

EFFECTO DE ALTOS NIVELES DE PULPA DE CAFE DESHIDRATADA SOBRE EL CRECIMIENTO Y ADAPTACION DE NOVILLOS JOVENES¹

*Emilio Vargas,² Marco Tulio Cabezas,³ Beatriz Murillo³
J. Edgar Braham,⁴ y Ricardo Bressani⁴*

**Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.**

RESUMEN

Se describe un estudio cuyo propósito fue recabar mayor información

Manuscrito modificado recibido: 12-4-82.

- 1** Este trabajo se realizó con asistencia financiera del International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá (Subvención INCAP PN-311).
- 2** Investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos Costa Rica. Cuando se realizó esta investigación, el Dr. Vargas era becario del Curso de Postgrado en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/INCAP.
- 3** Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 4** Jefe Asistente y Jefe de la citada División, respectivamente.

Publicación INCAP/UNU-21

del efecto de altos niveles de pulpa de café en el consumo de alimento, crecimiento y eficiencia de conversión alimenticia, así como la adaptación al consumo de este subproducto por novillos criados en un sistema intensivo de producción de carne. El experimento tuvo una duración de 84 días, subdividido en tres períodos de 28 días cada uno. Se utilizaron 12 novillos jóvenes de la raza Holstein, con un peso inicial promedio de 233 kg integrados en cuatro grupos experimentales de tres animales cada uno y confinados en corrales individuales con libre acceso al alimento y agua. Los tratamientos consistieron en cuatro raciones que contenían 0, 20, 40 y 60% de pulpa de café deshidratada. En todos los casos la pulpa sustituyó a la cascarilla y harina de semilla de algodón en la ración.

Los resultados indicaron una disminución progresiva en el rendimiento de los animales en todos los parámetros evaluados, conforme el nivel de pulpa de café aumentaba en la ración, siendo este efecto más pronunciado en los animales cuyas raciones contenían 40 y 60% de pulpa. El consumo de materia seca fluctuó de 12.1 hasta 6.1 kg/día y la ganancia de peso de 1.5 a 0.1 kg/día en los animales de los grupos control y con 60% de pulpa, respectivamente. Asimismo, se encontró que los animales que consumieron 40 y 60% de pulpa se fueron adaptando al consumo de ésta, no así los que tenían 20% en la ración, medido esto en términos de un aumento progresivo en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia conforme transcurría el tiempo de consumo de pulpa de café por los animales.

INTRODUCCION

Hoy día existe gran interés en utilizar los subproductos agrícolas como alimento para animales con miras a reducir los costos de producción de carne o leche, aumentando así la productividad de la tierra. La pulpa de café constituye un típico ejemplo de estos subproductos que, por su composición química (1), se ha sugerido como fuente adecuada de nutrientes para rumiantes. Estudios biológicos posteriores han revelado buenas posibilidades para utilizar este producto en la alimentación de bovinos (2), porcinos (3) y aves (4). Asimismo, las investigaciones han revelado que la inclusión de altos niveles de pulpa en la ración induce un descenso en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia (5), así como una disminución de la digestibilidad del nitrógeno (6) y de su utilización metabólica (7), observándose en general un comportamiento pobre de los animales cuando el nivel de pulpa sobrepasa el 30% de la ración (8).

Además de la utilización deficiente del nitrógeno, se ha seña-

lado como causa responsable del bajo rendimiento de animales alimentados con altos niveles de pulpa de café, la presencia de cantidades considerables de cafeína y polifenoles en la pulpa, a los cuales se les ha atribuido un efecto tóxico sobre el animal (8).

La investigación tema de este artículo persigue la búsqueda de mayor información de los efectos que raciones preparadas con altos niveles de pulpa de café deshidratada tienen en novillos en rápido crecimiento, dentro de un sistema intensivo de producción de carne.

MATERIALES Y METODOS

El experimento aquí descrito se realizó en la Finca Experimental del INCAP, ubicada a 1,480 metros sobre el nivel del mar. La pulpa utilizada se obtuvo de café de altura procesado por el método húmedo en un beneficio de la misma región de Guatemala. El material recién obtenido, se extendió sobre lienzos plásticos a un espesor aproximado de cinco cm para ser deshidratado al sol por un período de 48 horas, tiempo necesario para alcanzar una humedad de 15% aproximadamente. La pulpa seca fue almacenada bajo techo, sin que recibiera ningún otro tratamiento previo a su utilización como ingrediente de las raciones 2, 3 y 4 que se muestran en la Tabla 1, en las que se incorporó a los niveles de 20, 40 y 60%, sustituyendo parcial y progresivamente a la cascarilla y harina de algodón, que constituían los principales ingredientes de la Ración 1 que sirvió como control. El estudio biológico consistió en un experimento de crecimiento efectuado en novillos de raza Holstein, cuya variación inicial promedio de peso entre grupos fue de 232.1 a 234.8 kg; estos animales habían sido criados mediante un sistema de destete a las ocho semanas y su alimentación antes del estudio consistió en forrajes secos y concentrados. Este sistema de alimentación utilizado en la Finca Experimental del INCAP, ha demostrado que en los animales provoca una alta capacidad de consumo de materia seca (5, 8).

Se integraron cuatro grupos de tres animales cada uno, de acuerdo a su peso. Estos fueron alojados en corrales individuales de 3 x 1.5 metros, provistos de un área techada y con piso de cemento, en donde tenían acceso libre a la ración respectiva y agua.

El ensayo tuvo una duración de 84 días, pesándose los animales después de 16 horas de ayuno al inicio y cada 28 días del experimento. Se llevó un registro diario del consumo de alimento, ofre-

TABLA 1

INGREDIENTES DE LAS RACIONES UTILIZADAS
EN EL EXPERIMENTO

Ingrediente %	No. de ración			
	1	2	3	4
Pulpa de café deshidratada	0.0	20.0	40.0	60.0
Cascarilla de algodón	54.0	37.5	21.5	5.0
Harina de algodón	25.0	21.5	17.5	14.0
Melaza de caña	20.0	20.0	20.0	20.0
Mezcla mineral*	1.0	1.0	1.0	1.0

* Mezcla mineral comercial que contenía: Ca, 23%; P, 12%; NaCl, 18% y elementos traza.

ciéndose a los animales todos los días un 10 a 20% de alimento adicional a la cantidad consumida el día anterior.

Se obtuvieron muestras representativas de pulpa de café y de las raciones con el fin de determinar su composición proximal y de energía (9), paredes celulares, fibra ácido detergente, celulosa y lignina (10). También se determinó el contenido de cafeína (11) y taninos (12) de la pulpa de café. Asimismo, al inicio del experimento se estableció la composición proximal de la cascarilla y harina de semilla de algodón (9). Con el propósito de recabar más información del efecto de la cafeína y de los taninos presentes en la pulpa de café, sobre el comportamiento de los animales en crecimiento, se correlacionó el consumo de cafeína y taninos con la conversión alimenticia, consumo de materia seca y ganancia de peso de los animales.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se aprecia la composición química de las raciones y las principales materias primas utilizadas en su elaboración. Según se observa, el contenido de materia seca y proteína cruda permaneció constante en las cuatro raciones, no ocurriendo lo mismo con el contenido de fibra cruda, la cual disminuyó al sustituir la cascarilla y harina de algodón por pulpa de café. Todo esto se

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICA DE LAS RACIONES, PULPA DE CAFE, HARINA Y CASCARILLA DE ALGODON
UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO (g/100 g DE MATERIA SECA)

	No. de ración				Pulpa de café	Harina de algodón	Cascarilla de algodón
	1	2	3	4			
Materia seca	83.2	83.3	82.6	81.9	83.6	90.0	92.8
Proteína cruda (N x 6.25)	14.4	14.4	15.0	15.0	12.3	43.9	3.8
Fibra cruda	34.2	29.8	26.8	24.0	28.2	17.1	50.8
Cenizas	5.1	5.8	6.8	7.8	6.8	6.8	1.8
Paredes celulares	62.7	58.5	55.6	51.8	62.6		
Fibra ácido detergente	48.0	46.8	46.9	47.2	59.8		
Celulosa	35.5	31.8	28.6	25.9	31.5		
Lignina	12.6	15.0	18.1	21.1	27.9		
Energía gruesa (Kcal/g)	4.4	4.3	4.5	4.4	4.4		
Cafeína*	0.0	0.10	0.19	0.29	0.48		
Taninos*	0.0	0.59	1.19	1.78	2.97		

* El contenido de cafeína y taninos en las raciones se calculó en base al análisis de estos materiales en la pulpa de café.

reflejó en el contenido de paredes celulares y celulosa que mostró una tendencia semejante a la fibra cruda. Cabe señalar que el contenido de lignina de las raciones aumentó al incrementarse la concentración de pulpa de café en las mismas.

Los resultados obtenidos con los novillos alimentados con las diferentes raciones que se utilizaron en el experimento se resumen en la Tabla 3. El aumento de peso, el consumo de materia seca, así como de proteína digerible y energía disminuyeron significativamente ($P < 0.05$) con cada aumento de nivel de pulpa en la ración. El consumo de proteína y energía digerible se redujo al aumentar el nivel de pulpa, pero los animales cuyas raciones contenían 20 y 40% de pulpa, consumieron cantidades de proteína cruda que no difirieron significativamente ($P < 0.05$) entre sí. La eficiencia de utilización del alimento disminuyó al aumentar la concentración de pulpa de café en la ración, pero solamente los animales que recibieron 60% de pulpa acusaron conversiones significativamente menores a los demás grupos experimentales.

Al correlacionar el consumo de materia seca y la conversión alimenticia de los animales con la concentración de pulpa de café en la ración, se encontró las ecuaciones que se muestran en la Figura 1.

En las Figuras 2 y 3 se presenta gráficamente el efecto que la concentración de pulpa de café en la ración ejerció sobre el consumo de alimento y el aumento ponderal diario de los grupos experimentales en cada período de 28 días. Según se aprecia, el consumo de alimento por unidad de peso del grupo control y del que recibió 20% de pulpa, disminuyó en cada período, ocurriendo un fenómeno opuesto en los grupos alimentados con 40 y 60% de pulpa, lo que indica una adaptación gradual de los novillos al consumo de raciones que contenían estos dos últimos niveles de pulpa. El hecho de que el nivel de 20% de pulpa indujera en los animales un comportamiento semejante al del grupo testigo, significa que esta cantidad de pulpa no es suficiente para provocar el fenómeno de adaptación de los animales a este material, no obstante que induce un consumo de materia seca significativamente menor al del grupo control (Tabla 3).

El comportamiento de los animales en cuanto a ganancia de peso (Figura 3) es semejante al consumo de alimento que se expone en la Figura 2. Las ganancias ponderales de los grupos control y con 20% de pulpa de café, disminuyeron al transcurrir el tiempo experimental. Sin embargo, los animales alimentados con 40 y 60% de pulpa en su ración aumentaron su ganancia de peso con-

TABLA 3

**AUMENTO DE PESO, CONSUMO Y UTILIZACION DEL ALIMENTO
POR NOVILLOS ALIMENTADOS CON RACIONES QUE CONTENIAN
DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PULPA
DE CAFE DESHIDRATADA**

No. de ración	1	2	3	4
Pulpa de café en la ración %	0.0	20.0	40.0	60.0
Peso inicial (kg)	232.1	232.1	234.8	232.8
Peso final (kg)	354.5	335.1	301.3	238.9
Aumento de peso (kg/día)	1.5 ^a	1.3 ^b	0.8 ^c	0.1 ^d
Consumo total de materia seca (kg/100 kg peso/día)	4.1 ^a	3.7 ^b	3.2 ^c	2.6 ^d
Consumo de materia seca digerible ¹ (kg/100 kg de peso/día)	2.10 ^a	1.88 ^b	1.73 ^b	1.38 ^e
Consumo materia seca de pulpa (kg/100 kg peso/día)	0.0	0.74	1.27	1.57
Consumo proteína cruda (kg/100 kg peso/día)	0.58 ^a	0.53 ^b	0.48 ^b	0.38 ^c
Consumo de proteína digerible ¹ (g/100 kg de peso/día)	269.00 ^a	230.80 ^b	178.10 ^c	118.90 ^d
Consumo de energía (Mcal/100 kg de peso/día)	21.65 ^a	19.03 ^b	16.98 ^c	13.51 ^d
Consumo de energía digerible ¹ (Mcal/100 kg de peso/día)	10.38 ^a	9.14 ^b	8.50 ^b	6.71 ^c
Eficiencia de conversión ²	8.0 ^a	8.2 ^a	11.0 ^a	34.9 ^b
Consumo cafeína (g/100 kg de peso/día)	—	3.6 ^a	6.2 ^b	7.6 ^c
Consumo taninos (g/100 kg de peso/día)	—	22.1 ^a	38.1 ^b	46.0 ^c

a, b, c, d, e: Promedios en la misma línea con distinta letra difieren significativamente ($P < 0.05$).

¹ En base a los valores digestibilidad para raciones similares a las utilizadas en este ensayo (6).

² Kg de materia seca consumida por kg de peso ganado.

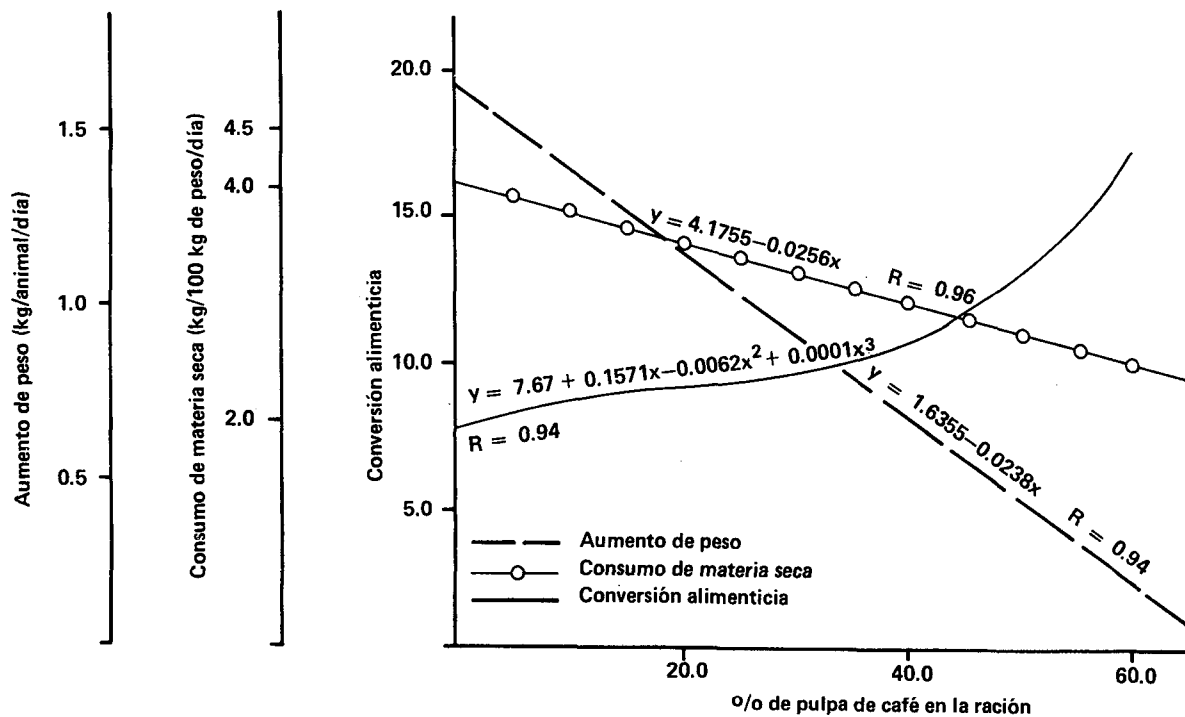


FIGURA 1

Comportamiento de terneros alimentados con raciones que contenían diferentes concentraciones de pulpa de café

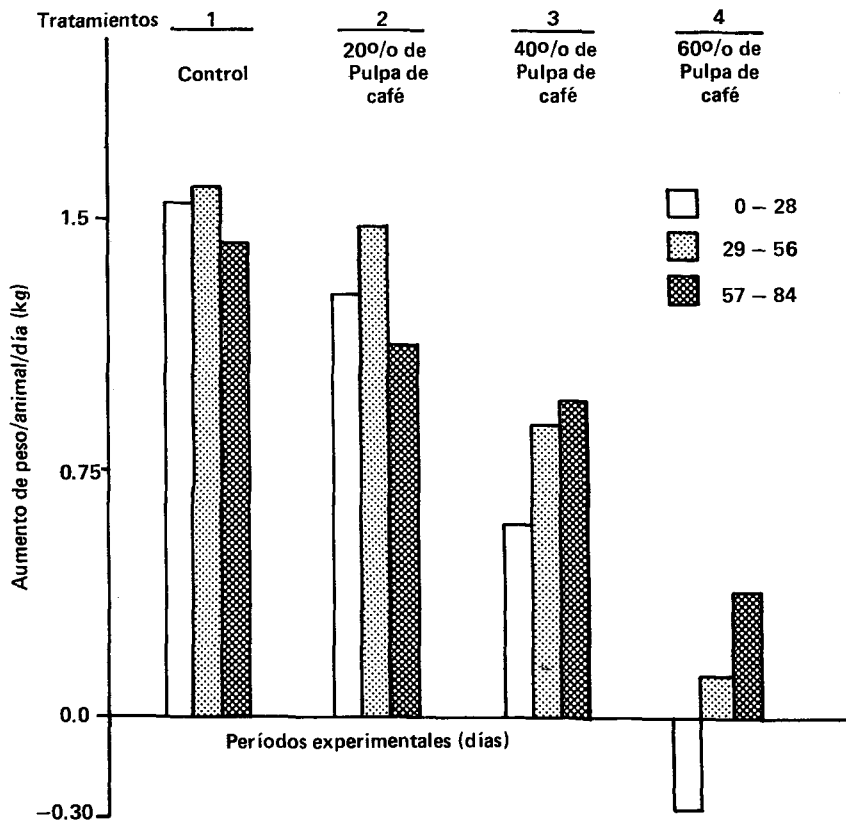


FIGURA 2

Consumo de materia seca durante un período de cuatro semanas.

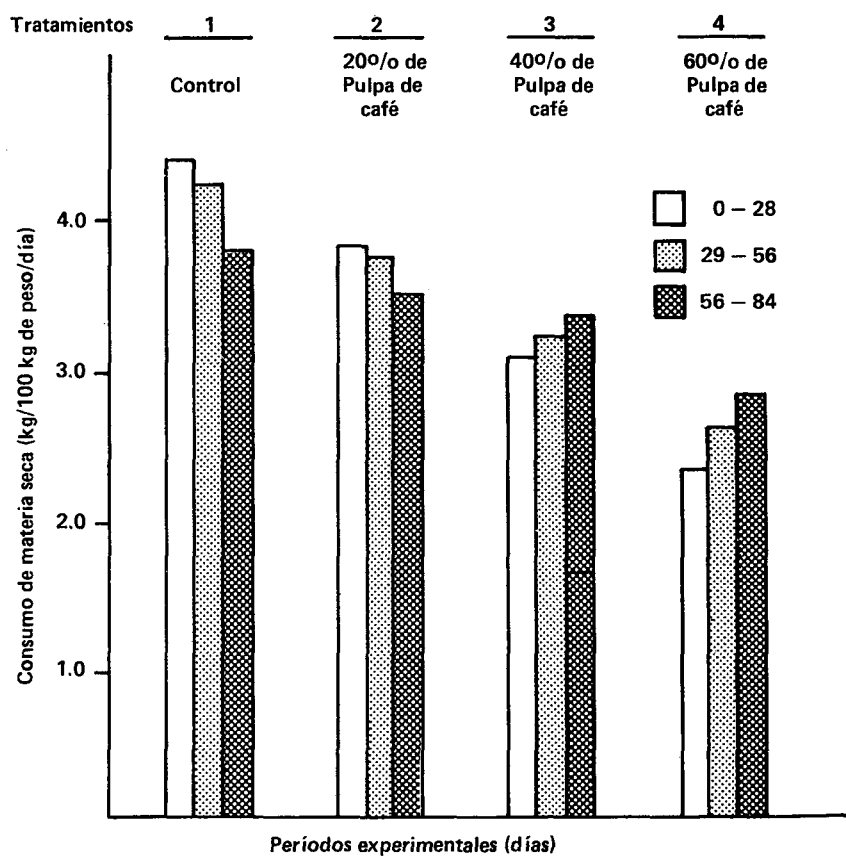


FIGURA 3

Tasa de crecimiento durante un período de cuatro semanas.

forme el período experimental transcurría, en una proporción aún mayor de la observada en cuanto a consumo de alimento. Ello implica una adaptación del animal a la utilización de este material para su mantenimiento y engorde.

En la Tabla 4 se presenta el consumo y adecuación de proteína y energía digerible en base a los valores de digestibilidad notificados por Vargas, Cabezas y Bressani (6) y a los requerimientos del NRC (13). Según se observa, los animales de los grupos 1 y 2 consumieron altas cantidades de proteína y energía digeribles obteniendo ganancias de peso adecuadas para esos consumos (Tabla 3), lo que indica una buena utilización del alimento digerido. En los grupos 3 y 4, que recibieron raciones con 40 y 60% de pulpa, respectivamente, no ocurrió lo mismo. Aquéllos cuya ración contenía 40% de pulpa consumieron más de 100% de los requerimientos de proteína y energía suficiente para aumentar 1.0 kg de peso/día; sin embargo, la ganancia ponderal alcanzada fue sólo de 0.8 kg/día. Un rendimiento aún menor se observó en los animales que recibieron 60% de pulpa.

Al estudiar el efecto de la cafeína y los taninos sobre el comportamiento de los animales, se encontró que ambas sustancias afectan negativamente el consumo de materia seca y la ganancia ponderal. Se encontraron así las siguientes ecuaciones que relacionan el consumo de cafeína y taninos con la materia seca:

$$Y = 4.2031 - 0.1819 X \quad R = 0.90$$

en donde Y representa el consumo de materia seca en kg/100 kg de peso vivo/día y X el consumo de cafeína expresado en g/100 kg de peso vivo por día; y la ecuación:

$$Y = 4.2177 - 0.030 X \quad R = 0.91$$

en donde Y representa el consumo de materia seca y X el consumo de taninos expresado en las mismas unidades que la ecuación anterior. Asimismo, el consumo de cafeína y taninos está relacionado de acuerdo a la ecuación:

$$Y = 0.1765 + 6.1371 X \quad R = 0.99$$

en donde Y representa el consumo de taninos en g/100 kg de peso vivo/día y X el consumo de cafeína en esas mismas unidades.

En la Figura 4 se describe el efecto de la cafeína y de los taninos sobre la conversión alimenticia de los animales.

TABLA 4

CONSUMO Y ADECUACION DE PROTEINA Y ENERGIA DIGERIBLE CON RESPECTO A
LOS REQUERIMIENTOS DE NOVILLOS PARA AUMENTOS DE PESO DE 1 KG POR DIA¹

No. de ración	% de pulpa en la ración	Consumo		Adecuación ²		Ganancia de peso observada (kg/día)
		Proteína digerible	Energía digerible	Proteína digerible	Energía digerible	
		(g/día)	(Mcal/día)	%	%	
1	0	788.7	30.4	171	134	1.5
2	20	653.7	25.9	144	118	1.3
3	40	472.3	22.6	107	113	0.8
4	60	273.7	15.4	66	83	0.1

1 De acuerdo con los valores de digestibilidad para raciones similares a las utilizadas en este experimento, notificados por Vargas, Cabezas y Bressani (6).

2 De acuerdo a las tablas de requerimientos nutricionales del NRC (13).

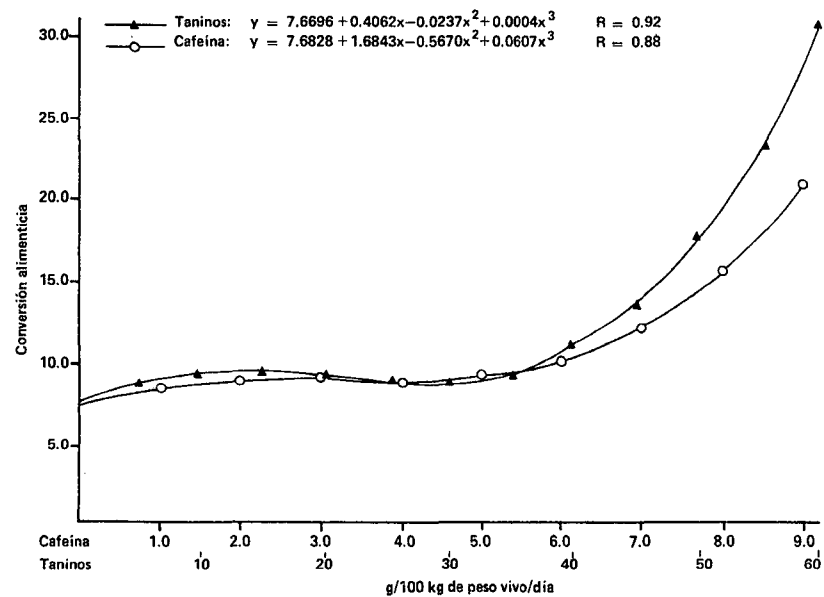


FIGURA 4

Efecto del consumo de cafeína y taninos provenientes de la pulpa de café sobre la conversión alimenticia de novillos en crecimiento

DISCUSION

Los hallazgos de nuestro estudio aportan más información sobre el comportamiento de novillos alimentados con raciones que contienen altos niveles de pulpa de café deshidratada, y sobre el proceso de adaptación de los rumiantes a este material, ya señalado por otros investigadores (2, 5).

En primer lugar, los resultados muestran que existe una alta correlación negativa entre el aumento de la concentración de pulpa en la ración y el consumo de materia seca, fenómeno que también ha sido señalado por algunos investigadores (5, 7, 8). Es posible que esta disminución en el consumo se deba a la presencia de alguna o algunas sustancias en la pulpa que inhiben el apetito del animal o causan alguna acción tóxica a éste. Ello induce al novillo a reducir el consumo, con el propósito de ingerir una menor cantidad de esas sustancias y permitir al organismo su eliminación en la orina. Cabezas y col. (14) han notificado altas excreciones de orina en animales alimentados con niveles elevados de pulpa de café en su ración. Entre estas sustancias se han señalado la cafeína y los taninos (8). Además, como ha sido mencionado por Vargas, Cabezas y Bressani (6) y por Cabezas, González y Bressani (14), la inclusión de altos niveles de pulpa en las raciones provoca una digestibilidad deficiente del nitrógeno de las mismas y una baja retención de éste. En conjunción con el bajo consumo de alimento y el posible efecto tóxico de las sustancias señaladas, éstas son las principales causas responsables del bajo rendimiento de animales alimentados con altos niveles de pulpa.

Los resultados indican que los animales se adaptan al consumo de pulpa de café cuando se someten a raciones con un alto contenido de este material. Asimismo, revelan que para que ocurra el fenómeno de adaptación, los animales deben consumir un nivel mínimo de pulpa tal como lo han señalado Cabezas *et. al.* (5). En el presente ensayo, ese nivel mínimo se alcanzó con una concentración de pulpa de 40% en la ración, lo cual indujo un consumo de cafeína y taninos de 6.1 y 37.7 g/100 kg de peso vivo por día, respectivamente. Sin embargo, estos consumos de cafeína y taninos produjeron un consumo de materia seca y una ganancia ponderal significativamente menores que los del grupo control y del grupo alimentado con 30% de pulpa de café.

Según se mostró en los resultados, y como ya lo han informado otros investigadores (7, 8), la cafeína y los taninos afectan el com-

portamiento de los animales alimentados con pulpa de café. En base a los hallazgos aquí descritos (Figura 4), y utilizando el criterio de la primera y segunda derivada para obtener un mínimo (15), con la ecuación que relaciona el consumo de taninos con la conversión alimenticia, se puede calcular que el nivel máximo de esta sustancia tolerado por los rumiantes en crecimiento es de 28.0 g/100 kg de peso/día. En base a la ecuación que relaciona el consumo de cafeína y taninos —descrita en la sección “Resultados”— este consumo de taninos estaría asociado con un consumo de 4.5 g de cafeína/100 kg de peso/día. Estos niveles de consumo de cafeína y taninos serían los niveles máximos que un rumiante en crecimiento podría comer sin que su rendimiento —expresado en forma de conversión alimenticia— sea afectado en forma significativa. Teniendo en cuenta las ecuaciones de consumo de materia seca y cafeína y/o taninos descritos en la misma sección, es factible calcular que el consumo de materia seca con los valores de cafeína y taninos señalados como máximos, sería de 3,380 g/100 kg de peso/día. Ello implicaría que, en una ración para rumiantes en crecimiento, el porcentaje máximo de pulpa de café con 0.48 y 2.97% de cafeína y taninos, tal como la utilizada en este estudio, sería de 27.9% para que los animales no sufran un efecto detrimental apreciable causado por la pulpa de café.

En base a la información recabada en éste y otros estudios sobre pulpa de café (8), se propone que el nivel de pulpa de café máximo que puede tener una ración para rumiantes jóvenes, debe basarse en la concentración de cafeína y taninos que la pulpa de café contenga. Hay que tener presente, además, que la concentración máxima de cafeína y taninos en la materia seca total que el animal consuma, no exceda de 0.12 y 0.80%, respectivamente.

SUMMARY

EFFECT OF HIGH LEVELS OF DEHYDRATED COFFEE PULP ON THE GROWTH AND ADAPTATION OF YOUNG STEERS

A study was carried out to obtain more information as to the effect that high coffee pulp levels had on food consumption, growth, and feed conversion of young steers raised under an intensive meat production system. A second objective was to determine their adaptation to consume this product. The experiment covered an 84-day period, subdivided in three stages of 28 days each. Twelve Holstein young steers with an initial average weight of 233

kg were used, integrating four experimental groups formed by three animals each; they were then confined to individual pens with free access to water and food. Treatments consisted of four rations which contained 0, 20, 40 and 60% dehydrated coffee pulp, respectively. The latter substituted the cottonseed hulls and meal in the rations in all cases.

Results indicated a progressive decrease in all parameters evaluated as the coffee pulp levels in the ration increased; this effect was more pronounced in those animals whose rations contained 40 and 60% coffee pulp. Dry matter consumption varied from 12.1 to 6.1 kg/day, and weight gain from 1.5 to 0.1 kg/day in the animals of the control group and in those fed the ration containing 60% coffee pulp, respectively. Furthermore, animals fed the rations with 40 and 60% coffee pulp adapted to its consumption, but those with 20% levels in their rations did not. This adaptation was measured in terms of a progressive increase in food consumption, weight gain and feed conversion as time during which coffee pulp was consumed by the animals progressed.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., E. Estrada & R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. **Turrialba**, **22**: 299-304, 1972.
2. Jarquín, R., J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. **Turrialba**, **23**: 41-47, 1973.
3. Jarquín, R., F. A. Rosales, J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. IX. Uso de la pulpa de café en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. **Turrialba**, **24**: 353-359, 1974.
4. Bressani, R., Eugenia Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín & L. Urrutia. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. **Turrialba**, **23**: 403-409, 1973.
5. Cabezas, M. T., B. Murillo, R. Jarquín, J. M. González, E. Estrada & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. **Turrialba**, **24**: 160-167, 1974.
6. Vargas, E., M. T. Cabezas & R. Bressani. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad in vivo de la pulpa. **Agronomía Costarricense**, **1**: 51-56, 1977.
7. Vargas, E., M. T. Cabezas & R. Bressani. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. II. Absorción y retención de nitrógeno en novillos alimentados con concentrados elaborados con pulpa de café deshidratada. **Agronomía Costarricense**, **1**: 101-106, 1977.

8. Cabezas, M. T., E. Vargas, B. Murillo & R. Bressani. Utilization of coffee fruit without seeds in ruminant feeding. En: **Proceedings, First International Symposium Feed Composition. Animal Nutrient Requirements and Computerization of Diets, July 11-16, 1976.** Logan, Utah, Utah State University, 1977, p. 112-117.
9. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 11th. ed. Washington, D.C., The Association, 1970, 957 p.
10. Goering, H. K. & P. J. Van Soest. **Forage Fiber Analysis.** Apparatus, reagents, procedures, and some applications. Agriculture Research Service, 1970 (Agriculture Handbook No. 379).
11. Ishler, N. H., T. P. Finucane & E. Borker. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. **Analytical Chemistry**, **20**: 1162-1166, 1948.
12. Schanderl, S. H. Tannins and related phenolics. En: **Methods of Food Analysis.** M. A. Joslyn (Ed.). 2nd ed. New York, N.Y., Academic Press, 1970.
13. National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1976.
14. Cabezas, M. T., J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. **Turrialba**, **24**: 90-94, 1974.
15. Briton, J. R., R. B. Kriegl & L. W. Rutland. **Matemáticas Universitarias.** Tomo I. Cuarta impresión en español. México, D.F., Compañía Editorial Continental, S.A., 1980, 747 p.