

CONSUMO VOLUNTARIO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE DE MATERIA SECA DE FORRAJES ACUAPÓNICOS DE HIDRÓFITAS EN CONEJOS

Garcidueñas Martínez, Noé Francisco (1), Martínez-Yáñez, Rosario (2)

1 [Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato] | [noegarcidueñas@hotmail.com]

2 [Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Veterinaria y Zootecnia, DICIVA, CIS, UG] | [ar.martinez@ugto.mx]

Resumen

Los conejos son muy sensibles a los cambios de dieta. El consumo voluntario es la cantidad de materia seca (MS) consumida cada día, y la digestibilidad está determinada por la cantidad de MS que realmente es absorbida por un animal. La acuaponía es un sistema híbrido de producción. La mayoría de las plantas acuáticas tienen buena calidad nutricional. Entre las hidrófitas se encuentra el *Myriophyllum aquaticum* y *Pistia stratiotes*, se reporta que pueden ser utilizadas para la alimentación animal. Por lo cual, el objetivo de este estudio fue evaluar el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de MS en conejos, de forrajes henificados de *M. aquaticum* y *P. stratiotes* acuapónicos. Se utilizaron conejos Nueva Zelanda, y *Medicago sativa* como forraje control. Las variables fueron consumo voluntario y digestibilidad aparente de MS. El consumo y digestibilidad de MS de heno *M. aquaticum* acuapónica es similar al de *M. sativa*, las cuales, presentaron los valores más altos de consumo de MS y *P. stratiotes* el más bajo, 40.30, 45.05 y 14.95 g día⁻¹ de MS. En cuanto a la digestibilidad, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. *M. aquaticum* acuapónica es una alternativa interesante para la alimentación de conejos.

Abstract

Rabbits are very sensitive to diet changes. Voluntary consumption is the amount of dry matter (DM) consumed each day, and digestibility is determined by the amount of DM that is actually absorbed by an animal. Aquaponics is a hybrid production system. Most aquatic plants have good nutritional quality. Among the hydrophytes there are *Myriophyllum aquaticum* and *Pistia stratiotes*, it is reported that they can be used for feeding animals. Therefore, the objective of this study was to evaluate the voluntary consumption and apparent digestibility of DM in rabbits, of hay fodder from *M. aquaticum* and *P. stratiotes* grown in aquaponics. New Zealand rabbits were used and *Medicago sativa* was the control forage. The variables were voluntary consumption and apparent DM digestibility. The consumption and digestibility of DM of hay *M. aquaticum* from aquaponics systems were similar to that of *M. sativa*, which, presented the highest values of DM consumption and *P. stratiotes* the lowest, 40.30, 45.05 and 14.95 g day⁻¹ of DM. Regarding the digestibility, no significant statistical differences were observed between the treatments. *M. aquaticum* from aquaponics is an interesting alternative for rabbit feeding.

Palabras Clave

Consumo; Digestibilidad; Conejos; *Myriophyllum aquaticum*; *Pistia stratiotes*; Acuaponía.

INTRODUCCIÓN

La cunicultura es una actividad ganadera con oportunidad de crecimiento desde el punto de vista productivo y económico en México, sin demeritar su importancia social. Esta actividad, ha persistido bajo un modelo basado en tres niveles constituido por producciones familiares o de traspatio, producciones semitecnificadas y producciones tecnificadas; con una distribución estimada relativa del 80, 15 y 5%, respectivamente [12]. El conejo es una especie de fácil manejo, que posee características que lo convierten en una opción importante para poder incrementar y mejorar la disponibilidad de proteína de origen animal, además, produce una carne magra con alto contenido de proteína, de excelente calidad que puede incorporarse de una manera sencilla a la dieta familiar [10]. En la producción animal la alimentación es un elemento esencial, el forraje a utilizar además de aportar todos los nutrientes necesarios debe ser agradable al paladar del animal para que éste sea aceptado. A pesar de que los conejos no son rumiantes, también son capaces de biotransformar el material forrajero en proteína ayudados por la flora intestinal específica del ciego, su órgano de fermentación equivalente al rumen, sin embargo, éstos son mucho más sensibles a un cambio en la dieta ya que los conejos son muy selectivos en su alimentación [6,7].

Consumo voluntario

El consumo voluntario es definido como la cantidad de materia seca consumida cada día cuando a los animales se le ofrece alimento a libre acceso. El hambre, la sed y la saciedad ejercen una enorme influencia sobre el aprendizaje, el comportamiento y el desarrollo, y fueron considerados por mucho tiempo como aspectos innatos; sin embargo, hay evidencias actuales que permiten concluir que estos fenómenos no tienen solamente una base innata y que dependen no sólo de aspectos fisiológicos, sino también de la experiencia individual. Los conejos domésticos tienden a ser muy selectivos a la hora de alimentarse, también suelen ser mucho más sensibles a ligeros cambios en los piensos que otros animales por lo que a veces se niegan a aceptar una nueva dieta y tienden a morir de hambre antes de probar el nuevo alimento [6,7].

Factores que afectan el consumo

Aceptabilidad: es la cualidad de ser aceptado, el comportamiento alimentario se refiere al proceso de decisión, el proceso del qué, cómo, cuándo y cuánto consumir alimentos, y determinada por la apariencia, olor, sabor, textura, y otras propiedades sensoriales del alimento. Palatabilidad: los conejos prefieren los sabores dulces. Nivel de energía dietética: similar a otros animales, el consumo de piensos aumenta con la disminución de la concentración de energía de la dieta, de manera que se consume lo necesario para satisfacer las necesidades calóricas. Forma física de la dieta: los conejos prefieren una dieta en forma de pellet hasta un 97%, cuando se ofrecen en libre elección. Función productiva y edad: el patrón de alimentación y consumo de agua se afecta con la edad, aumenta a lo largo de la etapa de crecimiento, y terminando este período se estabiliza, también aumenta durante la gestación y la lactación. Temperatura ambiental: a temperaturas ambientales bajas, la ingesta de alimentos aumenta [6,7].

Digestibilidad aparente

La digestibilidad, nos permite evaluar la calidad nutrimental de un alimento o forraje, y está determinada por la cantidad que realmente es absorbida por un animal y, por lo tanto, la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento, la reproducción, etc. La digestibilidad aparente se estima al restar los nutrientes contenidos en las heces de los nutrientes contenidos en la ingesta de la dieta, por lo tanto, no tiene en cuenta los nutrientes que se pierden como gas metano o como producto de desecho metabólicos excretados en las heces [4].

Forrajes acuapónicos

Es posible utilizar los efluentes de la acuicultura como solución nutritiva para el crecimiento de plantas, debido a que éstos son similares a las utilizadas en las soluciones nutritivas que se manejan en los sistemas de producción hidropónicos. Por lo tanto, los sistemas de acuaponía son una alternativa viable que integran los sistemas de recirculación (cerrados) en la acuicultura y los sistemas de producción hidropónicos [3]. Las plantas acuáticas son utilizadas para diferentes fines, entre ellos como forraje. La mayoría de las plantas acuáticas tienen buena calidad nutricional y alto grado de aceptación por parte de los animales [13]; esto los convierte en una alternativa interesante para la nutrición animal. Entre las hidrófitas se encuentra el *Myriophyllum aquaticum*, esta especie ha sido cultivada en sistemas de acuaponía, donde se reporta como una fuente viable de forraje por su análisis nutrimental [11]. En el caso de *Pistia stratiotes*, puede ser utilizada para la alimentación en ganado o como ingredientes en la ración [8].

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, el objetivo de este estudio fue evaluar el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de materia seca en conejos, de dos forrajes henificados de *M. aquaticum* y *P. stratiotes* producidos en sistemas de acuaponía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en una nave de 24 x 15 m, con paredes de concreto y techo laminado, de las instalaciones del Centro Nacional de Cunicultura ubicado en la carretera Irapuato-Salamanca Km. 4 en la ciudad de Irapuato, Guanajuato. Para determinar el consumo voluntario y la digestibilidad de materia seca de los forrajes se utilizaron 18 conejos de la raza Nueva Zelanda blancos de 6 semanas de edad y peso de $1,214.17 \pm 66.96$ g (media \pm DE, 50% hembras y 50% machos), los cuales, fueron colocados individualmente en jaulas tipo americana, y fue colocado un recipiente plástico en el interior de cada una como comedero. En la parte inferior de las jaulas se colocó una malla plástica, con la finalidad de recolectar las heces y el alimento no consumido. Para el peso de los animales y el forraje, se utilizó una báscula marca Torrey, modelo LPCR40. Los conejos fueron pesados al inicio, en el día 5 y al final del experimento. Los forrajes evaluados fueron especímenes de *Myriophyllum aquaticum* y *Pistia stratiotes* obtenidos del Laboratorio de Acuicultura del Departamento de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato, ubicado en la División de Ciencias de la Vida. Las plantas fueron cultivadas en sistemas integrados de acuaponía a la producción de Tilapia Roja. Cada semana, los forrajes fueron cosechados y puestos a secar bajo sombra en un invernadero tipo macro túnel para la obtención del heno. Fue utilizado *Medicago sativa* como forraje control, el cual, fue adquirido en un establecimiento comercial.

El bioensayo tuvo una duración de 9 días (6 de adaptación al forraje y 3 de muestreo). Cada 24 horas, fueron ofrecidos 70 g de heno a cada conejo, y se retiraban heces y forraje rechazado. Al final del estudio las muestras de alimento ofrecido y rechazado, y heces, fueron puestos en recipientes de aluminio y secados en una estufa a 60 °C, hasta obtener peso constante, con el objetivo de cuantificar la materia seca (MS). Para el peso de las muestras para secado, se utilizó una báscula marca OHAUS, modelo Scout SPX621. El consumo voluntario del forraje fue calculado como: g MS ofrecida – g MS rechazada. Para el cálculo de la digestibilidad de la MS, fue utilizada la siguiente fórmula: Digestibilidad Aparente de MS (%) = $100 \times (MS \text{ consumida} - MS \text{ excretada}) / MS \text{ consumido}$ [14]. Además de la MS, fue determinada la energía bruta de las muestras de forraje (IKA Calorimeter System C 2000 Basic).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por medio de un ANOVA de una vía. Posteriormente, se realizó un análisis de Tukey. Previamente fueron revisados la normalidad de los datos con un análisis de Cochran. Los valores fueron reportados como medias \pm EE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de consumo de forraje y digestibilidad aparente de MS pueden observarse en la Tabla 1. Se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los forrajes de *M. aquaticum* y *M. sativa* presentaron los valores más altos de consumo de MS y *P. stratiotes* el más bajo. Los conejos consumen entre 35 a 38 g de MS al día por kg de peso vivo [7], lo que corresponde a los valores registrados en los conejos alimentados con *M. aquaticum* y *M. sativa*, en comparación con lo observado en los animales alimentados con *P. stratiotes*, éstos sólo consumieron el 35% de lo necesario para cubrir su consumo de MS al día. En cuanto a los valores de energía bruta de los forrajes, éstos fueron de 3,400, 3,000 y 3,600 cal/g para *M. aquaticum*, *P. stratiotes* y *M. sativa*, respectivamente. Uno de los factores que afectan de forma importante el consumo de un alimento en conejos es la concentración de energía de este; los conejos consumen menor cantidad de MS de alimentos con alta cantidad de energía [6]. Sin embargo, la energía bruta registrada en los tres forrajes indica que el forraje de *P. stratiotes*, aportaría una menor cantidad de energía, en consecuencia, debería de observar un mayor consumo, lo cual, no fue observado en el presente estudio.

Tabla 1. Valores de consumo voluntario y % de digestibilidad aparente de MS, de heno de *M. aquaticum* y *P. stratiotes* acuapónicas evaluadas (*M. sativa* como control).

	Consumo g día ⁻¹ , MS	% digestibilidad aparente de MS
<i>M. aquaticum</i>	40.30 ± 2.46 a	73.91 ± 2.72
<i>P. stratiotes</i>	14.95 ± 1.21 b	82.21 ± 2.92
<i>M. sativa</i>	45.05 ± 2.25 a	76.96 ± 1.49
P =	0.0000	NS

MS: materia seca; NS: no significativo (P<0.05).

Un factor crítico para la alimentación de los conejos es la palatabilidad de los alimentos, en particular porque esta especie es muy sensible a las características intrínsecas de los forrajes como el sabor y aroma [6,7]. Es muy posible que las plantas de *P. stratiotes* contengan algún elemento que sea desagradable para los animales o que se presente como un factor anti nutricional. En nutrición animal, las saponinas y taninos son considerados factores anti nutricionales que afectan la digestibilidad, el consumo de alimento y el crecimiento. Las saponinas se absorben pobremente en el tracto digestivo y afectan la población y actividad de los microorganismos entéricos [5] y disminuye la producción de enzimas de la mucosa intestinal [9]. Los taninos afectan la palatabilidad del forraje y reducen la digestibilidad de proteína y las fibras [1].

En cuanto a los valores de digestibilidad, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Es importante señalar que el dato registrado de digestibilidad de *P. stratiotes* está sobreestimado. Similar a otros animales herbívoros, entre mayor sea el tiempo en que el alimento sea retenido en el tracto gastrointestinal, mayor será la digestibilidad de este, por lo cual, se presentará una sobre estimación del valor real de este parámetro [15]. En el caso de un mínimo consumo de MS, el organismo tiende a retener el alimento con el objetivo de obtener la mayor cantidad de nutrientes posible, fenómeno que pudo estar presente en los animales alimentados con *P. stratiotes*. Cabe destacar, que en el caso de *M. aquaticum*, el comportamiento en general es similar a *M. sativa*. El heno de alfalfa es la fuente fibra más utilizada en la fabricación de alimentos balanceados para conejos, debido a que es muy apetecible y proporciona la fibra adecuada para la salud intestinal de los animales [2].

En la imagen 1, se pueden observar el peso inicial, intermedio y final de los conejos de acuerdo con el forraje suministrado. No se reportaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, puede observarse que los animales que consumieron las hidrófitas aquí evaluadas tuvieron una recuperación de peso al final del estudio. En conejos, al momento de evaluar dietas es importante tener en cuenta que los primeros días de bioensayo se puede observar una importante pérdida de peso, esto debido al tiempo que necesitan los animales para adaptarse al nuevo alimento y comenzar a consumirlo, además, se presenta un ajuste enzimático del tracto gastrointestinal de los organismos, en particular herbívoros como el conejo [6,7]. El aumento o disminución de peso, también puede ser utilizado como un parámetro indirecto de la digestibilidad de un alimento [15], y como se puede observar, los individuos que consumieron las hidrófitas tuvieron una recuperación de peso, lo que indica que el alimento fue asimilado y que contiene los elementos necesarios para el crecimiento, por lo cual, es necesario realizar más estudios, en particular con dietas con niveles de inclusión de hidrófitas cultivadas en acuaponía en sustitución de la alfalfa, en particular *M. aquaticum* y *P. stratiotes*.

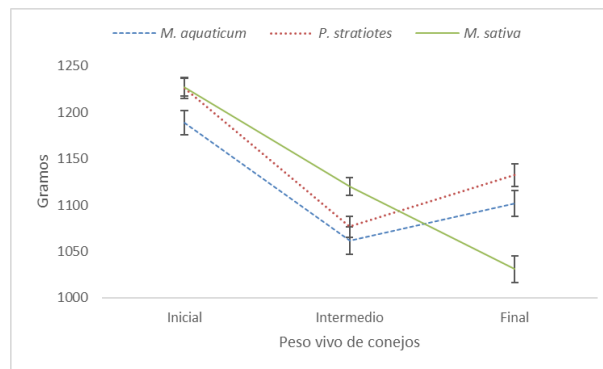


Imagen 1. Valores de peso vivo de los conejos al día 0, 5 y 9 del período experimental (medias \pm EE).

CONCLUSIONES

1. El consumo y digestibilidad de MS de heno *M. aquaticum* acuapónica es similar al de heno de *M. sativa*.
2. El heno de *P. stratiotes* cultivada en acuaponía presenta un bajo consumo de MS, en comparación con el heno *M. aquaticum* acuapónica y el heno de *M. sativa*.
3. *Myriophyllum aquaticum* cultivada en acuaponía se presenta como una alternativa interesante para alimentación de conejos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por incentivarnos a participar en procesos de investigación a través de su Programa de Veranos de Investigación Científica que nos permite un crecimiento académico, profesional y personal; a la Dra. Rosario Martínez Yáñez por permitirme participar en su proyecto, y a mi esposa Ma. del Carmen I. Baca E. por su amor y apoyo.

REFERENCIAS

1. Bakshi, MPS., Wadhwa, M. 2004. Evaluation of forest tree leaves of semi-hilly arid region as livestock feed. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 17: 777-783.
2. De Blas, C. y Mateos, GG. 2010. Feed formulation. En: De Blas, JC. y Wiseman, J. (Ed.). 2010. *Nutrition of the Rabbit*. 2ª ed. CABI. Estados Unidos. Pp: 222-232.
3. Espinoza, EA., Angel, CA., Mendoza, JM., Albertos, PJ., Alvarez, CA. y Martínez-Yáñez, AR., 2016. Herbaceous plants as part of biological filter for aquaponic system. *Aquaculture Research*. 47:1716-1726.
4. FAO. Animal Nutrition. 1990. En línea: <http://www.fao.org/Wairdocs/LRI/x5469E/x5469e0a.htm>
5. Francis, G., Kerem, Z., Makkar, HPS. y Becker, K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. *British Journal of Nutrition*, 88: 587-605.
6. Gidenne, T. y Lebas, F. 2006. Feeding behaviour in Rabbits. En: Bels, V. *Feeding in domestic vertebrates, from structure to behaviour*. Cab international Ed. Wallingford UK. Pp: 179-194.
7. Gidenne, T. Lebas, F. y Fortun-Lamothe, L. 2010. Feeding behaviour in rabbits. En: De Blas, JC. y Wiseman, J. (Ed.) 2010. *Nutrition of the Rabbit*. 2ª ed. CABI. Estados Unidos. Pp: 233-252.
8. Henry-Silva, G.G., y Camargo, A.F.M., 2002. Valor nutritivo de macrófitas acuáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aqüicultura. *Maringá*. 24(2): 519-526.
9. Ilsley SE., Miller, HM., Kamel, C. 2005. Effects of dietary quillaja saponin and curcumin on the performance and immune status of weaned piglets. *Journal Animal Science*, 83: 82-88.
10. Martínez, CMA. 2004. *Cunicultura*. 2ª ed. Universidad Autónoma de México, México.
11. Martínez, YR., Alpuche, PJA., Mendoza, RG., Robaina, LER., González, AA. y Plascencia, DD, 2018. Production and chemical composition of hydrophytes cultivated in aquaponics. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 5(14): 247-257.
12. Mendoza, A.B. 2001. Situación de la cunicultura en México. *Lagomorpha*. 117: 60-68.
13. Olivera, A.E.S., y Machado, C.J.S., 2009. A experiência brasileira diante das espécies exóticas invasoras e a perspectiva de formulação de uma política pública nacional. *Ciência e Cultura*. 61: 23-26.
14. Pérez JM., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M-J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E., Fernandez J. Falcao e Cunha L. y Bengala Freire J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*. 3(1): 41-43.
15. Villamide, MJ., Maertens, L. y De Blas, C. 2010. Feed Evaluation. En: De Blas, JC. y Wiseman, J. (Ed.) 2010. *Nutrition of the Rabbit*. 2ª ed. CABI. Estados Unidos. Pp: 151-162.