Caracterización nutricional de los residuos orgánicos en la caña de azúcar del cantón La Troncal

Nutritional characterization of organic residues in the sugar cane of La Troncal canton

Vera-Rodríguez, José Humberto; Medranda-Parraga, Tania Liceth; Siguencia-Chuya, Jenny Andreina; Mendieta-Franco, Rosa Angélica; Pérez-Guallpa, María Julia

José Humberto Vera-Rodríguez
humbertorichi@hotmail.com
Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal, Cañar, Ecuador., Ecuador

Tania Liceth Medranda-Parraga
tanialiceth19940404@gmail.com
Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal, Cañar, Ecuador., Ecuador

Jenny Andreina Siguencia-Chuya
andreinasiguencia97@hotmail.com
Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal, Cañar, Ecuador., Ecuador

Rosa Angélica Mendieta-Franco
angelica23m@hotmail.com
Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal, Cañar, Ecuador., Ecuador

María Julia Pérez-Guallpa
marip5543@gmail.com
Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal, Cañar, Ecuador., Ecuador

Hombre, Ciencia y Tecnología
Instituto de Información Científica y Tecnológica, Cuba
ISSN-e: 1028-0871
Periodicidad: Trimestral
vol. 25, núm. 2, 2021
cienciagtmo@ciget.gtmo.inf.cu

Recepción: 05 Enero 2021
Aprobación: 02 Marzo 2021

URL: http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/441/4412286013/index.html

Resumen: El objetivo fue determinar las características nutricionales de residuos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) del cantón La Troncal. Se tomaron las muestras necesarias para el estudio. Se determinó la composición química, de fibras; energía bruta y degradabilidad *in situ* en bovinos mestizos Brahman de 450 Kg ± 20 Kg, fistulados a nivel del rumen, la incubación de las muestras se dio mediante la técnica de bolsas de nylon, manejadas durante los tiempos previstos. Resultando ser una alternativa en la alimentación animal, las características estructurales y químicas de los residuos de caña de azúcar analizadas, pueden ser utilizadas en la dieta de rumiantes debido a que mostraron un valor nutricional aceptable, con valores admisibles de degradabilidad de la materia seca *in situ*. Mientras tanto el contenido de fibra y porcentaje de fracción de lignina contenida, podría limitar su degradabilidad, consumo y aporte nutricional.

Palabras clave: Caña de azúcar, degradabilidad, residuos.

Abstract: The objective was aimed to determine the nutritional characteristics of sugarcane residues (*Saccharum officinarum* L.) from La Troncal canton. Samples necessary for the study were taken. The chemical composition of fibbers was determined; Gross energy and in situ degradability in 450 Kg ± 20 Kg Brahman crossbred cattle, fistulated at the rumen level, the incubation of the samples was carried out using the nylon bag technique, handled during the times: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. Turning to be an alternative in animal feed, the structural and chemical characteristics of the sugarcane residues analysed can be used in the ruminant diet because they showed an acceptable nutritional value, with admissible values of degradability of the dry matter in if you. Meanwhile, the fibber content and percentage of lignin fraction contained could limit its degradability, consumption and nutritional contribution.

Keywords: Sugarcane, degradability, residues.

Introducción

La caña de azúcar desarrolla un incremento en su demanda de producción a nivel agroindustrial, motivo a la alta demanda en el mercado de azúcar y melaza por aspectos macroeconómicos a nivel mundial (Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E., 2019). El cultivo de caña de azúcar es una de las importantes actividades económicas en varios países, siendo fundamentales para el desarrollo agrícola de los estados (Orozco, Ó., & Ramírez, G., 2016).

Según FAOSTAT, (2019) a nivel mundial existe una superficie de 26´777.041 hectáreas destinadas al cultivo de caña de azúcar, con una producción anual de 1.949´310.108 toneladas; y en Ecuador se encuentran registradas alrededor de 121.812 hectáreas destinadas a este cultivo con una producción de 9´257.700 toneladas/año.

El cultivo de caña de azúcar brinda las características fundamentales para el desarrollo social y seguridad alimentaria de los pueblos, ya que es considerado un cultivo económicamente viable, ecológicamente sustentable y autoenergético; sin embargo, constan varios estudios tratando de mejorar su producción sin afectar el ambiente, ofreciendo oportunidades al cambio climático gracias a las investigaciones técnico-científicos entre el campo y la industria (Aguilar Rivera, N., 2014).

El éxito para la diversificación del campo cañero y la agroindustria y el desarrollo económico continuo es el progreso del aprovechamiento a la máxima capacidad productiva de todos los recursos de la industria azucarera que responda a un flujo constante de su producto final a la demanda del mercado, partiendo desde el cultivo en el campo cañero y el posterior aprovechamiento industrial de los desechos o subproductos (Aguilar-Rivera, N., 2012).

Los desechos de la producción de caña de azúcar pueden ser utilizados para elaborar harinas, bloques, forrajes y ensilajes para la alimentación de los rumiantes, de esta manera se mejora su producción mediante un sistema sostenible y amigable con el medio ambiente (Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E., 2019).

Los residuos y desechos de la industria azucarera y su viable aprovechamiento es un tema de discusión en las zonas cañeras, debiéndose cumplir con las disposiciones ambientales de cada país, diversificando así su sistema de producción. Existen variadas opciones para el uso de estos residuos que van desde procesos biotecnológicos sostenibles y adecuadas para la producción de nuevos alimentos, productos químicos y farmacéuticos. Hay que tener en cuenta la opción de reutilizar las porciones producidas durante la producción y no utilizadas en el producto final, las mismas que deben ser analizadas para poder ver la opción de poder ser utilizadas en la aplicación como materia prima para procesos de compostaje o alimentación animal (Basanta, R., *et al.,* 2007).

La principal actividad económica del cantón la Troncal es caracterizada por la producción de caña de azúcar para el abastecimiento a las industrias azucareras de la localidad, donde nace el tema de interés en indagar sobre el contenido de nutrientes que contienen los residuos principales generados en el cultivo. De acuerdo a los anteriormente expuesto, el objetivo de esta investigación fue determinar las características nutricionales de los residuos orgánicos en la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) del cantón La Troncal y en base a sus resultados recomendar su posible uso.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El estudio se realizó en el cantón La Troncal de la Provincia de Cañar, Ecuador. Las coordenadas geográficas son las siguientes: 2º28'22" y 2º30'05" latitud sur, y entre 79º14'14" y 79º31'45" longitud oeste. Su jurisdicción cantonal comprende aproximadamente 32,780 hectáreas. Comprende una altitud entre 24 y

200 m, presenta una temperatura promedio de 24.6 °C., mínima 20.9 °C y máxima 29.2 °C (GAD Municipal La Troncal, 2021).

Manejo del experimento

Consistió en tomar muestras de hojas verdes y secas de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) previo a la cosecha y del bagazo post-procesamiento de dos variedades (CC 8592 y ECU-01), los respectivos pesos se tomaron en una balanza analítica. Para determinar su contenido nutricional, se procedió a la deshidratación a temperatura ambiente y luego en una estufa de aire forzado a 65 °C por 48 horas para determinar el contenido de materia seca presente en sus diferentes fracciones, las muestras fueron sometidas a los siguientes análisis:

Análisis químico proximal. La determinación de la composición química fue realizada en base a materia seca, de acuerdo con las normas de la A.O.A.C., (2016): materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno.

Análisis de fibra. El contenido en fibra detergente neutra (FND), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente neutra (LDA) se determinó según la metodología descrita por Goering & Van Soest, (1970).

Contenido de energía bruta. La energía bruta fue calculada mediante el uso de la siguiente ecuación (EB (Mcal/kg MS) = 5.7 x Proteína Bruta + 9.4 x Grasa Bruta + 4.7 x Fibra Bruta + 4.7 x Extracto Libre de Nitrógeno).

Degradabilidad *in situ.* Las muestras en base a materia seca fueron desarrolladas según lo establecido por Orskov, E., & Mc Donald, I., (1979), mediante el análisis de degradabilidad ruminal in situ en bovinos mestizos Brahman con un peso de 450 Kg ± 20 Kg, fistulados a nivel del rumen. El proceso de incubación de las muestras dentro del rumen se dio mediante la técnica de bolsas de nylon, siendo manejadas durante los siguientes tiempos: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas.

Para estimar los diferentes cálculos y los parámetros de la cinética de degradabilidad ruminal se utilizó la función SOLVER del programa Excel de Microsoft Office 2016.

Resultados y discusión

Análisis químico

La composición química analizada para los residuos de caña de azúcar en las diferentes variedades evaluadas se muestra en la tabla 1.

TABLA 1.
Análisis químico de residuos de caña de azúcar en base a materia seca (MS)

ANÁLISIS DE RESIDUOS DE LA CAÑA DE AZUCAR EN BASE A MATERIA SECA (MS)							
		Variedades de Caña de Azúcar					
		CC 8592			ECU-01		
ANÁLISIS	Valor	Hoja verde	Hoja seca	Bagazo	Hoja verde	Hoja seca	Bagazo
QUÍMICO PROXIMAL							
Proteina Cruda	(%)	4.44	2.88	2.42	5.19	3.2	2.61
Grasa	(%)	1.46	1.82	1.40	1.62	2.07	1.31
Ceniza	(%)	7.86	10.86	2.48	7.71	8.2	2.6
Fibra	(%)	34.17	40.84	34.62	36.16	39.66	29.22
Extracto Libre de Nitrógeno	(%)	52.07	43.60	59.08	49.32	46.87	64.26
Materia Seca Total	(%)	32.69	86.68	33.35	42.92	88.35	35.46
FIBRA							
FDN	(%)	59.78	62.67	68.03	61.24	66.02	69.88
FDA	(%)	32.50	39.42	36.44	34.18	42.89	38.72
LDA	(%)	4.39	5.24	7.10	5.21	7.81	7.8
ENERGÍA BRUTA							
Energía Bruta	(Mcal/Kg)	4.44	4.30	4.67	4.47	4.44	4.67

A partir del análisis químico de los residuos de la caña de azúcar variedad CC 8592 en base seca, se logró obtener los siguientes resultados:

1. La hoja verde está constituida por 4.44% de proteína cruda, 1.46% de grasa, 7.86% de ceniza, 34.17% de fibra, 52.07% de extracto libre de nitrógeno, 32.69% de materia seca total, 59.78% de fibra detergente neutra, 32.50% de fibra detergente acida, 4.39% lignina detergente acida y un contenido de 4.44 (Mcal/Kg) de energía bruta.
2. La hoja seca está compuesta por 2.88% de proteína cruda, 1.82% de grasa, 10.86% de ceniza, 40.84% de fibra, 43.60% de extracto libre de nitrógeno, 86.68% de materia seca total, 62.67% de fibra detergente neutra, 39.42% de fibra detergente acida, 5.24% lignina detergente acida y un contenido de 4.30 (Mcal/Kg) de energía bruta.
3. El bagazo de caña de azúcar contiene 2.42% de proteína cruda, 1.40% de grasa, 2.48% de ceniza, 34.62% de fibra, 59.08% de extracto libre de nitrógeno, 33.35% de materia seca total, 68.03% de fibra detergente neutra, 36.44% de fibra detergente acida, 7.10% lignina detergente acida y 4.67 (Mcal/Kg) de energía bruta.

Sin embargo, el análisis químico en los residuos de la caña de azúcar variedad ECU-01 en base seca, resultó los siguientes valores:

1. Hoja verde: 5.19% de proteína cruda, 1.62% de grasa, 7.71% de ceniza, 36.16% de fibra, 49.32% de extracto libre de nitrógeno, 42.92% de materia seca total, 61.24% de fibra detergente neutra, 34.18% de fibra detergente acida, 5.21% lignina detergente acida y un contenido de 4.47 (Mcal/Kg) de energía bruta.
2. Hoja seca: 3.20% de proteína cruda, 2.07% de grasa, 8.20% de ceniza, 39.66% de fibra, 46.87% de extracto libre de nitrógeno, 88.35% de materia seca total, 66.02% defibra detergente neutra, 42.89% de fibra detergente acida, 7.81% lignina detergente acida y un contenido de 4.44 (Mcal/Kg) de energía bruta.

3. Bagazo de caña de azúcar: contiene 2.61% de proteína cruda, 1.31% de grasa, 2.60% de ceniza, 29.22% de fibra, 64.26% de extracto libre de nitrógeno, 35.46% de materia seca total, 69.88% de fibra detergente neutra, 38.72% de fibra detergente acida, 7.80% lignina detergente acida y 4.67 (Mcal/Kg) de energía bruta.

Es importante señalar que el contenido de nutrientes presente en las dos variedades de caña de azúcar estudiadas (CC 8592 y ECU-01), muestran una aceptable composición nutricional en sus distintos componentes analizados, constituyéndose en subproductos que pueden ser utilizados en la alimentación animal, en especial en dietas de rumiantes. Así también, posee bajos contenidos de proteína, por tanto, es recomendable suplir las necesidades nutricionales de los animales con otras fuentes proteicas, energéticas y minerales.

Gómez-Merino, F., (2018), sostiene que la caña de azúcar posee una fuente potencial de forraje para la alimentación de rumiantes a partir de los subproductos y residuos producidos por las industrias azucareras, generando una alta producción de hojas verdes y secas, un excelente rendimiento de materia seca, un buen aporte de fibra, sacarosa y otros glúcidos solubles muy aprovechados por los bovinos. Además, pueden servir como materia prima para la producción de diversos productos, coproductos, subproductos y derivados de utilidad en numerosas industrias, como la agrícola, la alimenticia (humana y animal), químicas y farmacéuticas (Gómez-Merino F.C., *et al.,* 2015).

Los resultados de esta investigación coinciden con el estudio reportado por Batista, J., *et al.,* (2001), quiénes consiguieron un valor medio de 2.46 % de proteína cruda, un contenido medio de 49.14 % para FDN, de 29.24 % para la FDA y 4.16 % de LDA en muestras de 60 variedades de caña de azúcar. Dependiendo de la madurez del pasto gramínea, los rumiantes pueden digerir del 60 al 70% del FDN (Rosales, R., & Pinzón, S., 2005).

Degradabilidad in situ

La degradabilidad in situ de la materia seca, resultante de los ensayos de degradabilidad ruminal realizados en los diferentes períodos de incubación durante 96 horas, se presenta en la tabla 2.

TABLA 2.
Degradabilidad in situ (%) de la Materia Seca (MS) en residuos de caña de azúcar

DEGRADABILIDAD *IN SITU* (%) DE LA MATERIA SECA (MS)						
	Variedades de Caña de Azúcar					
	CC 8592			ECU-01		
Variables del potencial de degradación	**Hoja verde**	**Hoja seca**	**Bagazo**	**Hoja verde**	**Hoja seca**	**Bagazo**
a (fracción soluble)	23.17	21.25	17.89	23.58	19.62	15.15
b (fracción insoluble potencialmente degradable)	46.53	41.24	41.69	44.35	40.35	41.00
c (fracción indegradable)	30.29	37.51	40.42	32.06	40.03	43.85
Degradabilidad potencial	69.71	62.49	59.58	67.94	59.97	56.15
Kd (tasa de degradabilidad, % hora)	0.057	0.048	0.035	0.045	0.051	0.064
Degradabilidad efectiva						
Tasa pasaje de 2% hora^{-1}	57.65	50.36	44.41	54.34	48.57	46.39
Tasa pasaje de 5% hora^{-1}	48.00	41.45	35.04	44.65	39.95	38.18
Tasa pasaje de 8% hora^{-1}	42.57	36.71	30.57	39.60	35.29	33.38

Dada las características propias de los residuos de la caña de azúcar analizados en sus diferentes variedades en estudio, la degradabilidad de la materia seca es mediana en cuanto a sus valores de degradabilidad aun a las 96 horas, debido a los altos contenidos de fibra y lignina presente, según los resultados reportados en el análisis proximal y de degradabilidad. Hay que destacar que, en la mayoría de las plantas lignificadas, la lignina

afecta mucho la digestibilidad y las reservas de nutrientes de las plantas. En ese sentido, Molina, A., *et al.*, (1999), afirman que las cañas de azúcar para uso animal deben tener un mínimo de 50 % de digestibilidad de la materia seca.

La técnica de la degradabilidad ruminal in situ permite realizar un estudio de alimentos con el uso de bolsas de nylon introducidos en el rumen, descubriendo las características de degradación de los componentes estructurales de la muestra analizada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, durante el proceso de degradación de las partículas en el rumen, estas pueden verse afectadas por elementos innatos del animal y las diferentes características internas de cada alimento, esto con el fin de tener una mejor respuesta predictiva en base a los modelos matemáticos aplicados (Rosero Noguera, R., & Posada, S. L., 2016).

A continuación, en las siguientes **figuras de la 1 a la 6**, se muestran las curvas de la cinética de degradación de la materia seca de los diferentes residuos de la caña de azúcar analizados en las variedades (CC 8592 y ECU-01) durante un tiempo de 96 horas de incubación dentro del rumen.

La evolución de la cinética de degradabilidad de los diferentes residuos de caña de azúcar analizados fue similar a las 96 horas de incubación dentro del rumen, resultando en la variedad CC 8592 (hoja verde 69,51 %; hoja seca 62,08 %; bagazo 58,13 %), variedad ECU- 01 (hoja verde 67,36 %; hoja seca 59,66 %; bagazo 56,06 %).

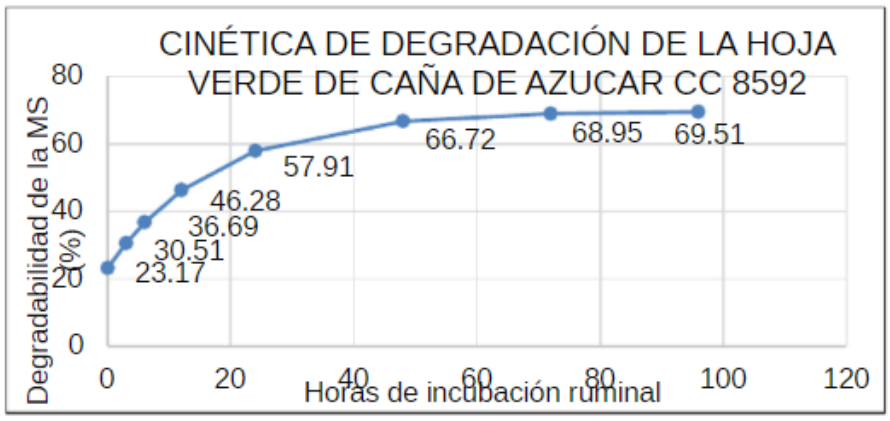


FIGURA 1.
Cinética de degradación de la hoja verde de caña de azúcar variedad CC 8592

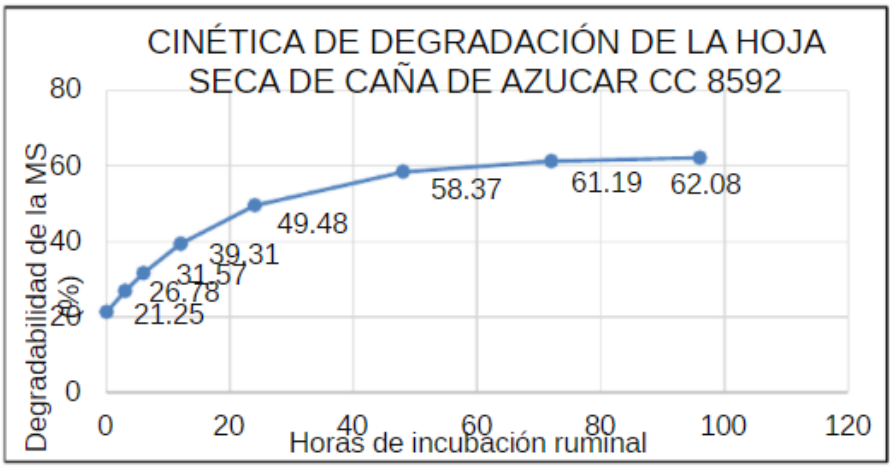


FIGURA 2.
Cinética de degradación de la hoja seca de caña de azúcar variedad CC 8592

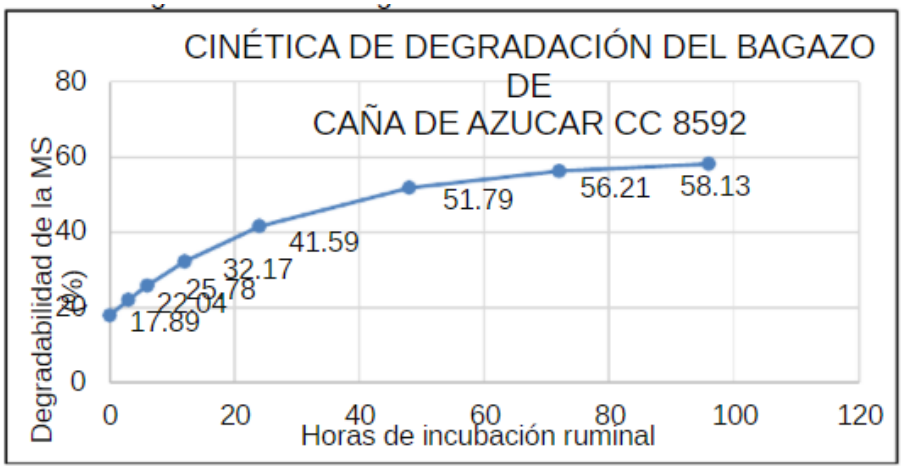


FIGURA 3.
Cinética de degradación del bagazo de caña de azúcar variedad CC 8592

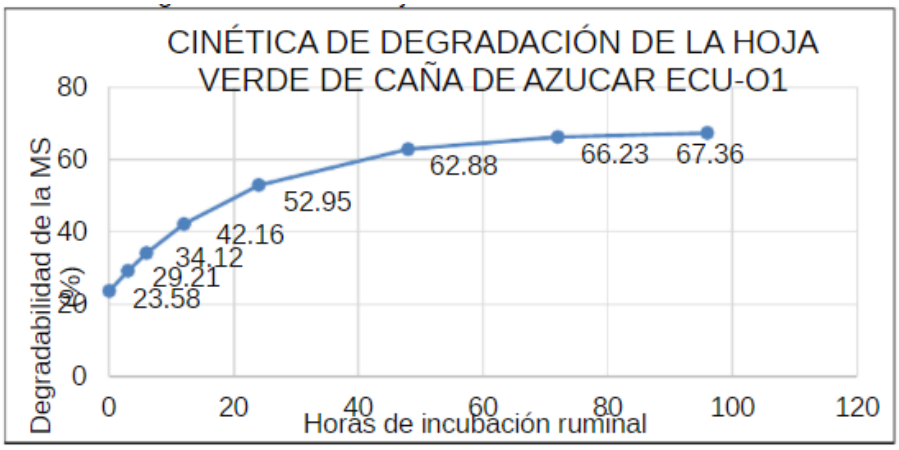


FIGURA 4.
Cinética de degradación de la hoja verde de caña de azúcar variedad ECU-01

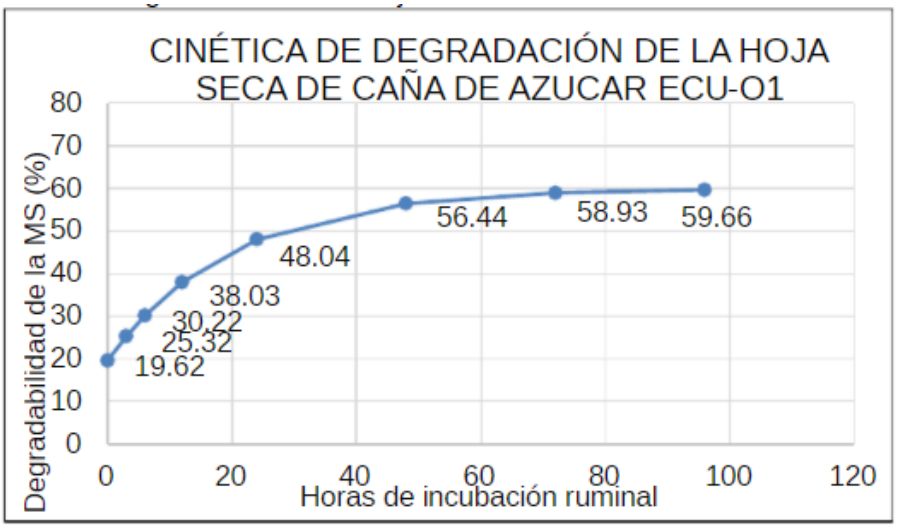


FIGURA 5.
Cinética de degradación de la hoja seca de caña de azúcar variedad ECU-01

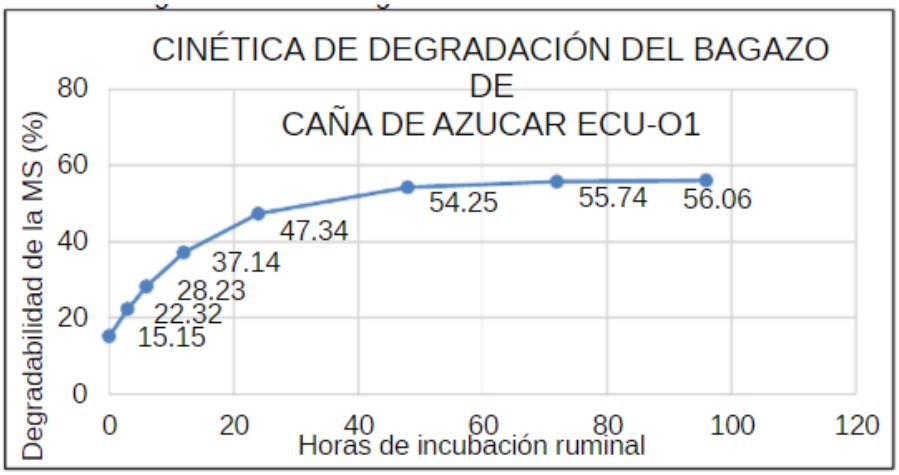


FIGURA 6.
Cinética de degradación del bagazo de caña de azúcar variedad ECU-01

La técnica de degradación in situ mediante la cinética de degradabilidad de la materia seca ha sido ampliamente adoptada para evaluar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos en el rumen. Estos parámetros pueden ser directamente afectados por los horarios de incubación escogidos para construir la curva y el número de unidades experimentales utilizadas para este tipo de estudios. (Rosero Noguera, R., & Posada, S. L., 2016).

Bruni, M., & Chilibroste, P., (2001) consideran que los parámetros de la cinética de fermentación describen la digestión y caracterizan propiedades intrínsecas del alimento que limitan su disponibilidad para el rumiante, determinan la proporción de nutrientes consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal, y dependen de un activo crecimiento y desarrollo de la población microbiana del rumen.

El cultivo de la caña de azúcar representa un gran potencial para la diversificación productiva, debido a su contenido de forraje y otros subproductos con ventajas nutritivas en la alimentación animal, en especial los bovinos pudiendo ser suministrado tanto para la alimentación bajo un sistema estabulado como semiestabulado y pastoreo, como no recomendarlo en combinación con otros complementos alimenticios (Salazar-Ortíz, J., *et al.,* 2017).

Conclusiones

Las características estructurales y químicas de los residuos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedades (CC 8592 y ECU-01), pueden ser utilizadas en la alimentación animal, en especial de rumiantes debido a que mostraron un valor nutricional aceptable, con valores admisibles de degradabilidad de la materia seca *in situ*. Mientras tanto el contenido de fibra y el porcentaje de fracción de lignina contenida en los residuos, podría limitar su degradabilidad, consumo y el aporte nutricional.

Referencias bibliográficas

A.O.A.C. (2016). Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 20th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. Disponible en: https://www.techstreet.com/products/preview/1937367

Aguilar-Rivera, N. (2012). Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México. Convergencia, 19(59), 187-213. Disponible en: http://ref.scielo.org/nb2zv4

Aguilar Rivera, N. (2014). Reconversión de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar en Veracruz México. Nova scientia, 6(12), 125-161. Disponible en: https://doi.org/10.21640/ns.v6i12.37

Basanta, R., Delgado, M. G., Martínez, J. C., Vázquez, H. M., & Vázquez, G. B. (2007). Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: Una revisión sustainable recycling of waste from sugarcane agroindustry: A review. CYTA-Journal of Food, 5(4), 293-305. Disponible en: https://doi.org/10.1080/11358120709487704

Batista, J., E. Ferrari, R. Aparecida, I. Pozar, L. Zimback e M. C. De Andrade. (2001). Composição química de genótipos de cana–de–acúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. Bragantia, Campinas, 63(3), 311-319 Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000300004

Bruni, M. D., & Chilibroste, P. (2001). Simulación de la digestión ruminal por el método de la producción de gas. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 9(1), 43-51. Disponible en: https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/251

FAOSTAT. (2019). Datos. Producción. Cultivos. Caña de Azúcar. Disponible en: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC

GAD Municipal La Troncal. (2021). Datos generales ciudad La Troncal. Consultado: (21 febrero de 2021). Disponible en: http://www.latroncal.gob.ec/WEB17/VARIOS/CIUDAD.PHP

Goering, M.K. & P.J. Van Soest. (1970). Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricul-tural Handbook No. 379, USDA, Washington DC. Disponible en: https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT87209099/PDF

Gómez-Merino F.C., Trejo-Téllez L.I., Sentíes-Herrera H.E., Pérez-Sato J.A., Salazar-Ortiz J. (2015). La Caña de Azúcar Ofrece más que Azúcar: Oportunidades de Diversificación. Agroentorno 166, 24-25. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283043940_La_cana_de_azucar_ofrece_mas_que_azucar_oportunidades_de_diversificacion

Gómez-Merino, F. (2018). Caña de azúcar (Saccharum spp.) en la alimentación de rumiantes: Experiencias generadas con cañas forrajeras. Agro Productividad, 10(11), 70- 75. Disponible en: http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/62

Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. Agronomía Mesoamericana, 30(3), 917-934. Disponible en: https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668

Molina, A., Leal, P. P., Vera, A., Milanés, N., Pedroso, D., Torres, V., ... & Tuero, O. (1999). Evaluación del valor forrajero de variedades industriales de caña de azúcar. Digestibilidad *in situ*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 33(4), 387-392.

Rosales, R. B., & Pinzón, S. S. (2005). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. Ciencia y tecnologia agropecuaria, 6(1), 69-82. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945018010

Rosero Noguera, R., & Posada, S. L. (2016). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias, 20(2), 174-182. Disponible en: https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324134

Orskov, E. & Mc Donald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science Cambridge 92:499-503. Disponible en: https://doi.org/10.1017/s0021859600063048

Orozco, Ó. A., & Ramírez, G. L. (2016). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 15(28), 103-124. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75047635007

Salazar-Ortiz, J., Trejo-Téllez, L. I., Valdez-Balero, A., Sentíes-Herrera, H. E., Rosas- Rodríguez, M., Gallegos-Sánchez, J., & Gómez-Merino, F. C. (2017). Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras. Agroproductividad, 10(11), 70-76. Disponible en: http://revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/62/57