

PULPA DE CAFE EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES. I. DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LA PULPA^{1*}

Emilio Vargas**, Marco Tulio Cabezas y Ricardo Bressani***

ABSTRACT

Coffee pulp in the feeding of ruminants. I. In vivo digestibility of pulp. Digestibility trials on male, young Holstein calves, weighting 180 kg and fed diets containing 0, 20, 40 and 60 per cent dehydrated coffee pulp, are presented. These diets were administered during 4 consecutive periods of 22 days each: 13 days of rest, 2 of adaptation to the metabolism cages and 7 of total collection of feces. There was a significant decrease in dry matter intake, as well as in daily weight gain, as coffee pulp concentration increased. There were no significant differences in the digestibility coefficients of the complete diet and the coffee pulp, except for the protein fraction, which decreased significantly in all groups fed coffee pulp. The digestibility coefficients of dry matter, organic matter, protein, crude fiber and energy of the coffee pulp, calculated by difference, were 55, 54, 27, 47 and 51 respectively.

INTRODUCCION

Estudios llevados a cabo por diversos investigadores han demostrado que la pulpa de café puede ser utilizada como alimento para rumiantes (5,6, 10). Sin embargo, otros autores han apuntado algunos factores adversos, como la baja digestibilidad y eficiencia de utilización, por parte de los animales, de los nutrientes contenidos en la pulpa. La información disponible sobre este aspecto es escasa y en buena parte conflictiva. Los estudios de Lewy y Carbonell (11) muestran valores de digestibilidad de 34, 76, 98 y 88 por ciento para proteínas crudas, materia seca, extracto libre de nitrógeno, grasa y fibra cruda, respectivamente. En cambio, Rogerson (13) obtuvo valores de digestibilidad de 7 a 13 por ciento para proteína, de 48 por ciento para extracto libre de nitrógeno y de 26 por ciento para fibra cruda. Recientemente Daqui (8), utilizando ensilado de

pulpa de café en la alimentación de novillos de 7 a 8 meses de edad, halló valores de 17.5, 58.6, 58.7, 54.8, 73.0 y 48.5 por ciento de digestibilidad para proteína, materia seca, materia orgánica, energía, contenidos celulares y pared celular, respectivamente.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la digestibilidad de la pulpa de café deshidratada cuando se incorpora, a diferentes niveles, en raciones para rumiantes.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó pulpa de café de la cosecha correspondiente al período 1973-1974, de un beneficio del altiplano de Guatemala. El material fue recolectado al salir del despulpador y se extendió en capas de unos 8 cm de grueso sobre láminas plásticas, exponiéndose al sol por un período de 48 horas aproximadamente, para bajar la humedad al 12 por ciento. Después se almacenó en un lugar seco, sin ningún otro tratamiento, hasta su utilización.

El estudio incluyó 12 terneros castrados de la raza Holstein, distribuidos en cuatro grupos experimentales, de acuerdo a su peso. La edad promedio de los animales fue de 180 días, con una variación promedio de peso inicial entre grupos de 188 a 191 kg. Se utilizó un diseño de bloques aleatorios con más de una observación por celda. Cada bloque recibió durante el período experi-

Recibido para su publicación el 4 de octubre de 1976.

* Parte de la tesis de maestría del primer autor en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala.

** Actualmente profesor de la Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

*** Científico y Jefe, respectivamente, de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP, Guatemala.

mental uno de los cuatro concentrados que se citan en el Cuadro 1 y agua *ad libitum*. Los concentrados contengan 0, 20, 40 y 60 por ciento de pulpa de café deshidratada y sin moler, la cual se incluyó en sustitución de la cascarilla y de la harina de semilla de algodón.

Previo al inicio del experimento, los terneros permanecieron por dos semanas en corrales individuales de 3 x 1.5 m, provistos de una área techada y piso de cemento en donde tenían acceso libre a la ración basal y agua. Al final de este período los animales se distribuyeron en los grupos experimentales.

El ensayo se dividió en cuatro etapas consecutivas de 22 días cada una, que comprendían un período de descanso de 13 días, seguido de dos días de adaptación y siete de recolección de heces. Durante el período de adaptación y recolección los terneros se confinaron en jaulas individuales de metabolismo, mientras que en los períodos de descanso se mantuvieron en los corrales antes descritos.

Los terneros fueron pesados, tras 16 horas de ayuno, al inicio y final del experimento. También se pesaron antes y después de cada prueba de digestibilidad.

El consumo de alimento fue registrado diariamente, al igual que las heces excretadas.

Durante cada etapa de recolección se obtuvo muestras diarias de alimento, pulpa de café y heces. Las muestras de heces se almacenaron en bolsas plásticas a 4 C hasta el momento de su análisis. Al final de cada período de recolección, tanto las muestras de heces, como de alimentos y pulpa almacenados, fueron mezclados individualmente y secados con corriente de aire caliente a 60 C, para determinar el porcentaje de materia seca. Todas las muestras se molieron, usando un tamiz de 1 mm, y se analizó en ellas su composición química proximal y su energía bruta (1); también se determinó los contenidos celulares, paredes celulares, hemicelulosa, lignina y cenizas insolubles (17, 12, 19) así como el contenido de sodio y potasio (1). En la pulpa se analizó, además, cafeína (9) y taninos (14).

A cada una de las raciones se le calculó la digestibilidad aparente de las fracciones antes nombradas, exceptuando sodio y potasio, por el método de la A.O.A.C. (1). Las fracciones de los mismos nutrientes provenientes de la pulpa de café, se calcularon por diferencia, de acuerdo al método propuesto por Blaxter y col. (4) y Bateman (3).

Cuadro 1. Composición de las raciones utilizadas en el experimento (Porcentaje)

Ingrediente	Ración			
	1	2	3	4
Ingrediente				
Harina de semilla de algodón	25.0	21.5	17.5	14.0
Cascarilla de algodón	54.0	37.5	21.5	5.0
Pulpa de café	0.0	20.0	40.0	60.0
Melaza de caña	20.0	20.0	20.0	20.0
Minerales*	1.0	1.0	1.0	1.0

* "Master mix mineral-12". Mezcla comercial de la Cía. Central Soya, que contenía, en porcentaje: Ca, 23; P, 12; NaCl, 18; I, 0.009; Vitamina D, 25.000 UI por libra.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se presenta los análisis químicos de pulpa de café y de las raciones experimentales. En la pulpa se observa una alta concentración de lignina y potasio, así como bajos valores de hemicelulosa; esto se refleja en las raciones, donde se manifiesta un incremento en la concentración de lignina y potasio a medida que se aumenta la concentración de pulpa de café, alcanzando, para el nivel de 60 por ciento de pulpa, 23 por ciento de lignina. En lo referente a otras fracciones analizadas, se encontró valores considerados normales para este tipo de material.

En el Cuadro 3 se detalla el comportamiento de los animales en cuanto a consumo de materia seca y utilización de nutrientes. Se nota una disminución significativa al 5 por ciento en el consumo de materia seca cada vez que aumentó el contenido de pulpa en la ración. Esta disminución en consumo se refleja en el crecimiento de los terneros, el cual mostró una relación inversa al consumo de pulpa, los análisis estadísticos revelaron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre todos los tratamientos. La conversión alimenticia mostró una tendencia a disminuir, alcanzando valores estadísticamente diferentes al grupo testigo cuando los animales consumieron 60 por ciento de pulpa.

Cuadro 2. Composición química de las raciones y pulpa de café utilizadas* (Porcentaje en base seca)

Componente	Pulpa de café	Raciones			
		1	2	3	4
Humedad	12.3	16.6	17.5	18.6	19.7
Fibra cruda	32.6	33.1	31.6	28.6	24.6
Proteína cruda	14.0	15.2	15.3	5.0	15.3
Cenizas	7.4	5.0	6.4	7.4	8.3
Energía bruta (k cal/g)	5.1	5.1	5.2	5.0	5.1
Contenidos celulares	30.4	38.6	42.3	45.3	47.8
Paredes celulares	69.9	61.4	67.7	54.7	52.2
Hemicelulosa	4.7	13.8	10.3	6.6	4.4
Celulosa	33.4	33.8	31.8	29.8	24.9
Lignina	28.8	13.8	15.6	18.7	23.0
Sodio (mg/100 g)	122.0	122.0	141.0	151.0	148.0
Potasio (mg/100 g)	3110.0	1527.0	1985.0	2416.0	2681.0
Cafeína	0.34				
Taninos	2.9				

* Cada dato individual representa un promedio de ocho determinaciones realizadas a través del experimento.

Cuadro 3. Aumento de peso, consumo y utilización del alimento de novillos alimentados con pulpa de café durante un período de 84 días*

Pulpa de café en la ración %	Peso inicial kg	Peso final kg	Aumento de peso kg	Aumento de peso por día kg	Consumo de materia seca**	Consumo de materia seca de pulpa**	Eficiencia de conversión***
0.0	190.5	286.1	95.6	1.17 a***	3.45 a	—	7.07 a
20.0	187.5	266.5	76.5	0.93 b	3.21 b	0.69 a	7.82 a
40.0	190.5	250.3	59.8	0.73 c	2.69 c	1.16 b	7.82 a
60.0	191.1	220.8	29.7	0.36 d	2.29 c	1.48 c	12.33 b

* Valores de tratamientos individuales representan promedio de tres animales.

** Kg de materia seca por 100 kg de peso vivo por día.

*** Kg de alimento consumido entre kg de aumento de peso.

**** Cifras con letras diferentes dentro de una columna, son distintas estadísticamente al 5 por ciento.

En lo referente a la digestibilidad, se observa en el Cuadro 4 que ésta no fue afectada, en ninguno de los principios nutritivos apuntados, en forma significativa ($P < 0.05$), con excepción de la fracción proteica, donde sí se observó una disminución estadísticamente significativa a medida que aumentaba en nivel de pulpa.

En el Cuadro 5 se muestra los valores de la pulpa de café, calculados por diferencia. De igual forma que en las

raciones, las distintas fracciones no fueron afectadas significativamente por el nivel de pulpa, no obstante el incremento en la concentración de lignina señalado. Se debe apuntar que la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fibra cruda y energía, calculadas por diferencia, fue superior en la pulpa de café, en relación a las raciones completas, aunque no se observó efecto significativo. En el caso de la proteína, para esta misma comparación, se encontró una menor digestibilidad.

Cuadro 4. Digestibilidad de los nutrientes de raciones que contienen diferentes niveles de pulpa de café (Porcentaje)*

Pulpa de café en la ración	Materia seca	Materia orgánica	Energía	Proteína	Fibra cruda	Pared celular	Contenido celular	Fibra ácido detergente	Hemicelulosa	Celulosa	Lignina
0.0	50.7	51.2	47.9	46.2 a**	38.6	39.5	68.5	32.6	64.6	39.5	20.1
20.0	50.9	50.6	48.1	43.2 a	39.8	34.9	69.7	32.0	58.0	39.0	19.1
40.0	58.3	54.0	50.1	37.3 b	43.3	42.0	68.2	37.7	80.2	46.6	25.2
60.0	53.5	53.9	50.1	34.8 b	43.6	41.6	67.3	37.8	76.1	42.9	34.5

* Valores individuales para cada tratamiento representa promedios de tres animales durante cuatro ensayos de digestibilidad.

** Cifras con letras distintas, son diferentes estadísticamente al 5 por ciento.

Cuadro 5. Digestibilidad de la pulpa de café, evaluado en novillos alimentados con raciones que contienen diferentes niveles de ese material durante un período de 84 días (porcentaje)*

Pulpa de café en la ración	Materia seca	Materia orgánica	Proteína	Fibra	Energía
20.0	51.8	50.2	31.4	52.0	49.2
40.0	57.7	57.8	23.2	44.4	52.0
60.0	54.8	55.1	26.5	46.9	51.0
Promedio	54.8	54.4	27.0	46.9	51.0

* Los valores individuales para cada tratamiento, representan promedios de tres animales, durante cuatro ensayos de digestibilidad.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que terneros alimentados con raciones que contienen 0, 20, 40 y 60% de pulpa de café no muestran diferencias en la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, fibra cruda, contenido celular, pared celular y energía bruta; no así con la proteína cruda, donde sí se observó una disminución de la digestibilidad a medida que aumentó la concentración de pulpa en la ración, hecho que concuerda con una menor digestibilidad del nitrógeno de la pulpa de café. La mayor digestibilidad de esas mismas fracciones de la pulpa, en comparación con la de las raciones, podría explicarse por la mayor digestibilidad de la fracción fibrosa de la pulpa en comparación con la cascarilla de semilla de algodón. Se ha informado que, por lo general, los coeficientes de digestibilidad calculados por diferencia son siempre mayores que los determinados directamente (2).

Es interesante observar que las raciones con mayor contenido de pulpa mostraron una mayor digestibilidad que el testigo, no obstante el mayor contenido de lignina de la pulpa de café, efecto no concordante con lo citado en la literatura (12). Este hecho podría explicarse si se considera que las raciones con mayores concentraciones de pulpa fueron ingeridas en menor cantidad, lo que favoreció una menor velocidad de paso por el tracto digestivo y con ello un mayor ataque bacteriano a la fracción fibrosa de la ración, incluyendo a la lignina; puede ser también que la fracción aislada como lignina, mediante el método propuesto por Van Soest y Wine (16), es en parte digerible por los rumiantes, por lo que es necesario una mayor investigación en este aspecto. Por otra parte, si la lignina y la fracción fibrosa en general provocan una menor velocidad de paso de los alimentos por el tracto digestivo, pueden de esta forma producir una disminución del consumo (12).

El hecho de que la digestibilidad de las raciones permaneció constante, y el consumo de materia seca disminuyó significativamente, al incrementarse el nivel de pulpa en la ración, implica que la disminución en consumo no puede ser atribuida al efecto de la pulpa sobre el grado de digestión y velocidad de paso a través del tracto digestivo, sino al efecto en la palatabilidad, al metabolismo celular, o a ambas cosas. Con relación al metabolismo, Braham *et al* (5) han sugerido que los ácidos grasos libres, aumentados por las altas concentraciones de cafeína en las raciones que contienen pulpa de café, pueden ser los causantes de la disminución del consumo de dichas raciones. Con esto se puede concluir que no es la digestibilidad de los nutrientes la causa principal del bajo consumo, crecimiento y utilización de nutrientes observados en animales alimentados con niveles altos de pulpa.

La baja digestibilidad de la fracción proteica probablemente se deba a la baja disponibilidad biológica del nitrógeno de la pulpa de café, como ha sido apuntado por otros investigadores que han trabajado en este campo (7, 8, 11, 13). Esto posiblemente se deba, a su vez, a que el nitrógeno proveniente de la cafeína no es utilizado por los animales, y a que los taninos y demás polifenoles presentes en la pulpa reaccionan con los aminoácidos de la proteína, en especial con la lisina y metionina, formando complejos que las bacterias del rumen no hidrolizan (12). En los métodos de Van Soest (15, 16), este complejo tanino-proteína aparece formando parte de la lignina, y puede llegar a constituir hasta el 50 por ciento del nitrógeno total de la pulpa de café.

La baja digestibilidad del nitrógeno de la pulpa sugiere la necesidad de utilizar niveles mayores de proteína cruda, o hacer la corrección por proteína digerida, en raciones donde se utilicen altos niveles de

pulpa de café para rumiantes. Asimismo, es necesario realizar estudios sobre la utilización metabólica del nitrógeno, con el fin de determinar los niveles óptimos de suplementación de este nutriente en rumiantes cuya dieta esté compuesta de altos porcentajes de pulpa de café deshidratada.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en rumiantes jóvenes con el fin de evaluar la digestibilidad de la pulpa de café. Se emplearon 12 terneros Holstein de 180 días de edad promedio. Los tratamientos consistieron en la inclusión de 0, 20, 40 y 60 por ciento de pulpa de café deshidratada en la ración. El ensayo consistió en 4 períodos consecutivos de 22 días cada uno; 13 de descanso, 2 de adaptación a las jaulas metabólicas y 7 de recolección total de heces. Los resultados indican una disminución significativa en el consumo de materia seca, así como en la ganancia de peso diaria, al aumentar el nivel de pulpa en la ración. No se encontró efecto de los tratamientos sobre la digestibilidad de las fracciones nutritivas de las raciones completas, ni de la pulpa, con excepción de la fracción proteica de la ración completa, donde se halló una disminución significativa al 5 por ciento en el tratamiento que contenía 40 por ciento de pulpa con respecto al control. Los coeficientes de digestibilidad, la proteína, materia seca, materia orgánica, fibra cruda y energía de la pulpa de café, calculados por diferencia, fueron 27.0, 54.8, 54.4, 46.9 y 51.0 por ciento, respectivamente.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Washington, D.C. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11th. ed. Washington, D.C., 1970. 957. p.
2. ASPLUND, J.M. y HARRIS, L.H. Associative effects on the digestibility of energy and the utilization of nitrogen in sheep fed simplified rations. *J. Animal Sci.* 32:152-156. 1971
3. BATEMAN, J.V. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, A.I.D. 1970. 465 p.

4. BLAXTER, K.L. y WILSON, R.S. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. *Animal Prod.* 5:27-42. 1963.
5. BRAHAM, J.E., JARQUIN, R., GONZALEZ, J.M. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. *Arch. Latinamer. Nutr.* 23:379-388. 1973.
6. BRESSANI, R., GONZALEZ, J.M. y JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos. *Turrialba*, 22: 299-304. 1972.
7. CABEZAS, M.T., GONZALEZ, J.M. y BRESSANI, R. 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.
8. DAQUI, L. Características químicas y nutricionales de la pulpa de café ensilada con pasto napier y planta de maíz. Tesis. (Magister Scientiæ) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-INCAP/CESNA. Guatemala, 1975. 104 p.
9. ISHLER, N.H., FINUCANE, J.P. y BORKER, E. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. *Analytical Chemistry* 20: 1162-1166. 1948.
10. JARQUIN, R., GONZALEZ, J.M., BRAHAM, J.F. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de pulpa de café en rumiantes. *Turrialba* 23: 41-47. 1973.
11. LEWY VAN SEVÉREN, M., y CARBONELL, R. Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banano. *Café de El Salvador*. 18: 1619-1624. 1949.
12. PROCEEDING OF THE NATIONAL CONFERENCE OF FORAGE QUALITY-EVALUATION AND UTILIZATION. Lincoln, Nebraska September 3-4, 1969. Edited by R.F. Barners et al. Lincoln, 1970. Paginación variada.
13. ROGERSON, A. Nutritive value of coffee hulls. I. *African Agr. J.* 20:254-255. 1955. (Original no consultado; compendiado en *Nutr. Abs. Rev.*, 25:1086. 1955.)
14. SCHANDLER, S.H. Tannin and related phenolics. 2nd. ed. New York: Academic Press, 1970. pp. 701-735.
15. VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Offic. Agric. Chemists*, 46: 829-835. 1963.
16. _____ y WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. *J. Assoc. Offic. An. Chemists*, 51: 780-785. 1968.
17. _____ y WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Offic. An. Chemists*, 50: 50-55. 1967.