



# DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *in situ* DE TRES RESIDUOS DE VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

## DEGRADABILITY AND RUMINAL KINETICS IN SITU OF THREE RESIDUES OF PASSION FRUIT VARIETIES

(*Passiflora edulis*)

**Italo Espinoza, Alexandra Barrera, León Montenegro, Adolfo Sánchez, Guido Alvarez-  
Diego Romero**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo - Ecuador

**Email:** [iespinoza@uteq.edu.ec](mailto:iespinoza@uteq.edu.ec)

<https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.150>

---

**Resumen:** Se estudió la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de Materia seca (MS) en tres residuos de variedades de maracuyá; T1: amarilla, T2: roja y T3: amarilla y roja. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres bloques (bovinos con rumen fistulado), en siete tiempos de incubación 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, para las diferencias entre medias de tratamientos se usó la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ). La degradabilidad *in situ* de la MS de todos los tratamientos fue similar hasta las 24 horas, a partir de las 48 y 72 horas de incubación en el rumen, el T2 superó al tratamiento T1 y T3 (66,85 y 54,06%). En la cinética ruminal, el T1 fue significativo en la fracción soluble (A) con 10,09%, empero el T2 fue superior en la fracción potencialmente degradable (B) con 57,27%, mientras, la tasa de velocidad de degradación ruminal (c) fue similar en todos los tratamientos (0,50). Sin embargo, en el análisis

---

Recibido: 23 de julio de 2021

Online: 21 de octubre de 2021

Publicado como artículo científico en la Revista de Investigación Talentos 8 (2), 09-17

Aceptado: 10 de octubre de 2021

Publicación: 01 de julio de 2021

de potencial de degradación ruminal (A+B) fue superado por el T2 (62,01%) seguido del T3 y T1 (56,73 y 53,55%). En cuanto a la tasa de pasaje (k0.02) el T2 fue superior con 46,06% al 2%/ hora.

**Palabras clave:** Parámetro ruminal, rumiantes, residuos agrícolas.

**Abstract:** The in situ ruminal kinetics and degradability of dry matter (DM) were studied in three residues of passion fruit varieties; T1: yellow, T2: red and T3: yellow and red. A randomized complete block design was applied with three treatments and three blocks (bovines with fistulated rumen), at seven incubation times 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours, for the differences between treatment means were used the Tukey test ( $P < 0.05$ ). DM in situ degradability of all treatments was similar up to 24 hours, after 48 and 72 hours of incubation in the rumen, T2 exceeded treatment T1 and T3 (66.85 and 54.06%). In ruminal kinetics, T1 was significant in the soluble fraction (A) with 10.09%, however T2 was higher in the potentially degradable fraction (B) with 57.27%, while the rate of ruminal degradation rate (c) was similar in all treatments (0.50). However, in the analysis of ruminal degradation potential (A + B) it was surpassed by T2 (62.01%) followed by T3 and T1 (56.73 and 53.55%). Regarding the passage rate (k0.02), T2 was higher with 46.06% to 2% / hour.

**Keywords:** Ruminal parameter, ruminants, agricultural residues

## I. INTRODUCCIÓN

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es la principal especie del género *Passiflora* L. por su alto potencial económico y distribución, Brasil es el centro de origen del maracuyá y actualmente es cultivado en zonas tropicales los continentes como Ecuador, Brasil, Colombia y Perú, siendo los principales productores mundiales con aproximadamente 640,000 t/año (Ocampo *et al.*, 2013). El uso

de residuos agrícolas de maracuyá, plátano, frejol de gandul, cáscara de piña y otros subproductos agrícolas son muy comunes su uso en la región tropical del Ecuador, existen muchas ganaderías que basan su alimentación en estos residuos en la época seca, muchos de estos se desperdician por no conocer su valor nutricional (Barrera *et al.*, 2017; Espinoza *et al.*, 2017; Montenegro *et al.*, 2018).

En los últimos años, debido a las presiones

económicas, ecológicas y a los nuevos conceptos en seguridad alimentaria, se ha buscado incentivar el estudio de la degradabilidad y cinética ruminal para conocer las propiedades nutritivas y el uso de productos residuales agrícolas y frutícolas en la alimentación de ganado, no sólo como forma de maximizar la eficiencia en la utilización de los recursos y disminuir los costos de producción, sino también, para reducir la competición por alimento entre el hombre y el ganado (García *et al.*, 2015, Barrera *et al.*, 2017; Espinoza *et al.*, 2017, Sánchez *et al.*, 2019).

Los residuos agrícolas, principalmente, la cáscara de maracuyá se utiliza como alimento, sobre todo como forraje en la alimentación de ganado y rumiantes para carne (Barrera *et al.*, 2017; Montenegro *et al.*, 2018; Espinoza *et al.*, 2020). La cáscara de maracuyá y la semilla, que es parte de los residuos, son fuente alternativa de alimentación para animales y puede obtenerse en cualquier temporada del año, la cáscara constituye aproximadamente el 52% del peso de la fruta y se utiliza en la elaboración de abonos, obtención de pectina y fibra dietética, es similar a algunas gramíneas, se trata de una cáscara de fruta potencial para sustituir parte del forraje en la alimentación

de rumiantes (Barrera *et al.*, 2017).

Por tal razón, la cáscara de maracuyá puede constituir una fuente importante de alimentación en época de escasez de alimento. El objetivo de esta investigación es contribuir al conocimiento de la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de tres residuos de variedades de maracuyá, para su posible utilización en las dietas.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador. El residuo de maracuyá se obtuvo en la empresa TROPIFRUTAS S.A. (Quevedo, Ecuador) y consistió principalmente en cáscaras mezcladas con cantidades inferiores de pulpa y semillas. Las muestras representativas de tres residuos de variedades de maracuyá se recogieron para la determinación de la composición química, se secaron en la estufa Memmert ® a 65 °C durante 48 horas y posteriormente se trituraron en un molino Thomas Willy ® con criba de 2 milímetros.

En la determinación de la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS, se preparó una muestra compuesta (500 g) con alícuotas

de la tercera submuestra de los residuos de maracuyá correspondientes a cada tratamiento. La muestra se desecó en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65°C durante 48 h, y se molió en un molino (Model 4 Wiley Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) con criba de 2 milímetros (mm). A continuación 10 g se introdujeron en bolsas de nylon de 10 x 20 cm con un tamaño de poro de 50 micrometros ( $\mu\text{m}$ ). Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 h), se utilizaron dos bolsas en cada uno de tres bovinos Brahman (*Bos indicus*) castrados ( $400 \pm 20$  kg de peso vivo), provistos de fistula ruminal. Los animales fueron alimentados con pasto *Pennisetum purpureum* y controlados por los servicios veterinarios, evitando situaciones de sufrimiento y favoreciendo el comportamiento natural. Pasado el tiempo de incubación, las muestras se extrajeron del rumen, se lavaron con agua destilada, se desecaron a 65 °C durante 48 h y se pesaron. La desaparición de la materia seca (MS) se ajustó según el modelo exponencial descrito por Ørskov y McDonald (1979), mediante la ecuación:

$$p = a + b [1 - e^{-(c \times t)}]$$

Donde,  $p$  es el porcentaje de MS que

desaparece en el tiempo  $t$ ;  $a$  la fracción soluble (%) por lavado de las bolsas a la hora 0;  $b$  la fracción insoluble (%) pero potencialmente degradable, y  $c$  la tasa de degradación de  $b^{(h^{-1})}$ .

La degradabilidad efectiva (DEMS) se calculó para tres tasas de paso ruminal, pues, la cáscara de maracuyá requiere periodos de incubación prolongados, donde ( $k$ ): 0,02; 0,05 y 0,08 $h^{-1}$ , de acuerdo con la ecuación:

$$DEMS = a + [(b \times c)/(c+k)]$$

Donde  $a$ ;  $b$ ;  $c$  y  $k$  se han descrito anteriormente. Los parámetros de la cinética de degradación calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER de Microsoft EXCEL®. El paquete SAS (2013) fue utilizado para los análisis estadísticos. Los datos de degradabilidad *in situ* de la materia seca y cinética de degradabilidad ruminal se analizaron con el procedimiento GLM, utilizando el tratamiento como efecto fijo, y las medias de mínimos cuadrados se compararon con el test de Tukey, cuando el efecto estudiado fue el tiempo, la tendencia lineal se investigó mediante contrastes polinómicos ortogonales. Adicionalmente, se realizó el test de Dunnet, utilizando como referencia el valor a 0 h, cuando el efecto

lineal fue significativo. La comparación de las medias de mínimos cuadrados cuando el efecto estudiado fue el tratamiento se realizó con el test de Tukey. La significación estadística se declaró a ( $P < 0,05$ ).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS).

La degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) en tres residuos de variedades de maracuyá fue similar hasta las 24 horas de fermentación ruminal, luego, la degradabilidad se estabilizó y evidencia una tendencia a que la degradabilidad llegó al máximo límite a las 48 horas de incubación en el rumen, en este tiempo, el tratamiento (T2) con cáscara de maracuyá color rojo (100%) superó ( $p < 0,05$ ) a los demás tratamientos con 66,85%, no obstante, a las 72 horas los

valores tienen una tendencia a descenso de mayor a menor degradación (Tabla 1), indicando que a partir de este tiempo, existe mayor tiempo de retención del alimento en su tracto digestivo, obteniendo menor proceso degradativo y relacionándose directamente con la actividad microbiana en el rumen. Sin embargo, el rendimiento y digestibilidad de subproductos de maracuyá fresco alimentados a novillos, proporciona altos niveles de ingesta, altos coeficientes de digestibilidad de materia seca, y ganancias de peso (Alves *et al.*, 2015). Mientras, otra investigación, considera que los aportes nutricionales de las cáscaras de maracuyá, puede ser utilizado en la alimentación de rumiantes, principalmente en animales que consumen altos niveles de suplementación con granos (Noguera *et al.*, 2014).

**Tabla 1.** Degradación de la Materia Seca (%) en tres residuos de variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*) a diferentes tiempos de incubación.

Horas de incubación	T1 CM amarilla (100%)	T2 CM roja (100%)	T3 CM amarilla (50%)+cm roja (50%)	EEM	Prob.
0	11,40 a	7,09 b	9,63 ab	0,83	0,0364
3	16,94 a	12,13 a	14,77 a	1,26	0,0907
6	19,50 a	18,62 a	19,13 a	0,41	0,3661
12	32,29 a	29,97 a	28,69 a	1,98	0,4752
24	39,14 a	44,07 a	40,17 a	1,25	0,0683
48	54,75 b	66,37 a	57,76 ab	2,66	0,0498
72	49,27 b	54,06 a	50,98 ab	1,06	0,0487

CM=Cáscara de maracuyá. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Cinética ruminal *in situ* de la MS (DISMS)**

En la tabla 2 se presenta los parámetros de degradación por regresión no lineal, los tratamientos con valores significativos ( $p < 0,05$ ) en la fracción soluble (A) fue el T1 CM amarilla (10,09), pero potencialmente degradable en (B), con valores superiores ( $p < 0,05$ ) en Eel T2 CM roja (57,27), mientras, la tasa de velocidad de degradación ruminal (*c*) tuvo un tránsito rápido, con valores similares a 0,50 en todos los tratamientos. El potencial de degradación ruminal (A+B) mostró valores superiores ( $p < 0,05$ ) en el T2

CM roja (62,01), seguido del T3 CM amarilla + roja y T1 CM amarilla con (56,73 y 53,55, respectivamente). Los resultados indican que el residuo de cáscara de maracuyá puede ser utilizado por los microorganismos ruminales (Vierira *et al.*, 1999; Espinoza *et al.*, 2017) y por su tránsito rápido puede considerarse un suplemento añadido, valores menores en la tasa de pasaje (0.043) fueron publicados por Noguera *et al.* (2014), indicativo de degradación muy lenta, posiblemente, a su estadio de madurez fisiológica con la consecuente disminución de fibra digerible (celulosa y hemicelulosa) e incremento de la lignina que es indigerible.

**Tabla 2.** Cinética ruminal *in situ* en tres residuos de variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*).

	Tratamientos evaluados						EEM	CV	Prob.
	T1 CM amarilla (100%)		T2 CM roja (100%)		T3 CM amarilla (50%)+CM roja (50%)				
A	10,09	a	4,74	b	8,33	a	0,63	22,98	0,0001
B	43,46	b	57,27	a	48,39	b	1,36	7,77	<0,0001
<i>c</i>	0,50	a	0,50	a	0,50	a	2,70	14,83	0,2631
A+B	53,55	b	62,01	a	56,73	b	1,2	5,91	0,0007
DE									
<i>k</i> 0.02	41,57	b	46,03	a	42,40	b	0,71	4,63	0,0013
<i>k</i> 0.05	32,46	a	33,88	a	31,95	a	0,57	4,89	0,0761
<i>k</i> 0.08	27,47	a	27,26	a	26,41	a	0,54	5,62	0,3622

<sup>abcd</sup> Medias con letras diferentes entre filas difieren ( $p < 0.05$ ). A: Degradación de la fracción soluble. B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable. *c*: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. *k*: tasa de pasaje al 0.02. 0.05 y 0.08%

**IV. CONCLUSIONES**

El uso de residuo de cáscara de maracuyá roja es una alternativa viable como suplemento

alimenticio en la dieta de los rumiantes, debido al efecto significativo sobre la dinámica de degradación ruminal *in situ* de la materia

seca (66.37%), sin embargo, estos recursos utilizados son de lenta cinética degradativa (0.50), superando la cáscara roja con una tasa de pasaje del 2% h<sup>-1</sup> con 46.03%.

## V. AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través fondo competitivo de investigación Ciencia y Tecnología, convocatoria 7 (FOCICYT) en el proyecto: Caracterización y clasificación de residuos agroindustriales y agrícolas tropicales de uso alimenticio del bovino de doble propósito.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alves, G.; Fontes, Fontes, C.; Processi, E.; Fernandes, A.; de Oliveira, T.; Glória, L. (2015). Rendimiento y digestibilidad de novillos alimentados con subproducto de maracuyá fresca o ensilado de sorgo, con y sin suplementación con concentrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44 (9), 314-320. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000900002>.
- Barrera-Álvarez, A.; Montenegro-Vivas, L.; Sánchez-Laiño, A.; Medina-Villacis, M.; Medina Villacis, MA.; Espinoza-Guerra, I. (2017). Degradabilidad ruminal in vitro de ensilajes de pasto saboya (*Panicum máximum* Jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). *Ciencia y Tecnología*, 10(2), 53-62. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.208>.
- Espinoza, I.; Montenegro, L.; Sánchez, A.; Romero, M.; Medina, M.; García, A.; Barrera-Alvarez, A. (2017). Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). *Ciencia y Tecnología*, 10(2), 63-68. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.209>.
- Espinoza, Í.; Pérez-Oñate, Christian; Montenegro-Vivas, León; Sánchez-Laiño, Adolfo; García-Martínez, Antón; Martínez-Marín, Andrés (2016). Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). *Revista Científica*, XXVI (6), 402-407. ISSN: 0798-2259. Disponible

- en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95949934009>
- García, M.; Henry, D.; Schulmeister, T.; Benítez, J.; Ruiz, M.; Cuenca, J.; Ponce, C.; Di Lorenzo, N. (2015). Nutrición animal en sistemas tropicales: Uso de residuos agrícolas en la producción animal. *Maskana*, 6 (Supl.), 75–81. Recuperado a partir de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/651>
- Montenegro, L.; Espinoza, I.; Sánchez, A.; Barba, C.; García, A.; Requena, F.; Martínez-Marín, A. (2018). Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia*. 23(4), 306-312.
- Noguera, R.; Valencia, S.; Posada S. (2014). Efecto de diferentes aditivos sobre la composición y el perfil de fermentación del ensilaje de cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Livestock Research for Rural Development*. 26. #168. From <http://www.lrrd.org/lrrd26/9/nogu26168.html>
- Ocampo, J.; Urrea, R.; Wyckhuys, K.; Salazar, M. (2013). Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronómica*, 62(4), 352-360. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1699/169930016010>
- Ørskov, E., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503. doi:10.1017/S0021859600063048
- Sánchez, Adolfo; Torres, Emma; Espinoza, Ítalo; Montenegro, León; Barba, Cecilio; García, Antón. (2019). Valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). *Rev. investig. vet. Perú* [Internet]. 30(1), 149-157. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172019000100015&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000100015&lng=es).



[http://dx. doi. org/10.15381/rivep.  
v30i1.14438](http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14438)

SAS, Institute. (2013). Base SAS®  
9.4 Procedures Guide: Statistical  
Procedures. Second edition. SAS  
Institute Inc. Cary, NC, USA. 550 p.