresentou algumas variações nos teores de proteína dos grãos, variações estas que não se repetem na produção de proteína por planta, o que vem reafirmar que a produção de grãos é mais importante como componentes da produção de proteínas do que o teor destas nos grãos, concordando novamente com Rooney (11).

A cultivar E 57 apresentou comportamento bem diverso das anteriores, pois a medida que diminuiu-se o N disponível diminuíram tanto os teores como as produções de proteína por planta, mostrando que o metabolismo desta cultivar é mais sensível ao "stress" do que as demais.

As diferenças entre cultivares mostram que nem sempre as cultivares que apresentam os maiores teores de proteína bruta são as que apresentam as maiores produções de proteína bruta, e esse comportamento relativo é diferente conforme se aumenta o "stress" de N, em função, provavelmente, da eficiência das cultivares em utilizar o nutriente disponível para elaboração de proteínas.

### Efeitos do fósforo

A análise da variância dos teores de proteína dos grãos em função dos níveis de fósforo mostrou diferenças altamente significativas para cultivares, para níveis e para a interação níveis x cultivares, cujos resultados médios estão na Tabela 3.

Quando se analisou a variância das quantidades de proteína produzida por planta encontrou-se valores de F altamente significativos para cultivares, níveis, e para a interação cultivares x níveis, e os resultados médios do desdobramento da interação encontram-se na Tabela 4.

Pela análise das Tabelas 3 e 4, nota-se que quando se diminuiu o suprimento de P, a cultivar P 8 417 mostrou tendência a diminuição tanto no teor como na quantidade de proteína produzida, ao passo que as cultivares TE Y 101 e C 102, apesar de mostrarem diferenças nos teores, apresentaram produções de proteína bruta iguais entre si, mas os resultados para estas 3 cultivares não foram consistentes.

As cultivares C 101 e E 57 apresentaram comportamentos diversos das anteriores e semelhantes entre si. A diminuição na disponibilidade de P afetou o teor de proteína apenas no nível mais baixo do elemento.

Tabela 3: Teores médios de proteína bruta (%) contida nos grãos de sorgo granífero, por cultivar e por nível de P na solução nutritiva.

Níveis de P	Cultivares <sup>1</sup>				
	P 8 417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
1.0	15.6a X	14.2 b Y	15.9a X	12.7a Y	14.1aXY
0.5	12.6 b Y	19.5a X	14.1ab Y	14.6a Y	14.1a Y
0.2	14.4ab Y	21.1a X	14.4ab Y	12.3a Y	14.2a Y
0.1	14.4abX	13.9 bx	12.3 bxY	9.0 bZ	10.2bYZ

Tabela 4: Dados médios das quantidades de proteína bruta contida nos grãos de sorgo, por nível de P e por cultivar, em gramas/planta.

Níveis de P	Cultivares <sup>1</sup>				
	P 8 417	TE Y 101	C 102	C 101	E 57
1.0	4.01a X	3.60a X	2.30a Y	3.41a XY	4.40a X
0.5	2.55 b XY	3.67a X	1.87a Y	2.45abXY	3.63abX
0.2	2.31 b Z	4.54a X	2.59a YZ	3.12abYZ	3.59bXY
0.1	3.29abXY	3.53a X	2.07a YZ	2.04 b Z	2.93 bxYZ

1/ Letras minúsculas nas colunas, e maiúsculas nas linhas diferentes significam diferenças significativas ao nível de 5% (Tukey).

No nível 0.5 de P já apareceu uma tendência de diminuição na quantidade de proteína produzida, sendo que provavelmente nos níveis 0.5 e 0.2 houve efeito apenas na matéria seca de grãos, e no nível 0.1 de P este efeito somou-se á diminuição no teor de proteína. Isto mostrou que a diminuição no metabolismo que leva a elaboração de proteínas para estas cultivares não parece ser o primeiro efeito de uma deficiência de P.

Novamente tornou-se claro o comportamento diferencial das cultivares com relação aos teores de proteína bruta e com relação às quantidades de proteína bruta produzida. Quando se considerou diferentes disponibilidades de P, estas diferenças relativas se modificaram, provavelmente, em função do potencial genético e da eficiência das cultivares para elaborar proteína.

#### Efeitos do potássio

A análise da variância dos teores de proteína bruta dos grãos de sorgo em função dos níveis de potássio revelou valores de F altamente significativos para cultivares, mas as diferenças devidas aos diferentes níveis e à interação níveis x cultivares não foram significativas. As médias das cultivares encontram-se na Tabela 5.

Quando se analisou os resultados de quantidades de proteína bruta produzida por planta em função dos níveis de K, foram encontrados valores de F significativos para cultivares e para níveis. Esses resultados encontram-se nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

Pelas Tabelas 5 e 6 nota-se que a cultivares que apresentaram os maiores teores de proteína bruta nem sempre foram as que produziram mais proteína por planta, evidenciando que para altas produções de proteína por unidade de área é mais interessante a seleção de linhagens mais produtivas de sorgo do que a seleção de linhagens com maiores teores de proteína, o que está de acordo com a literatura existente (2, 11).

Tabela 5: Teores médios de proteína bruta apresentados por diferentes cultivares de sorgo granífero submetidos a diferentes níveis de K no substrato, em %.

Cultivares	Teores (%) <sup>1</sup>
TE Y 101	16.2 a
P 8 417	15.2 ab
C 102	15.1 ab
E 57	14.4 bc
C 101	12.8 c

1/ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade (Tukey).

Tabela 6: Produções médias de proteína bruta de diferentes cultivares de sorgo submetidos a diferentes níveis de K, em gramas/planta.

Cultivares	Gramas de Prot/Planta <sup>1</sup>
E 57	4.07 a
TE Y 101	3.52 ab
P 8 417	3.31 b
C 101	3.19 b
C 102	1.97 c

1/ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade (Tukey).

Os diferentes níveis de K na solução nutritiva não influenciaram os teores de proteína bruta dos grãos, mas tiveram influência na produção de proteína bruta por planta, provavelmente através do efeito na produção de matéria seca de grãos.

A falta de interações significativas mostrou que a reação das cultivares de sorgo ao "stress" relativo de K foi semelhante.

Tabela 7: Produções médias de proteína bruta de cinco cultivares de sorgo granífero em função dos níveis de K no substrato, em gramas por planta.

Níveis de K	g Proteína/Planta <sup>1</sup>
1.0	3.54 a
0.5	3.42 ab
0.2	3.01 ab
0.1	2.86 b

1/ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade (Tukey)

É interessante ressaltar que os níveis de K podem não ter apresentado resultados significativos nos teores de proteína bruta porque um dos efeitos do K sobre os compostos nitrogenados da planta é o aumento da relação N solúvel/N proteico (8), e a determinação utilizada no presente trabalho não separa estas duas formas de N da planta.

### Conclusões

Através dos resultados obtidos, nas condições do presente ensaio de sorgo granífero cultivado em solução nutritiva completa, e em condição de "stress" relativa de N, P e K, separadamente, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Com a diminuição na disponibilidade de N no meio, as cultivares P 8 417 e C 101 não apresentaram variações significativas nos teores de proteína bruta dos grãos, enquanto a cultivar E 57 apresentou diminuição significativa nos teores de proteína bruta.
- Com exceção da cultivar C 102, a diminuição do N disponível no meio levou a uma diminuição na produção de proteína bruta por planta.
- O Fósforo afetou os teores de proteína dos grãos de sorgo. Com exceção das cultivares P 8 417 e TE Y 101, os resultados sugeriram uma correlação direta.
- Os resultados obtidos sugeriram que a deficiência de P afetou primeiramente a produção de grãos, e depois a elaboração de proteína bruta pela planta.
- O potássio não teve efeito nos teores de proteína bruta dos grãos, mas sim na produção de proteína bruta pela planta.
- As diferentes cultivares apresentaram reações diferentes ao "stress" relativo de N e P, e reações se-

melhantes entre si ao "stress" relativo de K, com relação ao teor e produção de proteína bruta.

- Os efeitos de N, P e K pareceram ser mais importantes na produção do que para a produção de proteína bruta, mas são necessários novos estudos visando qualidade e não apenas a quantidade de proteína produzida pelo sorgo.

### Resumo

Foram estudados os teores e as produções de proteína bruta dos grãos de cinco cultivares de sorgo granífero em função de diferentes níveis de N, P e K, em solução nutritiva. As cultivares apresentaram respostas diferentes entre si para N e P. Quando se comparou as respostas das cultivares submetidas a tratamentos idênticos estas também foram diferentes, tanto para teores de proteína bruta como para a produção de proteína bruta por planta. O potássio não causou efeito nos teores de proteína bruta das cultivares, e as respostas destas foram semelhantes quando se comparou as produções de proteína bruta por planta. Os efeitos de níveis de N, P e K pareceram ser mais importantes para a produção de grãos do que para os teores de proteína bruta por planta.

### Literatura citada

- ASHER, C. J. & COWIE, A. M. Grain sorghum — high yield, satisfactory protein content or both? Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand 4:79-82.
- CAMPBELL, A. R. & PICKETT, R. C. Effect of nitrogen fertilization on protein quality and quantity and certain other characteristics of 19 strains of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Crop Science 8(5):545-547. 1968.
- DEOSTHALE *et al*. Varietal differences in protein, lysine and leucine content of grain sorghum. Journal Agriculture and Food Chemical 18:644-646. 1970.
- DEYOE, C. W. & SHELLENBERGER, J. A. Amino acids and proteins in sorghum grain. Journal Agriculture and Food Chemical 13:446-450. 1965.
- EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas, trad e notas de E. MALAVOLTA, Ed. Universidade de São Paulo. 1975. 341 p.

6. GUIRAGOSSIAN, V. Y., Van Soyoc, S. W. & AXTELL, J. D. Chemical & biological methods for grain & forage sorghum. Dep. Agronomy, Purdue University. 1977. pp. 32-37.
7. MALAVOLTA, E. Práticas de Nutrição Mineral de plantas. Apostila mimeo. ESALQ — Piracicaba, Brasil 1975.
8. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. Ed. Agro. Ceres, S. Paulo. 1976. 528 p.
9. MICHAN, M. M. Comunicação particular. 1978.
10. MILLER, G. D.; DEYOE, C. W.; WALTER, T. L. & SMITH, F. W. Variations in protein levels in Kansas grain sorghum. Agronomy Journal 56:302-304. 1964.
11. ROONEY, L. W. Utilization of Sorghum grain: food and industrial. In: Grain sorghum research in Texas. 1970 Texas A&M University. 1971. pp. 71-81.

### Compendio

*En la Universidad Agrícola Tamil Nado, Coimbatore, India, se realizó un experimento para estudiar el efecto del hule negro, hule blanco y la paja de mijo perla (*Pennisetum typhoides*) empleados como cobertura inerte, o "mulches", en la variedad MCU 5 de algodón durante el periodo 1974-1975. Se encontró que la caída de las flores aumentó debido a las lluvias y al incremento repentino de temperaturas matinales microclimáticas. El rendimiento de la semilla de algodón fue significativamente mayor en los tratamientos que contaron con la cobertura inerte que en el tratamiento testigo. El porcentaje de incremento fue de 44.5, 42.2 y 14.2 para las coberturas inertes formadas por hule blanco, mijo perla y hule negro, respectivamente.*

### Introduction

**A**mong the several factors governing cultivation of cotton, climate and soil play a vital role as in the case of other crops. Sikka and Dastur (4) observed that rainfall and temperature are the most important among the climatic factors that influence the cultivation of cotton and that the quantity of distribution of rainfall alone accounts for 60 to 70 per cent in the annual fluctuation in the Indian cotton production. They have identified adequate moisture, minimum temperature above 60°F during germination, day temperature of 70 to 80°F during vegetative period and a day temperature ranging from 80 to 90°F and cool nights during the fruiting period as optima for the best results. The crop can stand day temperatures even as high as 110 to 115°F, but irrigation is required under such conditions. Mulches were applied to crops from the dawn of agriculture, mainly with a view to conserve the soil and moisture. The effect of mulches changing the environment of microclimate on cotton have not been studied so far except by Geiger (2) on forest litter. The potentiality of the mulches in effecting a change in the environ-

ment depends on the colour, texture and nature of the mulches. The black and white rubber wastes and the easily available pearl millet (*Pennisetum typhoides*) straw by virtue of their different colour and physical properties could produce a different environment. These have been taken into consideration to study the response of cotton plant to such modifications of the environment as manifest in flower production, flower shedding, boll number and yield on MCU 5 cotton under irrigation at the Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India.

### Materials and methods

Coimbatore is situated at 11°N and 77°E at an altitude of 498 m above mean sea level with an annual average rainfall of 644 mm. The experiment was conducted in the fields of the Department of Agronomy, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore campus. The soil is clay loam type with low availability of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and high K<sub>2</sub>O content.

The treatments adopted were (i) control (no mulch), (ii) black rubber waste, (iii) white rubber waste and (iv) pearl millet (*Pennisetum typhoides*) straw. The rubber wastes are factory rejects of the tyre industry. The black material was in the form of 5 mm x 5 mm x 30 cm long strands. The white rubber waste was in the form of flats of 5 mm thickness, 30 cm long and 15 to 30 cm broad. The pearl millet straw was made into small bundles of 5 to 6 plants so that they could not be disturbed by wind. The experiment was laid out during the winter

1/ Received for publication January 19, 1980. Forms part of the M.Sc (Ag.) Thesis of the first author submitted to the Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore 641 003, India.

\* Deputy Agricultural Officer, Mayuram, India.

\*\* Associate Professor of Agronomy, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore 641 003, India.

\*\*\* Scientist (Agronomy), Sugarcane Breeding Institute, Coimbatore 641 007, India.



season of 1974-1975 in a randomised block design with seven replications.

The variety MCU 5 having a duration of 165 days was chosen for the study. The seeds were sown on 13, VIII, 1974 at the rate of two seeds per hole adopting a spacing of 75 x 22.5 cm. The thinning was done on the 15th day of sowing thus leaving one seedling per hill. The recommended fertilizer dose of 60 kg N, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 30 kg K<sub>2</sub>O/ha was applied as per recommendation. The mulches were applied on 22, IX, 1974, i.e. 41 days after sowing. White and black rubber wastes were spread at the rate of 31.0 ton/ha, while 7.1 ton/ha alone was used in the case of pearl millet straw. Irrigation and plant protection were carried out at the recommended levels. Soil temperature at 5 cm depth, temperature of the mulch and above mulch and air temperature were recorded daily at 06.30 and 14.30 hours Indian Standard Time. The following characters were studied:

- i) **No. of flowers per plant:** The fully opened flowers in plot were counted daily for a period of 49 days from 13, X, 1974 to 30, XI, 1974 and expressed as flowers per plant per week.
- ii) **No. of dropped floral parts:** The number of flowers, squares and bolls dropped were counted from 11th to 17th week and expressed as total floral drops per plant.
- iii) **No. of bolls per plant:** This was counted at each harvest from 121st day at weekly intervals and expressed as total number of bolls per plant.
- iv) **Yield of seed cotton:** The picking of cotton seed commenced on 11, XII, 1974 and ended on 15, I, 1975 with six weekly pickings and expressed in kg/ha.

## Results and discussion

**Number of flowers per plant:** The effect of mulch treatment from the first day of commencement 13, X, 1974 (9th week) to 30, XI, 1974 (15th week) is presented in Table 2. It was seen that flowering commenced under all treatments on the 62nd day (13, X, 1974) after sowing. The total number of flowers produced per plant in all the treatments were equal indicating that this character is controlled by genetic factors rather than environmental factors. The rate of production is altered to some extent by the environmental changes produced by the treatments. In black rubber, the number of flowers produced during the 9th week was maximum, followed by white rubber mulch and remained high in black rubber up to 14th week and a sudden decline at 15th week. Similar trend was noticed in the control plot with a slow pace. In the case of white rubber and pearl millet straw the flower production continued unabated even during the 15th week. It appeared that the higher temperature in the afternoon in black rubber and control was conducive for earlier production of flowers and the lower temperature in white rubber and pearl millet straw prolonged the duration of flower production (Table 1).

**Number of dropped flowers per plant:** The effect of treatments on this character are presented in Table 2. In all the weeks, the total drop of flowers was highest in the control plot and the least in pearl millet straw mulch. Dunlap (1) attributed the cause for flower drop to the physiological, environmental, and physical damage due to the injury caused by insects and diseases, more than to other factors. In all the treatments the drop of flowers was maximum during the 15th week. Mason (3) has observed that dark rainy days during the later stage of plant growth were the invariable precursors of the augmented rates of shedding of flowers and bolls. Among the treatments the maximum drop (7.04) was in control. The temperature above the surface in the mornings were 17.9, 18.7, 19.0 and 19.4°C in control, white rubber, black rubber and pearl millet straw respectively. It is seen clearly that the flower drop has decreased with

Table 1. Range of soil temperature in centigrade from 7th to 17th week.

Treatments	Morning soil temperature range in °C			Afternoon soil temperature range in °C		
	From	To	Mean	From	To	Mean
Control - No mulch	21.4	25.9	23.7	30.0	42.5	36.3
Black rubber	23.1	26.5	24.4	28.3	33.5	30.9
White rubber	22.7	26.4	24.6	28.0	32.8	30.4
Pear millet straw	27.7	26.4	24.4	27.5	32.7	30.2

Table 2. Effect of treatments on number of flowers and dropped floral parts per plant in different weeks.

Treatments	Weeks									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Number of flowers per plant										
Control – No mulch	0.87	3.53	3.94	3.89	3.99	4.30	3.65			24.17
Black rubber	1.27	3.61	4.21	4.03	4.49	4.70	2.11			27.42
White rubber	1.01	3.43	3.67	3.84	4.19	4.05	4.31			24.50
Pearl millet straw	0.87	3.49	3.53	3.91	4.03	4.13	4.46			24.42
Mean	1.01	3.52	3.84	3.92	4.18	4.30	3.63			24.42
Number of dropped floral parts per plant										
Control – No mulch			0.06	0.20	1.28	2.94	7.04	3.39	0.64	15.55
Black rubber			0.04	0.23	1.11	1.85	5.05	2.28	0.42	10.98
White rubber			0.03	0.15	0.93	1.87	5.08	2.03	0.38	10.47
Pearl millet straw			0.02	0.18	0.79	1.49	4.12	1.55	0.25	8.40
Mean			0.04	0.19	1.03	2.04	5.32	2.31	0.42	
No. of Flowers										
	S.E.	C.D. (5%)								
Treatments	0.04	N.S.								
Weeks	0.06	0.18								
Interaction	0.12	0.35								
No. of dropped floral parts										
	S.E.	C.D. (5%)								
Treatments	0.05	0.13								
Weeks	0.06	0.17								
Interaction	0.12	0.34								
N. S. Not significant										

increase in microclimatic temperature in the morning. Thus microclimate appears to hold the key in the physiology of flower drop though soil temperature and associate factors may have some effect. Further, the afternoon soil temperature from 7th to 17th week (Table 1) also clearly showed that an increase in temperature increased the flower drop. Dunlap (1) found high shedding rate for the plants exposed to high temperature in six varieties in Texas.

**Number of bolls per plant:** The effect of treatments on the boll number per plant are furnished in Table 3. It was found that the boll number was highest under black rubber mulch without differing with pearl millet straw. The least number of bolls were obtained in control. It was seen that the absolute variation of soil temperatures, namely the difference between the highest and the lower temperatures experienced by the crop during the 7th to 23 rd week may have an effect on the number of bolls. The absolute variations were 21.3, 11.6, 11.3 and 11.8°C in control, black rubber, white rubber and pearl millet straw respectively. The differences of soil temperature variation between black and white rubber mulch is only small but the differences in the number of productive bolls is statistically

significant. The higher number of bolls in white rubber may be due to the higher light reflectivity of white in contrast to black. The reflection of incident sunlight by white rubber would have increased the light intensity in the under surface of the leaves of cotton and this might have contributed to the increase in number of productive bolls when compared to black. Dunlap (1) has observed that the fruiting processes are considerably inhibited by the reduced amount of light.

**Yield of seed cotton:** The yield of seed cotton, picking wise and the total seed cotton yield due to the treatments are presented in Table 3. It may be seen that the mulched plots gave higher yield than control. The highest yield of 2 133 kg/ha was obtained in white rubber mulch followed by pearl millet straw, black rubber and control. The per cent increase over control being 44.5, 42.1 and 14.2 in the case of white rubber, pearl millet straw and black rubber respectively. Considering the yield of seed cotton at each picking, it is seen that the control plot gave a slightly higher yield than white rubber in the first picking, while maximum yield was recorded in pearl millet straw. In the subsequent pickings the control plot gave the least yield. The yield progres-

Table 3. Effect of treatments of seed cotton yield and number of bolls per plant.

Treatments	Seed cotton yield at different pickings (kg/ha)						Total seed cotton yield kg/ha	Number of bolls per plant
	I	II	III	IV	V	VI		
Control - No mulch	215	350	392	326	114	79	1 476	10.8
Black rubber	220	360	452	411	149	94	1 686	12.3
White rubber	207	395	610	567	223	131	2 133	14.8
Pearl millet straw	264	463	552	488	204	126	2 097	14.2
Total	906	1 568	2 006	1 792	690	430		
	Treatment		Picking		Interaction			
S. E.	6		8		16		39	0.6
C. D. (5%)	17		21		45		115	1.9

sively increased up to the third picking and decreased thereafter in all treatments. This may be due to the inherent character of this variety.

It is seen that the mean soil temperature for the whole period from 7th to 23rd week viz., the mean of the temperature recorded in the minimum and maximum epochs in the early morning and afternoon in the respective treatments were 28.9, 17.3, 26.9 and 26.5°C in control, black rubber, white rubber and pearl millet straw respectively. The yield has increased with a decrease in temperature, except in pearl millet straw, which gave a slightly lower yield. This may be due to the nature of the absolute variation of temperatures during the entire period. The higher variation of 21.5°C was noted in control, ranging from 20.8 to 42.5°C and the yield was the lowest. On the other hand in the mulched plots this absolute range of variation was 11.6°C in black rubber, 11.3°C in white rubber and 11.8°C in pearl millet straw. Under these lower ranges, higher yields have been obtained. However, the yield in black rubber was not as high as in the other mulches. This may be attributed to higher temperature in the afternoon ranging from 28.3 to 33.5°C than in either white rubber (28.0 to 32.8°C) or in pearl millet straw (27.5 to 32.9°C). A slightly lower yield in pearl millet straw than in white rubber may be due to a slightly wider variation in the absolute range of temperature by 11.8°C from 21.1 to 32.9°C than in white rubber in which the range was 11.3°C from 21.5 to 32.8°C. The morning temperature was slightly higher and afternoon temperature was slightly lower in white rubber, than in pearl millet straw. This might have contributed for higher yield.

In addition to soil temperature the temperature prevailing near the hypocotyl region of the plants

may also affect the yield. Within the mulches, the highest temperature in the afternoon during the period from the 10th to 18th weeks i.e. from the commencement flowering to the first picking was 44.2, 36.8 and 38.2°C in black rubber, white rubber and pearl millet straw respectively. The yield in the mulched plot was found to decrease with increase in the afternoon temperature within mulch. Therefore the lower yield in pearl millet straw when compared to white rubber may be due to the higher temperature.

### Summary

The effect of mulches on the modification of the environment in the vicinity of the cotton plant and its response to flower production, flower shedding, number of bolls and yield of seed cotton was studied by the application of black rubber, white rubber and pearl millet straw as mulches on MCU 5 cotton under irrigation during 1974-1975 winter season at the Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore campus, India. The rate of flower production up to 13th week was high and declined rapidly thereafter in black rubber mulch and control due to the higher temperature in the soil and plant than other mulches. The shedding of flowers increased due to rainfall and sudden decrease in morning microclimatic temperature. The reduction in fluctuation of soil temperature appeared to increase the number of bolls in the mulched plots. The yield of seed cotton increased significantly in all the mulches over control. The increase over control was 44.5, 42.1 and 14.2 per cent in white rubber, pearl millet straw and black rubber respectively. The yield was found to increase with a decrease in mean soil temperature, as well as the range of variations of temperature.

**Literature cited**

1. DUNLAP, A. A. Fruiting and shedding of cotton in relation to light and other limiting factors. Texas Agricultural Experiment Station Bulletin No. 677. pp. 1-104, 1945.
2. GEIGER, R. The Climate Near The Ground. Harvard/Univeristy Press, Cambridge, Massachusetts. p. 147. 1950.
3. MASON, T. G. Growth and abscission in Sea Island cotton. *Annals of Botany*. 36:457-484. 1922.
4. SIKKA, S. M. and R. H. DASTUR. Climate and Soils. In "Cotton in India. A Monograph". Indian Central Cotton Committee, Bombay. Vol. I. pp. 40-59. 1960.

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXX

DICIEMBRE 1980

No. 4

## CONTENIDO

EDITORIAL	503
ARTICULOS GENERALES	
Planificación de la alimentación y nutrición. Revisión de resultados de una conferencia internacional. — José Aranda-Pastor y Lenín Sáenz	509
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Evaluación biológica de harinas de morro o jícara ( <i>Crescentia alata</i> ) preparadas por ensilaje y/o deshidratación. — Roberto A. Gómez-Brenes, Irma Contreras, Baudilio Fernández, J. Edgar Braham y Ricardo Bressani	517
Efecto del proceso de cocción-extrusión (Brady Crop Cooker) sobre el valor nutritivo de mezclas elaboradas a base de frijol caupí ( <i>Vigna sinensis</i> )-maíz, y de frijol caupí-yuca. — Walter S. Jorge João, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani	539
Antinutrient occurrence and some physicochemical properties of the protein fractions of five Brazilian soybean varieties. — Vera C. do Prado, Pedro L. Antunes and Valdemiro C. Sgarbieri	551
Obtención de harina y de un concentrado proteínico a partir de semillas de <i>Heliantus annuus</i> L. (Girasol) y su incorporación en galletas. — Héctor Bourges R., Josefina C. Morales y Rocio Hernández Coria	564
Pretrombosis en la desnutrición infantil. — Rafael Jiménez, Elías Jiménez, Luis A. Mora, William Vargas, Fernando Almella y Juan M. Carrillo	580
Patología tímica y esplénica en ratas deficientes en factores lipotrópicos. — Ibis Arienti de García, José D. Carballido y Alberto J. Monserrat	590
Relación del contenido de lisina y triptofano con el de zeína, durante la germinación del grano de maíz, y su posible vinculación con el ciclo vegetativo de la planta. — Anibal Martínez, Roberto Gómez-Brenes y Ricardo Bressani	607
Parámetros ambientales y socioculturales que afectan la Alimentación en los países del Tercer Mundo. — Diba Sanjurjo	634
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA NUTRICIONAL	657
COMUNICACIONES BREVES	665
CARTAS AL EDITOR	673
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	681
NUEVOS LIBROS	689
NOTAS	691
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 30, No. 3	695
INFORMACION PARA LOS AUTORES	699
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXX	705
INDICE POR MATERIA	709
INDICE POR AUTORES	711

### Resumen

*Un grupo de 30 cabras Maradi de 7 meses de edad, constituido por 15 machos y 15 hembras, con un peso promedio de 11.8 kg, fue alimentado con raciones en las cuales la cáscara de caupí reemplazó al maíz w/w a niveles de 0, 15, 30, 45 y 60% de la ración, durante 6 meses.*

*Se evaluaron tanto el efecto del caupí en la digestibilidad de las raciones, como el comportamiento de las cabras, las características económicas y también las características de los animales en canal.*

*Ocurrió una depresión en la tasa de crecimiento, en la ingestión de alimentos y en la eficiencia de la utilización de la ración conforme se incrementó el nivel de cáscaras de caupí en la ración alimenticia. Además, se observaron decrementos similares en la longitud de las canales de los animales, del por ciento de pieles y de órganos internos al aumentar la cáscara de caupí en las raciones. Contrariamente, se observaron mayores beneficios económicos al reducir los costos de alimentación y también hubo incrementos de rendimiento por unidad alimenticia conforme se incrementó el nivel de cáscaras de caupí en las raciones. Sin embargo, se encontró que las cabras pueden ser convenientemente alimentadas con niveles del 30 al 45% de cáscaras de caupí, sin que ello afecte adversamente la tasa de crecimiento o la digestibilidad nutricional de las raciones.*

### Introduction

○wing to inadequate supply and astronomical increases in prices of cereal grains, there has been an increasing world-wide interest in finding cheaper alternate sources of energy and protein ingredients in the diets of livestock. Some of these alternate sources have been identified as agro-industrial by-products and farm wastes.

These sources must not only be cheap and readily available, but they must not form regular sources of dietary nutrients to man directly except through the channels of livestock and livestock products. Cowpea husk — a farm waste, falls into this category. Apart from the fact that they are available in great quantities in Nigeria (9), a lot of man-hours, energy and money are used in disposing them off. Recently, farmers from the Savanna ecological zone of Nigeria, devised a method of sun-drying them after harvesting and selling them in jute bags to live-

stock farmers at very cheap prices. Samples of these husks from different locations of the above-mentioned ecological zone have been collected, and analysed and compared with maize samples. Apart from the high crude fibre content of the husks, there has not been found much differences, from this research, between the crude protein and energy contents of maize and cowpea husks, locally available.

The objectives of this study, therefore, were to determine the effects of cowpea husks incorporated into rations for goats, on the intake, digestibility and efficiency of utilization of the rations, and growth, carcass, organs and economic value for goats.

### Materials and Methods

Cowpea husks (*Vigna unguiculata* Walp.) used in this study were obtained from the Institute's experimental stations. They were sun-dried for about a week. Some of the feedmills, locally available, were unable to mill the husks hence the use of a Christy-Norris hammer mill. The ground husks were then incorporated in graded levels in rations for goats.

<sup>1</sup> Received for publication June 13, 1980.

\* Institute of Agricultural Research and Training University of Ife, P.M.B. 5029, Ibadan, Nigeria.

### Feeding and management of experimental animals

Thirty 7-month old Maradi goats (fifteen bucks and fifteen does) with an average initial body weight of 11.8 kg were divided into five groups equalized for sex, mean weight and weight distribution among groups. The experimental rations (Table 1) were allotted randomly to the five groups of goats consisting of six goats per group and fed *ad libitum* for a period of 180 days during which they all had free access to water and salt-lick.

Spraying weekly with acaricide against tick infestation and deworming with thiabendazole every three months were part of the management procedures practised during the 6-month experimental period. Records of group feed intake and individual body weight were kept on weekly basis. During the last three weeks, two bucks were withdrawn from each treatment group and placed in metabolism cages for a digestibility study. They were each offered daily 90% of the average daily feed intake of their respective treatment groups in the week prior to the metabolism trial and given free access to water. Any refused feed was weighed daily before the day's ration was put in the feeder. After an initial adjustment of 14 days in the metabolism cages, faeces were collected daily from each animal for 7 days. The 7-day faecal samples were pooled into two 3- and 4-day composite samples for chemical analysis. Samples of the refused feed, experimental rations, and faeces drawn from composite samples were then analysed for chemical composition. At the end

of the study, one buck and one doe from each group were starved for 24 hours, but water was provided. They were then weighed individually to obtain the final body weights and slaughtered for carcass evaluation. Prevailing market prices of feed ingredients and of goats were used to calculate feed costs and estimate gross income.

### Analytical procedure

The AOAC method (5) was used for the determination of the chemical composition of the experimental diets, faeces and carcass samples. All data were subjected to analysis of variance and significant mean differences were tested by the Duncan's New Multiple Range Test (11).

## Results and Discussion

### Digestibility of experimental diets

With increases in the level of cowpea husks in the diets, consistent decreases were observed in the digestibility coefficients of crude protein, crude fibre, ether extract, nitrogen free extract, energy and total digestible nutrients (Table 2). Rations containing over 45% cowpea husks were significantly ( $P \leq 0.05$ ) inferior to others in digestibility components of the rations studied.

As pointed out earlier, cowpea husks contain high levels of crude fibre content (31%). Other workers

Table 1. Feed and chemical composition of the diets.

Ingredients (%)	Levels of cowpea husks %				
	0	15	30	45	60
Maize	60	45	30	15	0
Cowpea husks <sup>1</sup>	0	15	30	45	60
Groundnut cake	15	15	15	15	15
Brewers' dried grains	19	19	19	19	19
Dicalcium phosphate	3	3	3	3	3
Bone meal	2	2	2	2	2
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Agricare <sup>2</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Chemical analysis					
Crude protein	17.3	17.7	18.1	18.5	19.0
Crude fibre	5.3	9.5	13.9	18.3	22.5
Ether extract	3.8	3.3	2.9	2.5	2.0
Gross Energy (MJ/kg)	17.6	18.0	18.3	18.8	19.1

1 Contained 14% crude protein, 31% crude fibre, and 0.73% ether extract

2 A trade mineral-vitamin mixture manufactured by Pfizer Livestock Feeds Company, Lagos (Nigeria).

Table 2. Digestibility coefficients (%).

Feed components	Levels of cowpea husks					S.E. Mean
	0	15	30	45	60	
Crude protein	81.4 <sup>ab</sup>	82.5 <sup>a</sup>	75.9 <sup>b</sup>	71.2 <sup>bc</sup>	63.5 <sup>c</sup>	± 3.6
Crude fibre	78.3 <sup>a</sup>	63.3 <sup>ab</sup>	54.1 <sup>bc</sup>	49.3 <sup>bc</sup>	37.2 <sup>c</sup>	± 5.8
Ether extract	81.3 <sup>a</sup>	80.2 <sup>ab</sup>	76.2 <sup>bc</sup>	77.5 <sup>abc</sup>	73.3 <sup>c</sup>	± 2.2
NFE	92.5 <sup>a</sup>	87.5 <sup>ab</sup>	83.5 <sup>b</sup>	79.2 <sup>bc</sup>	76.0 <sup>c</sup>	± 3.2
IDN	85.5 <sup>a</sup>	79.4 <sup>b</sup>	65.9 <sup>c</sup>	66.3 <sup>c</sup>	59.2 <sup>c</sup>	± 2.2
Energy	90.3 <sup>a</sup>	83.5 <sup>ab</sup>	82.5 <sup>ab</sup>	76.8 <sup>b</sup>	75.6 <sup>b</sup>	± 2.6

a, b, c = different letters within the same row are significantly ( $P \leq 0.05$ ) different.

(1, 2, 4, 6) working with waste products (dried brewers' grains, cocoa husks, maize cobs), fairly high in crude fibre, have obtained similar reduced digestibility coefficients. The factors these workers associated with these inferior digestibility coefficients were unpalatability, low DM intake, breakdown of feed components and chaffiness of rations. It has also been observed (1) that goats and sheep fed rations supplemented with brewers' dried grains (crude fibre 18%) gained less weight compared with those fed maize supplemented rations. Similar observations were also made with sheep and goats fed cocoa husks (4).

### Growth response

Growth rate was significantly ( $P \leq 0.05$ ) affected by the inclusion of cowpea husks in the goats' diets (Table 3). Increasing levels of cowpea husks beyond 45% resulted in a significant reduction in growth

rate ( $P \leq 0.05$ ). The highest feed intake was recorded for animals fed 15% level, although it was not significantly different from the control treatment. Appreciable decreases were observed in the feed intake of goats fed diets containing 45-60% cowpea husks. Although the efficiency of feed utilization decreased as cowpea husks inclusion in rations increased, only the 60% level was markedly affected and there was in fact no difference between the control and 15% level. The reducing growth rate as cowpea husks levels in rations increase, could be attributed to decreasing feed intake and efficiency of feed utilization, digestibility and total digestible nutrients obtained in this study. These deductions have been confirmed by several workers (2, 7, 10) who have found that diets high in crude fibre result in reduced growth rate.

### Economic performance

Table 3 also presents the economic performance of goats fed cowpea husks-based diets. It is observed

Table 3. Performance of goats fed cowpea husks diets.

Performance characteristics	Levels of cowpea husks %					S.E. Mean
	0	15	30	45	60	
Initial bwt (kg)	11.3	11.6	12.4	11.8	12.0	± 0.3
Final bwt (kg)	17.8 <sup>a</sup>	17.9 <sup>a</sup>	17.5 <sup>ab</sup>	16.0 <sup>b</sup>	15.3 <sup>c</sup>	± 0.5
Body wt gain (kg)	6.6 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>b</sup>	4.2 <sup>bc</sup>	3.3 <sup>c</sup>	± 1.7
Feed intake (kg)	93.5 <sup>a</sup>	99.8 <sup>a</sup>	91.4 <sup>ab</sup>	81.4 <sup>c</sup>	78.5 <sup>c</sup>	± 3.9
Feed/kg body wt gain (kg)	14.2 <sup>c</sup>	15.9 <sup>bc</sup>	17.8 <sup>b</sup>	19.3 <sup>b</sup>	23.5 <sup>a</sup>	± 2.5
Feed cost (₦ <sup>1</sup> )	14.0 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	10.1 <sup>b</sup>	7.4 <sup>c</sup>	5.6 <sup>d</sup>	± 1.5
Gross Revenue goat (₦)	26.8 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>	26.3 <sup>a</sup>	24.0 <sup>b</sup>	24.1 <sup>b</sup>	± 0.6
Revenue less feed cost, ₦	12.8 <sup>d</sup>	14.8 <sup>c</sup>	16.2 <sup>b</sup>	16.6 <sup>b</sup>	18.5 <sup>a</sup>	± 1.0
Returns index <sup>2</sup>	100	116	127	130	145	

a, b, c = different letters within the same row are significantly ( $P \leq 0.05$ ) different.

<sup>1</sup>₦ = Naira, the Nigerian currency ₦1.00 = US\$ 1.7.

<sup>2</sup>Based on the revenue less feed cost of the control diet as 100%.



that both feed cost and estimated gross income decreased significantly ( $P \leq 0.05$ ) while the revenue (less feed cost) and the returns index increased with increases in the husks. Although there was a decline in the estimated gross revenue, which might be due to depression in growth rate as cowpea husks in diets increase, increases in returns index indicate greater profitability or economic benefit with increases in the maize replacement level of cowpea husks. The results of this study have confirmed that the modest biological production performance by animals fed rations made from farm wastes or agro-industrial by-products is usually accompanied by corresponding increases in economic benefits in the reduced feed costs and the gross revenue, which can be regarded as an index of profitability (3).

#### Carcass and organs characteristics

The carcass data (Table 4) indicate non-significant ( $P \leq 0.05$ ) decreases in slaughter weight, carcass length, hides, head and trotters for animals on rations with 30% cowpea husks or less. Significant decreases ( $P \leq 0.05$ ) were recorded in carcass quality after this level. Visceral fat increased significantly ( $P \leq 0.05$ ) as cowpea husks increased in ration and this was more marked at the 60% level. This accumulation of fat especially at the 60% level indicates that cowpea husks have a fattening effect on goats at high levels. It has been found (1, 8) that farm wasted and agro-industrial by-products high in crude fibre content, when fed at high level, result in the deposition of fat.

In conclusion, this study has shown that the inclusion of cowpea husks at a level as high as 45% will not significantly depress growth rate and nutrient digestibility of goats relative to the control diet although the carcass quality may be affected. It is

therefore concluded that the expensive maize fraction of the diet can be replaced by between 30-45% of the cheap, fibrous but readily available cowpea husks to reduce feed cost and increase profitability.

#### Summary

Thirty 7-month old Maradi goats comprising fifteen bucks and fifteen does with an average body weight of 11.8 kg were fed diets in which cowpea husks replaced maize w/w at 0, 15, 30, 45 and 60% levels respectively for 6 months. The effect on digestibility of rations, live performance, carcass and economic characteristics of the goats were evaluated.

A depression in growth rate, feed intake and efficiency of feed utilization occurred as the level of cowpea husks increased. Similar decreases in carcass length, dressing-out percentage and organs with increases in cowpea husks in the rations were observed. Conversely, greater economic benefits in reduced feed cost and increased returns per feed cost as the level of cowpea husks in rations increased were recorded. However, levels of between 30-45% could conveniently be fed to goats without adversely depressing growth rate and nutrient digestibility.

#### Literature cited

1. ADEBOWALE, E. A. and ADEMOSUN, A. A. Studies on the utilization of brewers' dried grains by sheep and goats. I. Growth studies. Bulletin of Animal Health and Production in Africa (In press).

Table 4. Carcass and organ characteristics of goats fed cowpea husks diets.

Carcass characteristics	Levels of cowpea husks %				S.E. Mean	
	0	15	30	45		60
Slaughter wt, kg	17.7 <sup>a</sup>	17.8 <sup>a</sup>	17.4 <sup>a</sup>	15.9 <sup>b</sup>	16 <sup>b</sup>	± 0.4
Carcass length, cm	60.2 <sup>a</sup>	58.6 <sup>a</sup>	55.7 <sup>ab</sup>	50.2 <sup>b</sup>	51.4 <sup>b</sup>	± 2.2
Dressing-out %	47.1 <sup>bc</sup>	49.3 <sup>a</sup>	48.4 <sup>b</sup>	46.7 <sup>cd</sup>	45.0 <sup>d</sup>	± 0.7
Hides, kg	1.6 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	± 0.09
Head, kg	1.6 <sup>a</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.3 <sup>bc</sup>	1.25 <sup>c</sup>	± 0.07
Visceral fat, kg	0.85 <sup>b</sup>	0.73 <sup>c</sup>	0.87 <sup>b</sup>	0.92 <sup>b</sup>	1.22 <sup>a</sup>	± 0.13
Liver, kg	0.52 <sup>a</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.42 <sup>b</sup>	0.49 <sup>ab</sup>	0.38 <sup>c</sup>	± 0.12
Heart, kg	0.11 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.8 <sup>c</sup>	± 2.6
Kidney, kg	0.10 <sup>b</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.08 <sup>c</sup>	0.07 <sup>c</sup>	0.07 <sup>c</sup>	± 0.72

a, b, c = different letters within the same row are significantly ( $P \leq 0.05$ ) different

2. ADEMOSUN, A. A. The effect of energy dilution on feed utilization and carcass quality of finishing pigs. *Nutrition Reports International* 13(5):449-461. 1976.
3. ADEYANJU, S. A. Agro-industrial by-products in the feeding of ruminants in Nigeria. Paper presented at the 5th Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production. Ahmadu Bello University, Zaria. 1978.
4. ADEYANJU, S. A., OGUTUGA, D. B. A., ILORI, J. O. and ADEGBOLA, A. A. Cocoa husks in maintenance rations for sheep and goats in the tropics. *Nutrition Reports International* 11(4):351-357. 1975.
5. A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis (11th ed.) Washington D. C. 1970.
6. BABATUNDE, G. M., FETUGA, B. L., OYENUGA, V. A. and AYOADE, A. The effect of graded levels of brewers' dried grains and maize cobs in the diets of pigs on their performance characteristics and carcass quality. *Nigerian Journal of Animal Production* 2(1):119-133. 1975.
7. BATEMAN, J. V. and FRESNILLO, O. Digestibility of *Theobroma cacao* pods when fed to cattle. *Journal of Agricultural Science* 68:23-27. 1967.
8. DEVENDRA, C. and LEE KOK CHOO, T. Studies on Kedah-Kelantan cattle. I. The effect of feeding increasing levels of tapioca (*Manihot utilissima* Pohl). *MARDI Research Bulletin* 4:81-88. 1976.
9. OYENUGA, V. A. *Nigeria's food and feeding-stuffs*. Ibadan University Press (3rd Ed.) 1968.
10. PRITZKER, I. The utilization of cocoa husks as a feedstuff. *Nutrition Abstract Review* 16:662. 1946.
11. STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 1960.

## LIBROS DISPONIBLES

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

## Resumen

Se estudió extensamente la distribución de la frecuencia del chiasma en relación con la heterosis para características fundamentales, tanto morfológicas como fisiológicas, utilizando diez líneas autofecundadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), geográficamente diversas y sus respectivas cinco líneas híbridas de la  $F_1$ . Las poblaciones híbridas exhibieron "chiasma heterosis" y ello fue posteriormente reflejado en una superioridad fenotípica de los híbridos respecto a cinco mediciones cuantitativas: rendimiento en granos de frijol (g/planta), materia seca total (g/planta), índice de cosecha (%), eficiencia de rendimiento en granos de frijol (g/día), y eficiencia en materia seca total producida (g/día). La heterosis genética relativa en un par de líneas híbridas ( $F_{1b}$  y  $F_{1c}$ ) alcanzó una magnitud de 40 a 50% para la eficiencia de rendimiento en granos de frijol y para la eficiencia en materia seca total producida. Los resultados fueron interpretados desde el punto de vista de que la chiasma heterosis está genéticamente asociada al fenómeno global de la heterosis mediante la promoción de mayores niveles de variación genética y de ventajas heterocigóticas en los individuos híbridos. En el trabajo se discute la hipótesis de que la chiasma heterosis está gobernada por factores genéticos y es más bien debida a genes dispersos sobre los cromosomas que poseen una combinación de sobredominación e interacciones epistáticas.

## Introduction

The occurrence of chiasmata through diplotene and metaphase ensures the proper disjunction of bivalents at the first meiotic division. The chiasma is a cytological manifestation of genetical crossing over and, as such, serves as a potential marker of the degree of recombination between linked genes. Chiasma frequency differences between genotypes of various crop species have been observed (2, 8). Chiasma frequency also produces a typical attribute of quantitative traits (7) and is supposed to be governed by a polygenic mode of inheritance.

An increased chiasma frequency in hybrid populations of *Pennisetum typhoides* Rich (10) and *Gossypium hirsutum* L. (11) and its subsequent positive correlations to grain yield heterosis has been recorded.

Heterosis for chiasma frequency and quantitative traits in *Phaseolus vulgaris* has recently been demonstrated (12). The present study was an extension of our previous project at a much larger scale in *Phaseolus vulgaris* employing ten geographically diversified inbreds and their five respective hybrids to finally determine whether (a) these inbreds differ in yield and yield contributing quantitative traits including chiasma frequency; (b) whether the hybrid populations exhibit heterosis for chiasma frequency and (c) whether there is a genetic association between chiasmata frequency and key quantitative and physiological traits including those of bean yield and harvest index. The results presented here reveal the role of enhanced chiasmata in heterosis phenomenon by way of promoting higher levels of genetic variation and heterozygous advantages in hybrid individuals.

## Material and methods

Seeds from fifteen genotypes of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.,  $2n = 2x = 22$ ) including inbreds and hybrids, as listed below along with their respective place of origin and common names, were grown in the yield under normal cultural conditions in a randomized block design with three replications.

<sup>1</sup> Received for publication in October 20, 1980.

\* This work was supported by a research grant from COLCIENCIAS to Dr. Srivastava. The author gratefully acknowledges the receipt of seed materials as gift from Dr. Steve Temple of CIAT, Palmira and Dr. Raúl Varela of ICA, Palmira.

\*\* Department of Biology, Universidad del Valle, Cali, Colombia (S. A.).

Genotype	Origin	Common	Name
P. I. 310878	USA	P 4	
P. I. 313652	USA	P 362	
12 D I 964	Venezuela	P 417	
ES 2873 I 893	Venezuela	P 428	
Jamapa I 810	Venezuela	P 459	
C 63 S 630 B	Costa Rica	P 524	
Tara	USA	P 567	
Cacahuate 72	Mexico	P 569	
Jules	USA	P 698	
PRS 7015 RSTBK	Peru	P 568	
F <sub>1</sub> hybrids			
P 4 x P 698	—	F <sub>1a</sub>	F <sub>1a</sub>
P 417 x P 569	—	F <sub>1b</sub>	F <sub>1b</sub>
P 362 x P 459	—	F <sub>1c</sub>	F <sub>1c</sub>
P 428 x P 567	—	F <sub>1d</sub>	F <sub>1d</sub>
P 524 x P 568	—	F <sub>1e</sub>	F <sub>1e</sub>

Bean seeds were planted at a density of 100 plants/m<sup>2</sup>. Young flower buds from at least ten plants per genotype at the appropriate stage were collected at 8.30 a.m. and fixed in Carnoy's solution (6 parts absolute alcohol: 3 parts chloroform: 1 part glacial acetic acid). The squash technique for the count of chiasmata frequency in pollen mother cells (PMC's) in diplotene stage of meiosis was the same as described elsewhere (12).

A minimum of 50 plants per genotype per replication were selected for quantitative measurements. The data on the following quantitative traits: bean yield, total dry matter, and days to maturity, were recorded under normal field and laboratory conditions. Estimates for other characters were made as follows:

$$\text{harvest index} = \frac{\text{bean yield}}{\text{total dry matter}} \times 100;$$

$$\text{bean yield efficiency} = \frac{\text{bean yield}}{\text{days to maturity}};$$

and

$$\text{total dry matter efficiency} = \frac{\text{total dry matter}}{\text{days to maturity}}$$

Total dry matter was equal to weight of stem, petioles, pods and beans at maturity plus maximum leaf dry matter at post-flowering.

## Results and discussion

Table 1 summarizes the estimates of mean  $\pm$  standard deviation and heterosis percentage with respect to chiasma frequency in 15 genotypes including five hybrids. The inbred lines differed substantially in terms of mean chiasma frequency per PMC. The three inbred lines, viz, P 459, P 567 and P 568, however, appeared to be similar for chiasma

Table 1: Cytogenetical data obtained on frequency distribution in ten inbred lines and five hybrid lines of common beans.

Genotypes	Mean Chiasma frequency $\pm$ S. D.	Heterosis %
P 4	8.24 $\pm$ 2.11	—
P 362	9.43 $\pm$ 1.81	—
P 417	8.34 $\pm$ 1.34	—
P 428	10.24 $\pm$ 1.82	—
P 459	7.63 $\pm$ 1.25	—
P 524	6.52 $\pm$ 1.62	—
P 567	7.48 $\pm$ 1.25	—
P 569	8.24 $\pm$ 1.70	—
P 698	6.87 $\pm$ 1.90	—
P 568	7.48 $\pm$ 2.10	—
F <sub>1a</sub>	7.82 $\pm$ 2.43	3.6
F <sub>1b</sub>	12.56 $\pm$ 1.87	51.5
F <sub>1c</sub>	9.87 $\pm$ 1.43	15.7
F <sub>1d</sub>	10.43 $\pm$ 1.70	17.8
F <sub>1e</sub>	10.32 $\pm$ 2.10	47.4

The data represent mean values  $\pm$  S. D. from a range of 50-70 pollen mother cells per genotype analysed only in the diplotene stage of meiosis.

frequency as the mean values did not differ significantly. The other seven inbred lines were characterized to possess a high mean chiasmata per PMC. All the five hybrid lines ( $F_{1a}$ ,  $F_{1b}$ ,  $F_{1c}$ ,  $F_{1d}$ , and  $F_{1e}$ ) exhibited heterosis with regard to chiasma frequency and, among these, the two hybrid lines  $F_{1b}$  and  $F_{1e}$  showed high degree of heterosis, i.e., 51.5% and 47.4% respectively. The position distribution of chiasmata in terms of a separate count of terminal and interstitial chiasmata per PMC was not studied in these inbred and hybrid lines, as an earlier study (12) had clearly demonstrated that enhanced chiasma frequency is a result of physically spreading of the chiasmata to interstitial regions, i.e., the populations with a high mean chiasma frequency is more likely to possess simultaneously and increased number of interstitial chiasmata.

There is some consideration that chiasma frequency in a given inbred or hybrid populations may be directly related to the conservation of genetic population variability (11, 12). Many morphological and physiological traits related to bean yield in *Phaseolus vulgaris* have been reported to be controlled by oligogenes or polygenes (1, 3). To this end, six important morphological and physiological traits related to bean yield were analyzed to further elucidate whether there is a genetic association between frequency distribution of chiasmata to heterosis in hybrid populations. The data presented in Table 2 characterizes the ten inbred and five hybrid populations with regard to bean yield, total dry matter, harvest index, bean yield efficiency, and

total dry matter efficiency. All five hybrid populations exhibited some degree of heterosis in these phenotypic expressions, but the two hybrids deserved special mention as they exceeded approximately 25% from the mid-parental values with respect to two very important quantitative traits — bean yield and harvest index (Table 3). The hybrid line  $F_{1a}$  which showed relatively low chiasma frequency (Table 1) further demonstrated little heterosis for the morphological and physiological traits studied. The other hybrid  $F_{1c}$  was found to be highly heterotic for both bean yield efficiency and total dry matter efficiency. The results described so far establish that: 1) there is a positive genetic association between increased chiasma frequency and bean yield heterosis in hybrid populations; and 2) chiasma frequency may serve as one of the selection indices to further improve the efficiency of simultaneous selection for high yielding beans genotypes in the field.

There is strong evidence, based on ultrastructural studies of the frequency and distribution of chiasmata, that meiotic crossing over invariably occurs in the presence of the synaptonemal complex (4). Direct electron microscopic observations of chiasmata in bivalents at diplotene reveal nodule-like structures called 'SC remnants' as sites of crossing over (6). There seems to be a direct correspondence between chiasmata and SC remnants; both perhaps reflect site-specific crossing over and genetic recombinations. The interpretation of the results on heterosis for chiasma frequency and quantitative traits requires further considerations in terms of gene components

Table 2. Bean yield and key quantitative and physiological traits in ten inbreds and five hybrids lines of common beans.

Genotype	Bean yield (g/plant)	Total dry matter (g/plant)	Harvest index (%)	Days to maturity	Bean yield efficiency (g/day)	Total dry matter efficiency (g/day)
P 4	13.0	25	52	70	0.186	0.357
P 362	15.0	25	60	67	0.224	0.373
P 417	13.0	23	56	72	0.181	0.319
P 428	13.0	22	59	65	0.200	0.338
P 459	41.0	64	64	87	0.471	0.735
P 524	7.0	17	41	66	0.106	0.257
P 567	8.0	17	47	69	0.116	0.246
P 569	3.0	8	37.5	65	0.046	0.123
P 698	6.0	17	35	70	0.086	0.242
P 568	16.0	46	34.7	67	0.239	0.686
$F_{1a}$	10.2	23	44	68	0.150	0.338
$F_{1b}$	9.6	16	60	65	0.148	0.246
$F_{1c}$	31.0	50	62	60	0.516	0.833
$F_{1d}$	11.6	21	55	64	0.181	0.328
$F_{1e}$	13.9	31	45	68	0.204	0.455

The data represent mean values from observations on 150 plants per genotypes.

Table 3. Relative genetic heterosis (%) in five hybrid lines of common beans.

Hybrids	Bean yield	Total dry matter	Harvest index	Bean yield efficiency	Total dry matter efficiency
F <sub>1a</sub>	7.3	9.52	1.2	10.3	13.0
F <sub>1b</sub>	20.0	3.3	28.5	40.0	11.4
F <sub>1c</sub>	10.7	12.4	—	48.7	50.4
F <sub>1d</sub>	10.5	7.8	3.8	14.6	11.0
F <sub>1e</sub>	20.9	—	19.0	18.6	3.5

Heterosis was calculated from the mid-parental value. The dot line indicates that there was no observable difference between F<sub>1</sub> hybrid value and the mid-parental value.

[dominance, overdominance or intra-allelic interaction, and epistatic interallelic (nonallelic) interactions] linked to heterosis. Diallel - cross biometrical analyses for chiasma frequency in *Pennisetum typhoides* revealed both overdominance and epistatic interactions to be associated with "chiasma heterosis" (5). The whole chromosome analysis in substituted wheat lines also indicates "chiasma heterosis" to be the result of a greater number of dispersed genes with directional dominance derived from the substituted chromosome of the parents, combined with between chromosome interaction (9). It is reasonable to postulate therefore that chiasma heterosis is controlled by genetic factors and is most likely due to dispersed genes on the chromosomes possessing combined overdominance and epistatic interactions.

#### Summary

Chiasmata frequency distribution in relation to heterosis for key morphological and physiological traits employing ten geographically diversified inbred lines and their five respective F<sub>1</sub> hybrid lines in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) has been extensively studied. The hybrid populations exhibited "chiasma heterosis" and it was further reflected in phenotypic superiority of the hybrids with regard to five quantitative measurements: bean yield (g/plant), total dry matter (g/plant), harvest index (%), bean yield efficiency (g/day), and total dry matter efficiency (g/day). Relative genetic heterosis in a couple of hybrid lines (F<sub>1b</sub> and F<sub>1c</sub>) reached to a range of 40-50% for bean yield efficiency and total dry matter efficiency. The results were interpreted from the point of view that chiasmata heterosis is genetically associated to overall heterosis phenomenon by way of promoting higher levels of genetic variation and heterozygous advantages in hybrid individuals. The hypothesis that chiasmata heterosis is governed by genetic factors and is most likely due to dispersed

genes on the chromosomes possessing combined overdominance and epistatic interactions is discussed.

#### Literature cited

1. COYNE, D. P. and J. R. STADMAN. Inheritance and association of some traits in *Phaseolus vulgaris* L. cross. *Journal of Heredity* 68:60-62. 1977.
2. DAYAL, M.: Cytogenetical studies in the inbred lines of radish (*Raphanus sativus* L. var. 'radiocola Pers') and their hybrids II. Genetic regulation and chiasma frequency. *Cytologia* 42:273-278. 1977.
3. DAVIS, J. H. C. and A. M. EVANS. Selection indices using plant type characteristics in Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 89:341-348. 1977.
4. HOLLIDAY, R. Recombination and meiosis. *Philosophical Transactions of the Royal Society (London), Series B* 277:359-370. 1977.
5. MANGA, V. and J. V. PANTULU. Chiasma frequency in homozygotes and heterozygotes of pearl millet. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Section B* 80: 105-120. 1974.
6. MOENS, P. B. Ultrastructural studies of chiasma distribution. *Annual Review of Genetics* 12:433-450. 1978.
7. SIMCHEN, G. and J. STAMBERG. Genetic control of recombination in *Schizophyllum commune*: specific and independent regula-

- tion of adjacent and non-adjacent chromosomal regions. *Heredity* 24:269-381. 1969.
8. SINGH, B. D., R. B. SINGH, R. M. SINGH, and VIJAYALAXMI. Effect of physical and chemical mutagens and male sterile cytoplasm on chiasma frequency in pearl millet inbreds and hybrids, *Indian Journal of Experimental Biology* 15:335-358. 1977.
  9. SNAPE, J. W., C. N. LAW, and A. J. WORLAND. Whole chromosome analysis of height in wheat. *Heredity* 38:25-36. 1977.
  10. SRIVASTAVA, H. K. and H. S. BALYAN. Increased chiasma frequency in some hybrids of pearl millet. *Journal of Heredity* 68:338-340. 1977.
  11. SRIVASTAVA, H. K. Correlation between chiasma frequency and quantitative traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 56:113-117. 1980.
  12. SRIVASTAVA, H. K. Heterosis for chiasma frequency and quantitative traits in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 56:25-29. 1980.



*Viene de la página 146*

- METODOS DE INVESTIGACION FITOPATOLOGICA. Edward French y Teddy T. Hebert. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 315 p. Precio US\$ 6,50.
- MOTORES DE COMBUSTION INTERNA. Jaime Gilardi. 1978. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 133 p. Precio US\$ 3,50.
- ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DE LA INVESTIGACION AGRICOLA. Isaac Arnon. 2° ed. 1978. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 433 p. Precio US\$ 9,00.
- POLITICA AGRARIA Y RURAL. Alberto Franco. 1979. Un volumen de 541 p. Precio US\$ 5,50.
- PRODUCCION DE HORTALIZAS. Ernesto Cásseres. 3° ed. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 409 p. Precio US\$ 7,50.
- QUIMICA DE SUELOS. CON ENFASIS EN SUELOS DE AMERICA LATINA. Hans W. Fassbender. 2° reimp. 1980. Serie de Libros y Materiales Educativos. Un volumen de 398 p. Precio US\$ 7,00.
- CONTRIBUCIONES DEL IICA A LA LITERATURA DE LAS CIENCIAS AGRICOLAS. Bibliografía Serie Documentación e Información Agrícola No. 12. Un volumen de 411 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE CATASTRO RURAL EN AMERICA LATINA. 1974. Serie Documentación e Información Agrícola No. 29. Un volumen de 68 p.
- LA MUJER EN EL MEDIO RURAL. BIBLIOGRAFIA. 1975. Serie Documentación e Información Agrícola No. 41. Un volumen de 95 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE SILVICULTURA Y ECOLOGIA FORESTAL Y TROPICAL. 1975. Serie Documentación e Información Agrícola No. 43. Un volumen de 282 p. Precio US\$ 3,00.
- BANCO DE DATOS DE BIBLIOGRAFIAS AGRICOLAS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1977. Serie Documentación e Información Agrícola No. 61. Un volumen de 210 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE PESTE PORCINA AFRICANA Y PESTE PORCINA CLASICA. 1978. Serie Documentación e Información Agrícola No. 67. Volumen de 180 p.

*Continúa en la página 164*

## COMUNICACIONES

### Variabilidad genética y ambiental en inhibidores de tripsina y hemaglutininas, observadas en cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) proveniente de Centroamérica y Colombia\*

**Abstract.** The purpose of the present study was to learn of the effects of environment and of color of seed coat on the concentration of trypsin inhibitors and hemagglutinin compounds in *Phaseolus vulgaris*. A total of 20 cultivars obtained from CIAT were planted at the same time in Colombia, El Salvador and Honduras. These samples were then sent to INCAP, Guatemala. These 20 cultivars, therefore, came from three different localities and were classified into 4 color types: black, white, red and brown. Samples were analyzed for trypsin inhibitors and hemagglutinin compounds and the results were statistically analyzed through a factorial analysis of variance. This indicated a significant effect of environment on trypsin inhibitors, with samples from Honduras having higher concentrations than those from the other localities. Color of the seed and the interaction between environment and color had no effect on trypsin inhibitor activity.

The concentration of hemagglutinin activity was significantly affected by environment, with samples from Honduras having lower activities than those from the other localities. In this case, color of the seeds influenced statistically the activity of hemagglutinin compounds with values for color seed higher than those found in white seeds. The interaction between environment and color did not affect hemagglutinin content in the seed. Trypsin inhibitor activity was highly correlated with methionine concentration. Because of this, it would be of some practical interest to determine the influence of specific environmental factors on trypsin inhibitor activity such as water availability and mineral composition of the soil.

Las leguminosas han constituido, desde hace mucho tiempo, una fuente importante de proteínas en las dietas de diversas regiones del mundo, especialmente donde otras fuentes de proteína son escasas y las leguminosas son consumidas casi diariamente por los grupos de menor ingreso económico. Las especies y variedades consumidas varían según el lugar; así, en Latinoamérica, la leguminosa más aceptada es el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en su gran número de variedades. En América Central,

el consumo del frijol provee del 20 al 30% del total de la proteína ingerida (1).

Varios autores han demostrado en forma concluyente que el consumo de una mezcla de cereales y leguminosas en proporciones adecuadas es, desde el punto de vista de la calidad proteínica de la mezcla, preferible al consumo aislado de sus componentes; por desgracia la mayoría de las veces el consumo de leguminosas es menor (1, 2).

De las diferentes causas sugeridas para explicar ese menor consumo de leguminosas, una de las mejor documentadas es la de la baja digestibilidad relativa de la proteína en las semillas de tales plantas. Este problema ha sido atribuido a dos factores: a) la deficiencia en aminoácidos sulfurados de la proteína de las leguminosas (1, 3); y b) la presencia, hace tiempo conocida (1, 9, 11, 16, 21), de factores antifisiológicos o tóxicos.

Desde que se tuvo conocimiento de estos factores perjudiciales para la calidad proteínica de las leguminosas, la tendencia general ha sido: a) complementar los factores relativos a la escasez, por ejemplo con aminoácidos azufrados, en especial metionina (5, 6, 8, 17, 18, 20); b) destruir o inactivar los factores corresponsables de la baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas, como los inhibidores de tripsina (IT) y las hemaglutininas (HA) para no mencionar sino los más importantes (8, 15, 16); y c) mejorar agrónomica y nutricionalmente a las leguminosas por medio de la selección de las variedades más adecuadas, o sea las que tengan el mayor contenido de aminoácidos azufrados y al mismo tiempo un menor efecto antifisiológico causado por la baja concentración de los llamados factores "tóxicos" (1). Así, Jaffé (8), al descubrir que la proteína de los IT aislada de frijoles comunes es rica en aminoácidos azufrados, propuso que las variedades con un mayor contenido de IT convenientemente inactivados por el calor constituirían una opción para el mejoramiento nutricional de estas leguminosas.

Hasta la fecha, el conocimiento incompleto que se tiene, en especial de los factores antifisiológicos,

\* Trabajo realizado a través de financiamiento del International Development Research Centre (IDRC), con sede en Ottawa, Canadá (Subvención INCAP No. 311).

ha influido en que el mejoramiento nutricional de las leguminosas no sea de la magnitud que lógicamente se desea. Aunque incompleto ese conocimiento, existe un sinnúmero de publicaciones acerca de los factores tóxicos contenidos en las leguminosas, especialmente en las que son de mayor consumo, como la soya y los frijoles comunes. De esos factores, los IT y las HA han sido considerados como los más importantes.

Hay evidencias de que las condiciones del sitio de cultivo y la variedad (genotipo) influyen en la calidad proteínica de las leguminosas (1); sin embargo, no hay información sobre las influencias de estos factores en el contenido de IT y HA en los frijoles, lo que sería de utilidad en el mejoramiento agronómico y nutricional de las leguminosas.

El tema central del presente trabajo es el estudio de las posibles influencias del ambiente (sitio de cultivo) y del genotipo (color), sobre el contenido de IT y HA en distintas variedades del frijol común (*Phaseolus vulgaris*).

### Materiales y métodos

#### Muestras

En terrenos localizados en El Salvador y Honduras, fueron establecidos veinte cultivares de distintas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), con semillas originarias del Banco de Germoplasma del CIAT (Colombia). Después de la cosecha, fueron remitidas muestras de semillas provenientes de los tres países al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Se tuvieron así tres series, una del CIAT, otra de El Salvador y la tercera de Honduras, para cada una de las veinte variedades originales, y un total de sesenta muestras, que fueron molidas, pasadas por un tamiz de malla 40 y almacenadas en frascos de vidrio que se mantuvieron en refrigeración hasta que tales muestras fueron utilizadas.

#### Métodos

- Inhibidores de tripsina: Para determinar la actividad antitriptica se siguió el método descrito por Kakade, Simons y Liener (14), que utiliza N-Benzoil-DL-Arginina-p-Nitroanilida-HCl (BAPA) como sustrato de la tripsina.
- Hemaglutininas: Para determinar la actividad hemaglutinante se empleó el método descrito por Jaffé y Brücher (13), que utiliza eritrocitos tripsinizados de buey y una microtitulación en que las muestras son diluidas en proporción geométrica y los resultados expresados como la dilución más

grande que produjo aglutinación de los eritrocitos al cabo de una hora.

#### Cálculos

Los datos se procesaron estadísticamente mediante modelo factorial de análisis de varianza, que incluyó el siguiente diseño:

$$Y_{ijk} = u + a_i + g_j + (ag)_{ij} + e_{ijk}, \text{ donde:}$$

- $u$  = la media de la población en una prueba dada
- $a_i$  = efecto promedio del ambiente ( $i = 1 \dots I$ )
- $g_j$  = efecto promedio del genotipo ( $j = 1 \dots J$ )
- $(ag)_{ij}$  = efecto de interacción del genotipo  $j$  en el ambiente  $i$
- $e_{ijk}$  = efecto de la muestra  $k$  de genotipo  $j$  en el ambiente  $i$

Este diseño se utilizó para evaluar los efectos que el ambiente (muestras sembradas en el CIAT, Honduras y El Salvador), el genotipo (color negro, café, rojo y blanco) y las interacciones entre ambiente y genotipo pudieran tener sobre los niveles de IT y HA en semillas de frijoles.

Como parte de un estudio más profundo hecho por la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, se efectuaron mediciones físicas, químicas y biológicas de las mismas muestras escogidas para el presente trabajo, y como parte del análisis estadístico de todas las mediciones se estudió la correlación lineal entre los resultados de IT y otras determinaciones químicas en proteínas, lisina y metionina.

### Resultados

En el caso de los IT se descubrió que el ambiente tenía un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en el título antitriptico de las semillas, lo cual se debió principalmente a que las muestras provenientes de Honduras mostraron títulos antitripticos mucho más altos que las muestras de El Salvador y del CIAT, entre las que no hubo mayor diferencia; así, mientras el promedio de los títulos antitripticos para las muestras de Honduras fue de 17.52 UIT/ml, en las de El Salvador y el CIAT se obtuvieron promedios de 11.52 y 12.70 UIT/ml respectivamente (Cuadros 1 y 3, Fig. 1).

Con respecto al genotipo, no se observó efecto significativo alguno sobre la actividad inhibitoria de las semillas, ya que los promedios del título antitriptico para los distintos colores fueron bastante parecidos entre sí (negros 15.30; blancos 14.03;

Cuadro No. 1. Títulos de inhibidores de tripsina de las muestras provenientes del CIAT, El Salvador y Honduras<sup>1</sup>

Variedad	Honduras	El Salvador	CIAT
Porrillo sintético	21.11	20.51	10.62
Jamapa	18.37	15.06	16.17
Puebla 152 (N)	20.31	15.23	12.19
Venezuela-2	11.36	16.52	10.46
Ica Tui	14.91	17.74	13.09
Ex Rico 23	15.04	12.36	15.69
Nep-2	20.16	12.17	11.09
Sanilac	19.76	8.01	12.02
Línea 17	30.69	13.41	18.13
Calima	20.01	12.71	13.96
Puebla 152 (C)	17.83	9.68	11.57
Brasil-2	15.65	8.19	8.52
PI-309-804	17.45	14.55	16.75
51051	14.27	10.64	19.70
Porrillo-1	22.07	13.40	14.61
Ica Pijao	15.67	13.96	13.14
Redkloud	11.96	9.51	8.68
Pompadour-2	9.59	7.73	10.02
S-166-AN	15.56	10.96	12.76
S-630-BC-63	16.30	10.75	13.51

<sup>1</sup> Títulos expresados como UIT/ml de extracto.

N: negro. C: café.

rojos 13.87; y cafés 12.44 UIT/ml). Tampoco hubo efecto significativo de la interacción entre genotipo y ambiente con los niveles de IT (Fig. 2, Cuadros 1 y 4).

Al aplicar el mismo análisis a las hemaglutininas, se descubrió también un efecto del ambiente sobre su título, debido en este caso al menor contenido relativo de HA en los frijoles provenientes de Honduras (promedio 5.70 U) en comparación con las muestras de El Salvador (7.66 U) y del CIAT (7.70 U), que no

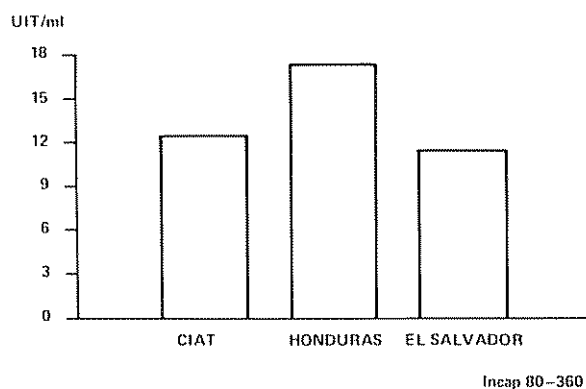


Fig. 1. Promedios de actividades antitripticas según el ambiente.

exhibieron una diferencia importante entre sí. El genotipo demostró también poseer un efecto significativo sobre el título de HA; los promedios de estas actividades fueron mayores en los frijoles negros y rojos (8.07 y 8.33 U, respectivamente) que en los cafés y blancos (5.44 y 6.22 U, respectivamente). Al igual que con los IT, la interacción entre ambiente y genotipo no tuvo influencia significativa en el título de HA (Cuadros 2, 3 y 4, Fig. 3 y 4).

Al correlacionar los títulos de IT con las mediciones químicas realizadas, se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre el título antitriptico y la cantidad de metionina expresada como mg/100 g de muestra (Cuadro 5).

### Discusión

El análisis estadístico de los datos de IT de las muestras correspondientes a los tres ambientes estudiados, señaló el efecto significativo del ambiente. En la sección de resultados se hizo mención del mayor contenido de IT en las muestras de Honduras, al comparar su promedio con los de las muestras de El Salvador y el CIAT, que mostraron una diferencia menor entre sí. Esta observación es importante porque implica que el ambiente puede determinar en cierto grado el contenido de IT en las semillas de estas

Cuadro No. 2: Títulos de hemaglutininas de las muestras provenientes del CIAT, El Salvador y Honduras<sup>1</sup>

Variedad	Honduras	El Salvador	CIAT
Porrillo sintético	6	7	8
Jamapa	6	8	9
Puebla 152 (N)	5	5	7
Venezuela-2	6	5	7
Ica Tui	7	10	9
Ex Rico 23	8	9	10
Nep-2	3	5	6
Sanilac	4	5	6
Línea 17	7	10	9
Calima	6	7	8
Puebla 152 (C)	5	5	6
Brasil-2	4	6	6
PI-309-804	9	11	9
51051	6	11	10
Porrillo-1	6	10	9
Ica Pijao	6	10	10
Redcloud	8	11	9
Pompadour-2	6	10	9
S-166-AN	8	11	9
S-630-BC-63	4	7	6

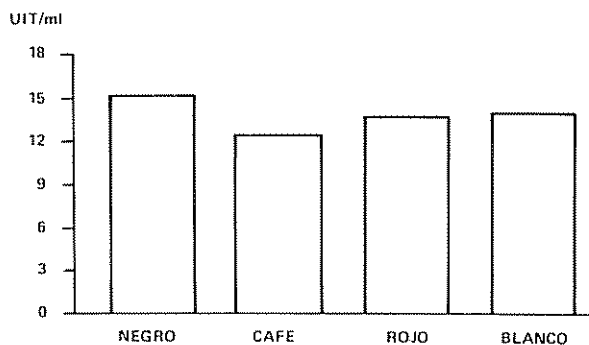
1 Títulos expresados como el número de dilución más alta que produjo aglutinación de los eritrocitos al cabo de una hora.

N: Negro. C: café.

leguminosas. El estudio de los factores incluidos en el ambiente, por ejemplo suelo (fertilidad y disponibilidad de nutrimentos), disponibilidad de agua, y temperatura, humedad y horas de luz, respecto al mayor o menor contenido de IT en las semillas de frijoles, sería de interés para determinar cuál o cuáles son los factores ambientales de mayor influencia en los títulos de IT. Sin embargo, aún cuando se conocieran los factores ambientales de mayor influencia en el contenido de estos compuestos antinutricionales, resultaría sumamente difícil con-

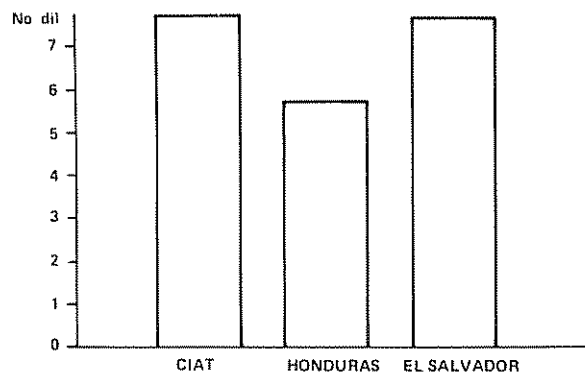
trolarlos o modificarlos para obtener variedades de frijol con un contenido menor de IT, a menos que tales factores ambientales fueran la humedad o la fertilidad del suelo.

En el presente trabajo se mencionó que el color de la semilla de los frijoles fue la característica genotípica con base a la cual se analizaron los resultados. Sin embargo, también pudieron haberse escogido otras características como el tamaño del grano y la brillantez de la cáscara, con las cuales probable-



Incap 88-358

Fig. 2. Promedios de actividades antitripticas según el genotipo.



Incap 80-359

Fig. 3. Promedios de actividades de hemaglutinina según el ambiente.

Cuadro No. 3: Promedios de actividades de IT y HA según el ambiente (sitio de cultivo)

Ambiente	Título de IT (UIT/ml)	Título de HA (U)
Honduras (n = 20)	17.52	5.70
CIAT (n = 20)	12.70	7.70
El Salvador (n = 20)	11.52	7.66

mente habría cambiado el punto de vista de los resultados obtenidos.

Con respecto al IT y su relación con el genotipo (en este caso el color de la semilla) no se pudo descubrir ninguna interacción significativa, lo cual resulta lógico si se toman en cuenta los resultados de Elías, Fernández y Bressani (4) y Fernández (7), con respecto a la localización anatómica de los IT en la semilla cruda, que resultó estar mayoritariamente ubicada en los cotiledones; y ya que el color de las semillas depende principalmente de los pig-

mentos de su cáscara, no podrá esperarse una relación entre el color y el contenido de IT, por lo menos en lo que respecta a los frijoles crudos.

En el caso de las HA la situación fue similar, aunque además de la influencia significativa del ambiente el genotipo demostró tener un efecto en el título hemaglutinante de sus semillas. Al analizar los promedios de las actividades de HA en los distintos ambientes, es notoria la diferencia entre las muestras de Honduras, en este caso menores, y las de El Salvador y del CIAT que, de nuevo, no mostraron mayor

Cuadro No. 4: Promedios de actividades de IT y HA según el genotipo (color)

Genotipo	Título de IT (UIT/ml)	Título de HA (U)
Negro (n = 30)	15.30	8.07
Café (n = 9)	12.44	5.44
Rojo (n = 12)	13.87	8.33
Blanco (n = 9)	14.03	6.22

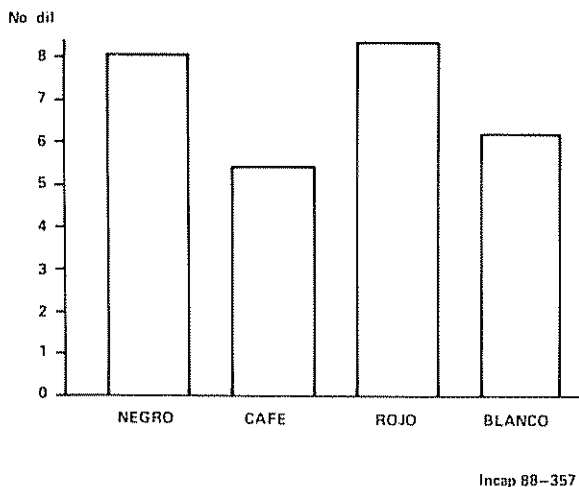


Fig. 4. Promedios de actividades de hamaglutinina según el genotipo.

diferencia entre sí. Al comparar estos resultados con los de IT se observó que éstos subieron en el ambiente de Honduras mientras que las HA disminuyeron en ese mismo lugar, por lo que se concluyó que un mismo ambiente es capaz de influir separadamente en los distintos factores tóxicos contenidos en las semillas de frijoles. Por otra parte, se puede suponer que la similitud entre los resultados de las muestras de El Salvador y del CIAT se debe a una mayor semejanza de condiciones ambientales entre estos dos lugares.

El valor significativo de la influencia del genotipo (color) sobre el título de HA se debió a que los promedios de dichas actividades para los frijoles coloreados (negro y rojo) fueron más altos que para los frijoles cafés y blancos. De manera similar a los IT, las HA están contenidas principalmente en los cotiledones, por lo que no era de esperarse una diferencia significativa entre las actividades de HA de

Cuadro No. 5: Matriz de correlaciones<sup>1</sup>

	Nitrógeno	Proteína	Lis/100 g	Lis/16 gN	Met/100 g	Met/16 gN	Amilosa A
Nitrógeno	*						
Proteína	0.9964 80 0.000***	*					
Lis/100 g	0.1748 80 0.117	0.1847 80	*				
Lis/16 gN	-0.2836 80 0.010*	-0.2731 80	0.8869 80	*			
Met/100 g	0.5325 80 0.000***	0.5361 80	0.1541 80	-0.1432 80	*		
Met/16 gN	-0.0984 80 0.389	-0.0917 80	-0.0238 80	-0.0099 80	0.0821 80	*	
Amilosa A	-0.3576 80 0.001**	-0.3658 80	-0.1854 80	0.0232 80	-0.2009 80	-0.0578 80	*
Inh. Trips.	0.0169 80 0.876	0.0198 80	0.1918 80	0.1195 80	0.2489 80	0.1867 80	-0.1505 80
		0.856	0.085	0.291	0.024*	0.093	0.180

1 (Tomada de: Correlaciones para medidas químicas: frijoles IBYAN, INCAP, 1979).  
Nótese la correlación significativa estadísticamente entre el título de IT y el contenido de metionina (en mg/100 g).

Significancia:

- \* Implica una sig. = 0.05
- \*\* Implica una sig. = 0.1
- \*\*\* Implica una sig. = 0.001

las muestras de distintos colores; sin embargo, los resultados obtenidos señalan que sí existe la influencia del color, aunque con los datos disponibles no es posible decir si la actividad de HA de las semillas de frijoles comunes está influida por los pigmentos causantes del color de la cáscara o por otro tipo de factores, no necesariamente los acabados de mencionar.

La correlación significativa ( $P \leq 0.05$ ) encontrada entre los IT y el contenido de metionina está de acuerdo con los informes acerca del mayor contenido de aminoácidos azufrados de la proteína de los verdaderos IT (8), y llama la atención la posible mejor calidad proteínica de los frijoles con un alto contenido de IT, una vez sometidos a un tratamiento térmico para la eliminación de la actividad tóxica. Estos frijoles poseerán, así, un contenido relativo mayor de metionina, aportado por los IT inactivados. En relación a esto, Jaffé ha informado que los frijoles con un mayor contenido de IT son los que mejoran en mayor grado su calidad nutricional al ser

sometidos a cocción (8). Sin embargo, aún se desconoce si la cantidad de aminoácidos azufrados proporcionada por los IT es de importancia biológica; así, por ejemplo, Ordóñez (19) considera que la cantidad es demasiado pequeña como para provocar una mejora en el crecimiento de animales experimentales.

En resumen, cabe recomendar el estudio individual de los factores ambientales y genéticos en su relación con los factores antinutricionales de las semillas de leguminosas, ya que ello hará más factible la selección de las variedades convenientes para lograr una mejora en la calidad proteínica de este tipo de cultivos. Del mismo modo se recomienda la evaluación de la cantidad de aminoácidos azufrados aportados por los IT y su efecto en el crecimiento y nutrición de animales experimentales, con miras a su aplicación en la nutrición humana, donde la cualidad de los IT de poseer un mayor contenido de este tipo de aminoácidos podría ser aprovechada.

Es de hacer notar que aunque se ha informado de casos de intoxicación en humanos por la ingestión de leguminosas crudas o mal cocidas (10), no es ésta la forma habitual como es consumido este tipo de alimento, sino por el contrario las leguminosas se consumen después de un largo período de cocción. La propiedad de los IT y HA de ser inactivados por el calor los hace susceptibles de ser eliminados durante el proceso térmico de preparación del alimento (12), por lo que su importancia en muestras cocidas de semillas o harina disminuye notablemente.

### Resumen

Debido a su alto contenido de proteína, las leguminosas constituyen desde hace tiempo una de las principales fuentes de ese compuesto en la alimentación de muchos pueblos del mundo. Desgraciadamente, la calidad de esa proteína deja que desear debido a deficiencias en aminoácidos azufrados (entre los cuales la metionina es el más importante) y a una baja digestibilidad causada muy probablemente por una variedad de factores antinutricionales contenidos en sus semillas. No obstante, por su importancia nutricional y alimenticia, se ha tratado en los últimos años de lograr una mejora en la calidad proteínica de estas plantas, aunque sin resultados definitivos hasta la fecha, situación que se debe a un conocimiento aún deficiente de los factores perjudiciales que inciden sobre característica tan importante.

El presente estudio se realizó con el fin de profundizar en el conocimiento de los factores antinutricionales. Se investigaron las posibles relaciones del ambiente de cultivo, del genotipo y de una interacción entre ambos con el contenido de inhibidores de tripsina y hemaglutininas observado en semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*).

La muestra estuvo constituida por semillas de veinte cultivares distintos de frijol común provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia; los frijoles fueron sembrados al mismo tiempo en localidades de Colombia, El Salvador y Honduras, y remitidas luego al INCAP, Guatemala. Se contó así con muestras de cuatro colores diferentes: negro, blanco, rojo y café, provenientes de tres localidades diferentes.

Las muestras fueron sometidas a análisis de inhibidores de tripsina (IT) y hemaglutininas (HA), y los resultados analizados estadísticamente por medio de un modelo factorial de análisis de varianza; se encontró un efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) del ambiente en el título de IT, resultado que estuvo influido por el promedio significativamente más alto en el IT de las muestras de Honduras, al compararlas con las de El Salvador y las del CIAT, que resultaron bastante

similares entre sí. En el caso de los IT, el genotipo (color) y la interacción ambiente/genotipo no mostraron ningún efecto significativo.

El título de HA demostró estar influido por el ambiente ( $P \leq 0.05$ ), caso contrario al anterior, pues aquí el promedio de títulos de HA de las muestras de Honduras fue significativamente menor que el de las muestras de El Salvador y del CIAT, de nuevo semejantes entre sí. Por ello se concluye que un mismo ambiente puede afectar de manera diferente a distintos factores tóxicos. El genotipo mostró, en este caso, tener influencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en el título de HA, ya que los promedios de títulos de HA de los frijoles coloreados fueron significativamente más altos que los de los no coloreados. La interacción ambiente/genotipo no demostró tener influencia significativa en los títulos de HA.

Al analizar los datos de IT en busca de correlaciones con otras medidas químicas y biológicas, se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa ( $P \leq 0.05$ ), con el contenido de metionina, expresado en mg/100 g de muestra, lo cual está de acuerdo con informes previos sobre un mayor contenido de aminoácidos azufrados de la proteína de los IT.

Se discutió, al final, la necesidad del estudio individual de los factores ambientales y genéticos en su relación con los factores antinutricionales, y la evaluación de la cantidad de aminoácidos azufrados aportados por los IT y su efecto biológico, con el fin de que dichos conocimientos hagan posible el mejoramiento de la calidad proteínica de las leguminosas.

10 de agosto de 1980

RAFAEL FERNANDEZ\*\*  
LUIZ G. ELIAS\*\*\*  
RICARDO BRESSANI\*\*\*

\*\* Estudiante de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, becado de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1 188, Guatemala, C.A.

\*\*\* Científico y Jefe de la misma División, respectivamente.



## Literatura citada

1. BRESSANI, R. and ELIAS, L. G. Legume foods. In: New Protein Foods. Vol. 1A. Technology. (Ed. A. M. Altschul). New York, Academic Press. 1974. pp. 230-297.
2. BRESSANI, R. and ELIAS, L. G. The problems of legume protein digestibility. In: Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders. Ottawa, Canada, International Development Research Centre. 1977. pp. 61-72. (IDRC-TS 7e).
3. BRESSANI, R., ELIAS, L. G. and NAVARRETE, D. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, rice beans and cowpeas of Guatemala. Journal of Food Science 26:525-528. 1961.
4. ELIAS, L. G., FERNANDEZ, D. G. de and BRESSANI, R. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein. Journal of Food Science 44:524-527. 1979.
5. EVANS, R. J. and MCGINNIS, J. Cystine and methionine metabolism by chicks receiving raw or autoclaved soybean oil meal. Journal of Nutrition 35:477-488. 1948.
6. EVANS, R. J. and MCGINNIS, J. The influence of autoclaving soybean oil meal on the availability of cystine and methionine for the chick. Journal of Nutrition 31:449-461. 1946.
7. FERNANDEZ, D. GONZALEZ de. Estudio sobre las posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cáscara de frijol y el valor nutritivo de éste. Tesis (*Magister Scientifical*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A. 1975. 63 p.
8. JAFFE, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 18:203-218. 1968.
9. JAFFE, W. G. Limiting essential amino acids of some legume seeds. Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine 71:398-399. 1949.
10. JAFFE, W. G. Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en América Latina. In: Recursos Proteínicos en América Latina. Memorias de una Conferencia de Nivel Latinoamericano Celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. (Eds. M. Béhar and R. Bressani). Guatemala, Talleres Gráficos del INCAP. 1971. pp. 228-241.
11. JAFFE, W. G. El valor biológico de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. Archivos Venezolanos de Nutrición 1:107-126. 1950.
12. JAFFE, W. G. and VEGA LETTE, C. L. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Nutrition 94:203-210. 1968.
13. JAFFE, W. G. and BRUCHER, O. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 12:267-281. 1972.
14. KAKADE, M. L., SIMONS, N. and LIENER, I. E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. Cereal Chemistry 46:518-526. 1969.
15. LIENER, I. E. Effect of heat in plant proteins. In: Processed Plant Protein Foodstuffs. (Ed. A. M. Altschul). New York, Academic Press. 1958. pp. 79-129.
16. LIENER, I. E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. American Journal of Clinical Nutrition 11:281-299. 1962.
17. MCGINNIS, J. and EVANS, R. J. Amino acid deficiencies of raw and overheated soybean oil meal for chicks. Journal of Nutrition 34:725-732. 1947.
18. MELNICK, D., OSER, B. L. and WEISS, S. Rate of enzymic digestion of proteins as a factor in nutrition. Science 103:326-329. 1946.
19. ORDOÑEZ, M. E. Factores Antifisiológicos de Especies de *Phaseolus vulgaris* y su Efecto sobre el Crecimiento y Otros Parámetros de Ratas Albinas. Tesis (*Magister Scientifical*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad

de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A. 1976. 63 p.

20. RUSSEL, W. C. *et al.* The nutritive value of the protein of varieties of legumes and the effect of methionine supplementation. *Journal of Nutrition* 32:313-325. 1946.
21. Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding. Based on Proceedings of a Symposium sponsored by PAG, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July, 1972 and PAG Statement 22: Upgrading Human Nutrition Through the Improvement of Food Legumes (Compiled and edited under the supervision of M. Milner). New York, John Wiley & Sons. 1975. 399 p.

theless, some species of ants are known to be responsible for maintaining and protecting populations of plant-feeding homopterans (4). In the Neotropics, species of *Crematogaster* (2), *Solenopsis* (1) and *Acropyga* (5) are important pests due to their association with homopterans.

Recently, a toxic bait has been developed locally for the control of leaf-cutting ants. The bait matrix for this bait consists of soybean meal pellets 3-8 mm large. During manufacture and storage, particles smaller than this are produced and are impregnated with toxicant (aldrin). Due to their small size, these particles are not suitable for leaf-cutting ant control. However, this powdered bait has shown promise in controlling other troublesome ants, and can thus be usable.

#### Methods

Details of the manufacture of the 0.4%aldrin bait have been given earlier (3). Colonies of species listed in Table I were treated by either applying 50 g of bait powder near the nest, or at the base of trees where workers were tending homopterans. The effectiveness of the bait was evaluated at 2 and 4 weeks post-treatment. All species were treated in San Lorenzo, Paraguay, with the exception of *Solenopsis invicta*, which was evaluated in Concepción, Paraguay.

#### CONTROL OF NOXIOUS ANTS WITH LOCALLY PRODUCED BAITS

**Sumario.** Se controló a hormigas que cuidaban homópteros fitófagos, con partículas menores de 3 mm<sup>2</sup> de un cebo tóxico desarrollado localmente para controlar hormigas cortadoras.

Noxious ants have received little attention in the pest control strategies of Neotropical growers. Never-

Table 1. Results of toxic bait yield evaluations against noxious ants in Paraguay. All baiting values are significantly different from control ( $P < 0.001$ ).

Species:	<i>Solenopsis invicta</i>	<i>Solenopsis wasmanni</i>	<i>Crematogaster</i>
Number of colonies			citrus trees
treated	35	26	27
control	30	26	20
Number inactive 2 weeks			
treated	29	20	22
control	0	0	1
Number inactive 4 weeks			
treated	32	25	27
control	2	0	1
%Control 4 weeks	91	96	93

Graciously done by S. Weiner.

### Results and Discussion

The results of the baiting treatments are given in Table 1. In all cases, after 4 weeks post-treatment, control was achieved. It is very probable that the bait was attractive due to the use of soy oil as the toxicant carrier.

The utilization of the sediments of locally produced toxic baits for controlling these and other noxious ants enhances the economic considerations of toxic baits for small growers. These small growers can thus cheaply control colonies of leaf-cutting ants, and at the same time either use bait sediments to control other noxious ants, or to collect these sediments and sell these to other growers with noxious ant problems.

### Abstract

Sediments of toxic baits developed for leaf-cutting ant control proved effective in controlling *Crematogaster quadriformis*, *Solenopsis invicta* and *Solenopsis wasmanni* colonies in Paraguay. These baits are effective controls for some species of noxious ants, and increases the economic feasibility of their utilization by small growers.

April 8, 1981

H. G. FOWLER\*

\* Department of Entomology & Economic Zoology,  
Rutgers University New Brunswick NJ 08903 U.S.A.

### References

1. HAYS, K. L. The present status of the imported fire ant in Argentina. *Journal of Economic Entomology* 51:111-112. 1958.
2. KEMPF, W. W. Miscellaneous studies on Neotropical ants. IV. (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica* 11:369-415. 1968.
3. ROBINSON, S. W., ARANDA, A., CABELLO, L., and FOWLER, H. Locally produced toxic baits for leaf-cutting ants for Latin America; Paraguay, a case study. *Turrialba* 30:71-76. 1980.
4. WAY, M. J. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annual Review of Entomology* 8:307-344. 1963.
5. WEBER, N. A. The Neotropical cockid-tending ants of the genus *Acropoga* Roger. *Annals of the Entomological Society of America* 37:89-122. 1944.

### MERISTEM CULTURE OF BANANAS

**Sumario.** Se desarrolló un método rápido de propagación de plantas de banano por medio del cultivo del tejido meristemático. Los meristemas apicales, asépticamente removidos del rizoma, fueron cortados con 7 a 12 incisiones verticales y colocados en un medio de Murashige y Skoog modificado. Al mes, el grupo de vástagos formados fue separado y los vástagos individuales fueron transferidos a un medio de crecimiento fresco. Después de dos meses adicionales, las plántulas tenían sistemas foliares y radicales bien desarrollados y se transplantaron en el suelo.

Banana ('Musa AAA') plants are normally propagated by detaching suckers from the parent rhizome. When large numbers of plants are available, sucker propagation can provide sufficient material for new plantings. However, when there is a limited number of plants available or when small plants are needed for experimental purposes, meristem propagation can provide the quantity and type of plants required.

Propagation of axillary buds from banana rhizomes, produced by injuring the central and lateral growing points, produced up to 150 plantlets in five to seven months (2). Berg and Bustamante (1) utilized heat-treated rhizomes to produce virus-free meristems from lateral buds (1). These meristems produced normal banana plants when grown on modified Knudson's medium. This communication reports a method of meristem propagation suitable for the rapid multiplication of disease-free banana plants.

### Materials and methods

Rhizomes were dug up in the field, washed and the roots and outer layer of tissue removed. The central growing point and the lateral shoots were excised with their surrounding tissue. In the laboratory, tissue was cut away with a sterile knife until only the apical meristem and closely adjacent tissue were left. The pieces of tissue (ca. 2 mm<sup>2</sup>) were surface sterilized in a 0.25% solution of NaOCl and cut vertically seven to twelve times with a sterile scalpel. Incised meristems were placed on a growth medium containing the major and minor salts of Murashige and Skoog's revised medium (3); glycine, 2 mg/l; thiamine hydrochloride, 0.5 mg/l; nicotinic acid, 0.5 mg/l; pyridoxine hydrochloride, 0.5 mg/l; indole-3 acetic acid, 1.0 mg/l; 6-benzyladenine, 0.5 g/l; sucrose, 30 g/l; agar, 6 g/l. The medium was adjusted to pH 5.6 prior to dispensing 20 ml into 200 x 25 mm test tubes. Tubes were capped with aluminium foil and autoclaved at 1.05 kg/cm<sup>2</sup> for fifteen minutes.

Meristem cultures were incubated at ca. 29°C with a daily twelve-hour period of light provided by 40 W incandescent lights (150 lux). Shoots developing from the incised meristems were separated and transferred

to fresh tubes of medium. When root development was sufficient, plantlets were planted in soil and grown under shade in a high humidity atmosphere until established.

### Results and Discussion

Single banana rhizomes grown in the field yielded 10 to 25 meristems which, after incision and incubation on culture medium for about 30 days, produced 15 to 20 shoots each. A further 50 days were required for the separated shoots to develop roots and grow sufficiently to be transferred to soil. Further increases in the number of plantlets produced from each rhizome were possible using the shoots produced from the incised meristems as sources of additional meristems. Meristem culture methods were used successfully on bananas in the Cavendish and Gros Michel groups, plantains ('Musa AAB'), as well as diploid and tetraploid hybrids from a breeding program. Plants produced appeared to be morphologically identical to the parent.

Meristem-cultured plants have been utilized in small scale laboratory and greenhouse trials for nematode and insect feeding studies where small plant size and freedom from bacteria, fungi and nematodes are an advantage. Multiplication of clones from a banana breeding program can be accelerated using meristem culture rather than the standard procedure of sucker propagation. Developing plantlets are readily transported in sterilized, closed tubes containing medium and allow the establishment of desirable banana and plantain varieties in new areas without the risk of introducing pathogens. In addition, detectable viruses can be eliminated from rhizomes by heat treatment before meristems are excised (1). Seed beds in new production areas could advantageously be planted with meristem-cultured plants to produce planting material free of parasitic nematodes.



### Summary

A rapid method of propagating banana plants by meristem culture was developed. Apical meristems, aseptically removed from rhizomes, were cut with 7 to 12 vertical incisions and placed on a modified Murashige and Skoog medium. Within one month, the cluster of shoots formed was separated and individual shoots transferred to fresh medium. After an additional two months, plantlets had well-developed shoot and root systems and were transplanted into soil.

September 23, 1980

J. C. VESSEY\*  
J. A. RIVERA\*

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

### References

1. BERG, L. A. and BUSTAMANTE, M. Heat treatment and meristem culture for the production of virus-free bananas. *Phytopathology* 64:320-322. 1974.
2. HAMILTON, K. S. Reproduction of banana from adventitious buds. *Tropical Agriculture* 69-73.
3. MURASHIGE, T. and SKOOG, F. A. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15:473-497. 1962



*Viene de la página 152*

BIBLIOGRAFIA SOBRE SENSORES REMOTOS. 1979. Serie Documentación e Información Agrícola No. 72. Un volumen de 190 p. Precio US\$ 3,00.

BIBLIOGRAFIA PARTICIPACION DE LA MUJER EN EL DESARROLLO RURAL DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1980. Serie Documentación e Información Agrícola No. 78. Un volumen de 103 p. Precio US\$ 3,00.

BIOMASA Y OTRAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGIA. Bibliografía. 1980. Serie Documentación e Información Agrícola No. 79. Volumen de 263 p. Precio US\$ 7,00.

A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA E O PEQUEÑO AGRICULTOR. Juan Díaz Bordenave. 1980. Serie Publicaciones Misceláneas No. 213. Un volumen de 119 p. Precio US\$ 1,50.



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

## RESEÑA DE LIBROS

YARIV S. y CROSS H. *Geochemistry of Colloid Systems* Springer Verlag. New York (1979) 450 p.

El propósito de este interesante y novedoso volumen es el de enseñar los múltiples usos que la química coloidal tiene en la geoquímica. En este libro se interpreta la geoquímica como una ciencia que incluye una parte apreciable de la química del suelo y así se ofrece en esta obra mucha información útil a geoquímicos y también a especialistas en la ciencia del suelo, especialmente en lo que se refiere a las arcillas.

La exposición es clara, usa muy buenas ilustraciones y se acompaña de amplias referencias bibliográficas en los capítulos. Estas referencias tienen un carácter casi internacional, cubriendo la literatura mundial en una forma muy completa.

El nivel del libro es bastante avanzado y se requiere de un sólido conocimiento de la físico-química para su comprensión completa, aunque hay amplias secciones que no lo necesitan, como el capítulo sexto.

El volumen tiene una introducción y diez capítulos. En la introducción se explican las bases de la ciencia coloidal, de la química de los cristales de silicatos y de las propiedades extraordinarias del agua ya que ésta es un componente importante de los sistemas coloidales geológicos.

El primer capítulo, el más largo de todos, se dedica a algunos sistemas coloidales importantes en geología, como por ejemplo suelos, sedimentos y magma.

La físico-química de superficies es el tópico del segundo capítulo, también segundo en extensión en el libro.

El tercer capítulo se dedica a la formación de soluciones acuosas y de suspensiones de coloides hidrofóbicos, con énfasis a la química del Al, Fe y Mn en aguas naturales y a los procesos de meteorización.

Las capas superficiales sobre rocas y granos de minerales son el tópico del cuarto capítulo.

En el quinto capítulo se estudian las propiedades cinéticas de soluciones coloidales, como el movimiento browniano, y la difusión y sedimentación de tales soluciones coloidales. Se dedica atención también a las propiedades cinéticas de las partículas durante el flujo de los líquidos.

La geoquímica coloidal del sílice es el tópico del sexto capítulo que se concentra en la química de la superficie del sílice y el comportamiento de este óxido en soluciones acuosas.

El capítulo séptimo estudia la geoquímica coloidal de minerales de arcilla y es de gran utilidad en la ciencia del suelo. Aquí se analizan los grupos funcionales de minerales de arcilla y sus funciones en las reacciones de intercambio iónico. Se estudian también las interacciones entre minerales de arcilla y compuestos orgánicos, la solubilidad de los minerales de arcilla y los efectos del ambiente sobre ellos.

Las interacciones entre las partículas sólidas dispersas en sistemas coloidales es el tópico del octavo capítulo, en el que se estudian con amplitud los agregados en los suelos como resultado de la interacción de partículas del mismo.

En el noveno capítulo, uno de los más cortos, se analizan las propiedades de los sistemas coloidales en flujo. Se consideran aquí los comportamientos de la hidrosfera y de los minerales silicatados sedimentados, así como la viscosidad de flujos de magma.

El último capítulo de la obra se dedica a la geoquímica coloidal de los depósitos arcillosos.

El volumen concluye con tres índices, de autores, de compuestos minerales y de temas que aumentan su utilidad. Como es costumbre para los libros de esta editorial, el material del libro es excelente lo que permitirá su uso como una referencia muy útil en bibliotecas.

Se recomienda esta obra especialmente para las bibliotecas que tienen entre sus usuarios a personas

interesadas en geología, geoquímica, química de suelos y otras ramas afines.

ELEMER BORNEMISZA S.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SAN JOSE, COSTA RICA

Land Development Department, Soil Survey Division.  
Proceedings of Second International Soil Classification Workshop. Part I MALASIA (Aug. 28-Sept. 1, 1978); Part II Thailandia (Sept 3-9, 1978). Bangkok, Thailandia Vol. 2. 344-429 p. 1971.

El problema de la clasificación sistemática de los suelos es uno de los más intrincados y complejos que afrontan actualmente las ciencias físico-biológicas. Mientras que existe acuerdo internacional sobre la clasificación taxonómica en los campos de la botánica, la zoología y la minerología, en el caso de los suelos no ha sido posible hallar un lenguaje común, aceptado universalmente y que englobe en forma adecuada a los principales suelos de los diferentes países. Ello se debe, en buena parte, a la propia complejidad del organismo suelo el cual es el resultante de factores tan variables como la roca y el clima, la actividad biológica (incluyendo la propia actividad del hombre), la topografía y el tiempo, que relacionados en las más intrincadas combinaciones para producir características que se mezclan y varían en espacios muy cortos, no constituyen bases muy estables para la clasificación sistemática de unidades dentro de conjuntos coherentes de valor permanente.

En la actualidad se utilizan no menos de ocho sistemas diferentes de clasificación sistemática de los suelos, con diferentes grados de aceptación en una u otra parte del mundo. Limitándonos a los más conocidos debemos mencionar: El sistema ruso, en el cual se le da énfasis especial al papel dinámico de la vegetación, la descomposición orgánica y la meteorización mineral y a los efectos moderadores de las condiciones ambientales como el clima, el drenaje, y el relieve, disminuyéndose relativamente, en consecuencia, la significación de características particulares del perfil del suelo. El Sistema Northcote de Australia que se inició con una clave bifurcada, basada en características de perfil del suelo en su mayoría determinables en el campo y faltándole toda fundación en clases conceptuales. El Sistema de Fitzpatrick, que se basa en la filosofía de que los suelos son un manto continuo en el paisaje que varía en sitio, profundidad y tiempo, lo cual obliga a tomar preponderantemente en cuenta "la situación" y a evitar el incorporar "presunciones pedogé-

nicas" a la clasificación. El Sistema de Kubiena para la clasificación de los suelos de Europa, basado principalmente en características diferenciales morfológicas amplias, a las cuales se agregan algunas condiciones del medio ambiente. El Sistema FAO-UNESCO del "Mapa Mundial de Suelos" basado en la agrupación directa de suelos en clases binomiales de amplitud mundial con nomenclatura especificada, las cuales resultan de una "generalización mental" de muchas clases similares provenientes de diversas partes del mundo y una clave de localización de suelos desconocidos. El sistema para Inglaterra y Gales, de Avery, basado en una galería de 10 clases conceptuales y dos categorías más bajas, formadas a través de una "elaboración racionalizada" de aquellas. El sistema Canadiense basado en una galería de ocho órdenes, subdivididos por "elaboración racional" en dos niveles más bajos. El sistema de clasificación de Sigmond usado en Hungría. El sistema Surafricano y, por último, el sistema de los Estados Unidos ("Soil Taxonomy") que pretende ser completo y representa la culminación de muchos años de desarrollo.

En este último sistema, preconizado por los Estados Unidos ("Soil Taxonomy") los científicos de ese país hacen esfuerzos variados para ir resolviendo los problemas que surgen en cada intento de incluir suelos de una zona determinada (y muy particularmente de la región tropical) a la camisa de fuerza de categorías taxonómicas ideadas en un gabinete o un laboratorio.

En los últimos años, con la cooperación de la Universidad de Puerto Rico, se ha llevado a cabo una tarea sostenida en este sentido, tomando como tema central los oxisoles, los alfisoles y los ultisoles con arcillas de baja actividad, que se supone son los suelos predominantes en regiones tropicales.

Dentro de tal esquema de trabajo, se han convocado reuniones de expertos de las cuales, la que produjo los dos volúmenes que comentamos, es la segunda dedicada a la adaptación del sistema desarrollado en los Estados Unidos desde 1966, a las condiciones edáficas de los trópicos y subtropicos. En la primera parte de la reunión, efectuada en Kuala Lumpur, Malasia, se trató sobre los oxisoles; los trabajos presentados, junto con la descripción detallada de las giras de campo efectuadas (incluyendo el ambiente físico del área visitada y la descripción cuidadosa de los perfiles de suelos estudiados), se presenta en el volumen I. El volumen II recoge los trabajos presentados en la segunda parte de la reunión, la cual versó sobre alfisoles y ultisoles con arcillas de baja actividad y se llevó a cabo en Bangkok, Tailandia.

Sin negar el valor científico de varios de los trabajos presentados, y el espíritu de participación amplia que inspiró estas reuniones, fuerza es confesar que no se nota, en sus resultados, que se haya avanzado mucho en el propósito de sus convocatorias. Aparte de algunas descripciones de suelos de varias regiones tropicales, principalmente de Asia y Oceanía y en menor proporción de África y América Latina, y de un denodado esfuerzo por encajarlas en categorías prefijadas, no es mucho el aporte visible en el aspecto más importante del problema, que es el de clarificar las relaciones, similitudes y diferencias entre suelos de las varias porciones del trópico y buscar, sin prejuicios y sin camisas de fuerza apriorísticas, su articulación en un sistema común de ordenación y categorización que resulte útil en el uso y tratamiento de los terrenos agrícolas y en el intercambio de innovaciones tecnológicas que signifiquen aumentos en la productividad. Al terminar de estudiar los dos volúmenes objetos de este comentario, queda la sensación de que ellos no contribuyen mucho a despejar la preocupación expresada en el discurso inaugural por un distinguido profesor de la Universidad de Puerto Rico en los siguientes términos: "Aunque necesitamos, sin duda, un sistema basado en estándares científicos aceptables, que permita una estratificación adecuada de la población de los suelos, las categorías deben también poderse mapear e interpretar. Si esto no se logra, la clasificación de los suelos puede desembocar en la torre de marfil académica y ser un ejercicio inútil para las mentes prácticas".

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO  
 INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
 SEDE CENTRAL

Sludge Disposal by Landspreading Techniques. S. Torrey (ed) Noyes Data Corp. N. J. USA (1979) 372 p

En este volumen que es la reseña No. 58 sobre la tecnología del combate de la contaminación ambiental, se presenta la experiencia existente sobre la dispersión de residuos de aguas negras municipales sobre suelos

En el primer capítulo se presenta una revisión de los conceptos básicos sobre aplicación de residuos de aguas negras municipales sobre suelos. Se discute los problemas de selección de sitio, los tipos de contaminaciones que ocurren y los reglamentos y normas

principales vigentes en los EE. UU. que ordenan estos procesos.

Las características de los residuos de aguas negras y sus tratamientos iniciales son el tema del segundo capítulo. Tanto este capítulo como el anterior tienen amplia bibliografía que aumenta el valor de la obra, ya que mucha de la bibliografía existente no es suficientemente conocida aunque tenga información útil. Se discute las características de estos residuos y los procesos que se usan para obtenerlos.

En el tercer capítulo se discute las propiedades y las limitaciones de suelos para la deposición de residuos. Se discute tanto las propiedades de suelos adecuados como el paisaje en que deben estar y las propiedades del medio ambiente. Este capítulo será útil para todos los interesados en eliminación de residuos sólidos o líquidos.

En el capítulo cuarto se estudia los problemas del transporte y de la distribución de los residuos de aguas negras. Se presenta y se analiza una serie de casos y los principios de diseño y de la economía de la aplicación y residuos.

La interacción suelo-planta-residuos de aguas negras es el tema del capítulo quinto, donde se analizan los diferentes elementos en estos residuos.

El sexto capítulo estudia los problemas de salud pública que pueden originarse de patógenos en residuos de aguas negras. Se estudia tanto los métodos de reducir estos patógenos, sus costos y los resultados posibles de estos métodos.

Las posibles fuentes de oligoelementos en los residuos de aguas negras son tratados en el séptimo capítulo. Se analiza las fuentes domésticas e industriales de estos elementos y su comportamiento durante los procesos de purificación de aguas residuales. Se informa sobre los elementos corrientemente detectados en residuos de aguas negras municipales y su posible toxicidad.

El octavo capítulo discute los peligros potenciales debidos a oligoelementos en residuos de aguas negras municipales. Se considera el peligro que representan a humanos y a la vida vegetal. Se informa sobre la toxicidad de varios componentes y sobre estudios referentes a este problema. Se discute también en este capítulo muy complejo, y con una lista de 151 referencias, la absorción de metales pesados y sus efectos en plantas.

El noveno capítulo informa sobre los métodos de control, los tipos de control necesarios en las diferentes etapas del procesamiento y los procesos de recolecta de muestras y su análisis.



Los problemas económicos de la distribución sobre tierras de los residuos de aguas negras se analizan en el décimo capítulo. Se analizan aquí tanto los costos directos como los costos indirectos y sociales del proceso. Se presenta las consideraciones necesarias desde el punto de vista agrícola y se analizan prácticas de diferentes ciudades de los Estados Unidos de Norteamérica.

En el onceavo capítulo se estudia un caso muy especial, el de la aplicación de residuos a un bosque de maderos duros del Norte. Se analiza cuidadosamente los efectos sobre diferentes componentes del ecosistema y se propone unas recomendaciones para los procedimientos adecuados en casos similares.

El uso de residuos de aguas negras para la estabilización de tierras en regiones frías es el tópico del doceavo capítulo. Se discute los resultados de un experimento, sus costos y su posible utilidad.

En el treceavo capítulo se estudia la posibilidad de la recuperación de sitios de minas de carbón con el uso de residuos de aguas municipales. En este capítulo bastante voluminoso se presenta un análisis completo de los procedimientos usados y los resultados obtenidos y se concluye que los residuos tienen un efecto muy positivo en la recuperación de los sitios afectados por la minería. No menos de 74 referencias agregan valor del capítulo.

Un caso práctico, el de la ciudad de Denver y su manejo de residuos de aguas negras es el tema del capítulo catorce. Se informa sobre las investigaciones que también sirvieron de base para el desarrollo de los sistemas que usa esta ciudad.

El último capítulo se dedica a un análisis global de lo expuesto en el volumen desde el punto de vista del medio ambiente. Se analiza las técnicas de estudio de sitio, de muestreo, el análisis de los datos y se llega a recomendaciones sobre la selección de sitios y los controles necesarios para un uso seguro.

En general el volumen reúne información muy valiosa, aunque prácticamente sólo de los EE. UU. De esta manera, aunque presenta mucha información, ésta requiere una reinterpretación cuidadosa para sitios con condiciones diferentes. Sin embargo, debido a que la literatura en general sobre este campo no es abundante, se estima que el volumen debe ser estudiado por todos los interesados en o practicando el manejo de residuos de aguas negras.

ELEMER BORNEMISZA S.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SAN JOSE, COSTA RICA