

Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. II. Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de gallinaza y almidón*

A. RUIZ, M. E. RUIZ**

ABSTRACT

An experiment consisting of two nitrogen balance trials was conducted with cattle to a) evaluate the utilization of poultry litter nitrogen (X_1) as it substituted various proportions (per cent) of the total nitrogen (N) of the ration, and b) to study the effects on nitrogen retention of the substitution of different proportions of the metabolizable energy (ME) of the ration with ME of green bananas (X_2). During the first trial, poultry litter N accounted for 0, 39, 60 and 73 per cent of the total N content, and the level of X_2 was maintained at 16 per cent. In the second trial, green bananas ME substituted 0, 7, 16, 25 and 58 per cent of the total ME content of the ration, with X_1 held constant at 38 per cent. For both trials, 10 Romo Sinnano bull calves averaging 8 mo. and 150 kg live weight, were used in a completely randomized design.

It was found that N retention decreases as the level of poultry litter N in the ration increases, mainly due to an increase of urinary N excretion. This relationship is expressed by the following equation: $Y_3 = 637 - 3.2X_1$, ($R^2 = 0.91$; $p \leq 0.05$), where $Y_3 =$ mg of N retained/kg^{0.75}/day and $X_1 =$ percentage of the total N provided by poultry litter. On the other hand, the inclusion of green bananas (starch) increased nitrogen retention up to the point where $X_2 = 37.5$ per cent. Higher levels of bananas beyond this point resulted in a decrease in nitrogen retention. This relationship is mathematically expressed by the equation: $Y_4 = 285 + 24X_2 -$ percentage of the total ME provided by green bananas.

It was concluded that chicken litter may be used in feeding systems whose objectives are not a fast rate of growth, although the efficiency of the chicken litter N utilization can be improved with the inclusion of a source of starch providing about 35 per cent of the total ME of the ration.

Introducción

EN los países tropicales, los recursos energéticos que se utilizan en la alimentación de rumiantes son baratos y abundantes, mientras que los recursos de tipo protéico son escasos, y en numerosos casos, importados. Consecuentemente, se

hace necesario buscar nuevas fuentes de proteína y métodos apropiados para su utilización en la alimentación del rumiante.

La gallinaza, material de desecho de la industria avícola, presenta una composición química que la clasificaría como una fuente de volumen y, moderadamente, de proteína (17). Su contenido total de proteína está alrededor de un 30 por ciento y, según resultados presentados por Bhattacharya y Taylor (4), se puede concluir que la mayor porción de la proteína, potencialmente utilizable por el rumiante, está en for-

* Recibido para publicación el 26 de diciembre de 1977

** Asistente de Investigación y Nutricionista, respectivamente, Programa de Bovinos y Especies Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

ma de nitrógeno no protéico (NNP), principalmente ácido úrico. Son abundantes los trabajos en que se ha demostrado que el rumiante puede utilizar NNP como fuente de proteína (15). Específicamente, se ha logrado determinar que el ácido úrico, en comparación con la urea, es más eficientemente utilizado por los microorganismos del rumen, ya que es menos soluble en agua y por consiguiente está menos sujeto a pérdidas debidas a una rápida producción de amoníaco (11, 12).

Se ha establecido la necesidad de una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables, que provean la energía necesaria para la síntesis protéica a partir del NNP (15, 16). Además, se ha encontrado que el tipo de fuente energética puede afectar la eficiencia de utilización del NNP a nivel del rumen, o servir en la economía metabólica de la proteína absorbida, al suplir los niveles de glucosa requeridos por el rumiante (5, 8, 9). Así, Herrera (7) encontró que la ganancia de peso en vacas de desecho, con raciones isocenergéticas e isoprotéicas, eran mayores cuando la ración contenía almidón, en comparación con aquellas que contenían melaza únicamente.

Basándose en estos resultados, se diseñó el presente trabajo con el fin de evaluar la economía metabólica del nitrógeno de la gallinaza (sin ningún procedimiento previo) y estudiar el efecto del almidón en la economía metabólica de la ración.

Material y métodos

Se usaron 10 toretes Romo Sinuanos de ocho meses de edad, con un peso promedio de 150 kg, los cuales fueron desparasitados interna y externamente,

Cuadro 1.—Descripción de los tratamientos ^{a/}

Prueba	Tratamiento	% el N total suplido por gallinaza	% de la EM total suplida por banano	Unidades Experimentales
1	I	0	15	3
	II	40	15	6
	III	60	15	2
	IV	80	15	2
2	V	40	0	2
	VI	40	5	4
	VII	40	15	5
	VIII	40	25	1
	IX	40	50	2

^{a/}

Todas las raciones fueron isoprotéicas (14% PC) e isocalóricas (2.50 Mcal de EM/kg de MS)

y adaptados, durante 15 días, al consumo de gallinaza con una ración que contenía 2,05 Mcal de EM/kg de MS y 13,7 por ciento de PC, de la cual 45,7 por ciento era aportada por la gallinaza. Luego de esta adaptación preliminar, se llevaron a cabo dos pruebas de balance metabólico, utilizando para ello un diseño irrestrictamente al azar, cuyos tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Se prepararon nueve raciones correspondientes a los tratamientos del Cuadro 1, usando los ingredientes descritos en el Cuadro 2. Como ejemplo, en el

Cuadro 2.—Caracterización química de los ingredientes usados ^{a/}

Ingredientes	MS %	PC %	FC %	^{b/} EM Mcal/kg MS
Bagazo de caña	78	1,80	41,86	0,80
Melaza de caña	64	3,50	9,90	3,47
Gallinaza (sin procesar)	90	20,03	15,50	2,00
Harina de carne y hueso	91	44,00	2,30	2,52
Banano verde	21	4,50	4,80	3,00

^{a/}

Datos expresados en base seca.

^{b/}

Datos obtenidos de la literatura.

Cuadro 3 se presentan cuatro de las nueve raciones utilizadas. Todas las raciones fueron ofrecidas a razón del 3 por ciento del peso vivo de los animales. El período experimental de cada prueba consistió en una etapa de siete días de adaptación a las raciones

Cuadro 3.—Raciones experimentales.

Ingredientes	^{a/} Tratamiento			
	I	IV	V	XI
Melaza	43,65	29,62	45,31	7,28
Banano	13,62	12,40	—	41,08
H de Carne	28,21	8,57	15,08	14,24
Gallinaza	—	40,62	28,54	26,95
Bagazo	11,52	8,79	11,07	10,45

^{a/}

Datos expresados como porcentaje del total, en base seca

Cuadro 4—Niveles de sustitución observados.

Prueba	Tratamiento	% del N total suplido por gallinaza	% de la EM total suplida por banano
1	I	0,00	16,15
	II	38,97	16,15
	III	60,29	16,15
	IV	73,00	16,15
2	V	38,25	0,00
	VI	38,25	6,73
	VII	38,25	16,18
	VIII	38,25	24,99
	IX	38,25	58,48

en estudio, seguida por una etapa de recolección total de cinco días. Tanto las muestras de heces y orina como las muestras de alimento, fueron analizadas para determinar su contenido de PC siguiendo el método de micro-kjeldahl; el contenido de humedad se determinó por deshidratación al vacío (1).

Resultados y discusión

Dado que los animales consumieron totalmente la porción correspondiente de banano, no así el resto de la ración, los niveles de sustitución de ambas variables fueron diferentes a los inicialmente planeados (Cuadro 1) por lo que para el análisis estadístico se utilizaron los niveles observados (Cuadro 4).

1. Efecto de la gallinaza

La respuesta animal a la inclusión de la gallinaza en la ración se presenta en el Cuadro 5.

Al aumentar el nivel de la gallinaza en la ración (X_1) se produjo una disminución lineal de la retención de nitrógeno según se presenta en las Figs 1 y 2. Esta disminución se debió principalmente a un aumento de la cantidad de nitrógeno excretado en la orina (Cuadro 5).

Si se considera el hecho de que la gallinaza es un material que ha sido digerido previamente por otro animal, se esperaba que la calidad y digestibilidad de los distintos principios nutritivos que en ella se encuentran, sean bastante bajos, principalmente para el caso de la proteína verdadera. Esta suposición ha sido confirmada por los resultados obtenidos por Bhattacharya y Fontenot (3), que indican que del contenido total de proteína cruda de la gallinaza, el 40-45 por ciento está constituido por proteína verdadera,

Cuadro 5—Consumo total, consumo y balance de nitrógeno (N) y digestibilidad aparente según el nivel de gallinaza en la ración.

Parámetros	Nivel de Sustitución ^{a/}			
	0	39 0	60 3	73 0
Peso promedio de los animales, kg	178	154	158	147
Consumo de MS, kg/animal/día	4,6	3,7	3,9	3,5
Consumo de N, g/animal/día	96,1	82,5	83,1	80,2
Nitrógeno urinario, g/animal/día	15,4	19,3	19,5	27,0
Digestibilidad aparente del N, %	47,8	51,2	49,3	53,5
Retención de N				
En relación al consumo, %	31,8	27,6	25,4	20,2
En relación al absorbido, %	66,6	53,8	51,9	37,7
En base al peso metabólico, mg/kg ^{0.75} /día	621	552	474	384
Digestibilidad aparente de la MS, %	61,9	64,1	61,5	67,0

^{a/} Sustitución del N total por N de gallinaza

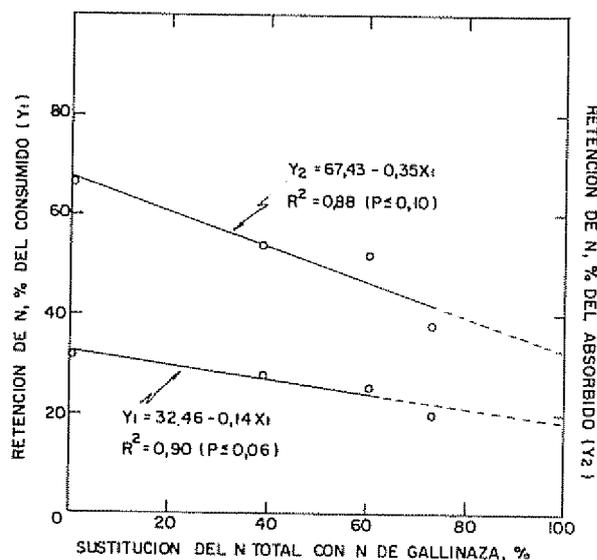


Fig. 1.—Efecto de la inclusión de gallinaza en la ración sobre la retención de nitrógeno

de la cual sólo el 23,4 por ciento es digestible. Esto implicaría que la otra fracción nitrogenada (NNP) de la gallinaza, constituida principalmente por ácido úrico, estaría aportando la mayor porción del nitrógeno disponible para el rumiante. La inclusión del NNP en sustitución de la proteína verdadera de la ración, ha sido asociada con menores ganancias de peso y un aumento en la excreción de nitrógeno urinario (6, 13).

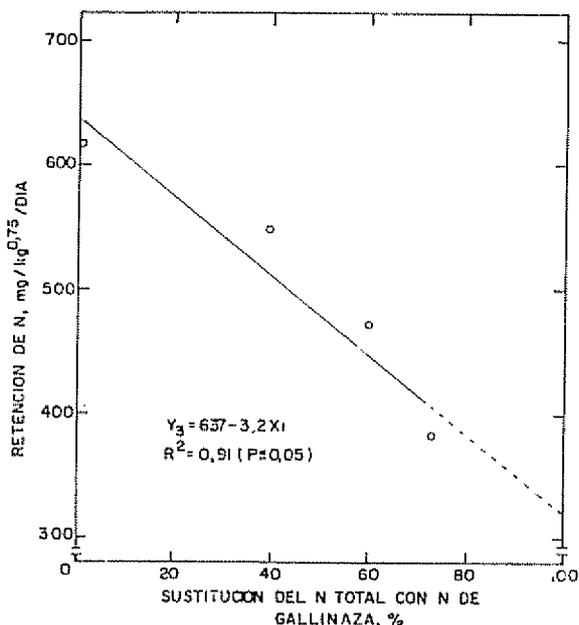


Fig. 2.—Efecto de la inclusión de gallinaza en la ración sobre la retención absoluta de nitrógeno.

Las retenciones de nitrógeno ($\text{mg}/\text{kg}^{0,75}$) obtenidas en el presente trabajo (Cuadro 5), presentan tendencias similares a las obtenidas por Bhattacharya y Fontenot (2). Recalculando los resultados de estos autores, se obtuvieron retenciones de 169, 115, 115 y 56 $\text{mg}/\text{kg}^{0,75}$, a niveles de sustitución del N total con N de gallinaza de 0, 25, 50 y 100 por ciento, respectivamente. Los mayores niveles de retención observados en el presente trabajo es posible que hayan sido causados por el uso de animales muy jóvenes (8 meses de edad), con una alta tasa de síntesis protéica y crecimiento, mientras que Bhattacharya y Fontenot emplearon ovejas de un año de edad,

No se detectaron diferencias significativas en cuanto a la digestibilidad aparente del nitrógeno ni de la materia seca, debido a la inclusión de gallinaza. Si estos parámetros fuesen los únicos usados para evaluar distintas fuentes de proteína, se podría concluir que la gallinaza es comparable a la harina de carne y hueso, a la cual sustituía en la ración. Sin embargo, esto estaría en clara contradicción con los resultados obtenidos para la retención de nitrógeno (Cuadro 5). Esta aparente divergencia de resultados se explica considerando el hecho de que la gallinaza tiene una fracción importante de nitrógeno en forma de NNP, tal como se estableció en el párrafo anterior. El NNP, dada su metabolización característica, desaparece por completo a nivel ruminal por lo que su "digestibilidad aparente" es cercana al 100 por ciento. Especialmente al comparar proteínas verdaderas con fuentes de NNP, el parámetro digestibilidad aparente no puede considerarse como un buen índice de la calidad de la proteína cruda (como sí lo es la retención de N), puesto que para su determinación no se consideran las pérdidas de nitrógeno en la orina, las cuales aumentan con la inclusión de NNP en la ración (6, 13). En el caso de comparaciones de proteínas verdaderas, la digestibilidad aparente se puede considerar como un índice de la calidad de las mismas.

2 Efecto del banano

Los promedios de retención de nitrógeno y de digestibilidad aparente, se presentan en el Cuadro 6.

Manteniendo todas las raciones isocalóricas, la inclusión de banano (almidón) en la ración (X_2) resultó en un aumento inicial de la retención de nitrógeno (Figuras 3 y 4). El nivel de banano que produce la máxima retención absoluta de nitrógeno fue el correspondiente a un aporte de 37,5 por ciento de la EM total con EM de banano, a un nivel de 38 por ciento del N total proveniente de la gallinaza.

El efecto benéfico del almidón sobre la retención de N puede tener varias causas actuando simultáneamente. Se argumenta, entre otras, que la menor tasa de hidrólisis del almidón, en comparación con la melaza, asegura una disponibilidad más constante de

Cuadro 6—Consumo total, consumo y balance de nitrógeno (N) y digestibilidad aparente según el nivel de banano en la ración.

Parámetros	Nivel de Sustitución ^{a/}				
	0	6.7	16.2	25.0	58.5
Peso promedio de los animales, kg	130	136	154	176	144
Consumo de MS total, kg/animal/día	2,8	2,7	3,7	4,7	3,4
Consumo de N total, g/animal/día	66,4	59,8	82,5	109,3	76,4
N urinario, g/animal/día	29,2	16,9	19,3	20,6	10,3
Digestibilidad aparente del N, %	65,6	50,0	51,2	53,8	44,2
Retención de N					
En relación al consumo, %	20,9	22,4	27,6	34,9	30,8
En relación al absorbido, %	32,1	41,6	53,8	64,9	69,8
En base al peso, mg/kg ^{MS} /día	373	322	552	763	555
Digestibilidad aparente de la MS, %	73,6	63,3	64,1	68,5	66,2

^{a/}

Sustitución de la EM total por EM de banano (3.0 Mcal de EM/kg de MS de banano)

carbohidratos fermentables, lo que estaría más acorde con la capacidad sintética de las bacterias del rumen (7).

Por otro lado, el escape de pequeñas partículas de almidón hacia las porciones más bajas del tracto digestivo, podría convertirse en una importante fuente de glucosa, a través de la absorción de la misma en el intestino, lo que significaría una economía en el balance energético del animal (10). Además, en raciones a base de melaza, el rumiante podría estar en

una condición de deficiencia de azúcares, dado que la melaza se fermenta completamente en el rumen y no supliría glucosa para el metabolismo animal (7). Esta situación se remediaría al incluir almidones en la ración, sin causar cambios en su concentración energética.

El efecto benéfico sobre la retención de N no se mantuvo a niveles superiores al 37,5 por ciento de sustitución de la EM total por el EM del banano, sino que por el contrario, la retención de N tendió a dis-

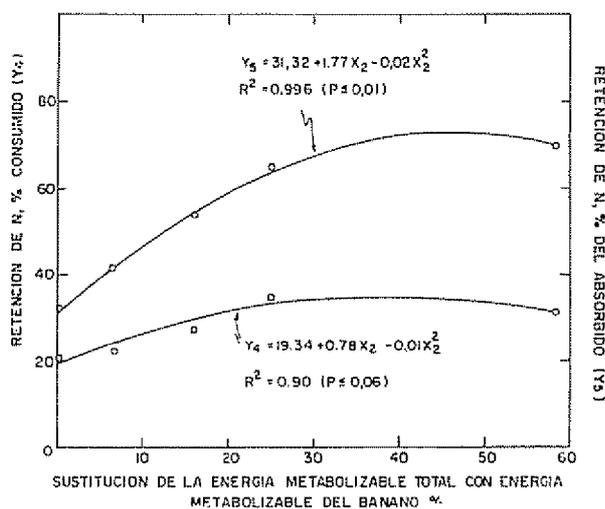


Fig. 3—Efecto de la inclusión de banano en la ración sobre la retención del nitrógeno

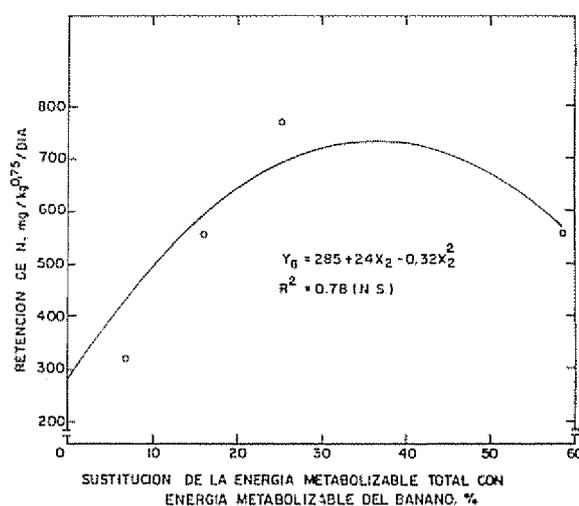


Fig. 4—Efecto de la inclusión de banano en la ración sobre la retención absoluta de nitrógeno.

minuir (Fig 4). Es muy posible que a estos niveles de sustitución haya sido la falta de un carbohidrato rápidamente fermentable, como la melaza, el factor limitante en la síntesis protéica, a partir de una fuente de NNP. A este respecto, Orskov (14) indica que el escape de partículas de almidón hacia el intestino, puede tener efectos negativos si el animal depende en gran parte de la síntesis microbiana como fuente de proteína, ya que esa energía no estaría disponible para que esa síntesis se lleve a cabo. Esto tiene grandes implicaciones si se consideran animales en su etapa de crecimiento rápido, en que los requisitos protéicos exceden la máxima capacidad sintética por parte de los microorganismos del rumen (14). Si en esta situación, parte del carbohidrato disponible escapa a la fermentación ruminal, los animales tendrían una deficiencia aún mayor de proteína, puesto que no se obtendría el máximo rendimiento de proteína microbiana, a menos que parte de la proteína dietética esté escapando la fermentación ruminal para ser utilizada eficientemente a nivel intestinal (14).

Conclusiones

Los resultados de este trabajo permiten concluir lo siguiente:

1. La inclusión de gallinaza en la ración resulta en una disminución de la retención de nitrógeno, debido principalmente a un aumento en la excreción de N por la vía urinaria.

2. La inclusión de almidón en la ración mejora la retención de nitrógeno, hasta cierto punto a partir del cual la retención comienza a disminuir.

3. El tipo de energía disponible para la síntesis de proteína a partir de NNP, tiene un gran efecto sobre la utilización del mismo. Aparentemente, existe una combinación óptima de almidón y azúcares que producen la máxima utilización de la proteína cruda de la ración.

4. Es posible utilizar la gallinaza como fuente de proteína para rumiantes, en sistemas de alimentación cuyo propósito no sea el de obtener altas ganancias de peso, aunque la utilización del nitrógeno de la gallinaza puede ser mejorada a través de la inclusión de almidón en la ración, en reemplazo de cantidades iguales de energía en forma de azúcares.

Resumen

Se realizó un experimento que consistió de dos periodos de balance metabólico, y cuyos propósitos fueron el de a) evaluar la utilización del nitrógeno de la gallinaza (X_1) al sustituir varias proporciones (%) del nitrógeno total de la ración y b) estudiar los efectos de la sustitución (%) de la energía metabolizable (EM) total por EM de banano (X_2),

sobre la retención del nitrógeno de la ración. En el primer período, los niveles estudiados fueron 0, 39, 60 y 73 por ciento para X_1 y 16 por ciento para X_2 . Durante el segundo período, los niveles estudiados fueron 0, 7, 16, 25 y 58 por ciento para X_2 y 38 por ciento para X_1 . En ambos ensayos se usaron 10 toretes Romo Sinuanos de 8 meses y 150 kg de peso vivo en un diseño completamente al azar. La inclusión de gallinaza en la ración resultó en una disminución lineal de la retención de nitrógeno, principalmente a través de un aumento en la excreción de N en la orina. Esta relación se expresa en la siguiente forma: $Y_1 = 637 - 3,2X_1$ ($R^2 = 0,91$; $p \leq 0,05$), donde Y_1 = retención de N, mg/kg^{0,75}/día, y X_1 = porcentaje del nitrógeno total aportado por la gallinaza. Por el contrario, la inclusión de banano (almidón) en la ración resultó en un aumento de la retención de nitrógeno hasta un nivel donde $X_2 = 37,5$ por ciento. Niveles superiores a este valor de X_2 causaron una disminución en la retención de nitrógeno. Esta relación es descrita por la función $Y_2 = 285 + 24X_2 - 0,32X_2^2$ ($R^2 = 0,78$; NS), donde Y_2 = retención de nitrógeno, mg/kg^{0,75}/día, y X_2 = porcentaje de la EM total que es aportado por el banano. Se concluye que la gallinaza puede utilizarse en sistemas de alimentación animal cuyo objetivo no sea una rápida ganancia de peso, aunque la eficiencia de utilización del N de la gallinaza puede mejorarse con la inclusión de una fuente de almidón que aporte alrededor del 35 por ciento de la energía metabolizable total.

Literatura citada

1. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, Herrero, 1971. 469 p.
2. BHATIACHARYA, A. N. y FONTENOI, J. P. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *Journal of Animal Science* 24: 1174-1178. 1965.
3. ————— y FONTENOI, J. P. Protein and energy value of peanut hull and wood shavings poultry litter. *Journal of Animal Science* 25: 367-371. 1966.
4. ————— y TAYLOR, J. C. Recycling animal waste as a feedstuff; A review. *Journal of Animal Science* 41: 1438-1457. 1975.
5. LENG, R. A. y PRESTON, I. R. Caña de azúcar para la producción bovina: limitantes actuales, perspectivas y prioridades de la investigación. *Producción Animal Tropical* 1: 1-22. 1976.
6. HELMER, C. G. y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *Journal of Dairy Science*. 54: 25-31. 1971.
7. HERRERA, E. Engorde de vacas de desecho con subproductos de la caña y diversos niveles de almidón de banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA, 1974. 46 p.
8. MILLS, R. C., BOOTH, A. N., BOHSTEDT, G. y HART, E. B. Utilization of urea and growth of heifer as influenced by the presence of starch in the ration. *Journal of Dairy Science* 25: 925-929. 1942.

9. MILLS, R. C., LARDINOIS, C. C. RUPEL, I. W. y HART, E. B. The utilization of urea by ruminants calves with corn molasses or cane molasses as the only readily available carbohydrate in the ration *Journal of Dairy Science* 27: 571-578 1944
10. NOLAND, P. R., FORD, B. F. y RAM, M. L. The use of ground chicken litter as a source of nitrogen for gestating-lactating ewes and fattening steers *Journal of Animal Science* 11: 860-865 1955
11. OLIPHANT, J. M. Feeding dried poultry excreta for intensive beef production *Animal Production* 18: 211-217 1974
12. OLTJEN, R. R. *et al* Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as nonprotein nitrogen sources *Journal of Nutrition* 94: 193-202 1968
13. OLTJEN, R. R., SLYTER, L. I. y WILSON, R. L. Urea levels, protein and diethylstilbestrol for growing steers fed purified diets *Journal of Nutrition* 102: 479-488 1972
14. ORSKOV, E. R. Digestión post-ruminal de carbohidratos: grado e implicaciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 3: 1-14 1969
15. PRESTON, I. R. y WILLIS, N. B. Intensive beef production Oxford, Pergamon Press, 1974 567 p
16. RUIZ, M. E. Sistemas de alimentación intensiva en corrales de engorde a base de subproductos del trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974 62 p
17. ——— y RUIZ, A. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. I Disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en Costa Rica Turrialba 27: 361-369 1977

Reseña de Libros

GOMEZ-POMPA, A., DEL AMO RODRIGUEZ, S. E.; VAZQUEZ-YANES, C. y BUTANO CERVERA, A. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México *México Continental*, 1976. 676 p.

Bajo este modesto título se han editado 20 trabajos diversos realizados por el equipo encabezado por A. Gómez-Pompa y que desde hace años viene realizando estudios especialmente en la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, dependiente del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta estación cubre 700 hectáreas, tiene muy alta precipitación pluvial (vertiente expuesta a los vientos del golfo, donde caen entre 3000 y 4000 mm de lluvia) y asimismo alta temperatura.

Los diferentes trabajos cubren aspectos notables sobre la sucesión secundaria, especialmente los procesos involucrados. Un excelente ejemplo es el mecanismo de "gatillo" para poner en marcha una serie de procesos en la germinación de semillas y los factores que lo influyen tales como temperatura, la luz y el fuego. Asimismo, se discuten los mecanismos de dispersión de semillas de especies secundarias, la latencia y viabilidad de éstas, el efecto inhibitor (alelopático) de algunas especies, la gran diversidad de especies (se sugiere que se debe en gran parte como reacción a la gran cantidad de interacciones que prevalecen en un ecosistema cuyo espacio es relativamente reducido). Hay valiosas observaciones sobre el desarrollo inicial de brinzales y una discusión sobre el anacronismo que implica el concepto tradicional de ejido como una forma de estructurar socialmente el uso de la tierra en este tipo de bosque y que sólo conduce a la destrucción

Hay algunos cuadros notables, en particular en la p. 7 (repetido en la p. 111) donde se hace un modelo del proceso de sucesión y en la p. 586 donde se muestra elocuentemente cómo aumenta el período de permanencia de especies dentro del sistema a medida que avanza la sucesión en el tiempo.

Hay una gran cantidad de información adicional, la que quizás con un mayor esfuerzo de los editores hubiera podido presentarse en forma más sucinta. Al citar mi propia contribución en uno de los trabajos introductorios (p. 14) se supone que la investigación sólo se hizo con observaciones en un tiempo corto cuando en realidad hubo muchas interpolaciones y deducciones basadas en un conocimiento de la historia de intervenciones.

El libro es sin duda la fuente más completa de información sobre el proceso de sucesión. Su aparición es tanto más útil por cuanto estamos asistiendo al paulatino reemplazo de los bosques primarios por diversas fases de la sucesión secundaria. Por otro lado son precisamente algunos bosques secundarios que se prestan mejor que los primarios para su manejo para producción de madera ya que las especies secundarias responden mejor a las intervenciones silviculturales, mayormente aperturas juiciosas del dosel.

Se trata pues de una obra indispensable para todos los que se ocupan de la problemática de los ecosistemas tropicales húmedos, incluyendo el aspecto económico de cómo dirigir nuestros esfuerzos para una producción racional basada en las leyes ecológicas.

GERARDO BUDOWSKI
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA

BERGMANN, W y NEUBERT, P. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen Jena, Gustav Fischer, 1976 711 p (Diagnóstico y análisis de plantas en el estudio de disturbios y estado nutricionales de los cultivos)

Las primeras inquietudes sobre la metodología del estudio del estado nutricional de las plantas surgieron poco después de la publicación del famoso libro de Justus von Liebig intitulado "Empleo de la Química Orgánica en Agricultura y Fisiología", en 1840, lo que condujo a la aceptación de la esencialidad de ciertos minerales en el crecimiento de las plantas. Desde ese entonces, se idearon los primeros métodos de análisis de suelos y plantas y se estudiaron los síntomas de deficiencias minerales mediante el cultivo de plantas en soluciones nutritivas carentes de un elemento esencial en cada caso. Con el paso de los años hasta hoy día, se han hecho apreciables adelantos en este campo, especialmente en lo relativo a la exactitud y rapidez de las determinaciones químicas con la ayuda de modernos aparatos y técnicas analíticas. Sin embargo, a pesar de estos progresos, la determinación del estado nutricional es aún en muchos casos compleja y difícil, demandando del especialista una sólida preparación en fisiología vegetal, edafología, así como una vasta experiencia de campo, invernadero y laboratorio. Algunas veces, para determinar las causas de un crecimiento anómalo de las plantas, se hace necesario emplear síntomas visuales, análisis de suelo y planta e incluso estudios fitopatológicos y entomológicos. Las preguntas que se hacían los pioneros de la nutrición mineral son ahora básicamente las mismas, sólo con la diferencia de que actualmente las respuestas son más rápidas, gracias a los mayores conocimientos y técnicas analíticas más expeditivas.

Existen libros clásicos relacionados con estos tópicos, entre los cuales podemos citar los de Goodall y Gregory, 1947; Kitchen, 1948; Lundegårdh, 1951; Reuther, 1960; Wallace, 1961; Sprague, 1964; Chapman 1966; Hardy, 1967; Walsh y Beaton, 1973. El libro "Diagnóstico y Análisis de las Plantas" escrito en la República Democrática Alemana por Bergmann y Neubert con la ayuda de un numeroso grupo de colaboradores, incluyendo la Prof. Dr. V. V. Cerling del Instituto de Edafología Dokuchaev de Moscú, se

une a todas esas obras compilatorias. Bergmann es uno de los nutricionistas de habla alemana de más renombre, y sus investigaciones se han centrado en especial en los aspectos teórico-prácticos de los micronutrientes. La obra está dividida en dos grandes secciones, la primera de las cuales está a cargo de Bergmann y se refiere a la determinación del estado nutricional de las plantas mediante síntomas visuales y la segunda, a cargo de Neubert, al análisis químico de plantas. La primera parte, además de tratar exhaustivamente el método visual como guía en la determinación del estado nutricional de las plantas, describe en forma detallada y actualizada el papel de cada elemento esencial en la fisiología, e incluye todo un capítulo dedicado a la relación entre la nutrición mineral de las plantas y la resistencia a enfermedades criptogámicas y plagas insectívoras específicas. Al final de la sección, se adjuntan 519 láminas a colores agrupadas por elementos nutritivos y no por cultivos, lo cual constituye un magnífico y útil complemento a los capítulos narrativos precedentes. Lastimosamente, es de mencionar la baja calidad de algunas de las fotografías en lo que respecta a nitidez y detalle. La segunda sección trata detalladamente la metodología y problemática del análisis químico de plantas como método en la determinación del estado nutricional de los cultivos y de las necesidades de abonamiento. Además, se dan a conocer interesantes resultados de la aplicación práctica de esta técnica obtenidos en varios países europeos, la Unión Soviética y Estados Unidos. Luego, se presentan 180 páginas de tablas con concentraciones de la mayoría de los elementos nutritivos en diversos órganos de los principales cultivos, comprendidas en un ámbito subdividido en deficiente, bajo, suficiente, alto y tóxico. Los valores están ordenados según grupos de plantas similares y dentro de éstos, por cultivo individual. Estas tablas están actualizadas y además de la literatura clásica, reúnen muchos datos de la literatura de Europa Oriental y de la Unión Soviética.

Por la cantidad de excelente información y la autoridad de los autores, este libro se recomienda como obra de consulta para las bibliotecas de instituciones dedicadas a la investigación y docencia de fisiología vegetal, fertilidad de suelos y producción de cultivos.

G. F. RAMIREZ
MINISTERIO DE AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA