

# FORRAJES DESHIDRATADOS DE DESMODIO, GRAMA KIKUYU, RAMIO Y HOJA DE BANANO COMO FUENTES DE SUPLEMENTOS DE PROTEINA, RIBOFLAVINA Y CAROTINOIDES EN RACIONES PARA POLLUELOS<sup>1</sup>

ROBERT L. SQUIBB

*Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala*<sup>2</sup>

MIGUEL GUZMAN y NEVIN S. SCRIMSHAW

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá*<sup>3</sup>, Guatemala, C. A.

Si se desea incrementar con éxito la industria avícola en los países de la América tropical, deben explotarse las fuentes vegetales locales de proteína, riboflavina y provitamina A. Los forrajes crecen rápidamente en los trópicos y muchos de ellos prometen contribuir grandes cantidades de nutrientes esenciales para raciones adecuadas de aves de corral. El desmodio (*Desmodium intortum*) ha demostrado ser igual a una harina de alfalfa norteamericana en raciones para polluelos (9), y se encuentra tanto en la América tropical como en el sur de los Estados Unidos. La grama de kikuyú (*Pennisetum clandestinum*) crece bien en casi todas las altitudes de la América Central. Se ha encontrado que es un excelente suplemento en raciones a base de maíz y torta de ajonjolí para cerdos que no tenían acceso a pasto verde (10). Como pasto, el desmodio de

acuerdo a datos no publicados por Squibb, mantiene altos niveles séricos de riboflavina, vitamina A y carotinoides en gallinas ponedoras.

Otra planta que crece bien en estas áreas es el ramio (*Boehmeria nivea*), una planta que provee una fibra textil conocida desde la antigüedad. Un reporte de Florida (4) ha demostrado que las hojas y las cimas de la planta del ramio pueden reemplazar a la alfalfa en dietas para polluelos y son excelentes para el ganado.

La planta de banano es también un importante alimento en las áreas centro-americanas. Lewy van Severen y Carbonell (6), usando cabras para determinar coeficientes de digestibilidad, han demostrado que la harina de hoja de banano es altamente nutritiva.

Los estudios aquí descritos se emprendieron para determinar el valor de las harinas de desmodio, grama de kikuyú, ramio, y hoja de banano como suplementos de proteína, riboflavina y carotinoides en raciones para polluelos. También se observó el efecto de estas harinas en los niveles séricos de proteínas, riboflavina, ácido ascórbico, carotinoides y vitamina A.

## MÉTODOS Y RESULTADOS

Tres experimentos se llevaron a cabo en un cuarto con temperatura uniforme. Polluelos de pura raza New Hampshire de tres días de edad, de la bandada del Instituto Agropecuario Nacional, fueron distribuidos por peso entre los grupos experimentales. Los polluelos fueron criados en jaulas de alambre con pisos levantados de

<sup>1</sup> Publicado originalmente en *Poultry Science*, 32:1078-1083, 1953, bajo el título "Dehydrated Desmodium, Kikuyu Grass, Ramie and Banana Leaf Forages as Supplements of Proteins, Riboflavin, and Carotenoids in Chick Rations," No. INCAP I-11.

<sup>2</sup> El Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala es un organismo agrícola técnico que actúa bajo la dirección conjunta del Gobierno de Guatemala y la Oficina de Relaciones Exteriores (FOA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, de acuerdo con el programa del Punto IV a cargo de la Administración de Cooperación Técnica del Departamento de Estado, E. U. A.

<sup>3</sup> El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, es un Instituto de estudios de la nutrición humana sostenido por los Gobiernos de Centro América y Panamá y administrado por la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Publicación Científica INCAPE-81.

CUADRO No. 1.—Composición química de las harinas de forraje usadas en el experimento 1, comparadas con la del heno y la harina de alfalfa.

Harinas de los forrajes	Humedad	Extracto etéreo	Fibra cruda	Nitrógeno	Cenizas	Calcio	Fósforo	Hierro	Carotinoides	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Acido ascórbico
	%	g %	g %	g %	g %	mg %	mg %	mg %	mg %	mg %	mg %	mg %	mg %
Desmodio. . . . .	3,0	4,54	20,7	2,06	7,4	1.200	269	46	17,9	0,37	0,75	5,09	18,0
Gramma de kikuyú. . . . .	7,3	1,27	19,0	2,61	9,7	231	188	21	23,8	—	1,89	4,62	24,9
Hoja de banano. . . . .	3,3	4,18	18,6	2,58	12,1	575	211	16	15,5	0,12	4,56	5,64	26,9
Ramio. . . . .	3,9	3,18	11,9	3,59	17,7	4.544	136	74	12,8	0,32	0,71	5,38	26,9
Heno de alfalfa <sup>1</sup> . . . . .	9,5	2,00	28,9	2,36	8,2	1.470	240	25	2,5	0,29	1,38	3,86	—
Harina de alfalfa <sup>1</sup> . . . . .	7,4	2,80	24,3	3,02	9,5	1.500	350	—	9,6	0,44	1,48	—	—

<sup>1</sup> Los datos para el alfalfa son tomados de *Feeds and Feedings*, 1936 de F. B. Morrison.

tela metálica, conteniendo cada jaula doce polluelos. Tanto las raciones como el agua se administraron *ad libitum*. Las raciones se mezclaron semanalmente y fueron guardadas en frascos de vidrio en un lugar fresco y obscuro. Los pesos individuales de los polluelos se anotaron semanalmente por un período de cinco semanas.

Las harinas en observación fueron preparadas especialmente para estos experimentos: el desmodio se cortó cuando tenía aproximadamente 16 pulgadas de altura, incluyendo tallos y hojas; la grama de kikuyú, al alcanzar cinco pulgadas; el ramio, a las 16 pulgadas, incluyendo toda la planta y las hojas de banano se cortaron frescas eliminándose la vena central. Estos forrajes verdes fueron deshidratados en horno con una corriente de aire caliente (115°F) y después molidos. Las harinas secas así obtenidas fueron analizadas químicamente (Cuadro No. 1); los datos indican que todas son relativamente altas en nutrientes esenciales, comparándose favorablemente con el heno y la harina de alfalfa.

### Experimento 1

En el experimento 1 las harinas de kikuyú, ramio y hoja de banano fueron probadas en tres ensayos en duplicado, como suplementos en una dieta básica baja en

lisina y conteniendo únicamente proteína vegetal. La dieta básica consistía de: torta de ajonjolí, 45%; maíz molido, 49,7%; mezcla mineral, incluyendo los elementos menores, 3%; VitaRich,<sup>4</sup> 1,6% y suplemento de vitamina B<sub>12</sub>-antibiótico,<sup>5</sup> 0,7%. Las harinas fueron suplementadas a los niveles de 0, 5, 10 y 20%, reemplazando parte del maíz y de la torta de ajonjolí de la ración básica. Los datos presentados en el Cuadro No. 2 indican que a medida que se aumentaba el porcentaje de las harinas de forrajes en la ración básica, se observaba un aumento correspondiente en el peso promedio de los polluelos (la componente lineal era altamente significativa). Estos datos indican que las harinas de kikuyú, ramio y hoja de banano son suplementos muy útiles ya que proveen lisina y otros nutrientes esenciales que no están presentes en cantidades adecuadas en la ración básica.

<sup>4</sup> Concentrado vitamínico que la casa productora, Thompson-Hayward Chemical Co., afirma contiene por libra (en un vehículo de soluciones de sardina y suero, hígado de pescado, harina de glándulas, etc.) un mínimo de 300 mg de riboflavina, 250 mg de ácido pantoténico, 10.000 mg. de colina, 20 mg de tiamina, 300 mg de niacina, 0,5 mg de vitamina B<sub>12</sub>, 90.800 A.O.A.C. unidades pollo de vitamina D y 90.800 unidades U.S.P. de vitamina A.

<sup>5</sup> Cortesía del Dr. T. H. Jukes de los Laboratorios Lederle.

CUADRO No. 2.—*Reacción de polluelos New Hampshire en Guatemala tanto en su peso como en la eficiencia de alimento, a varios niveles de porcentajes de tres harinas de forraje en ración simple de proteínas.*

## Experimento 1

Harina de forraje y la reacción estudiada	0 por ciento	5 por ciento	10 por ciento	20 por ciento
<i>Grana de kikuyú:</i>				
Promedio de peso (g) . . . . .	193	209	235	238
Eficiencia de alimento (gramos de alimento para producir 1 g de aumento en peso) . . . . .	2,80	2,74	2,63	2,83
<i>Ramio:</i>				
Promedio de peso (g) . . . . .	179	189	238	249
Eficiencia de alimento (gramos de alimento para producir 1 g de aumento en peso) . . . . .	2,90	2,85	2,75	2,81
<i>Hoja de banano:</i>				
Promedio de peso (g) . . . . .	186	208	214	237
Eficiencia de alimento (gramos de alimento para producir 1 g de aumento en peso)	2,81	2,77	2,88	2,95

*Nota:* Las cifras son el promedio de 2 ensayos de alimentación, con 24 polluelos por grupo en cada prueba. La componente lineal es altamente significativa en cada ensayo.

*Experimento 2*

En el experimento 2 las harinas de desmoldo, grama de kikuyú, ramio y hojas de banano fueron probadas como fuentes de riboflavina en una ración básica baja en dicho compuesto. La ración básica consistía de lo siguiente: torta de corozo, 30%; harina de ajonjolí, 15%; harina de torta de algodón, 15%; caseína, libre de vitamina, 2,5%; maíz amarillo, 33,5%; mezcla mineral, incluyendo los elementos menores, 3%; suplemento de vitamina B<sub>12</sub>-antibiótico, 0,7%; aceite de hígado de bacalao (1800 U.I. de vitamina A y 400 U.I. de vitamina D por gramo), 0,3% y las vitaminas del complejo B (12) excepto riboflavina.

Las harinas fueron administradas a un nivel de 5% de la ración básica reemplazando 4,5% de maíz y 0,5% de caseína. En este experimento se incluyeron dos grupos testigo: uno recibió la ración básica y el otro, la ración básica más riboflavina cristalizada.

Los polluelos alimentados con una ración básica deficiente en riboflavina en la cual se había incluido riboflavina cristalizada o 5% de la harina de forraje, crecieron signifi-

cativamente más rápido que los grupos testigo (Cuadro No. 3). Las eficiencias de utilización del alimento fueron similares para los grupos alimentados con los forrajes y para el alimentado con la dieta básica adicionada con riboflavina cristalizada. El grupo testigo básico demostró un poco menos eficiencia en la utilización del alimento consumido.

*Experimento 3*

En el experimento 3, las harinas de desmoldo, grama de kikuyú, ramio y hojas de banano, se probaron como fuentes de actividad vitamínica A en una ración básica deficiente en dicha vitamina. La ración básica fué la misma usada en el experimento 2, excepto que se incluyó riboflavina cristalizada y en lugar del aceite de hígado de bacalao se usó Delsterol, como fuente de vitamina D. El peso del aceite de hígado de bacalao fué reemplazado por maíz blanco. Las harinas se incluyeron a un nivel de 5% de esta ración reemplazando 4,5% del maíz y 0,5% de la caseína. Se usaron dos grupos testigo: (1) un grupo control negativo que recibió la ración básica sin suplemento de vitamina A y (2) un grupo control positivo que recibió la ración

CUADRO No. 3.—Aumento en peso, eficiencia del alimento y niveles de 5 constituyentes sanguíneos en polluelos New Hampshire en Guatemala alimentados con una ración deficiente en riboflavina con y sin suplementos de riboflavina cristalizada y harinas de forraje.

## Experimento 2

Ración	Promedio final del peso	Eficiencia del alimento	Constituyentes sanguíneos				
			Riboflavina	Proteínas totales	Acido ascórbico	Carotinoides	Vitamina A
	g	g suministrados para producir 1 g de aumento	mcg %	g %	mg %	mcg %	mcg %
Sin suplemento . . . . .	289	2,64	0,39	4,01	1,38	280	44,7
Con suplemento de:							
Riboflavina . . . . .	404	2,09	0,94	3,45	1,66	178	45,1
Kikuyú . . . . .	361	2,04	0,91	3,75	1,89	1.110	67,9
Desmodio . . . . .	392	2,08	1,10	3,87	2,23	704	57,0
Ramio . . . . .	345	2,23	0,85	4,03	2,10	715	55,4
Hoja de banano . . . . .	367	2,27	0,74	3,93	1,90	483	58,2
Diferencia menos significativa al nivel de 5% . . . . .	28		0,33	0,20	0,26	177	11,5

Nota: Las cifras son promedios para los 24 polluelos en cada grupo.

básica más 105 U.I. de vitamina A por 100 gramos de ración. El grupo alimentado con la dieta básica deficiente en vitamina A sufrió un 100 % de mortandad como resultado de avitaminosis A. La adición de 105 U.I. de vitamina A por 100 g de la ración básica previno la mortandad debida a avitaminosis A, aun cuando la cantidad de vitamina A administrada no era suficiente para promover el crecimiento de los polluelos al mismo nivel alcanzado por los de los grupos alimentados con la ración básica adicionada de cualquiera de las harinas mencionadas. Los polluelos alimentados con las harinas crecieron significativamente más rápido y tuvieron mejores eficiencias de utilización del alimento que los de los grupos alimentados con la ración básica adicionada de vitamina A.

#### Muestras de sangre

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción al corazón, de diez polluelos seleccionados al azar, de cada uno de los grupos en los experimentos 2 y 3. El suero sanguíneo de las muestras del experimento 2

fué analizado para riboflavina (2), proteínas totales (7), ácido ascórbico (método de Lowry y colaboradores (8) y de Goodland y colaboradores (5) que fué modificado usando una solución de sulfato de cobre y tiourea en lugar de norita), y carotinoides y vitamina A (1). El suero del experimento 3 fué analizado para carotina y vitamina A.

Los análisis del suero sanguíneo de los polluelos del experimento 2 pueden resumizarse como sigue (Cuadro No. 3):

- 1) Los niveles de suero sanguíneo de riboflavina fueron significativamente más altos en los grupos alimentados con las harinas de forrajes y en los alimentados con la ración control, adicionada de riboflavina cristalizada, que en el grupo alimentado con la ración control negativa. De las cuatro harinas, la de desmodio mantuvo el nivel más alto de riboflavina sérica y la harina de hoja de banano dió los resultados más bajos.
- 2) Las proteínas totales fueron significativamente más bajas en los grupos alimentados con la ración básica adicionada de riboflavina cristalizada y en el grupo alimentado con la harina de kikuyú. En los alimentados con las harinas

- de desmodio, ramio y hoja de banano, los niveles de proteína sérica fueron similares a aquellos del grupo control negativo.
- 3) El ácido ascórbico fué significativamente más alto en los grupos alimentados con las harinas de forrajes, y un poco, pero no significativamente más altos en el grupo alimentado con la ración básica suplementada con riboflavina cristalizada.
  - 4) Los carotinoides fueron significativamente más altos en los grupos alimentados con las harinas de los forrajes, que en los alimentados con la ración básica, con y sin adición de riboflavina cristalizada. Entre las harinas probadas, la de kikuyú mantuvo el nivel sérico más alto de carotinoides y las de desmodio y ramio dieron un nivel más bajo. La harina de hoja de banano dió un nivel significativamente más bajo que cualquiera de las otras harinas.
  - 5) La vitamina A fué también más alta en el grupo alimentado con la harina de grama de kikuyú y similar en los grupos que recibieran las otras harinas. Todos los grupos alimentados con las harinas de forrajes dieron niveles séricos de vitamina A más altos que los rendidos por el grupo control, con o sin adición de riboflavina.

El análisis del suero sanguíneo de los polluelos en el experimento 3 (Cuadro No. 4)

demostró que los niveles séricos de carotinoides y vitamina A fueron significativamente más altos en los polluelos alimentados con las harinas, que en aquellos alimentados con la ración básica con o sin adición de vitamina A.

#### DISCUSION

Las determinaciones químicas reportadas en esta publicación indican que las harinas de desmodio, grama de kikuyú, ramio y hoja de banano son iguales o, en algunos nutrientes, superiores a las harinas de alfalfa.

Los resultados del experimento 1 (Cuadro No. 2) demuestran que el mejor crecimiento de los polluelos se obtiene con un nivel de 20% de las harinas probadas. Estos datos son similares a los observados por Squibb y colaboradores (9), quienes encontraron que 20% de una harina de desmodio producía mejor crecimiento cuando se incluía en una ración simple comprendiendo únicamente proteínas de origen vegetal y torta de ajonjolí como fuente principal de proteínas. Sin embargo, investigaciones subsiguientes de Squibb y Wyld, (11) demostraron que, cuando más del 10% de harina de desmodio era incluida en raciones conte-

CUADRO No. 4.—Aumento en peso, eficiencia de alimento y niveles del suero sanguíneo de carotinoides y vitamina A en polluelos *New Hampshire* en Guatemala, alimentados con una ración básica deficiente en vitamina A con y sin suplementos de vitamina A y harinas de forraje.

#### Experimento 3

Ración	Promedio final del peso	Eficiencia del alimento	Niveles séricos sanguíneos	
			Carotinoides	Vitamina A
	g	<i>g suministrados para producir 1 g de aumento</i>	mcg %	mcg %
Sin suplemento . . . . .	(1)	(1)	(1)	(1)
Con suplemento de:				
Vitamina A . . . . .	267	2,93	39	15
Grama de kikuyú . . . . .	345	2,77	1.028	60
Desmodio . . . . .	340	2,80	670	51
Ramio . . . . .	334	2,84	1.115	52
Hoja de banano . . . . .	361	2,88	660	50
Diferencia menos significativa al nivel de 5% . . . . .	31	—	351	11

(1) La mortandad fué de 100%.

Nota: Las cifras son promedios para los 24 polluelos en cada grupo.

niendo una combinación de tres tortas vegetales, se deprimía el crecimiento de los polluelos. Investigaciones no publicadas del Instituto Agropecuario Nacional indican que las harinas de grama de kikuyú, ramio y hoja de banano, cuando se administran a un nivel mayor del 10% en raciones conteniendo varias proteínas vegetales provenientes de semillas oleaginosas, deprimen el crecimiento de los polluelos. Estos alimentos, por lo tanto, contienen uno o varios factores inhibidores del crecimiento de los polluelos, similares a los reportados para la harina de desmodio por Squibb y Wyld (11) y la harina de alfalfa por Cooney y colaboradores (3).

Puede observarse que los niveles de riboflavina sérica (Cuadro No. 3) de los distintos grupos de polluelos, no siempre estaban relacionados al contenido químico del forraje (Cuadro No. 1). La harina de hoja de banano, por ejemplo, tiene el más alto contenido de riboflavina entre los forrajes estudiados. Sin embargo, resultó con el nivel sérico de riboflavina más bajo. Por el contrario, el desmodio que tiene el nivel de riboflavina más bajo, mantuvo los niveles más altos de este compuesto. Una probable explicación para este caso podría ser la asequibilidad de la riboflavina o podría deberse a un efecto de síntesis intestinal de esta vitamina. Por otra parte, los niveles de ácido ascórbico y carotinoides en los polluelos parecen estar relacionados al contenido químico de los forrajes.

Los datos (Cuadro No. 4) demuestran que las harinas estudiadas, cuando se administran en un nivel de 5% en raciones bajas en vitamina A, previenen la avitaminosis A y mantienen altos niveles séricos de carotinoides y vitamina A. La falta de significado en las diferencias de los niveles de carotinoides y vitamina A entre los grupos alimentados con las cuatro harinas, se debe a una alta variación para estos nutrientes.

Evidentemente, los forrajes de desmodio, grama de kikuyú, ramio y hoja de banano, debidamente cosechados y deshidratados, son excelentes fuentes de proteína, ribo-

flavina y actividad vitamínica A. Los datos concernientes a los niveles séricos demuestran que estas harinas son capaces de mantener niveles séricos adecuados de riboflavina, ácido ascórbico, carotinoides, vitamina A y proteínas totales en los polluelos. Esta información es muy importante para áreas que no están aún capacitadas para fortificar las raciones para aves de corral con concentrados comerciales que contengan los nutrientes esenciales aquí estudiados. Debe tenerse cuidado en la cosecha y preparación de los forrajes, ya que es razonable esperar que ocurra considerable variación en la calidad nutritiva entre las mismas harinas, debida a las diferencias en la época y altura de corte, clima y en la deshidratación y almacenamiento del producto final.

#### RESUMEN

El contenido químico de las harinas de desmodio (*Desmodium intortum*), grama de kikuyú (*Pennisetum clandestinum*), ramio (*Boehmeria nivea*), y hoja de banano demostró ser igual y en algunos nutrientes, superior, a las harinas de alfalfa.

Experimentos nutritivos con polluelos, demostraron que estas harinas son excelentes fuentes de proteínas, riboflavina y actividad vitamínica A. Administradas a razón de 5% de la ración básica deficiente en vitamina A o riboflavina, las harinas proveyeron suficiente carotina y riboflavina para el crecimiento normal. El análisis del suero sanguíneo de los polluelos demostró que las cuatro harinas mantienen además altos niveles séricos de riboflavina, ácido ascórbico, vitamina A y carotinoides. Esta información es importante para aquellas áreas que hasta el momento no están capacitadas para fortificar sus raciones para aves de corral con concentrados vitamínicos conteniendo estos nutrientes.

#### RECONOCIMIENTO

Se expresa el sincero reconocimiento por la ayuda financiera prestada por el Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala.

Los análisis químicos de los forrajes fueron

practicados por los señores Andrés Anselmo Campos, Ricardo Bressani y Rubén Oro, del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

## REFERENCIAS

- (1) Bessey, O. A.; O. H. Lowry; M. J. Brock y J. A. López: Determination of vitamin A and carotene in small quantities of blood serum. *J. Biol. Chem.*, 166:177-188, 1946.
- (2) Burch, H. B.; O. A. Bessey y O. H. Lowry: Fluorometric measurements of riboflavin and its natural derivatives in small quantities of blood serum and cells. *J. Biol. Chem.*, 175:457-470, 1948.
- (3) Cooney, W. T.; J. S. Butts y L. E. Bacon: Alfalfa meal in chick rations. *Poultry Sci.*, 29:828-830, 1948.
- (4) Davies, G. K.; N. R. Mehrhof; C. L. Comar; L. Singer y K. Boney: Ramie meal a new feed. Annual Rept. U. Florida Agric. Exp. Sta., 1947.
- (5) Goodland, R. L.; R. R. Sealock; N. S. Scrimshaw y L. C. Clark: Interference with the ultramicro ascorbic acid method of Lowry, López and Bessey. *Science*, 109:494-495, 1949.
- (6) Lewy van Severen, M. y R. Carbonell: Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banano. *El café de El Salvador*, 19:1619, 1949.
- (7) Lowry, O. H. y T. H. Hunter: The determination of serum protein concentrations with a gradient tube. *J. Biol. Chem.*, 159:465-474, 1945.
- (8) Lowry, O. H., J. A. López y O. A. Bessey: Determination of ascorbic acid in small amounts of blood serum. *J. Biol. Chem.*, 160:609-615, 1945.
- (9) Squibb, R. L.; A. Falla; J. A. Fuentes y H. T. Love: Value of desmodium, pigeonpea fodder, Guatemalan and United States alfalfa meals in rations for baby chicks. *Poultry Sci.*, 29:482-485, 1950.
- (10) Squibb, R. L. y E. Salazar: Value of corozo palm nut and sesame oil meals, bananas, APF and cow manure in rations for growing and fattening pigs. *J. Animal Sci.*, 10:545-550, 1951.
- (11) Squibb, R. L. y M. K. Wyld: Further studies on the value of desmodium meal in the baby chick diet. *Poultry Sci.*, 29:586-589, 1950.
- (12) <sup>†</sup>Squibb, R. L. y M. K. Wyld: Effect of corozo palm nut oil meal in the baby chick diet. *Poultry Sci.*, 31:118-122, 1952.