

## Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal

### Use of silage of coffee pulp in animal feed

<sup>a</sup>Dixon Fabián Flórez-Delgado<sup>a</sup>, Enrique Rosales-Asensio<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Magister en Sistemas Sostenibles de Producción, dixon.florez@unipamplona.edu.co, orcid:0000-0002-3915-8396, Universidad de Pamplona, Pamplona – Colombia

<sup>b</sup>Ingeniero Industrial, enrique.rosales.uned@gmail.com, orcid:0000-0003-4112-5259, Universidad de la Laguna, España

Recibido: 2 de Junio de, 2017, Aceptado: 29 de diciembre de 2017

Forma de citar: D.F Flórez-Delgado, E. Rosales-Asensio, “Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal”, Mundo Fesc, vol. 15, no. 1, pp. 73-82, 2018.

#### Resumen

---

El interés en el estudio de los residuos de cosecha y pos cosecha del café, son el resultado del análisis de una serie de factores como la necesidad de identificar nuevas alternativas alimenticias para uso animal. El uso de la pulpa de café ha sido tema de muchos estudios en los que se llega a la conclusión de que los residuos y sub-productos del café pueden usarse de varias maneras en la alimentación animal, ofreciendo así, un manejo sostenible ambientalmente en la agroindustria de este grano. El objetivo de esta revisión, es mostrar las bondades y restricciones del uso de la pulpa de café ensilada como alternativa nutricional, económica y ambiental en la producción pecuaria. El proceso de beneficio del café, inicia con la recolección del grano en campo y finaliza con su secado. Durante estas etapas, se obtiene la pulpa de café como subproducto, que se convierte en una opción alimenticia para los sistemas de producción pecuarios, en donde se busca reducir los costos de producción debido a la dependencia de los alimentos comerciales. Una manera de aprovechar este subproducto, es a través del ensilaje, que gracias a la fermentación se reduce la presencia de algunas sustancias no deseables como la cafeína y los polifenoles que en altas concentraciones pueden afectar el bienestar de los animales. En los rumiantes de leche, se puede incluir en un rango del 20 al 40% del alimento balanceado sin afectar los indicadores productivos, y para animales en ceba hasta un 15%. En monogástricos, se puede incluir un 30% en peces, en aves y cerdos hasta en un 15%. De esta manera, se concluye que la incorporación de pulpa de café en la alimentación de animales, es una alternativa económica, productiva y ambientalmente viable que conlleva a la sostenibilidad de la empresa pecuaria.

**Palabras clave:** Alternativa nutricional, caficultura, costos de producción, monogástricos, rumiantes.

#### Abstract

---

The interest in the study of crop residues and post-harvest coffee is the result of the analysis of a number of factors such as the need to identify new food alternatives for animal use. The use of coffee pulp has been the subject of many studies in which it is concluded that coffee residues and by-products can be used in various ways in animal feed, thus offering environmentally sustainable management in the agroindustry of this grain. The objective of this review is to show the benefits and restrictions of the use of silage coffee pulp as a nutritional, economic and environmental alternative in livestock production. The coffee benefit process begins with the harvest of the grain in the field and ends with its drying.

During these stages, coffee pulp is obtained as a by-product, which becomes a food option for livestock production systems, where it is sought to reduce production costs due to the dependence on commercial foods. One way to take advantage of this by-product is through silage, which thanks to fermentation reduces the presence of some undesirable substances such as caffeine and polyphenols that in high concentrations can affect the welfare of animals. In milk ruminants, it can be included in a range of 20 to 40% of the balanced feed without affecting the productive indicators, and for fattening animals up to 15%. In monogastric, you can include 30% in fish, poultry and pigs up to 15%. In this way, it is concluded that the incorporation of coffee pulp in animal feed is an economical, productive and environmentally viable alternative that leads to the sustainability of the livestock business.

Key words: Nutritional alternative, coffee production, production costs, monogastric, ruminants.

Autor para correspondencia:

\*Correo electrónico:

dixon.florez@unipamplona.edu.co

© 2018 Fundación de Estudios Superiores Comfanorte. Este es un artículo bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Para el año 2050, según estudios realizados por la FAO, se espera que la población mundial ascienda a 2,400 millones de personas, lo que implica que la producción agropecuaria debe aumentarse en un 100%, especialmente en alimentos proteicos para satisfacer la demanda mundial [1]. De igual manera, se deben ofrecer productos de fácil adquisición, que faciliten el consumo por parte de la población tratando de estabilizar los precios[2]. Ante la dificultad que se tiene, de reducir los costos de producción debido a la importación de materias primas[3] se hace necesario identificar alternativas nutricionales para la producción pecuaria, que cumplan este objetivo, pero que también sean sostenibles ambientalmente hablando[4]. Teniendo en cuenta estos aspectos, se considera que la pulpa de café cumple con los parámetros nutricionales, económicos y ambientales, para sustituir parcialmente las materias primas nutricionales empleadas en la alimentación animal en busca de la sostenibilidad de las empresas agropecuarias[5].

## Producción de café

La industria del café en Colombia, tiene gran importancia en la estabilidad social y económica del país [6]. Las variaciones en los mercados, el cambio climático, los escenarios políticos y la geografía [7] han cambiado, haciendo que los entornos de producción en los departamentos cuya actividad cafetera es primordial presenten grandes transformaciones para responder a estos retos [6].

En Colombia, la superficie apta para la producción del sistema cafetero es de 7.300.000 hectáreas, siendo el café verde para exportación el principal producto [8]. El país cuenta con producción constante de este fruto a lo largo del año, destacando dos cosechas, una principal y una en menor proporción denominada travesa, característica que permite abastecer los mercados internacionales durante todo el año [9].

En el país, la gran mayoría de este cultivo está ubicado en las zonas de ladera de las tres cordilleras, y en menor proporción en la Sierra Nevada de Santa Marta. De la misma manera, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, se encuentran ubicadas las zonas cafeteras [8]

## Beneficio del café

El proceso de beneficio del café, consiste en un conjunto de operaciones cuyo objetivo es la transformación del café cereza en pergamino seco [10] conservando la calidad del fruto, evitando pérdidas y permitiendo aprovechar los subproductos. El proceso inicia con la cosecha de los frutos maduros, su recibo por medio de tolvas, el despulpado en húmedo o en seco y su clasificación por medio de zarandas. La remoción del mucílago, tiene como finalidad eliminar la capa que cubre el pergamino a través de su descomposición y posterior lavado[11].

Finalmente se realiza el secado, ya sea de manera natural con luz solar o de manera artificial con el uso de secadoras [12]. En la figura 1, se observa las etapas de transformación de la cadena de valor del café.

### Uso de la pulpa de café en alimentación animal

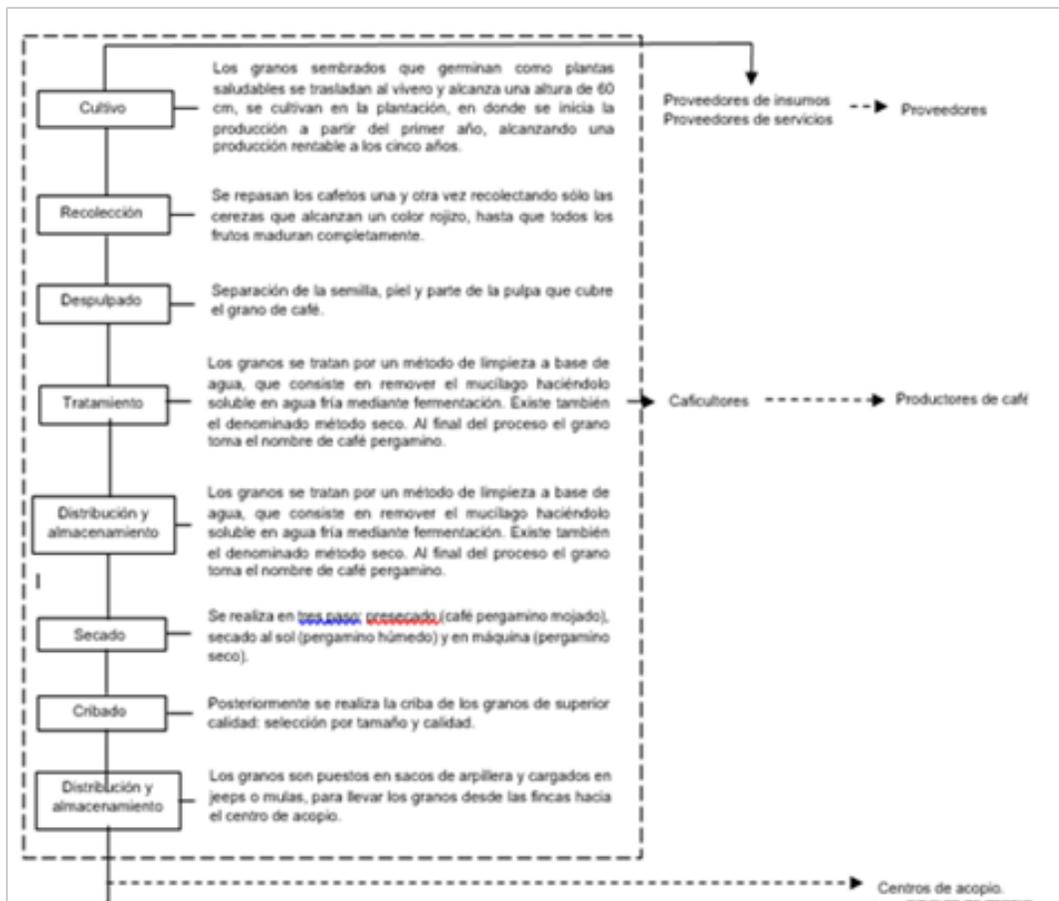
Del proceso de beneficio del café, se generan grandes cantidades de subproductos: pulpa en un 39,4%, mucilago 21.6% y cascarilla 10,4% [14], que generalmente son vertidos a fuentes hídricas y suelo ocasionando su contaminación [15], debido a su difícil manejo y disposición final. Se ha explorado con éxito la posibilidad de utilizar estos residuos en alimentación animal, especialmente en rumiantes [16]. La pulpa de café ha sido la más frecuentemente incorporada a los sistemas de alimentación, a través de su uso en silos gracias a su aceptable composición nutricional (Tabla 1) [15].

Tabla I. Composición nutricional del ensilaje de pulpa de café en diferentes tiempos de fermentación.

<b>Característica</b>	<b>0 días</b>	<b>90 días</b>	<b>120 días</b>	<b>240 días</b>	<b>Promedio</b>
Materia seca %	87.30	95.53	86.16	88.10	89.27
Ceniza %	9.12	12.46	22.12	23.80	16.87
Materia orgánica %	90.88	87.53	77.91	76.93	83.31
Extracto etéreo %	3.86	3.27	3.24	3.02	3.34
Proteína cruda %	3.87	25.18	30.52	25.82	21.35
Fibra %	22.86	22.53	35.88	36.42	29.42
Extracto libre de nitrógeno %	60.29	26.55	8.21	10.93	26.50
Taninos	0.06	0.23	0.30	0.34	0.23

Fuente. Noriega, Silva y García [15]

Para la implementación en dietas para animales, se debe evitar la formación de hongos, para lo cual se puede tratar con hidróxido de calcio y secar bajo presión. Así mismo, puede ser mezclada con otros ingredientes como caña de azúcar, melaza y urea para ensilar y conservar hasta por 18 meses sin sufrir ninguna alteración en su composición y representar un riesgo para la salud y bienestar animal [17].



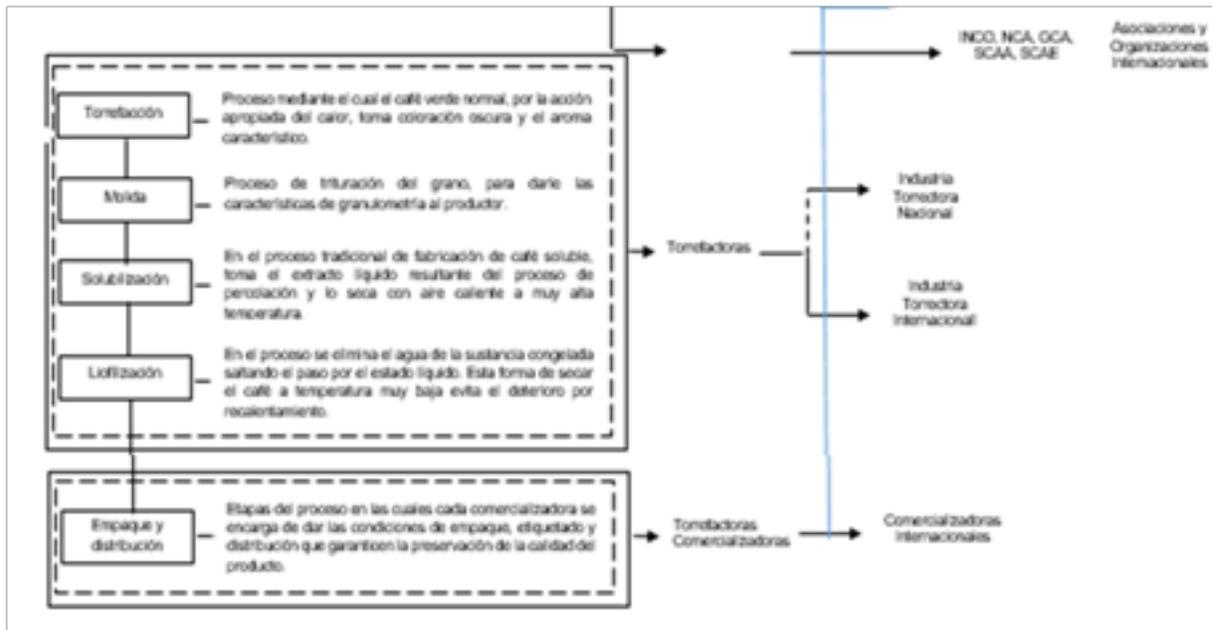


Figura 1. Etapas de transformación de la cadena de valor del café

Fuente: García y Olaya [13]

Para que los resultados de la implementación de la pulpa de café en alimentación animal sean satisfactorios, se recomienda que su inclusión se realice de manera gradual [14], [18]. Cuando la pulpa se obtiene por el proceso seco, ésta tiende a ser fibrosa, muy similar a un forraje, mientras que cuando se procesa por el método húmedo su valor nutritivo es más completo [19]. En vacas lactantes su inclusión puede ser hasta un máximo de 20% en la ración, sin afectar su producción, mientras que en porcinos se puede manejar un 16% obteniendo excelentes resultados.

Un método viable desde de punto de vista técnico y económico para suministrar ensilaje de pulpa de café a rumiantes especialmente, es a través del ensilaje [20]. En este proceso de fermentación anaeróbica, los microorganismos presentes conducen a la formación de productos finales de dos, tres y cuatro carbonos, especialmente ácido láctico a partir del [21], que conlleva a un descenso del pH a niveles que impiden el desarrollo de otro tipo de microorganismos [22]. Este proceso de ensilaje, ayuda a la reducción de otras sustancias presentes en la pulpa de café, como cafeína y derivado de taninos, considerados como factores antinutricionales [5] y favorecer así su uso en alimentación animal [23].

### Uso en rumiantes

Para [23], la pulpa de café posee valores nutricionales muy similares a un forraje tropical de buena calidad. La inclusión de pulpa de café en rumiantes, se ha realizado en forma de ensilaje o deshidratada, reemplazando los alimentos balanceados comerciales, principales suplementos alimenticios en animales productores de leche [24]. Este nivel de incorporación en la dieta puede ir en el rango del 20 al 40% del alimento balanceado o del 10 al 20% de la ración base seca, sin afectar los parámetros de producción [25]. Para rumiantes en ceba, se pueden manejar valores del 20 al 30% de la ración, siendo muy importante en sistemas de producción intensivos [26]. Valores superiores a estos, disminuyen el consumo de materia seca, la ganancia de peso, afectando drásticamente el crecimiento y desarrollo de los animales [27]. Trabajos realizados en ovinos en fase de ceba, concluyen que niveles de inclusión del 15% de ensilaje de pulpa de café, no afectan los parámetros productivos de esta especie, aunque hay mejor desempeño en el momento de comparar hembras y machos [28]. Así mismo, [29], evaluaron diferentes niveles de inclusión de pulpa de café tratada con urea y semillas de soya en cordero híbrido y puros, sin afectar significativamente el rendimiento en canal en esta especie.

### Uso en monogástricos

Se han realizado varios ensayos en especies monogástricas, especialmente en peces. [30], incluyeron la pulpa de café en un 30% como ingrediente en la elaboración de alimento balanceado en tilapias, encontrando muy buenos resultados en cuanto a ganancia de peso. [31], incluyeron la pulpa de café ensilada en cachamas, con niveles de inclusión del 0, 10, 15 y 20%, sin evidenciar diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso.

En aves también se han realizado ensayos, en donde se evalúa la pulpa de café, mediante pruebas de consumo y aceptación. [32], adicionaron inóculos de bacterias acidolácticas en la pulpa de café ensilada a niveles de 0, 5, 10 y 15%, encontrando que se favorece significativamente en el consumo y ganancia de peso en el nivel de inclusión del 15%. Por otra parte, [33], suministraron niveles de inclusión de 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de pulpa de café ensilada en gallos, concluyendo que inclusiones superiores al 5% afectan la digestibilidad de la materia seca y energía metabolizable.

[23], señalan que el proceso de ensilaje es el método para preservar la pulpa de café. Estos autores evaluaron la respuesta de cerdos alimentados con diferentes dietas, incluyendo la pulpa de café, encontrando que este suplemento alimenticio arroja datos similares a la dieta control. [31] evaluaron parámetros productivos con la inclusión de pulpa de café ensilada con melaza, concluyendo que niveles del 20% en la etapa de crecimiento y 15% en fase de ceba, no afecta el desempeño productivo de estos animales.

Algunas sustancias presentes en la pulpa de café

En la pulpa de café, existen varias sustancias que en altas concentraciones pueden afectar su valor nutritivo [34], además de ocasionar algunos efectos no deseables en los animales en los que haga parte de su dieta, incluso llegar a ocasionar la muerte [29]. A continuación, se describen algunas de ellas:

### Cafeína

La cafeína es un alcaloide del tipo purín metilada, que tiene un efecto fisiológico en los rumiantes, dado por un aumento grande en la actividad motora del animal. Para [22], existe un 0.85% de ese alcaloide en pulpa de café fresca ensilada, mientras que [35] señalan valores de 11.7%. Este aumento de la actividad motora, incrementa el gasto energético en el animal, ocasionando ganancias de peso menores al afectar la conversión alimenticia del organismo [23], [22], favorecido, por la eliminación elevada y más rápida de nitrógeno del animal, debido al incremento de la evacuación urinaria [29]. [35] señalan valores de 11.7% de cafeína en la pulpa de café ensilada, inferior a la que presenta la pulpa de café fresca, por lo que esos niveles afectarían la nutrición de los rumiantes cuando es suministrada en grandes cantidades.

### Fenoles libres

Este tipo de compuesto, puede afectar la digestibilidad de los nutrientes por parte del animal (Mazzafera 2002), especialmente de las proteínas, al ligarlos con sustancias y complejos no aprovechables afectando su catabolismo [37]. Se estima que hay alrededor de un 2.6% de esta sustancia en la pulpa de café, y para [38], el proceso de fermentación ocurrido en el ensilaje, reduce estos niveles hasta el punto de no causar efectos negativos en el animal[39].

### Taninos

Una de las principales características de los taninos, es su capacidad de ligar las proteínas, evitando su absorción en el organismo y su aprovechamiento final[40], disminuyendo de esta manera la disponibilidad biológica de este nutriente [41], [42]. [43], [44], [45], [46], [47]. Las concentraciones de taninos en la pulpa de café oscilan entre 1.8 y 8.5%, disminuyendo cuando ésta es ensilada [38]. [28]. Para los rumiantes, toleran 28g/100Kg de peso vivo sin manifestar ninguna afectación en su organismo [48], [49], [50].

## Referencias

- [1] FAO, “100 Datos en 14 temas conectado a las personas, la alimentación y el planeta”, 2015. [En línea]. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mdg/100\\_facts/100facts\\_ES.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mdg/100_facts/100facts_ES.pdf). [Accedido: abril de 2018].
- [2] E.J Trigo, L, et al., *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2014.
- [3] L. Londoño, et al., “Caracterización del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y pulpa de café (*Coffea arabica*) como sustrato en fermentación en estado sólido”, *Rev. Agronomía Colombiana* 34(1Supl.), pp. S1156-S1158, 2016.
- [4] A. Noriega, “Composición química de la pulpa de café ensilada a diferentes tiempos y uso potencial en la alimentación animal”, proyecto, Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela, 2007.
- [5] E. Mayorga, “La pulpa de café: Residuo o alimento”. [En línea]. Disponible en: <https://www.ugr.es/~ri/antiores/dial03/d28-3.htm>.
- [6] DFederación Nacional de Cafeteros de Colombia–FNC, “La política cafetera 2010-2014”. [En línea]. Disponible en: [https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/1La\\_politica\\_cafetera\\_2010-2014.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/1La_politica_cafetera_2010-2014.pdf)
- [7] J. Echavarría, P. Esguerra, D. McAllister y C. Robayo, *Informe de la misión de estudios para la competitividad de la caficultura en Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario, 2015.
- [8] A. Toledo and B. Burlingame, “Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development”, *J. Food Comp. Anal*, vol. 19, no. 6-7, pp. 477-483, 2006.
- [9] P. Arcila, F. Farfán, A. Moreno, L. Salazar y E. HIncapié, “Sistemas de producción de café en Colombia”. Chinchiná, Colombia: Cenicafé, 2007.
- [10] ] G. Puerta, “Buenas prácticas agrícolas para el café”, 2006. [En línea]. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0349.pdf>
- [11] A. Peñuela, “Estudio de la remoción de mucílago de café a través de fermentación natural” trabajo de fin de máster, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia, 2010.
- [12] A. Noriega, R. Silva, M. García, “Utilización de pulpa de café en alimentación animal”, *Zootecnia Trop*, vol. 26, no. 4, pp. 411-419, 2008..
- [13] . García, E. Olaya, “Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café”. *Cuad. Adm*, vol. 19, no. 31, pp.197-217, 2006.
- [14] H. Pajoy, “Evaluación de las ganancias de peso en cerdos alimentados con ensilaje de pulpa de café en la finca El Cabuyo de la vereda Alto Cañada del municipio de la plata Huila”, trabajo de fin de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, La Plata, Huila, 2017.
- [15] A. Noriega, R. Silva, M. García, “Utilización de pulpa de café en alimentación animal”, *Zootecnia Trop*, vol. 26, no. 4, pp. 411-419, 2008.

- [16] R.R Pinto, *et al.*, "Sustitución de melaza por mucílago de café (*Coffea arabica* L.) en bloques nutricionales para rumiantes", *Rev. Arch. Zootec.* Vol. 63, no. 241, pp. 65-71, 2014.
- [17] J Rathinavelu, R., y Graziosi, G. 2008. Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. ICS-UNIDO, Science Park, Padriciano, Trieste, Italia; Departamento de Biología de la Universidad de Trieste (Italia).
- [18] Rodríguez, N. 2003. Ensilaje de pulpa de café. Chinchiná, Colombia. Cenicafé, Avances Técnicos N° 313. 8 p.
- [19] EC. 2012. Innovating for sustainable growth: A bioeconomy for Europe, com Final. European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: [http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf)
- [20] Blandón, S., Blandon, N., Torres, K. 2012. Validación de ensilaje elaborado a partir de pulpa de café como una alternativa de alimentación de ganado lechero en dos etapas de experimentación [Tesis]. Recinto Universitario Augusto C. Sandino, Universidad Nacional de Ingeniería, Estelí-Nicaragua. 147 p.
- [21] Lozano J., Galindo, J. García, J. Martínez, J, Peñafiel, P., y Solano, F. 2000. *Bioquímica y Biología Molecular para Ciencias de la Salud*. 2da ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España.
- [22] J. Ferrer, M. Páez, y Z. Mármol, Ensilaje de la pulpa de café, *Rev. Fac. Agron. LUZ*, vol. 12, pp. 417-428, 1995.
- [23] 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.
- [24] Cabezas, M., Flores, A., y Egaña, J. 1977. Uso de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. En Braham J. y R. Bressani (Eds). Coffee Pulp. Composition, Technology and Utilization. Institute of Nutrition of Central America and Panama. Inter. Develop. Res. Centre. Ottawa, Canadá. pp. 95-104.
- [25] 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. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. pp. 1-27.
- [26] A. Piñeiro, *et al.*, "Potential of condensed tannins for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity", *Arch Med Vet*, no. 47, pp. 263-272, 2015.
- [27] E. Vargas, M. Cabeza, R. Bressani, "Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Absorción y retención de nitrógeno en novillos alimentados con concentrados elaborados con pulpa de café deshidratada." *Agron. Costar*, vol. 1, no. 2, pp. 101-106, 1977.
- [28] I. Ferreira I, J. Olalquiaga, J. Teixeira, C. Pacheco, "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*, vol. 29, no. 2, pp. 89-100, 2000.

- [29] I. Ferreira, J. Olalquiaga, J. Teixeira, “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*, vol. 32, no. 6, pp. 178-199, 2003.
- [30] García C. y Bayne, R. 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.
- [31] Bautista, E., Useche, M., Pérez, P., Linares, F. 1999. 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. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela, pp. 109-135.
- [32] Romero, I., Huérfano, T., Calderón, I., Méndez, A. 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. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. pp. 88-105.
- [33] I. Acosta, A. Márquez, T. Huérfano, I. Chacón, “Evaluación de la pulpa de café en aves: digestibilidad y energía metabolizable”, *Arch. Latin. Prod. Anim*, vol. 5, no. 1, pp. 311-312, 1997.
- [34] Belitz, H.-D.; Grosch, W.; Schieberle, P. 2009. Coffee, tea, cocoa. In H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle (Eds.). *Food Chemistry*, 4th ed., pp. 938-951
- [35] A. Ferreira, C. Aguiar, J. Olalquiaga, V. Dos Santos, R. Cardoso, “Factores antinutricionais da casca e da polpa desidratada do café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos”, *Rev. Bras. Zootec*, vol. 30, no. 4, pp. 1331-1352, 2001.
- [36] Mazzafera P. 2002. Degradation of caffeine by microorganisms and potential use of decaffeinated coffee husk and pulp in animal feeding. [Tesis]. Depto. Fisiología Vegetal – Instituto de Biología/UNICAMP, Brasil. 7 p.
- [37] E. Bautista, J. Pernía, D. Barrueta, M. Useche, “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*, vol. 15, no. 1, pp. 33-40, 2005
- [38] R. Gómez, G. Bendaña, J. Gonzalez, E. Braham, R. Bressani, “Relación entre los niveles de inclusión de la pulpa de café y contenido proteínico en raciones para animales monogástricos”, *Arch. Latinoam. Nutr*, vol. 35, no. 5, pp. 422-437, 1985.
- [39] M. Grembecka, E. Malinowska, P. Szefer, “Differentiation of market coffee and its infusions in view of their mineral composition”, *Sc. Total Environ*, vol. 383, no. 1, pp. 59-69, 2007.
- [40] D. Pujol, et al., “The chemical composition of exhausted coffee waste”. *Ind. Crops Prod*, no. 50, pp. 423-429, 2013.

- [41] J. Ramírez, “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.
- [42] González N. 1990. Alimentación Animal. América C.A. Ciudad de México, México
- [43] N. González, J. Ramírez, J. Aldana, N. Clifford, “Analysis of proanthocyanidins in coffee pulp”, **J. Sci. Food Agric**, no. 65, pp. 157-162, 1994.
- [44] Clifford, N., y Ramirez, J. 1991. Tannins in wetprocessed coffee beans and coffee pulp. *Food Chem.*, 40: 191-200.
- [45] Clifford, N., Ramirez, J., Adams, R., y Menezes, C. 1991. Tannins in the sundried pulp from the wet-processing of arabica coffee beans. 14to Colloque Scientifique International Sur le Café. Australasian Society for Infectious Diseases, Paris. Pp.23-236
- [46] N. González, et al, “Isolation, characterization and determination of biological activity of coffee proanthocyanidins”, *J. Sci. Food Agric*, no. 77, pp. 368-373, 1998.
- [47] Ramirez, J. 1998. Coffee pulp is a by product, not a waste. *Tea Coffee Trade J.*, 170: 116-123
- [48] S. Noriega, A. Silva y M. García, “Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal”, *Zootec Trop*, no. 27, pp. 135-141, 2009.
- [49] Gómez, G. 2010. Cultivo y beneficio del café. *Revista de Geografía Agrícola*, núm. 45, julio-diciembre, 2010, pp. 103-193 Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México
- [48] O. Ocampo, L. Álvarez, “Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia”, *Apuntes CENES*, Vol. 36, no. 64, pp. 139-165, 2017.