

# Residuos de la producción de cacao (*Theobromacacao L.*) como alternativa alimenticia para rumiantes

Residues from cocoa production (*Theobroma cacao L.*) as a food alternative for ruminants

José Humberto Vera Rodríguez<sup>1\*</sup> ; Walther Jacinto Jiménez Murillo<sup>1</sup> ; Martha Cecilia Naula Mejía<sup>1</sup> ;  
Ulbio Javier Villa Cárdenas ; Franklin Andres Zaruma Quito ; Gloria Yamilet Montecé Maridueña ;  
Walter Jesus Cabrera Carreño ; Fabiana Nicolle Zambrano Valencia ; Celia Maribel Astudillo Ludizaca 

<sup>1</sup>Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga. Carrera Tecnología Superior en Producción Agropecuaria. La Troncal, Cañar. Ecuador.

\*Correspondencia: [humbertorichi@hotmail.com](mailto:humbertorichi@hotmail.com)

Recepción: 27 abril 2021 | Aprobación: 12 julio 2021 | Publicación: 5 agosto 2021

## RESUMEN

Se evaluó las características nutricionales y de digestibilidad de los residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el cantón La Troncal: cascara, cascarilla y placenta de cacao en los materiales genéticos ARRIBA y CCN-51. Fue determinada la composición química de las muestras en base a materia seca a través del análisis proximal (materia seca, humedad, proteína cruda, cenizas, grasa, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno); Determinación de fibra (fibra detergente neutra FDN, fibra detergente ácida FDA y lignina detergente neutra LDA); Valor energético (energía bruta); y degradabilidad de la materia seca *in situ* en bovinos fistulados a nivel del rumen, utilizando animales de genética Brahman mestizos de 450 Kg ± 20 Kg de peso vivo. Las muestras fueron incubadas dentro del rumen mediante bolsas de nylon, durante 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas. Los resultados mostraron valores aceptables para la alimentación de bovinos en base al contenido de nutrientes, fibra, energía bruta y degradabilidad. En conclusión, los residuos de la producción de cacao (cascara, cascarilla y placenta de cacao) en las variedades (ARRIBA y CCN-51) pueden ser utilizadas como materias primas alternativas para alimentación animal o como ingredientes dentro de la formulación de dietas para rumiantes.

**Palabras clave:** Cacao; degradabilidad; nutricional; residuo; rumiante.

## ABSTRACT

The nutritional and digestibility characteristics of cocoa production residues (*Theobroma cacao L.*) in La Troncal canton were evaluated: cocoa husk, husk and placenta in genetic materials ARRIBA and CCN-51. The chemical composition of the samples was determined based on dry matter through proximal analysis (dry matter, moisture, crude protein, ash, fat, crude fiber, nitrogen-free extract); Fiber determination (FDN neutral detergent fiber, FDA acid detergent fiber and LDA neutral detergent lignin); Energy value (gross energy); and degradability of dry matter *in situ* in fistulated bovines at the rumen level, using crossbred Brahman genetics animals weighing 450 Kg ± 20 Kg of live weight. The samples were incubated inside the rumen using nylon bags, for 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The results showed acceptable values for bovine feeding based on the content of nutrients, fiber, gross energy and degradability. In conclusion, the residues of cocoa production (cocoa husk, husk and placenta) in varieties (ARRIBA and CCN-51) can be used as alternative raw materials for animal feed or as ingredients in the formulation of diets for ruminants.

**Keywords:** Cocoa; degradability; nutritional; residue; ruminant.

## Como citar (Vancouver).

Vera-Rodríguez JH, Jiménez-Murillo WJ, Naula-Mejía MC, Villa-Cárdenas UJ, Zaruma-Quito FA, Montecé-Maridueña GY et al. Residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) como alternativa alimenticia para rumiantes. Rev Colombiana Cienc Anim. Recia. 2021; 13(2):e839. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.839>

## INTRODUCCIÓN

La ganadería padece de sucesos limitantes de forrajes durante determinadas estaciones del año, por tal motivo los ganaderos deben optar por alternativas alimenticias como suplemento dentro de la alimentación de sus animales (1). La producción de cacao genera una gran cantidad de residuos a través del proceso de post-cosecha, los mismos que son desaprovechados eliminando al medio ambiente esta gran carga contaminante (2). Por lo que es necesario analizarlas, con el fin de poderlas anexar a las técnicas alimenticias ganaderas y ofrecer alternativas sostenibles, mejorando los agroecosistemas (3).

Según datos oficiales de FAOSTAT (4) en el año 2019 se ha reportado a nivel mundial una superficie de 12'234.311 hectáreas destinadas al cultivo de cacao, con una producción anual de 5'596.397 toneladas; mientras que en Ecuador se encuentran registradas alrededor de 525.435 hectáreas destinadas a este cultivo con una producción de 283.680 toneladas/año; de la superficie Ecuatoriana cultivada de cacao el 83 % corresponde a cacao nacional o criollo ARRIBA y el restante, 17 % a otros tipos de cacao trinitario, entre ellos CCN-51 (5). Peritos en la producción cacaotera establecieron que en este tipo de cultivo solo es aprovechado el 10 % del peso del fruto fresco, un 90 % concierne a productos de desecho, como la cáscara de cacao y su placenta que representa el 75 % del peso total de las mazorcas cosechadas (6).

El análisis proximal de los residuos de cacao determina una alternativa nutricional fundamentalmente en cuanto a su contenido de extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y fibra bruta (7). La técnica de degradación *in situ* ha sido ampliamente adoptada para evaluar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos en el rumen (8). Técnicas que simulan el ambiente ruminal son ampliamente utilizadas para caracterizar la cinética de degradación de recursos forrajeros. Entre ellas, la técnica *in situ* o de las bolsas suspendidas en rumen, es de las más ampliamente utilizadas (9).

Por estas consideraciones, el presente estudio consistió en evaluar la composición química, energética, fibra, cinética y degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de los residuos de cosecha de cacao (*Theobroma cacao L.*) (cáscara, cascarilla y placenta de cacao) en las variedades (ARRIBA y CCN-51) como alternativa alimenticia para rumiantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de estudio.** Esta investigación se desarrolló en el cantón La Troncal de la Provincia de Cañar, Ecuador. Ubicado dentro de las coordenadas geográficas: 2°28'22" y 2°30'05" latitud sur, y entre 79°14'14" y 79°31'45" longitud oeste. Con una extensión aproximada de 32,780 hectáreas, altitud entre los 24 y 200 metros, la temperatura media es de 24.6°C., mínima 20.9°C y máxima 29.2°C (10).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del cantón La Troncal.

**Manejo de la investigación.** La investigación es de tipo descriptiva, se tomó una muestra de cada residuo de la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) (cáscara, cascarilla y placenta de cacao) en las variedades (ARRIBA y CCN-51). Las muestras fueron deshidratadas a temperatura ambiente, posteriormente en una estufa de aire forzado a 65°C por 48 horas para determinar el contenido de materia seca y someterlas a los sucesivos análisis:

**Análisis proximal.** Siguiendo lo establecido en las normas de la A.O.A.C. (11) se determinó la materia seca, proteína cruda, cenizas, grasa, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno.

**Análisis de fibra.** Se empleó la metodología descrita por Goering (12) para analizar el contenido de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácida (LDA).

**Energía bruta.** Fue determinada mediante una bomba calorimétrica IKA C 2000, siguiendo lo establecido por las normas A.O.A.C. (11).

**Degradabilidad *in situ*.** Se empleó la técnica de bolsas de nylon, descrita por Orskov (9) en dos bovinos mestizos Brahman de 450 ± 20 Kg de peso vivo, fistulados a nivel del rumen. Se incubaron dos muestras por cada residuo durante 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas.

Para determinar los cálculos de la cinética de degradabilidad ruminal *in situ* se empleó la función SOLVER del programa Excel de Microsoft Office 2016.

## RESULTADOS

En la Tabla 1, se muestran los resultados del análisis químico proximal, contenido de fibra y energía bruta de las muestras de residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) (cascara, cascarilla y placenta de cacao) en las variedades (ARRIBA y CCN-51) en base a materia seca.

**Tabla 1.** Análisis de residuos de cacao en base a materia seca (MS).

ANÁLISIS	Valor	Variedades de Cacao					
		ARRIBA			CCN-51		
		Cascara	Cascarilla	Placenta	Cascara	Cascarilla	Placenta
<b>PROXIMAL</b>							
Proteína Cruda	(%)	5.00	6.23	13.22	3.26	8.50	9.25
Grasa	(%)	4.60	8.84	5.09	4.93	11.72	4.02
Ceniza	(%)	11.78	9.67	8.22	12.11	9.20	10.77
Fibra	(%)	39.49	18.06	20.01	34.84	17.49	22.16
Extracto Libre de Nitrógeno	(%)	39.13	57.20	53.46	44.86	53.09	53.80
Materia Seca Total	(%)	22.30	95.28	29.15	22.27	97.03	16.82
<b>FIBRA</b>							
FDN	(%)	56.72	48.32	19.32	54.98	50.74	18.17
FDA	(%)	49.28	35.13	12.24	48.76	37.21	11.39
LDA	(%)	33.92	24.76	5.33	30.25	26.43	4.58
<b>ENERGÍA BRUTA</b>							
Energía Bruta	(Mcal/Kg)	4.41	4.72	4.69	4.40	4.90	4.48

El contenido de materia seca de los residuos de cacao fueron los siguientes en promedio: (48.91% en la variedad ARRIBA) y (45.37% en la variedad CCN-51). La proteína cruda de la materia seca se presentó con un (8.15% en promedio) en la variedad ARRIBA, mientras que en la variedad CCN-51 (7.00% en promedio), valores que se consideran adecuados para la alimentación de bovinos. Sin embargo, el aporte de grasa de la materia seca de estos residuos presentó en promedio en el cacao variedad ARRIBA (6.20%) y en la variedad CCN-51 (6.80%). Los valores de cenizas en base a la materia seca de, 9.80% en promedio en la variedad ARRIBA y la variedad CCN-51 10.70% en promedio. Mientras que el contenido de fibra presentó en promedio el 25.85% en el cacao variedad ARRIBA y 24.83% en la variedad CCN-51. El Extracto Libre de Nitrógeno presente en el cacao variedad ARRIBA fue del 49.94% y en la variedad CCN-51 50.58%.

Las fracciones de fibras en base seca de los residuos de cacao mostraron en promedio: FDN (41.45% en la variedad ARRIBA y 41.30% en la variedad CCN-51); FDA (32.22% en la variedad ARRIBA y 32.45% en la variedad CCN-51); LDA (21.32% en la variedad ARRIBA y 20.42% en la variedad CCN-51). Sin embargo, el contenido de energía bruta de los

residuos de cacao en base seca mostró en promedio 4.61 Mcal/Kg en la variedad ARRIBA y 4.59 Mcal/Kg en la variedad CCN-51.

En la tabla 2 se aprecia la cinética y degradabilidad *in situ* (%) de la Materia Seca (MS) en residuos de cacao (*Theobroma cacao L.*) (cascara, cascarilla y placenta de cacao) en las variedades (ARRIBA y CCN-51).

**Tabla 2.** Cinética y Degradabilidad *in situ* (%) de la Materia Seca (MS) en residuos de cacao.

Tiempo de incubación ruminal	Variedades de Cacao					
	ARRIBA			CCN-51		
	Cascara	Cascarilla	Placenta	Cascara	Cascarilla	Placenta
0	13.95	16.42	22.75	12.63	12.75	25.30
3	17.34	20.60	29.54	15.73	20.31	29.58
6	20.36	24.23	35.29	18.52	26.16	33.41
12	25.44	30.13	44.26	23.26	34.18	39.87
24	32.67	37.95	55.28	30.16	41.84	49.13
48	40.08	44.94	63.83	37.54	45.55	58.75
72	43.01	47.21	66.07	40.65	46.02	62.63
96	44.17	47.95	66.66	41.96	46.08	64.19
<b>Potencial de degradación</b>						
a (fracción soluble)	13.95	16.42	22.75	12.63	12.75	25.30
b (fracción insoluble pero potencialmente degradable)	30.98	31.88	44.12	30.28	33.34	39.95
c (fracción indegradable)	55.07	51.70	33.13	57.10	53.91	34.75
Degradabilidad potencial (a+b)	44.93	48.30	66.87	42.90	46.09	65.25
Kd (tasa de degradabilidad, % hora)	0.039	0.047	0.056	0.036	0.086	0.038
<b>Degradabilidad efectiva</b>						
Tasa pasaje de 2% hora <sup>-1</sup>	34.36	38.76	55.22	32.10	39.79	51.43
Tasa pasaje de 5% hora <sup>-1</sup>	27.45	31.84	46.00	25.31	33.81	42.50
Tasa pasaje de 8% hora <sup>-1</sup>	24.04	28.20	40.86	22.04	30.00	38.12

En el cacao variedad ARRIBA, los residuos analizados resultaron con una concentración de componentes solubles de rápida degradabilidad a nivel celular, ya que la fracción soluble de materia seca presenta un valor inicial en la cascara de 13.95% de degradabilidad, incrementándose tan solo a 44.17% a las 96 horas; de igual manera en la cascarilla de cacao en donde a la hora 0 muestra un 16.42% de degradabilidad y a las 96 horas 47.95%; sin embargo, la placenta de cacao a la hora 0 presenta una degradabilidad del 22.75% y a las 96 horas 66.66%.

Los residuos del cacao variedad CCN-51, presentan una mediana degradabilidad al final del tiempo evaluado esto se debe posiblemente a la concentración de los componentes solubles a nivel celular contenido en los residuos, observando que la fracción soluble de materia seca presente en la cascara a la hora 0 tiene el 12.63% de degradabilidad, aumentándose tan solo a 41.96% a las 96 horas; en la cascarilla de cacao a la hora 0 muestra un 12.75% de degradabilidad, llegando a las 96 horas a 46.08%; mientras que, la placenta de cacao presenta una degradabilidad del 25.30% a la hora 0 y a las 96 horas 64.19%.

## DISCUSIÓN

Rengifo et al (13) evaluaron la composición química de la cascara de cacao, obteniendo los siguientes resultados (0.80% de grasa, 6.80% de fibra, 8.21% de cenizas, 45.23% de lignina y 30.70% de celulosa). Villamizar (14) evaluó las propiedades físico-químico de la harina de cáscara de cacao, evidenciando valores de 11.39% de Cenizas, 0.71% de Grasa, 74.93% de Extracto Libre de Nitrógeno, 20.52% de Fibra y 4.14 (Mcal/Kg) de Energía bruta.

Sin embargo, Abarca et al (15) en su estudio de residuos de cacao nacional, encontró valores de Ceniza 8.92% en la cascara de cacao y 7.33% en la cascarilla de cacao, 2.40% de Grasa en la cascara de cacao y 2.22% en la cascarilla de cacao, 44.18% de Extracto Libre de Nitrógeno en la cascara de cacao y 44.18% en la cascarilla de cacao, 33.26% de Fibra Cruda en la cascara de cacao y 21.38% en la cascarilla de cacao, 64.92% de Fibra Dietaria Total en la cascara de cacao y 61.44% en la cascarilla de cacao, 59.74% de Fibra Dietaria Insoluble en la cascara de cacao y 41.92% en la cascarilla de cacao, 4.74% de Fibra Dietaria Soluble en la cascara de cacao y 19.14% en la cascarilla de cacao.

Padilla et al (16) encontró los siguientes resultados en su caracterización del valor nutricional de la cascarilla de cacao como residuo para la alimentación del ganado (91.1% de materia seca, 23.6% de proteína cruda, 10.6% de grasa, 8.9% de ceniza, 24.6% de extracto libre de nitrógeno, 32.3% de fibra, 28.7% de FDN, 1.38 Mcal/Kg de energía neta, 61.31% de NDT y 77.4% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca), residuos de utilidad en la alimentación de ganado vacuno en el trópico.

Morejón et al (17) caracterizó la composición química de la placenta de cacao, resultando un contenido de 87.88% de materia seca, 5.65% de cenizas, 9.91% de proteína, 23.13% de fibra, 8.90% de grasa, 40.29% de extracto libre de nitrógeno y 280.89 Kcal/100g de energía. La explicación de las diferencias de los valores nutritivos de los residuos analizados, podría residir fundamentalmente en la anatomía, fisiología, bioquímica y composición morfológica de la planta de cacao. A pesar de esto, los valores obtenidos presentan un aceptable contenido de nutrientes que pueden ser bien aprovechados por los bovinos.

La formulación de dietas alimenticias en base a subproductos agrícolas y sus residuos de pos-cosecha, para la alimentación de rumiantes se presenta como una alternativa viable para optimizar la producción ganadera (18). Sin embargo, el contenido de fibra de los residuos de cacao es aceptable por los rumiantes para el funcionamiento de su metabolismo, aprovechándola para el mantenimiento, producción y reproducción, ya que por sus propiedades nutricionales consigue optimizar las funciones ruminales, en dependencia a la cantidad suministrada diariamente.

Consecuentemente dadas las características propias de los residuos analizados, la degradabilidad de la materia seca depende del contenido y de la digestibilidad de la fibra detergente neutra (FDN), así mismo, su baja degradabilidad se debe a la presencia de una alta fracción de lignina contenida en los desechos analizados, lo cual podría limitar el grado de consumo en los animales y liberación de nutrientes reportados en el análisis proximal. De igual manera los resultados de la cinética de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca, presentan un mediano valor nutricional apropiado para la suplementación de rumiantes.

Vera-Rodríguez et al (19) realizó similar investigación en residuos de caña de azúcar, sosteniendo que los residuos orgánicos pueden ser aprovechados dentro de la alimentación animal siempre y cuando sus características estructurales y químicas le permitan una aceptable degradabilidad ruminal.

En conclusión, los residuos de la producción de cacao (cascara, cascarilla y placenta de cacao) en las variedades (ARRIBA y CCN-51) pueden ser utilizadas como materias primas alternativas para alimentación animal o como ingredientes dentro de la formulación de dietas para rumiantes.

A demás, por su alta disponibilidad debido a la superficie cultivada de cacao en Ecuador, resulta interesante una mayor profundidad de estudio, ya que, implementando un adecuado sistema de conservación, podría convertirse en una opción nutricional fundamentalmente en épocas secas donde hay una baja disponibilidad de pasto para el ganado bovino.

### Conflicto de intereses

Declaramos no tener conflictos de interés con respecto al trabajo presentado en este informe.

### REFERENCIAS

1. Cárdenas-Villanueva LA, Bautista-Pampa JL, Zegarra-Paredes JL, Ramos-Zuniga R, Gómez-Quispe OE, Barreto-Carbajal JS, Degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del Pisonay (*Erythrina falcata*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2016; 27(1):39-44. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11461>
2. Constante-Bonnané E, Cortina-Cayón G, Rodríguez-Cambas A, Peña-Arias Y, Álvarez-Cambas E. Mini-industria para el procesamiento de los residuos del cacao. Hombre, Ciencia Y Tecnología. 2020; 24(2):63-72. <http://www.ciencia.gtmo.inf.cu/index.php/http/article/view/1039>
3. Valenciaga D, López J R, Galindo J, Ruiz T y Monteagudo F. Cinética de degradación ruminal de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* recolectados en la región oriental de Cuba. Livestock Research for Rural Development. 2018; 30(11):186. <http://www.lrrd.org/lrrd30/11/daiky30186.html>

4. FAOSTAT. Datos. Producción. Cultivos. Cacao. 2019; Consultado: (15 marzo de 2021). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
5. Cuví RMB, Rodríguez GY, Elena CKM, Asanza M, Soria S. Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. en vivero del 'Recinto el Capricho', Provincia de Napo, Ecuador. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología. 2013; 2(1):31-40. <https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/efecto-abonos-organicos-cultivo-de-cacao-revista-cientifica-articulo-4-vol-2-N-1.pdf>
6. Barazarte H, Sangronis E, Unai E. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2008; 58(1):64-68. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/1/art-9/>
7. Chafía AL, Rodríguez Z, Boucourt R, Torres V. Caracterización bromatológica de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao*), procedente de siete cantones de la Amazonia, Ecuador. Cuban J Agric Sci. 2016; 50(2):245-252. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2079-34802016000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802016000200008)
8. Rosero Noguera R, Posada SL, Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. Rev Colomb Cienc Pecu. 2016; 20(2):174-82. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324134>
9. Orskov E, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science Cambridge. 1979; 92:499-503. <https://doi.org/10.1017/s0021859600063048>
10. GAD Municipal La Troncal. Datos generales ciudad La Troncal. Consultado: (15 marzo de 2021). Disponible en: <http://www.latroncal.gob.ec/WEB17/VARIOS/CIUDAD.PHP>
11. A.O.A.C. Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 20th ed. Association of Official Analytical Chemists: Washington DC; 2016. <https://www.techstreet.com/products/preview/1937367>
12. Goering MK, Van Soest PJ. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook No. 379, USDA, Washington DC; 1970. <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT87209099/PDF>
13. Rengifo JDH, Prieto LV, Cabrera ACO, & Alzate LSG. Extracción de almidón de cáscara de cacao *Theobroma cacao* L. como alternativa de bioprospección. Revista ION. 2020; 33(2):25-34. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020002>
14. Villamizar Jaimes Y, Rodríguez Guerrero J, León Castrillo L. Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51. Cuaderno Activa. 2017; 9(9):65-75. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/421>
15. Abarca D, Martínez R, Muñoz JJ, Torres MP, Vargas G. Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: Fuentes promisorias de fibra dietaria. Revista Tecnológica-ESPOL. 2010; 23(2): 63-69. <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/57>
16. Padilla DJG, Curi LMF, Mendiola AEL, Alcarráz RER, Lozano VH, Carrillo SGG, Bravo CAG. Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. Ciencia & Tecnología Agropecuaria. 2020; 21(2):1-14. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num2\\_art:1374](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374)
17. Morejón Lucio R, Vera Chang J, Vallejo Torres C, Morales Rodríguez W, Díaz Ocampo R, Alvarez Aspiazú A. Valor nutricional de la placenta deshidratada de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional, para la elaboración de barras nutricionales. Revista Conamti. 2018; 5(11):57-62. <https://www.researchgate.net/publication/332186906>
18. Núñez-Torres OP, Rodríguez-Barros MA. Subproductos agrícolas, una alternativa en la alimentación de rumiantes ante el cambio climático. J Selva Andina Anim Sci. 2019; 6(1):24-37. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2311-25812019000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2311-25812019000100004&script=sci_arttext)
19. Vera-Rodríguez JH, Medranda-Parraga TL, Siguencia-Chuya JA, Mendieta-Franco RA, Pérez-Guallpa MJ. Caracterización nutricional de los residuos orgánicos en la caña de azúcar del cantón La Troncal. Hombre, Ciencia y Tecnología. 2021; 25(2):110-119. <http://www.ciencia.gtmo.inf.cu/index.php/http/article/view/1154>