

Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. III. Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón*

A RUIZ** y M. E. RUIZ**

ABSTRACT

For this experiment, an incomplete factorial arrangement in a completely randomized design was used. A total of 78 heifers of different breeds (20 months old and 200 kg live weight) were fed rations containing different levels of poultry litter (% of total N contributed by poultry litter = X_1) and green bananas (% of total ME contributed by bananas = X_2). All rations were isonitrogenous and isocaloric (12% CP and 2.5 Mcal of ME/kg of dry matter, respectively). The experiment lasted for 107 days. The levels of X_1 were 0, 20, 40, 60 and 80 per cent, while X_2 values were 0, 5, 15, 25 and 50 per cent.

The effects of including poultry litter and green bananas in the ration, on daily gain, are described by the following equation $Y_1 = 580 - 4.76X_1 + 4.47X_2 - 0.094X_2^2 + 0.051X_1X_2$ ($R^2 = 0.18$, $P \leq 0.01$), where Y_1 = weight gain (g/animal/day). This relationship indicates that the inclusion of poultry litter in the ration results in a linear decrease in weight gains, while the energy from green bananas has a quadratic effect, increasing weight gain up to a critical point of substitution, and decreasing it with levels beyond this point. The level of green bananas that produces the maximum biological response is dependent upon the level of poultry litter, and ranges from 23.5 per cent (when $X_1 = 0$) to 48.2 per cent (when $X_1 = 90$). Feed conversion is similarly affected as may be observed in the equation $Y_2 = 0.087 - 0.00059X_1 + 0.00081X_2 - 0.000015X_2^2 + 0.0000066X_1X_2$ ($R^2 = 0.79$; $P \leq 0.01$), where Y_2 is defined as the ratio between weight gain (g/animal/day) and dry matter intake (kg/animal/day). The level of X_2 that produces the maximum response fluctuates between 26.4 per cent (when $X_1 = 0$) and 46.0 per cent (when $X_1 = 90$).

Due to current low beef prices, none of the rations studied were economically profitable. Nevertheless, the inclusion of poultry litter and green bananas in the ration tends to decrease economic losses, through a reduction in the feed cost with the former, and an improvement of feed conversion with the latter.

Introducción

LOS sistemas de producción avícola están generando grandes cantidades de excremento, cuya acumulación ha llegado a presentar problemas

de desecho y de contaminación. Estos excrementos, dado su contenido de proteína cruda (30 por ciento), representan una fuente potencial de proteína para el rumiante. Con un sistema seguro por el cual se pudiesen recircular estos excrementos en el animal, se lograría el triple propósito de proveer un alimento nitrogenado barato para el rumiante, y aliviar los problemas de contaminación y de su desecho. Esto es de especial importancia en países como Costa Rica, que posee escasos recursos alimenticios proteicos pero

* Recibido para publicar el 10 de febrero de 1978

** Asistente de Investigación y Nutricionista, respectivamente. Programa de Bovinos y Especies Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Trabajo basado en la tesis de *Magister Scientiae* del primer autor

con una industria avícola desarrollada que permite contar con una amplia disponibilidad de gallinaza, estimándose ésta en 60 000 toneladas métricas, según Ruiz y Ruiz (16).

Uno de los inconvenientes de la gallinaza es que el 50 por ciento de su nitrógeno total está en forma de compuestos no proteicos, siendo el más importante el ácido úrico (3) un compuesto de rápida tasa de hidrólisis similar al de la urea, y de menor solubilidad (18). Esto hace que el posible uso de la gallinaza sea más apropiado en rumiantes que en monogástricos.

En trabajos realizados con ovejas se ha determinado que la gallinaza puede suplir desde 25 hasta 50 por ciento del nitrógeno de la ración, sin mayor detrimento de la respuesta de los animales (2, 3, 14). Resultados similares se han obtenido con novillos (6, 8) Niveles superiores al 50 por ciento han sido asociados con menores ganancias de peso (2, 6, 19) y con aumentos en la excreción de nitrógeno (2, 3) Por otro lado, Ruiz y Ruiz (17) encontraron que la inclusión de gallinaza en la ración resulta en una disminución lineal en la retención de proteína cruda (PC) de toretes de 8 meses de edad. Estos resultados contrastan con los de Rodríguez y Zorita (15) quienes concluyen que las excretas secas de aves no tienen ningún efecto sobre la retención de nitrógeno, aún cuando se incluían en raciones para ovejas a niveles de 35,7 hasta 80 por ciento de la ración.

Con novillos de engorde se han logrado ganancias de peso de alrededor de 1 kg/día con raciones que tenían hasta un 40 por ciento de gallinaza (6, 8).

Se ha demostrado en estudios *in vitro* que el almidón es la mejor fuente de carbohidratos para la utilización del nitrógeno no proteico (NNP) en la síntesis proteica microbiana (1, 4, 12). Son varias las razones que se han propuesto para explicar estos resultados. Se argumenta, entre otras, que la menor tasa de hidrólisis del almidón, en comparación con la melaza, asegura una disponibilidad de energía más constante y acorde con la capacidad sintética de las bacterias del rumen (9) Por otro lado, el escape de partículas de almidón hacia las porciones más bajas del tracto digestivo permitiría la absorción de glucosa y contribuiría a satisfacer así las necesidades de este metabolito en el rumiante. En el caso de la melaza (que se fermenta totalmente en el rumen) o de forrajes muy fibrosos, el rumiante puede estar en un estado de deficiencia de glucosa, reduciendo su nivel productivo (10). Además, la absorción de energía como glucosa, en vez de ácidos grasos volátiles, es más ventajosa para la economía energética del animal, ya que su utilización es superior a cualquiera de los productos energéticos de fermentación ruminal (12).

Como consecuencia de esta revisión, el presente experimento se diseñó con el propósito de: a) cuantificar la producción de carne en función del nivel de gallinaza y almidón en la ración y b) evaluar económicamente la respuesta biológica a la gallinaza y al almidón.

Materiales y métodos

Se usaron 78 novillas de 200 kg de peso vivo y 20 meses de edad, de diferentes razas (Romo Sinuano, Cebú, sus cruces recíprocos y cruces con Charolais), distribuidas al azar en 13 tratamientos. Cada tratamiento incluyó seis animales (repeticiones). Se aplicó un diseño irrestrictamente al azar con dos variables y 5 niveles dentro de cada variable. El arreglo de los tratamientos fue factorial en una versión "incompleta" tal como se presenta en el Cuadro 1.

Las 13 raciones fueron isoproteicas (12% en base seca) e isocalóricas (2,5 Mcal de energía metabolizable/kg MS) y fueron ofrecidas diariamente en igual proporción (3% del peso vivo) en todos los tratamientos. Con los ingredientes caracterizados en el Cuadro 2, se prepararon las raciones experimentales descritas en el Cuadro 3.

Los animales fueron pesados al inicio del experimento, repitiéndose los pesajes cada 14 días; también se llevaron registros de consumo diario de alimento. Se practicó una desparasitación tanto interna como externa antes de someter los animales a los tratamientos, y se mantuvieron en la prueba por un período de 107 días, al cabo de los cuales se dio por terminado el experimento.

Resultados y discusión

No se encontraron tendencias o variaciones importantes en el consumo de materia seca (MS) total por efecto del nivel de banano o gallinaza empleado. El promedio general de consumo fue de 2,77 kg/100 kg de peso vivo/día.

Cuadro 1.—Descripción general de tratamientos y distribución en un arreglo factorial modificado.

% de la energía metabolizable total suplida por banano (X ₂)	% del N total como N de gallinaza (X ₁)				
	0	20	40	60	80
0	I		II		III
5		IV		V	
15	VI		VII		VIII
25		IX		X	
50	XI		XII		XIII

Cuadro 2.—Caracterización química de los ingredientes en base seca. ^{a/}

Ingrediente	% MS	% PC	% FC	Mcal EM/kg
Bagazo de caña	78,00	1,80	41,50	0,80
Melaza de caña	64,00	3,50	9,90	3,47
Gallinaza sin tratamiento	90,00	20,00	15,00	2,00
Harina de carne y hueso	91,00	44,00	2,30	2,52

^{a/} Las abreviaturas y sus significados son: MS materia seca. PC proteína cruda. FC fibra cruda. EM energía metabolizable

La ganancia diaria de peso, según los niveles de gallinaza y banano, se muestran en el Cuadro 4

Se nota claramente que la ganancia de peso disminuye conforme aumenta el nivel de sustitución de proteína verdadera por proteína de gallinaza. El banano tuvo un efecto positivo sobre la ganancia de peso.

Estas relaciones se expresan en la siguiente función:

$$Y_1 = 580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2$$

$$R^2 = 0,81 \quad (P \leq 0,01)$$

donde Y = ganancia de peso, g/animal/día

X₁ = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %

X₂ = nivel de sustitución de la energía metabolizable total por energía metabolizable del banano, %

Esta relación indica que ocurre un incremento en la ganancia de peso conforme aumenta el nivel de banano en la ración, hasta un nivel de sustitución de la energía metabolizable el cual es dependiente del nivel de X₁, dado que existe un término de interacción entre X₁ y X₂. La Fig 1 muestra los tres componentes de la respuesta animal (efecto de X₁, efecto de X₂ y la interacción).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en un trabajo previo (17) en el que se informan tendencias similares para la retención de PC. Asociando los valores de retención absoluta de PC de dicho trabajo con la ganancia relativa de peso, del presente, se encontró una alta correlación (r=1,00) entre ambos parámetros (Fig 2). En este punto, es preciso ejercer cautela ya que se están correlacionando funciones resultantes de 2 experimentos separados, con animales que diferían en edad (8 vs 20 meses) y sexo.

Con las anteriores consideraciones, es de valor el examinar brevemente la Fig 2. Es claro que la línea no interseca la ordenada en su punto de origen sino que a un valor de -2 g/kg^{0.75}. Esto implica que el mantenimiento de peso está relacionado con una retención de 0,61 g de N/kg^{0.75}/día. Lo que a primera vista parece incongruente (el balance debería ser = 0), en realidad es lógico si se considera que el animal no sólo pierde nitrógeno por la vía urinaria y fecal sino que también hay pérdidas en el sudor (7), la piel y el cabello (11) y la respiración (5). Por otro lado, considerando el proceso fermentativo en el rumen las pérdidas por eructación deben ser importantes.

Admitiendo que existe una relación lineal entre la ganancia relativa de peso y la retención absoluta

Cuadro 3.—Composición de las raciones experimentales ^{a/}

Ración	Tratamientos												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Melaza	2,42	2,15	1,92	2,05	1,85	1,82	1,68	1,48	1,38	1,18	0,75	0,48	0,35
Banano	—	—	—	0,62	0,62	1,88	1,88	1,88	3,12	3,12	6,25	6,25	6,25
Harina de carne	0,75	0,38	0,05	0,58	0,21	0,75	0,38	0,05	0,58	0,20	0,68	0,35	—
Gallinaza	—	0,78	1,55	0,40	1,18	—	0,80	1,58	0,42	1,20	—	0,78	1,58
Bagazo	1,00	0,75	0,50	0,88	0,62	1,00	0,62	0,25	0,75	0,50	0,88	0,50	0,25

^{a/} Datos expresados en base fresca. kg/100 kg de peso vivo/día.

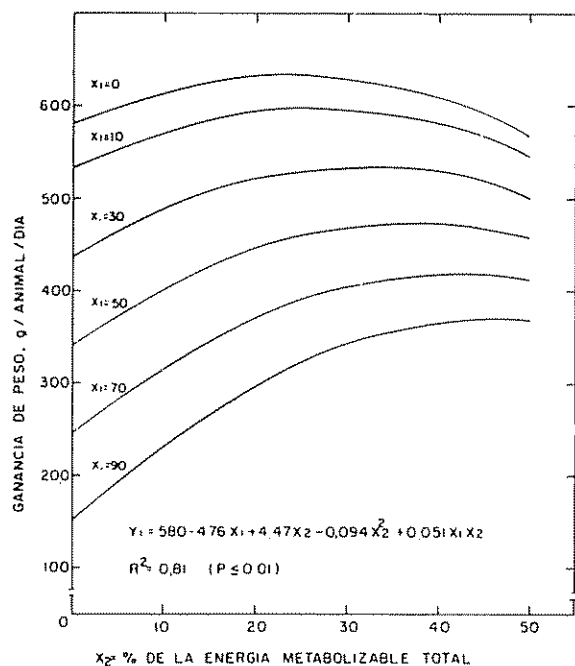


Fig 1—Relaciones entre la ganancia de peso (Y_1), y la proporción de la energía total aportada por el banano (X_2) y la proporción de proteína cruda total aportada por la gallinaza (X_1)

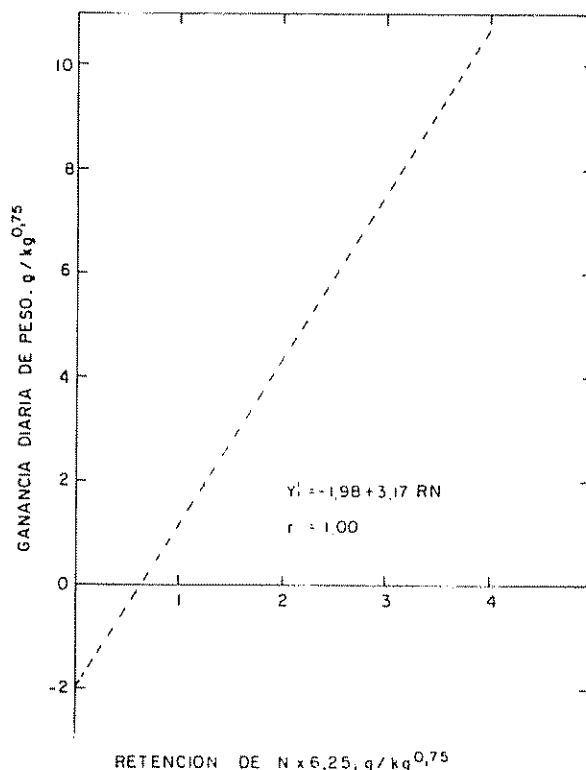


Fig 2—Relación entre la retención absoluta de N (RN) y la ganancia relativa de peso (Y_1)

de PC (Fig. 2), se puede concluir que las tendencias observadas en las ganancias de peso son resultado directo de la retención de nitrógeno, la cual a su vez está afectada por los niveles de gallinaza y de almidones en la ración.

Cabe también hacer notar que el nivel de banano que produce la máxima ganancia de peso se desplaza hacia la derecha según el nivel de gallinaza en la ración (Fig. 1). Dicho punto varía entre 23,8 y 48,2 por ciento de sustitución de la EM total por EM de banano, dependiendo del nivel de X_1 . Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Herrera (9) con vacas de desecho, quien encontró que con un nivel de 30 por ciento de la EM total en forma de almidón se produce la máxima respuesta biológica, a un 60 por ciento de sustitución de la proteína verdadera con NNP.

Conversión de Alimentos

La eficiencia de conversión de los alimentos se presenta en el Cuadro 5.

Al igual que la ganancia de peso, la eficiencia de conversión de los alimentos disminuyó al aumentar el nivel de gallinaza y tiende a mejorar conforme aumenta el nivel de banano en la ración, hasta alcanzar un

valor máximo a partir del cual la eficiencia tiende a disminuir.

Estas relaciones se describen en la siguiente ecuación que se desarrolla en la Fig. 3.

$$Y_2 = 0,087 - 0,00059X_1 + 0,00081X_2 - 0,000015X_2^2 - 0,0000066X_1X_2$$

$$R^2 = 0,79 \quad (P \leq 0,01)$$

donde Y_2 = eficiencia de conversión,

$$\frac{\text{Ganancia diaria, kg}}{\text{Consumo diario, kg MS}}$$

X_1 = nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza, %.

X_2 = nivel de sustitución de la energía metabolizable total por energía de banano, %.

Observando el Cuadro 4 se puede deducir que la eficiencia de conversión de los alimentos fue baja en todos los tratamientos (4,46 a 10,35 por ciento). Esta baja conversión se debió principalmente a las bajas ganancias de peso observadas (271 a 653 g/animal/día). Es conveniente hacer notar que las raciones no fueron ofrecidas *ad libitum*, por lo que

Cuadro 4.—Promedio de ganancia diaria de peso, g/animal/día.

% de la energía metabolizable total proveniente del banano	% del N total proveniente de gallinaza					Promedios generales
	0	20	40	60	80	
0	580		344		298	407
5		512		337		424
15	653		411		271	445
25		541		530		535
50	520		524		398	480
Promedios generales	584	526	426	433	322	458

los consumos de MS fueron muy similares para todos los tratamientos (2,70 a 2,82 por ciento de peso vivo). Se esperaba que de haber ofrecido las raciones *ad libitum*, los animales hubieran aumentado el consumo, lo que posiblemente hubiera resultado en mejores ganancias de peso y, consecuentemente, en una mejor eficiencia de conversión. Sin embargo, esto no se permitió en este trabajo, pues hubiera causado confusión en la interpretación de resultados en función de la evaluación de la gallinaza como fuente de proteína para rumiantes y la proporción de almidón en la energía total.

Otro factor que se debe considerar es el hecho de que los animales utilizados en el presente experimento fueron hembras, las cuales tienen ganancias de peso menores que los machos (13). Comúnmente, los trabajos de evaluación de variables que afectan la producción de carne se hacen con novillos o toretes. Se ha establecido que con machos se obtienen ganancias de peso superiores a las de las hembras con igual consumo de alimentos, lo que implica un aumento de alrededor del 20 por ciento en la eficiencia de conversión de alimentos.

Cuadro 5.—Eficiencia de conversión de los alimentos a ganancia de peso, kg ganancia/kg M₅ consumida.

% de la energía metabolizable total proveniente del banano	% del N total proveniente de gallinaza					Promedios generales
	0	20	40	60	80	
0	0,085		0,053		0,051	0,063
5		0,087		0,056		0,072
15	0,104		0,067		0,045	0,072
25		0,087		0,084		0,086
50	0,083		0,087		0,065	0,078
Promedios generales	0,091	0,087	0,069	0,070	0,054	0,074

La inclusión de gallinaza en la ración resultó en una disminución lineal de la eficiencia de conversión de los alimentos (Fig. 3), probablemente causado por la menor calidad de la proteína en las raciones que contenían gallinaza. Por otro lado, no se debe descartar la posibilidad de deficiencias de minerales trazas en las raciones con gallinaza a pesar del alto contenido de ceniza (15 por ciento) en este producto. Obviamente, cualquier deficiencia nutricional afectaría la eficiencia de conversión alimenticia.

La eficiencia de conversión de los alimentos presentó una tendencia cuadrática al aumentar el nivel de banano en la ración (Fig. 3). El punto de sustitución que corresponde a la máxima respuesta biológica dependió del nivel de gallinaza y se encuentran entre los valores de 26,4 por ciento (cuando $X_1 = 0$) y 46,0 por ciento (cuando $X_1 = 90$ por ciento), cifras muy similares al rango de máxima respuesta en ganancia de peso.

Análisis Económico

Aunque la gallinaza es un producto de desecho el cual no tiene precio establecido en el mercado, y que inclusive se puede conseguir sin costos, se le asignó un valor de CR ₡0,37/kg MS (US\$0,043/kg MS)

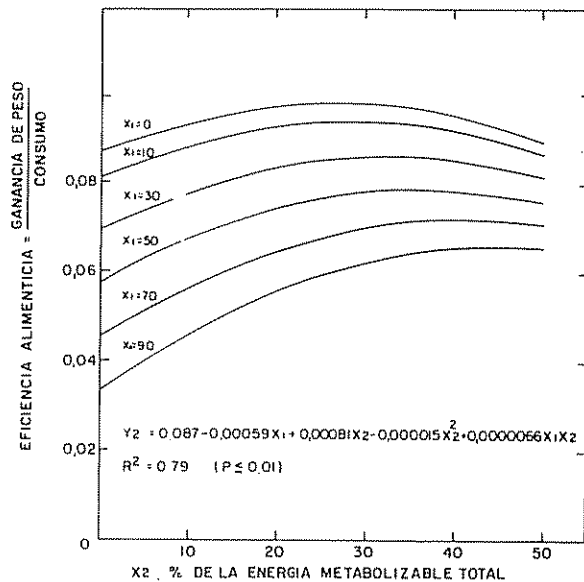


Fig. 3.—Dependencia de la eficiencia alimenticia (Y_2) de la proporción de la energía total aportada por el banano (X_2) y de la proporción de proteína cruda total aportada por la gallinaza (X_1).

con lo cual se cubre su costo de transporte y la posibilidad de que adquiera precio. Debido al bajo precio de la gallinaza, en comparación con otras fuentes de proteínas tradicionales, exceptuando la urea, la inclusión de gallinaza resulta en una reducción lineal del precio de la ración, la cual es expresada por la función:

$$Y_3 = 0,6254 - 0,0029X_1$$

$$R^2 = 0,99 \quad (P \leq 0,01)$$

donde Y_3 = costo de la ración, CR ₡/kg MS

X_1 = nivel de sustitución de la PC total por PC de gallinaza, %

La inclusión de banano no causó ningún cambio en el precio de la ración, ya que el costo de la energía metabolizable del banano fue igual al de la energía metabolizable de la melaza, a la cual sustituía. Dado que los consumos fueron relativamente constantes (promedio 2,77 kg MS/100 kg de peso vivo) los costos de alimentación reflejaron en gran medida los precios de las raciones, lo cual es descrito por la siguiente función:

$$Y_4 = 3,936 - 0,02X_1$$

$$R^2 = 0,99 \quad (P \leq 0,01)$$

donde Y_4 = costo de alimentación, CR ₡/animal/día.

Para hacer esta función más útil se puede introducir el componente precio de gallinaza (P_g) quedando Y_4 como sigue: $Y_4 = 3,936 - \alpha P_g X_1$; donde αP_g es igual a 0,02. Además, la constante 3,936 es el costo diario de alimentación con ración sin gallinaza que puede ser expresada como: $PV (2,77) P_b$

donde PV = peso vivo del animal \div 100, kg

2,77 = consumo de MS, kg/100 kg de PV /día

P_b = precio de la ración sin gallinaza, CR ₡/kg MS

La función Y_4 = quedaría, por lo tanto, expresada como:

$$Y_4 = PV (2,77) P_b - \alpha P_g X_1$$

y en esta forma puede utilizarse en cualquier momento, tomando en cuenta que pueden ocurrir cambios en el precio de los ingredientes alimenticios incluyendo la gallinaza.

Con el fin de calcular el beneficio neto (BN), se tomaron en cuenta los costos diarios de alimentación (Y_4), el ingreso bruto diario por concepto de ganancias de peso y los costos fijos más otros costos.

variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos (K_0). La función resultante fue la siguiente:

$$BN = P_0 Y_1 - Y_1^2 - K_0, \text{ ó en su forma expandida:}$$

$$BN = P_0 (580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2 - PV (2,77)Pb + \alpha PgX_1 - K_0$$

donde:

BN = beneficio neto

PV = peso vivo del animal \div 100, kg

P_0 = precio de la carne, CR €/kg en pie

Pb = precio de la ración cuando no contiene gallinaza, CR €/kg (0,625 para propósitos del presente análisis).

Pg = precio de la gallinaza, CR €/kg MS (0,37 para efectos del presente análisis).

X_1 y X_2 = las variables ya definidas

K_0 = costos fijos más los costos variables que permanecieron constantes para todos los tratamientos (CR €/0,516 para propósitos del presente análisis)

α = el valor que multiplicado por Pg da un producto igual a 0,02 (en el caso del presente análisis = 0,0541).

El desarrollo de esta función para diferentes niveles de gallinaza y de banano se presenta en la Fig. 4. Según esta función el máximo beneficio neto se logra cuando:

$$X_1 = 259,5\% \text{ de sustitución.}$$

$$X_2 = 93,2\% \text{ de sustitución}$$

Obviamente, la solución X_1 no es real. El máximo nivel de nitrógeno que podría aportar la gallinaza en una ración es de 90 por ciento. También existe un límite físico en la proporción de banano que se puede introducir en una ración. Consecuentemente, la combinación óptima de X_1 y X_2 sería cuando $X_1 = 90$ por ciento y $X_2 = 48,1$ por ciento. En la Fig. 4 se puede localizar este punto óptimo. Al cambiar el nivel de X_1 se nota un desplazamiento del nivel de X_2 correspondiente, asociado con el máximo beneficio. Se puede notar en la Fig. 4 que con ninguna de las raciones estudiadas resultó económica la producción intensiva de carne. También se puede notar que, a pesar de la menor ganancia de peso obtenida al aumentar el nivel de gallinaza en la ración, las pérdidas económicas se reducen debido a que la disminución en el precio de la ración, causada por la inclusión de gallinaza, es de mayor magnitud que la pérdida causada por las menores ganancias de peso.

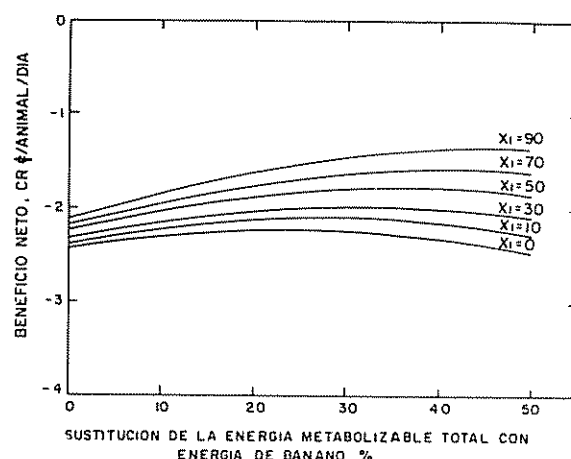


Fig. 4.—Análisis económico de la producción de carne con diferentes aportes energéticos del banano (X_2) y aportes proteicos de la gallinaza (X_1) para novillas de 198 kg de peso inicial.

En el caso del banano, las pérdidas también se reducen conforme aumenta el nivel de banano (almidón) en la ración hasta cierto punto (Fig. 4), después del cual las pérdidas tienden a aumentar. Este punto crítico varía según el nivel de gallinaza, tendiendo a aumentar linealmente al aumentar el nivel de sustitución de la proteína total por proteína de gallinaza. La correspondencia con los puntos de máxima ganancia diaria, se deben a que los costos de alimentación no varían debido a la inclusión de banano en la ración y a que todos los otros costos permanecieron constantes para todos los tratamientos.

La decisión final de cuánta gallinaza debe de utilizarse o no, será dictada por el precio que ésta adquiera en el mercado, y cómo se compara el mismo con los de otras fuentes de nitrógeno. En cuanto al banano (almidón) el nivel de sustitución variará según varíe el nivel de gallinaza, siempre y cuando el precio de la energía metabolizable del banano sea igual al de la energía metabolizable de la melaza.

El factor dominante en cualquier análisis económico será, por supuesto, el precio de la carne. Al presente, y en este análisis, el precio de la carne es bajo.

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente experimento, los resultados obtenidos permiten concluir:

1. La ganancia de peso disminuye al aumentar los niveles de gallinaza en la ración, lo cual está directamente asociado con una menor retención de proteína cruda.

2. Aumentos en la proporción de la energía en forma de almidón, en la ración, causan aumentos en la ganancia de peso hasta un punto crítico, a partir del cual las ganancias disminuyen, encontrándose esta tendencia muy similar a la observada para la retención de proteína cruda.

3. La eficiencia de conversión de los alimentos siguen las mismas tendencias a las observadas para la ganancia de peso.

4. Basado en el precio actual de la carne, ninguna combinación de las variables estudiadas resultó económicamente rentable para la producción de carne; sin embargo, tanto la inclusión de gallinaza como la inclusión de banano en la ración tienden a reducir las pérdidas económicas, a través de una disminución en el costo de alimentación, la primera, y a través de una mejor eficiencia de conversión alimenticia la segunda.

Resumen

Se alimentaron 78 novillas de diferentes razas (20 meses y 200 kg de peso vivo) con raciones que contenían diversos niveles de gallinaza (% del N total aportado por gallinaza = X_1) y de almidón (% de la EM total aportada por banano = X_2). Todas las raciones estudiadas se calcularon isonitrogenadas e isocalóricas (11,5% PC y 2,5 Mcal EM/kg MS, respectivamente). El experimento tuvo una duración de 107 días. Los niveles X_1 y X_2 estudiados fueron: 0, 20, 40, 60, y 80 por ciento; y 0, 5, 15, 25 y 50 por ciento, respectivamente, utilizando un arreglo factorial incompleto dentro de un diseño completamente al azar.

Los resultados obtenidos para las ganancias de peso (Y_1 en g/animal/día) se describen con la función: $Y_1 = 580 - 4,76X_1 + 4,47X_2 - 0,094X_2^2 + 0,051X_1X_2$ ($R^2 = 0,81$; $P \leq 0,01$). Esta relación indica que la inclusión de gallinaza en la ración causa una disminución lineal en las ganancias de peso, mientras que la inclusión de banano tiene un efecto cuadrático, que tiende a aumentar las ganancias de peso hasta un punto crítico para luego comenzar a disminuir. Este punto crítico de X_2 se desplaza desde 23,5 (cuando $X_1 = 0$) hasta 48,2 (cuando $X_1 = 90$). Similarmente, la eficiencia de conversión alimenticia es afectada en la siguiente forma: $Y_2 = 0,087 - 0,00059X_1 + 0,0081X_2 - 0,000015X_2^2 + 0,0000066X_1X_2$. Y_2 está definida como la proporción entre la ganancia (kg/día) y el consumo (kg/día). El nivel de X_2 que produce la máxima respuesta varía desde 26,4 a 46 por ciento para $X_1 = 0$ ó 90 por ciento, respectivamente.

Debido al bajo precio de la carne, ninguna de las raciones estudiadas resultó económicamente rentable. Sin embargo, se notó que la inclusión de gallinaza tiende a reducir las pérdidas, a través de una disminución en el costo de la ración. Similarmente, la inclusión de banano disminuye las pérdidas económicas a través de una mejor eficiencia alimenticia.

Literatura citada

1. ARIAS, C. BURROUGHS, W., GERLAUGH, P. y BETHKE, R. M. The influence of different amounts and sources of energy upon *in vitro* urea utilization by rumen microorganisms. *Journal of Animal Science* 10:683-692. 1951.
2. BHATTACHARYA, A. N. y FONTENOT, J. P. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *Journal of Animal Science* 24:1174-1178. 1965.
3. BHATTACHARYA, A. N. y FONTENOT, J. P. Protein and energy value of peanut hull and wood shavings poultry litter. *Journal of Animal Science* 25:367-371. 1966.
4. BLOOMFIELD, P. H., MUHRER, M. E. y PFANDER, W. H. Relation of energy source to urea utilization by rumen microorganisms. (Abstract). *Journal of Animal Science* 17: 1189. 1958.
5. COSTA, G. Hypothetical pathway of nitrogen metabolism. *Nature* 188:549-552. 1960.
6. CULLISON, A. E., McCAMPBELL, Y. C. y WARREN, E. P. Use of dried broiler feces in steer rations. (Abstract). *Journal of Animal Science*. 36:218. 1973.
7. CUTHBERTSON, D. P., y GUTHRIE, W. G. W. The effect of variations in protein and salt intake on the nitrogen and chloride contents of sweat. *Biochemical Journal* 28:1444. 1934.
8. DRAKE, C. L., McCLURE, W. H. y FONTENOT, J. P. Effect of level and kind of poultry litter for fattening steers. (Abstract). *Journal of Animal Science* 24: 879. 1965.
9. HERRERA, E. E. Engorda 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.
10. LENG, R. A. y PRESTON, T. R. Caña de azúcar para la producción bovina: limitantes actuales, perspectivas y prioridades de la investigación. *Producción Animal Tropical* 1:1-22. 1976.
11. MITCHELL, H. H. y HAMILTON, T. S. The dermal excretion under controlled environmental conditions of nitrogen and minerals in human subjects, with particular reference to calcium and iron. *Journal of Biological Chemistry* 178:345-361. 1949.
12. MILLS, R. C., BOOTH, A. N., BOHSIEDT, G. y MART, G. E. The utilization of urea by ruminants influenced by the presence of starch in the ration. *Journal of Dairy Science* 25:925-929. 1942.
13. MUÑOZ, H. y MARTIN, I. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. ALPA Memoria 4:7-28. 1969.
14. NOLAND, P. R., FORD, B. F. y RAY, M. L. The use of ground chicken litter as a source of nitrogen for gestating-lactating ewes and fattening steers. *Journal of Animal Science* 14:860-865. 1955.
15. RODRIGUEZ, J. y ZORITA, D. E. Investigaciones básicas para la utilización de las excretas de ave en la alimentación de rumiantes: toxicidad, balance de nitrógeno y descomposición del ácido úrico. *Anales de la Escuela Veterinaria de León (España)* 10:135-260. 1964.

- 16 RUIZ, M. E. 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
- 17 RUIZ, A. y RUIZ, M. E. 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. Turrialba 28:143-149 1978
- 18 OLTIJEN, R. R., SLYTER, L. I., KOZAK, A. S. y WILLIAMS, E. E. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as non protein nitrogen sources for cattle. Journal of Nutrition 94:193-202 1968.
- 19 THOMAS, J. W., YOYO, P., TINNINITT, P. y ZINDEL, H. C. Dehydrated poultry waste as a feed for milking cows and growing sheep. Journal of Dairy Science. 55:1261-1265. 1972

Reseña de Libros

HOLDRIDGE, LESLIE R. Ecología basada en zonas de vida. Ilustrado por Joseph A. Tosi. Traducción de Humberto Jiménez Súa. San José, Costa Rica. IICA, 1978. 216 p. (Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34)

Se trata de la traducción del libro "Life Zone Ecology" del mismo autor, publicado en 1968 y traducido en excelente español por Jiménez.

El texto cubre 144 p más 6 p. de referencias y dos apéndices: un estudio de caso de una zona nubosa desértica peruana de 8 p y 56 p. de fotografías ilustrando zonas de vida y usos de la tierra, casi todas de Joseph Tosi.

Desde hace muchos años el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge que apareció por primera vez en 1947 cuando las zonas de vida fueron llamadas "formaciones", ha sido objeto de múltiples aplicaciones. Ha sido revisado varias veces por el mismo Holdridge. Ha sido usado extensamente por numerosos científicos, quienes encontraron un excelente instrumento para sus correlaciones. Asimismo ha sido objeto de críticas por otros e ignorado por un tercer sector. La misma edición de 1968 (cuya cita curiosamente falta en la bibliografía) no era de amplia distribución y su impresión fue bastante pobre.

Esta edición, mucho mejor producida y en idioma español viene a llenar una apremiante necesidad ya que el sistema ha sido usado extensamente en Turrialba en numerosos otros centros de investigación y enseñanza, especialmente en América Latina.

Aunque el libro cubre muchos aspectos del conocido sistema, también abarca capítulos sobre sucesión, suelo, atmósfera, agua, ecología humana, planificación del uso de la tierra y productividad, aunque, para entender mejor estas secciones es generalmente imprescindible estar familiarizado con las zonas de vida, su reconocimiento y su delimitación.

El libro discute naturalmente los aspectos considerados más controversiales del sistema como el concepto de la temperatura crítica, un límite situado algo encima de los 0°C aunque no se dice cuanto, donde cesan los procesos fisiológicos, la biotemperatura calculada como promedio de máximas encima de 30°C (las tempe-

raturas encima de 30°C, se reducen a esta cifra) y de las mínimas, encima de 0°C (las temperaturas debajo de 0°C, se elevan a esta cifra), el clima mediterráneo que no se considera zonal, la decisión de clasificar solo una asociación dentro de una zona de vida como la "típica" o "climática" mientras que las numerosas "otras" son "edáficas", "atmosféricas" e "hídricas" o combinaciones según imperan factores "especiales" de suelo, clima o agua en el suelo. Como se explica con ejemplos (p. 35), la asociación climática incluye una distribución estacional "normal" de la biotemperatura y la precipitación (incluyendo la duración de la estación seca) en relación con la latitud, la elevación, la ubicación hemisférica y la precipitación anual total, pendientes suaves o moderadas, suelos residuales maduros de rizados de materiales parentescos mineralógicamente completos y meteorizados bajo la acción del clima reinante; condiciones atmosféricas, geológicas, topográficas o edáficas *normales o no complicadas* (subrayado nuestro). Esta asociación climática contribuye a dar el nombre a la zona de vida. Las otras asociaciones que pueden ser muy numerosas ya que una multitud de combinaciones son posibles, tienen características "anormales" en cuanto a factores climáticos o edáficos.

Tal forma de clasificar inevitablemente produce reacciones pero también tiene ventajas pues de otra manera será imposible establecer cualquier clasificación con jerarquías entre los numerosos factores que interactúan.

Una vez aceptado un cierto número de estas interpretaciones, es más fácil seguir con los otros aspectos que resumen investigaciones del autor como el "índice de complejidad", un nomograma de movimiento de agua en diferentes asociaciones y otras fórmulas que permiten calcular ciertos índices, y adelantar teorías que van desde las diferencias raciales hasta los orígenes de la agricultura.

El libro recalca elocuentemente los efectos de la sobrepoblación. También se muestra lo equívoco del actual concepto de planeación del uso de la tierra basado en la población existente y su crecimiento potencial, cuando lo que se requiere es "evaluar una área en términos del número de personas que pueden habitarla con un nivel satisfactorio, y un buen uso de la

tierra" (p. 128)

Entrar en tantos aspectos controversiales requiere una documentación bibliográfica y ésta a menudo falta o no hace caso a muchas contribuciones de autores que han examinado problemas relacionados. El autor, en apoyo a sus ideas sobre biotemperatura cita por ejemplo las investigaciones de Gates que "parecen ser las más relevantes", pero Gates no aparece en la bibliografía. De muchos libros citados hay ediciones revisadas más recientes. Un índice general también hubiera ayudado a mejorar la localización de diferentes términos y aspectos de particular interés.

El libro contiene una gran cantidad de ideas originales y para algunos, controversiales, pero esto es en todo caso deseable para los ecólogos y sus intentos de entender mejor las correlaciones entre la biota y los factores del ambiente; asimismo ayudará a estimular nuevas ideas e investigaciones en vez de transferir conceptos y aplicaciones que a menudo nos vienen de

zonas templadas. En este sentido un libro como éste, sobre un tema tan complejo ha logrado su cometido y constituye en todo caso una contribución notable a la ecología, especialmente en las zonas tropicales donde existen montañas altas.

En vista de los numerosos mapas ecológicos basados en este sistema que ya existen para la mayoría de los países latinoamericanos, se trata de un texto indispensable para los que se ocupan de planificación del uso de la tierra, inventarios, relación, recursos y desarrollo así como numerosos aspectos ecológicos. Su precio módico lo hace accesible a todos los bolsillos.

GERARDO BUDOWSKI

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)
TURRIALBA, COSTA RICA