

Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal

Adrianyela Noriega Salazar^{1*} Ramón Silva Acuña² y Moraima García de Salcedo²

¹Departamento de Nutrición Animal y Forrajes. Escuela de Zootecnia. Universidad de Oriente. Maturín, Monagas. Venezuela.

*Correo electrónico: adrianyelanoriega@cantv.net

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas. Maturín, Monagas. Venezuela.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar mediante análisis químico la pulpa de café ensilada a diferentes tiempos y su uso potencial en la alimentación animal. Las muestras de pulpa se dejaron drenar por 24 horas para eliminar el agua residual proveniente del beneficio, luego se colocaron en un silo, de 1,35 m³, el cual se cubrió en su totalidad con un plástico de polietileno negro para generar la fermentación natural. De este silo, se tomaron muestras a los 0, 90, 120 y 240 días después del despulpado del café para realizarle análisis químico. El diseño experimental empleado fue completamente aleatorizado y para efectos de comparación se aplicó la prueba de mínima diferencia significativa. Los resultados muestran valores promedios de ceniza 16,87%; extracto etéreo 3,34%; taninos 0,23% y proteínas 21,35%. En la medida que se incremento el tiempo de ensilaje, se observo aumento en la concentración de ceniza y taninos; por otra parte, se detectaron diferencias significativas entre los tiempos de ensilaje ($P \leq 0,05$). De forma general, el factor tiempo influyó sobre las características químicas de la pulpa de café, la cual presentó alto valor nutricional a los 120 días de ensilada y potencialmente podría ser recomendada para la alimentación animal.

Palabras clave: pulpa de café, ensilaje, subproductos del café, conservación pulpa de café.

Chemical composition of coffee pulp at different silage times and its potential use in animal feeding

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the pulp of coffee, at different times, using chemical analysis and its potential use in animal feeding. The samples of pulp were drained during 24 hours, to eliminate the residual water coming from the benefit; then placed in a silo of 1.35 m³, which was totally covered with a black polyethylene plastic, to generate the natural fermentation. From the silos, samples were taken at 0, 90, 120, and 140 days after the pulp of coffee was obtained to conduct the chemical analysis. It was used a completely randomized design and for the means comparison was applied the least significance difference. The results showed means values of ashes 16.87%, ethereal extract 3.34%, tannins 0.23%, and protein 21.35%. At silage time increased, it was observed an increase in the concentration of ashes and tannins. Also, there were detected significant differences among times of silage ($P \leq 0.05$). In general, the time factor influenced on the chemical characteristics of the coffee pulp, which had a high nutritional value at 120 days of silage and it could be recommended potentially for animal feeding.

Keywords: coffee pulp, silage, coffee sub products, conservation coffee pulp.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea arabica* L.) es originario del norte de África y es cultivado con el objeto de producir un grano, cuyo rico contenido de sustancias aromáticas y estimulantes permite preparar una infusión altamente preciada como bebida y como sobremesa (Amaya *et al.*, 1998). El beneficio del fruto puede realizarse de dos maneras, la primera de ellas es la vía húmeda que involucra el despulpado, desmucilado utilizando agua, secado del fruto y finalmente la eliminación de las envolturas internas por el trillado. La segunda vía, incluye la fermentación del fruto con todas sus cortezas, el secado y la eliminación de las envolturas en una única operación mecánica de trillado (Braham y Bressani, 1978). La vía húmeda es la más utilizada y el procesamiento de 100 kg de frutos de café maduros generan 20% de café trillado (oro) y el 80% restante está formado por subproductos, como pulpa fresca (40%), mucilago (20%), agua (17%) y pergamino y película plateada (3%) (Amaya *et al.*, 1988).

La pulpa de café al ser vertida al medio ambiente puede causar contaminación. Ante esta realidad se han realizado muchos estudios para aprovecharla y disminuir su efecto tóxico en el ambiente (Ramírez, 1998). Dentro de esas formas de utilizarla destacan el ensilaje destinado a la alimentación animal, torta de pulpa de café, jugo tratado con microorganismos para el consumo animal (Ferrer *et al.*, 1995; Ramírez *et al.*, 1997; Ramírez, 1998; Ramos *et al.*, 2000).

El ensilaje es el proceso utilizado para preservar y almacenar la pulpa del café mientras se le da un uso posterior (Ferrer *et al.*, 1995). Con el ensilaje se logra reducir a niveles adecuados sustancias antinutricionales, como cafeína, ácido clorogénico y derivados de taninos (Mayorga, 2005). La composición química de la pulpa de café ensilada reveló valores de materia seca (92%), extracto etéreo (2,6%), fibra cruda (20,8%), proteína cruda (10,7%), ceniza (8,8%), extracto libre de nitrógeno (49,2%) y taninos (1,8%) (Braham y Bressani, 1978).

Algunos estudios realizados en relación a las características químicas y al valor alimenticio de la pulpa de café ensilada han indicado su uso potencial en la alimentación animal. Flores (1976) señaló que en vacas lecheras puede ser suministrada hasta 20% de pulpa, mientras que en novillos de 20% a 30% (Braham y Bressani, 1978) y en ovinos su uso puede

ser hasta 15% sin afectar su crecimiento (Ferreira *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2003). En peces como tilapia del Nilo, se logró aumento de peso con 30% de mezcla con pulpa de café (García y Baynes, 1974; Moreau *et al.*, 2003), en el híbrido Cachamay se encontró mejor tasa de crecimiento en peso y longitud con dietas de 18% de pulpa (Bautista *et al.*, 1999a y Bautista *et al.*, 2005), siendo que en alevines de tilapia roja se encontró mejor comportamiento con 10 y 20% de pulpa de café (Castillo *et al.*, 2002). Otros trabajos se han realizado en aves (Acosta *et al.*, 1997; Romero *et al.*, 1995), en conejos (Bautista *et al.*, 1999b) y en cerdos (Bautista *et al.*, 1999c). En función de ello, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar químicamente la pulpa de café ensilada a los 0, 90, 120 y 240 días de sometida a un proceso de fermentación anaeróbica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Caripe, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas, ubicada en la población de Boquerón, vía Sabana de Piedra, Municipio Caripe al norte del estado Monagas, Venezuela.

Obtención y ensilaje de la pulpa de café

Los frutos maduros se cosecharon manualmente de plantaciones de café de 6 años de edad, en lotes de producción de semillas del cultivar Catuaí Amarillo, los cuales se trasladaron al galpón de almacenamiento y procesamiento, donde se despulparon en una máquina modelo Jotagallos N° 4. La pulpa obtenida del beneficio se colocó por un día sobre una plataforma construida de hileras de bambú, con el objetivo de permitir el drenaje del agua utilizada durante el beneficio del fruto. La pulpa drenada se llevó a un silo tipo superficial de 1,35 m³, construido con plástico de polietileno negro y se cubrió totalmente, de tal forma que se estimuló el crecimiento de bacterias anaeróbicas, así como también la producción de ácidos que contribuyen a preservar la pulpa, hasta su posterior muestreo para los análisis realizados.

Caracterización química de la pulpa de café drenada

Para efecto de muestreo, el silo se dividió en tres secciones denominadas anterior, media y posterior. De cada una de estas secciones se tomaron tres submuestras a profundidades de 25, 50 y 75 cm

aproximadamente. Posteriormente, esas submuestras se mezclaron y se obtuvo una muestra compuesta de 500 g por cada sección, constituyéndose así tres repeticiones. Los muestreos se realizaron al inicio de ensayo y se siguió el mismo procedimiento a los 90, 120 y 240 días después de inicio del proceso de fermentación obteniéndose un total de 12 muestras. Las muestras se acondicionaron en cavas de anime y se trasladaron al laboratorio de Nutrición Animal y Forrajes de la Escuela de Zootecnia UDO Monagas, donde fueron analizadas bromatológicamente, cuantificándose las siguientes variables: materia seca (MS), ceniza (CEN), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC) y extracto libre de nitrógeno (ELN), siguiendo la metodología de AOAC (1990) y para taninos (TAN) se empleó la metodología de Egan y Kirkl (1987). El análisis de los taninos se realizó pesando 50 g de pulpa de café, luego se homogeneizó con agua y se calentó a 85°C por 5 min. Posteriormente se enfrió, se filtró y se añadió la solución de índigo carmín para titular con permanganato hasta que apareció el color amarillo oro, seguidamente se añadió el carbón activo, se filtró y nuevamente se tituló. Con los valores obtenidos de la titulación se calcularon los miligramos de taninos por 100 mL.

Análisis estadístico

Se empleó el diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos que representaron los diferentes tiempos de ensilaje y tres repeticiones. Los valores de las variables cuantificadas a los 0, 90, 120 y 240 días después del despulpado se analizaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y las comparaciones de los valores promedios se realizó por la prueba de mínima diferencia significativa al 5% de probabilidad (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia seca

Sus valores promedios (Cuadro 1) no presentaron tendencia definida de aumento o disminución en relación al tiempo de ensilaje. La comparación de los valores promedios de la MS entre los diferentes muestreos muestra que el tiempo de ensilaje a 90 días presentó el mayor valor de MS y este tiempo de ensilaje difirió estadísticamente de los tiempos de 0 y 240 días de ensilaje. La muestra tomada al inicio

del experimento (con cero días de ensilaje) presentó comportamiento estadístico similar con la de 120 días, para las cuales se constató los menores valores de materia seca.

Los valores de la materia seca señalados en la literatura por Braham y Bressani (1978) y Ferrer *et al.* (1995) de 92,1 y 94,4% para la pulpa de café con tres días de ensilada y mezclada con 3 y 4% de melaza y fermentada hasta 133 días, respectivamente, fueron superiores al valor promedio de 89,3% (Cuadro 1). Esta variación podría ser debida a las condiciones establecidas en la preparación de la pulpa durante su ensilaje; además, este material presentó similar comportamiento al procedimiento clásico observado en fuentes fermentadas donde no hubo uso de aditivos como la melaza y ácidos. Por otro lado, en este trabajo se observó que a los noventa días después de haberse iniciado el proceso de fermentación se obtuvieron valores de 95,5% de materia seca. Este resultado, visto de manera aislada, sin realizar promedios entre las fechas de muestreo, indica que de acuerdo a lo planteado en este experimento, los valores de materia seca superan a los observados en las anteriores investigaciones.

Cenizas

En promedio, el contenido de cenizas se incrementó a medida que aumentó el tiempo de ensilaje (Cuadro 1). Se detectaron diferencias entre los diferentes valores de cenizas para las fechas de ensilaje y se observó que los tiempos de ensilaje de 120 y 240 días fueron estadísticamente similares, los cuales presentaron los mayores valores de ceniza. Particularmente una característica deseable en un alimento y particularmente para el caso de la pulpa es que disponga de alto contenido de ceniza para que pueda proporcionar niveles apropiados de minerales necesarios en las dietas para animales. Posiblemente, la diferencia entre los valores señalados en la literatura por Braham y Bressani (1978) y Ferrer *et al.* (1995) con 8,8 y 14,7%, respectivamente, y el valor promedio obtenido de 16,7%, sean debidos a que el material estudiado permaneció mayor tiempo ensilado. Este supuesto está basado en la razón de que con el tiempo de ensilaje la pulpa sufre cambios químicos que aumentan la disponibilidad de los minerales presentes en ella. Excepto para los muestreos al iniciar el experimento y con 90 días de ensilado, los valores

Cuadro 1. Composición química (%) de la pulpa de café ensilada a 0, 90, 120 y 240 días en Caripe, Monagas.

Componente	Tiempo, días				Promedio	CV†
	0	90	120	240		
Materia seca	87,30bc‡	95,53a	86,16c	88,10b	89,27	6,45
Ceniza	9,12c	12,46b	22,12a	23,80a	16,87	3,65
Materia orgánica	90,88a	87,53b	77,91c	76,93c	83,31	0,60
Extracto etéreo	3,86a	3,27b	3,24bc	3,02c	3,34	0,67
Proteína cruda	3,87d	25,18c	30,52a	25,82b	29,42	0,93
Extracto libre de N	60,29a	26,55b	8,24c	10,93d	26,50	0,69
Taninos	0,06	0,23	0,30	0,34	0,23	3,1 x 10 ⁻⁴

†CV: Coeficiente de variación.

‡ Letras distintas en la misma fila indica diferencia estadísticamente significativa entre medias (P<0,05).

obtenidos para cenizas superaron a los señalados por Braham y Bressani (1978) y Ferrer *et al.* (1995).

Materia orgánica

A diferencia de los contenidos de ceniza en la pulpa ensilada los tenores de materia orgánica disminuyeron con el tiempo. La comparación entre los tiempos de ensilaje permite señalar que el tratamiento al inicio del ensayo presentó el mayor tenor de materia orgánica. El tiempo de 90 días de ensilaje presentó valores elevados de materia orgánica; sin embargo, fue inferior al tratamiento con 0 días de ensilaje y superior a los tratamientos con 120 y 240 días de ensilaje. Este comportamiento puede ser debido a que la fermentación no se había estabilizado a mediano plazo bajo las condiciones experimentales.

De manera general, los resultados de materia orgánica y ceniza observados en esta investigación permiten inferir las bondades de la pulpa de café para la alimentación animal y que además puede ser utilizada para mejorar la condición nutricional del suelo, como lo ratifican los estudios de Braham y Bressani (1978) y García *et al.* (1987).

Extracto etéreo

Se constataron diferencias significativas entre los tratamientos a diferentes tiempos de ensilaje y el tratamiento con la pulpa fresca presentó los mayores tenores, el cual fue diferente de los demás tratamientos. El valor promedio de extracto etéreo en

este experimento fue 3,34%, mientras que Braham y Bressani (1978) y Ferrer *et al.* (1995) reportaron 2,6 y 5,02%, respectivamente. La explicación para estas discrepancias entre los valores encontrados y señalados en la literatura se pueden explicar debido a que las pulpas analizadas se sometieron a varios tiempos de fermentación y no se le adicionó aditivo como lo hizo Ferrer *et al.* (1995). Como producto de ese proceso de fermentación natural que experimento la pulpa al ser colocada en el silo se modificaron los tenores de grasa, siendo que durante la fermentación anaeróbica se favorece la actividad enzimática de los microorganismos presentes en la pulpa de café, la cual es muy rica en azúcares fermentables. Estos azúcares pudieron contribuir hasta cierto límite con la formación de sustancias solubles en compuestos orgánicos.

En la literatura no se dispone de información sobre diferentes tiempos de ensilaje de la pulpa de café y contenido de extracto etéreo, aunque Braham y Bressani (1978) reportaron valores de 0,48 y 2,6% para la pulpa de café fresca y almacenada de dos a tres días, respectivamente. En este estudio los valores estuvieron alrededor de 3% aproximadamente, lo que indica que el tiempo de ensilaje pudiera tener relación con estos valores.

Proteína cruda

El valor promedio de la proteína cruda en todos los tiempos de ensilaje fue 21,35%; sin embargo, su

valor al inicio del proceso de ensilaje fue 3,87% y a partir de los 90 hasta los 120 días de ensilado los valores oscilaron entre 25,18 y 30,52% y después con 240 días de ensilaje los valores disminuyeron a 25,82% (Cuadro 1). Se detectaron diferencias significativas para el tiempo con 120 días de ensilaje con los mayores valores promedios de proteína cruda y estadísticamente diferente de los demás tratamientos. La pulpa recién obtenida presentó los menores valores de proteína cruda y fue estadísticamente diferente al resto de los otros tiempos.

González (1990) clasificó a los forrajes y otros alimentos para animales como de regular calidad cuando contiene valores entre 7 y 9% de proteína y de buena calidad con valores comprendidos entre 9 y 11%, lo que significa que si se excluye el tiempo de inicio del ensilaje, el contenido de proteína cruda en la pulpa de café se torna como un alimento de particular valor nutricional. Braham y Bressani (1978) y Ferrer *et al.* (1995) señalan valores de 10,7% y 11,58 de proteína cruda, respectivamente, para la pulpa de café. Particularmente, los valores promedios de proteína cruda obtenidos en este experimento (21,35%) superaron los valores antes señalados y solo están por debajo de estos tenores al momento de comenzar la etapa de ensilado. Por otra parte, si se utilizara la pulpa ensilada con más de 90 días, no limitaría la producción de leche en vacas porque González (1990) establece que estas requieren entre 11 y 12% de proteína cruda. Algo similar pasaría con las gallinas ponedoras las cuales requieren niveles entre 12 y 15% de proteína, mientras que para los cerdos en crecimiento-levante, ceba y engorde requieren entre 14 y 16%, 13 y 14%, 12 y 13%, respectivamente, de proteína cruda. Para corderos entre 5 y 7 meses que necesitan niveles de proteína entre 12 y 14%, la pulpa de café puede aportar cantidades de proteína cruda superior a sus requerimientos.

Extracto libre de nitrógeno

El valor promedio del extracto libre de nitrógeno fue de 26,50% (Cuadro 1) y su tendencia en el comportamiento fue inversa a los tenores de la proteína cruda. Estos valores disminuyeron con el tiempo de ensilaje de la pulpa. Hubo diferencias significativas a nivel de tratamientos, encontrándose a los 240 días los menores valores de extracto libre de nitrógeno (10,93%), lo que explica el aumento de los tenores de proteína cruda para este mismo tiempo de

ensilaje. El resultado obtenido por Ferrer *et al.* (1995) de extracto libre de nitrógeno fue 61,46%, similar al obtenido al momento de iniciar el ensayo.

En la formulación de un determinado alimento, se desea un bajo valor de extracto libre de nitrógeno, pero altos valores de otros compuestos como proteína, grasa y en algunos casos de fibra, lo cual depende del tipo de especie animal a la cual se le suministre la pulpa de café como sustituyente en dietas. De igual forma, Ferrer *et al.* (1995) señalan que fracciones con altos valores de extracto libre de nitrógeno (61,46%) limitan la utilización de la pulpa de café en la alimentación de bovinos, aunque ese obstáculo se eliminaría con la incorporación de melaza y tubérculos en la dieta.

Taninos

Para esta variable, el tiempo de ensilaje no afectó la concentración de taninos presente en la pulpa. El valor promedio de taninos de este ensayo (0,23%) fue inferior en relación a los reportados por Braham y Brezani (1978) de 1,8 a 8,5% y Ferrer *et al.* (1995) de 1,95%. Posiblemente, el proceso de fermentación en el silo pudo inactivar biológicamente a los taninos. Clifford y Ramírez (1991) realizaron un trabajo con cinco muestras de granos de café y sus correspondientes pulpas obtenidas de dos especies de café y de dos híbridos asociados para los cuales no detectaron taninos en el grano de café, así como tampoco taninos hidrolizables en la pulpa.

Se considera que los taninos junto a sustancias pépticas totales, azúcares reductores, azúcares no reductores, cafeína, ácido clorogénico y ácido caféico total son responsables de la toxicidad de la pulpa de café (Braham y Bressani, 1978), por lo que se presume que el hecho de tener la pulpa de café por tanto tiempo fermentada estimula la actividad de las reacciones enzimáticas que pueden convertirlas en sustancias inocuas o de afectar la disponibilidad de las proteínas u otros compuestos de interés en la alimentación.

CONCLUSIONES

1. La composición química de la pulpa de café fermentada mostró variación en sus tenores a través del tiempo de ensilaje.
2. Los mayores valores de ceniza se encontraron a los 240 días de fermentación, mientras que la materia orgánica y el extracto libre de

nitrógeno presentaron sus menores valores a los 240 días.

3. A los 120 días la pulpa de café fermentada en anaerobiosis presentó los mayores tenores de proteína cruda, menores valores de extracto libre de nitrógeno y valores muy bajos de taninos, lo que le proporcionan alto valor nutricional y potencialmente podría ser recomendada en la elaboración de dietas para animales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos a los investigadores Ursulino Manrique y Damelis Sanabria por la revisión crítica del manuscrito y por la redacción del resumen en ingles.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 13^{ra} ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, EUA.
- Acosta I., A. Márquez, T. Huérfano e I. Chacón. 1997. Evaluación de la pulpa de café en aves: digestibilidad y energía metabolizable. Arch. Latinoam. Prod. Anm., 5(1): 311-312.
- Amaya L.F., B. Celis, P.R. Farrera, A.M. García, M.J. Manrique, J. Medina, A. Murillo, A. Romero, L. Sánchez, A.M. Sayazo, R. Silva Acuña, N. Yáñez e Y. Zavala. 1988. Paquete Tecnológico para la Producción de Café. No. 6. FONAIAP. Maracay, Venezuela.
- Bautista O., M. Useche, P. Pérez y F. Linares. 1999a. Utilización de la pulpa de café ensilada y deshidratada en la alimentación de cachamay (*Colossoma x Piaractus*). En Ramírez J. (Ed.) Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal. CDCH. Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 109-135.
- Bautista O, N. Molina y L. Rodríguez. 1999b. Utilización de la pulpa de café ensilada con melaza y bacterias en raciones para conejos en crecimiento y engorde. X Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal, Venezuela.
- Bautista O., E. Barrueta y L. Acevedo. 1999c. Utilización de la pulpa de café ensilada en raciones para cerdos en crecimiento y acabado. En Ramírez J. (Ed.) Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal. CDCH. Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 84-101.
- Bautista O., J. Pernía, D. Barrueta y M. Useche. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido de cachamay (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*). Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 15(1): 33-40.
- Braham J. y R. Bressani. 1978. Coffee pulp. Composition, technology and utilization. Institute of Nutrition of Central America and Panama. Inter. Develop. Res. Centre. Ottawa, Canadá.
- Cabezas T., M. Menjivar, B. Murillo y R. Bressani. 1977. Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pulpa de café. Informe anual. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Castillo E., Y. Acosta, N. Betancourt, E. Castellanos, A. Matos, V. Tellez y M. Cerdá. 2002. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. Revista aquaTIC, 16. Disponible en <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=143>.
- Clifford N. y J. Ramirez. 1991. Tannins in wet-processed coffee beans and coffee pulp. Food Chem., 40: 191-200.
- Egan H. y R. Kirkl. 1987. Análisis Químico de los Alimentos de Pearson. Continental. Ciudad de México, México.
- Ferrer J., G. Páez, M. Chirino y Z. Mármol. 1995. Ensilaje de la pulpa de café. Rev. Fac. Agron. LUZ, 12: 417-428.
- Ferreira I., J. Olalquiaga, J. Teixeira y C. Pacheco. 2000. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. Rev. Bras. Zootec., 29(2): 89-100.
- Ferreira I., J. Olalquiaga y J. Teixeira. 2003. Componentes de carcaça e composição de alguns cortes de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x

- Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. *Rev. Bras. Zootec.*, 32(6): 178-199.
- Flores R. 1976. Uso de la pulpa de café en la alimentación de bovinos de carne y leche. *En* Ramírez J. (Ed.) Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal. CDCH. Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 1- 27.
- García C. y R. Bayne. 1974. Cultivo de *Tilapia aurea* (Staindachner) en corrales alimentadas artificialmente con gallinaza y un alimento preparado con 30% de pulpa de café. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.
- García N. 1994. Los Usos del Café. Imprenta de Mérida. Mérida, Venezuela.
- Maestre A. 1977. Evaluación de la pulpa de café como abono para almácigos. *Cenicafé*, 28(1): 18-26.
- Mayorga E. 2005. La pulpa de café: residuo o alimento. Universidad Central del Ecuador, Quito. Disponible en línea en <http://www.ugr.es/~ri/antiores/dial03/d28-3.htm>
- Moreau Y., J. Arredondo, I. Perraud y S. Roussos. 2003. Utilización dietética de la proteína y de la energía de la pulpa de café fresca y ensilada por la tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Bra. Arco. Biol. Technol.*, 46(2): 35-347.
- Ramírez J. 1987. Compuestos fenólicos de la pulpa de café: Cromatografía de papel de la pulpa fresca de 12 cultivares de *Coffea arabica* L. Turrialba, 37: 317-323.
- Ramirez J. 1998. Coffee pulp is a by product, not a waste. *Tea Coffee Trade J.*, 170: 116-123.
- Ramos M., N. González, C. Ramírez y F. Sánchez. 2000. Actividad antioxidante de la pulpa de café y sus derivados. VI Jornadas Científico Técnicas Univ. Nac. Exp. Táchira, San Cristóbal, Táchira, Venezuela. Disponible en línea en <http://www.unet.edu.ve/~frey/varios/decinv/VIJCT/CIENCIAS%20RESUMENES.htm#C24>
- Romero I., T. Huérfano, I. Calderón y A. Méndez. 1995. Aceptabilidad y digestibilidad de la pulpa de café ensilada en aves. *En* Ramírez J. (Ed.) Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal. CDCH. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Steel R. y J. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia.