
**Evaluación de la digestibilidad de forrajes
tropicales mediante dos horarios de alimentación
en conejos.**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

POR:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

LUCELI DEL CARMEN BASTARRACHEA GOROCICA

Asesores:

Dr. CARLOS A. SANDOVAL CASTRO

Dr. LUIS A. SARMIENTO FRANCO

Dr. RONALD H. SANTOS RICALDE

Mérida, Yuc., México junio de 2016

Declaratoria de originalidad

“El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente”.

DEDICATORIA

A mi familia

Por estar siempre a mi lado, cuidarme y darme las herramientas para poder salir adelante, por su sacrificio y apoyo incondicional en cada uno de los pasos que he dado en la vida; por todo su amor y sus palabras de aliento, este logro es de ustedes y para ustedes...muchas gracias los amo.

A mi demás **familia** por su apoyo y sus consejos.

A ti **Erik Noé** por estar a mi lado, por amarme, apoyarme, por ser mi mejor amigo, mi cómplice y por darme la mayor bendición de mi vida...nuestro bebe.

A ti **Erik Ezequiel** por cambiarme la vida, por enseñarme a ser madre, a que puedo darle lo mejor de mí a un ser tan pequeño y ser mi mayor motivo para salir adelante...te amo hijo.

A mis **amigos** de la maestría por darme ánimo y fuerza para seguir en este camino...

A ti **Natalia** por estar siempre a mi lado, por apoyarme en este proyecto y estar conmigo a cada momento, animarme y regañarme; este logro no es solo mío, es tuyo también!!!

A ti **Dios**, porque la única forma de agradecer tus bendiciones es por medio de mi fe, esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Al **CONACYT** por otorgarme la beca para la realización de mis estudios.

Al cuerpo académico de la UPI de la FMVZ de la Universidad Autónoma de Yucatán por permitirme ser parte del posgrado y confiar en mí.

Al cuerpo docente de la unidad de nutrición por brindarme su apoyo, tiempo, paciencia y compartir sus conocimientos con su servidora.

Al personal del laboratorio de nutrición, a la química Conchi, Wendy y Alejandra por su apoyo, ayuda y por brindarme su amistad.

Al **Dr. Carlos Sandoval Castro** por creer en mí y brindarme su valiosa amistad así como las facilidades para la realización de este proyecto.

Al **Dr. Luis Sarmiento Franco** por sus enseñanzas, su invaluable amistad y consejos a lo largo de todos estos años, así como las facilidades para la realización de este proyecto.

Al **Dr. Ronald Santos** por las facilidades para la realización de este proyecto.

El omitir a una persona puede ocurrir, pero saben todos que les tengo mi más sincero respeto y agradecimiento. **Muchas gracias!**

Resumen

Se realizó un experimento con 48 conejos (Nueva Zelanda x California) en crecimiento (1071.33 ± 52.34 g de peso vivo) para determinar la digestibilidad aparente de la materia seca en dietas con inclusión de follaje fresco de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Jabín (*Piscidia piscipula*) a través del método de colección total de heces. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en dos bloques de 24 animales, con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Los tratamientos T1 y T2 fueron una combinación de alimento concentrado y forraje fresco de ramón (*ad libitum*) en un horario matutino y vespertino y los T3 y T4 alimento concentrado y forraje fresco de jabín (*ad libitum*) con los mismos horarios de alimentación. El periodo experimental duro 12 días (8 días de adaptación y 4 de medición). La digestibilidad de la materia seca (DMS) fue de 68.11, 69.61, 66.30 y 67.37 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. La digestibilidad de la materia seca entre forrajes presento diferencias significativas ($P < 0.05$) sin embargo el consumo entre horarios no ($P > 0.05$). El consumo presento diferencias significativas ($P < 0.05$) entre forrajes y horarios, siendo el ramón de mayor aceptación en comparación con el jabín. El valor nutricional de los forrajes permite recomendarlo como ingrediente dietético para conejos; sin embargo el bajo consumo y la presencia de metabolitos secundarios en el jabín limita la utilización de este forraje en la alimentación.

Palabras clave: Conejos, *Brosimum alicastrum*, *Piscidia piscipula*, Forrajes tropicales

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
La Cunicultura a nivel Mundial	3
Características de la Cunicultura en México resumir.....	3
Utilización de insumos no convencionales en la alimentación de conejos	4
Forrajes utilizados en la alimentación animal	5
Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>)	6
Jabín <i>Piscidia piscipula</i> . (L) Sarg.	9
Origen y distribución.....	9
Calidad y valor nutritivo	10
Consumo voluntario en conejos.....	10
Digestibilidad de nutrientes en conejos.....	11
Factores anti nutricionales presentes en los alimentos	11
Métodos para estimar la digestibilidad.....	12
Digestibilidad <i>in vivo</i>	13
Método Directo	13
Método Indirecto.....	13
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	15
EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES TROPICALES MEDIANTE DOS TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN EN CONEJOS.....	24
RESUMEN.....	24
SUMMARY	25
INTRODUCCIÓN	25
MATERIALES Y MÉTODOS	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIÓN	31

ÍNDICE DE TABLAS

Composición química del forraje de ramón (g/kg/MS) en diversos estudios.....	8
Composición química del forraje de jabín (<i>Piscidia piscipula</i>) en diversos estudios.....	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de las dietas utilizadas en la prueba de digestibilidad; valores de MS, PC y FC (%)	28
Cuadro 2. Consumo voluntario total de forrajes de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>) y jabín (<i>Piscidia piscipula</i>) con dos horarios de alimentación (matutino y vespertino).....	29
Cuadro 3. Digestibilidad aparente de materia seca de dietas con inclusión de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>) y jabín (<i>Piscidia piscipula</i>) con dos horarios de alimentación (matutino y vespertino).....	31

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las especies menores como los conejos poseen diversas características que les proveen ventajas para su integración en una amplia gama de sistemas de producción. En los trópicos la crianza de conejos es promisoría debido a las bondades productivas que presentan, resultado de su particular fisiología digestiva que les permite aprovechar de mejor manera que otros monogástricos, los abundantes insumos fibrosos disponibles. La existencia de numerosas especies vegetales, la elevada producción de biomasa, con buen potencial alimenticio para animales herbívoros, puede constituir el punto de partida para impulsar estrategias de alimentación para no rumiantes en el trópico. (Vietmeyer, 1985; Cheek, 1986; Ku *et al.*, 1998; Sarmiento *et al.*, 2005).

Debido a que los conejos requieren elevada proporción de fibra en su dieta, la cual afecta la tasa de pasaje e influye en el proceso digestivo, el aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica (García *et al.*, 1999), es conveniente conocer el contenido de nutrientes y utilización digestiva de esos recursos fibrosos no convencionales. Al respecto, la composición química y valor nutritivo es de fundamental importancia, debido a que facilita proponer formulas dietéticas que permiten alcanzar requerimientos nutricionales a menor costo y evitar excesos de algunos nutrientes que pueden ser causantes de polución ambiental.

En los países europeos se ha generado información abundante sobre posibilidades de utilización de diferentes ingredientes dietéticos de naturaleza fibrosa y proteica para conejos (De Blas, 2003)

La digestibilidad de los alimentos es uno de los indicadores más importantes para la caracterización del potencial nutricional de los alimentos. La digestibilidad del alimento es considerada como una medida relacionada con el valor energético y el aprovechamiento de los nutrientes de un alimento (Nieves *et al.*, 2008a). Se han realizado diversos trabajos conducentes a la determinación de estrategias adecuadas para la estimación de digestibilidad de los alimentos en conejos. El método oficial (Pérez *et al.*, 1995) describe los procedimientos y métodos para el cálculo del contenido de nutrientes digestibles de los alimentos tratando de simplificar los procesos y haciendo esfuerzos para estandarizar la metodología y reducir la variación de los resultados.

En la actualidad, este método oficial se usa en la determinación *in vivo* de la digestibilidad en conejos y se encuentra estandarizada con alimentos comerciales, sin embargo, su aplicación en la evaluación de forrajes tropicales requiere adecuaciones para establecer procedimientos que disminuyan el esfuerzo y el costo de la evaluación de la digestibilidad manteniendo la confiabilidad de la estimación.

La determinación rápida y precisa de la utilización digestiva de dietas con incorporación de recursos no convencionales permitirá recomendar su empleo y reducir la dependencia de insumos importados (Nieves *et al.*, 2011).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el consumo y la digestibilidad de dos forrajes tropicales mediante el empleo de dos horarios de alimentación en conejos.

REVISIÓN DE LITERATURA

La Cunicultura a nivel Mundial

En la actualidad algunas sociedades han integrado a su economía al micro ganado, término que se utiliza específicamente para hacer referencia a agrupaciones de animales de talla pequeña (conejos, cuyos, capibara, abejas, etc.). El conejo se cría para la alimentación humana en casi toda Europa y Asia. La cunicultura es una rama de la ganadería que se dedica a la producción de los conejos domésticos (Martínez, 1993; Asociación Nacional de Cunicultores, 2013). El interés principal en los conejos es la producción de carne; sin embargo, la piel y el pelo son subproductos que son poco aprovechados (Lukefahr *et al.*, 2000).

A nivel mundial los principales productores de conejos son China, orientada a la producción de pelo, la unión europea en la producción de carne (Italia, Francia, España) representando hasta el 50% de la producción mundial. Otros países que destacan en la producción son Portugal, Bélgica y Alemania para la producción de pelo; Egipto ocupa el primer lugar en el consumo per cápita de carne de conejo (ERSA, 2002; Segundo, 2003). En Cuba, esta actividad está pasando a ser una producción alternativa con considerables ventajas (Riverón, 1995).

Características de la Cunicultura en México resumir

La producción cunícola ocupa un lugar importante en la gastronomía mexicana, sobre todo en las regiones del centro y sureste del territorio nacional (Córdoba *et al.*, 1994).

El consumo en nuestro país ha ido en incremento gracias al impulso que los productores y el gobierno ha realizado a través de programas de apoyo; según cifras oficiales, en 2014 se consumieron 12 mil 498 toneladas de carne de conejo. La producción cunícola, con un valor estimado de 870 millones de pesos, ofrece una fuente alternativa de proteína, incluso para la población más vulnerable, ya que la carne de conejo es muy apreciada por su costo accesible, sabor y calidad (AMR, 2016; SAGARPA, 2016).

En la actualidad, en nuestro país la producción cunícola ha tenido impacto positivo al menos en 25 Estados de la república, donde se reporta una producción de conejo muy dinámica, destacando Puebla, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Jalisco y el Estado de México.

El 84 % de los productores tiene entre 3 y 30 hembras que representan un sistema de producción a pequeña escala, por lo que no cuenta con tecnificación y se considera como un sistema de producción de traspatio o de autoconsumo.

El 14 % de los productores tiene entre 31 a 300 hembras en producción, su objetivo es participar en el mercado local y emplean un paquete tecnológico que les permite hacer más eficiente la producción, cuentan con un control sanitario, reproductivo y productivo, y su alimentación se basa en alimento comercial; sin embargo sólo el 2 % de los productores de todo el país tiene una producción considerada a nivel industrial con un control sanitario muy estricto, una base de datos y registros, además de un control productivo y reproductivo, donde la inseminación artificial juega un papel importante en la reproducción de los animales. (Colín, 1994; Segundo, 2003; Nava, 2004, Asociación Nacional de Cunicultores, 2005).

Utilización de insumos no convencionales en la alimentación de conejos

La identificación de alimentos alternativos para conejos es importante debido a que los costos de alimentación son alrededor de un 60% de los costos de producción y pueden incrementar considerablemente al utilizar ingredientes provenientes de áreas geográficas distantes. La alfalfa (*Medicago sativa*) ha sido ampliamente empleada como principal fuente de fibra en regiones templadas; sin embargo, en el trópico este cultivo podría ser sustituido por otros insumos que presentan características competitivas en términos agronómicos. En los últimos años, el uso de árboles forrajeros ha generado creciente interés en la alimentación de conejos (Martínez *et al.*, 2005; Nieves *et al.*, 2002; Sarwatt *et al.*, 2006). La implementación de esta práctica, puede constituir una opción para conseguir la reducción de costos de alimentación y lograr que la producción de conejos en condiciones tropicales sea más competitiva

En el trópico existen recursos forrajeros que, desde el punto de vista agronómico, pueden competir ventajosamente con cereales y soya. Tales alternativas utilizadas adecuadamente en alimentación de especies no rumiantes, ofrecen la posibilidad de producir proteína de origen

animal a menor costo y de buena calidad (Nieves *et al.*, 2006). Al respecto, se ha evaluado una serie de recursos entre los que destacan follaje de leguminosas y otros árboles forrajeros, que representan fuentes de proteína y fibra; sin embargo, su inclusión en dietas prácticas es limitada por la escasa información disponible sobre valor nutritivo o utilización digestiva en animales monogástricos. Por otra parte, el uso de recursos fibrosos en dietas para conejos influye en el proceso digestivo, aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica debido a cambios en la tasa de pasaje (García, 1999). Por esta razón, es necesario conocer el contenido de nutrientes y su utilización en esta especie; en consecuencia, la valoración nutricional de esos recursos alimenticios representa un tema de estudio y puede contribuir a mejorar la formulación de dietas para conejos y otras especies.

Forrajes utilizados en la alimentación animal

Las materias primas convencionales para conejos (soya, alfalfa, entre otras) en países tropicales son escasamente disponibles y costosas; sin embargo la producción de esta especie animal tienen creciente interés debido a que es posible establecer una alimentación a base de dietas que contengan elevadas proporciones de forrajes como fuente de proteína y fibra. La gran producción de biomasa vegetal en el trópico y la existencia de diversas especies con alto potencial alimenticio para animales herbívoros, incentiva el estudio de estrategias de alimentación que consideren la utilización de forrajes (Nieves *et al.*, 2008b).

Para incrementar el uso de estos recursos alimenticios es necesaria su inclusión en dietas balanceadas granuladas para un mayor consumo y aprovechamiento. De esta manera, la generación de información sobre utilización digestiva de fuentes forrajeras en conejos, representa una valiosa contribución en la búsqueda de formas de producción adecuadas en sistemas de producción animal en el trópico (Nieves *et al.*, 2008b).

Se ha determinado a través de estudios de valoración digestiva que follajes como el de leucaena (*Leucaena leucocephala*), ramón (*Brosimum alicastrum*) entre otros, presentan un interesante potencial nutricional en esta especie, expresado a través de la digestibilidad de nutrientes y contenido de energía y proteína digestibles (Nieves *et al.*, 2005). En consecuencia es necesario conocer la respuesta productiva de estos animales cuando tales forrajes son incluidos en la dieta.

Nieves *et al.* (2009) sugiere que la inclusión de hasta un 30% de harina de leucaena en la mezcla alimenticia no afecta el crecimiento y la salud de los animales. La ganancia diaria de peso, consumo, conversión alimenticia y la relación costo-beneficio por concepto de alimentación en conejos que recibieron dietas que contenían niveles crecientes de los forrajes evaluados, ha permitido demostrar que es posible obtener crecimiento y beneficio económico favorables cuando se utilizó follaje de leucaena.

Por otra parte Martínez (2005) menciona que los conejos tienen un consumo mayor del follaje de ramón en comparación con otros follajes de arbustivas tropicales como tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis L.*), Pixoy (*Guazuma ulmifolia Lam.*) y el ciruelo (*Spondias purpurea L.*). La inclusión de ramón incrementa el consumo de materia seca (MS) y con un nivel de inclusión de 25% genera una respuesta productiva similar al de la alimentación de concentrados. Por su parte Rojas (2008) utilizando niveles de 20, 40 y 60% de ramón, encontró que la incorporación de este forraje a una dieta a base de alimento comercial no tuvo efectos negativos sobre la digestibilidad y metabolibilidad de la energía bruta (EB) en los conejos.

La información generada hasta hoy acerca de la utilización de ramón en la alimentación de conejos, permite corroborar su calidad y potencial productivo con dicha especie animal, sin embargo es necesario incrementar el conocimiento disponible acerca de este recurso para hacer un uso eficiente y permitir su inclusión en la dieta de las especies productivas, y de esta forma explicar el comportamiento productivo de los conejos alimentados con este recurso bajo condiciones locales.

Ramón (*Brosimum alicastrum*)

El árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*), es nativo del sureste de México y gran parte de América central, se encuentra distribuido por el golfo de México, península de Yucatán y por la costa del Pacífico; también nativo de Centroamérica y Sudamérica. Localizado en climas con temperaturas media de 18 a 27 °C o más y en lugares con precipitaciones de 600 a 4000 mm por año (CONABIO, 2006). Pertenece a la familia *Moraceae*, su nombre científico es *Brosimum alicastrum*, es uno de los árboles empleados en la alimentación animal en el

trópico; en Yucatán, Campeche y Quintana Roo es llamado “ramón”, entre los nombres comunes con los que es conocido se encuentran: ramón blanco, ojote, capomo, ojoche, etc.. Llega a alcanzar una altura de 20 a 45 metros. Presenta hojas de láminas de 4 a 18 cm de largo por 2 a 7.5 cm de ancho, ovado-lanceoladas; troco de hasta 1.5 m de ancho; corteza con látex blanco pegajoso; inflorescencias con globosas. La floración es principalmente de septiembre a febrero, pero en lugares como la península de Yucatán es de enero a mayo. El fruto es una baya de 2 a 2.5 cm de diámetro, con pericarpio carnoso verde-amarillento a anaranjado; su propagación puede ser por estacas o semillas (CONABIO, 2006).

El follaje de ramón, es utilizado por pequeños productores en el trópico, como fuente forrajera para la alimentación animal (ovinos, bovinos, porcinos, caprinos, equinos y conejos); utilizado principalmente en periodos de escasez de forraje tradicional (gramíneas). Mendoza *et al.*, (2000) concluye que la edad óptima para la cosecha de follaje de ramón es entre 12 y 16 meses después de una poda, ya que en este periodo se obtiene la mejor cantidad de biomasa y un nivel nutritivo óptimo.

La composición química del ramón descrita por diversos autores se presenta en la Tabla 1; donde pueden destacarse los valores de proteína cruda (PC) oscila entre 13 y 17%, el contenido de fibra detergente neutro (FDN) cuyos valores fluctúan entre 36 y 46%. Los valores de materia seca (MS) muy bajos correspondiente al follaje fresco y los altos de follaje seco.

El “Ramón” cumple con características agronómicas y nutritivas, con óptimos rendimientos productivos y contiene nulo o escasos niveles de compuestos anti nutricionales que lo hacen una alternativa de gran importancia en la alimentación de animales (Ku *et al.*, 1998; Nouel, 2005).

Puede apreciarse también que el contenido de poli fenoles totales y taninos condensados es bajo y no hay reportes sobre algún efecto anti nutricional ocasionado por los niveles de estas sustancias provenientes del ramón (Martínez, 2005).

Utilización del forraje de “Ramón” en la alimentación de monogástricos.

Rojas (2008) menciona que la sustitución de hasta un 30% en las dietas de cerdos no afecta el consumo de materia seca (MS). Sin embargo, conforme aumentan los niveles de inclusión de “Ramón” los coeficientes de digestibilidad de la MS, PC y EB descendieron; lo cual le atribuye a causas como el efecto del llenado del tracto gastrointestinal, aumento de la tasa de pasaje y a la presencia de la lignina.

En la reducción de la digestibilidad de la proteína cruda (PC) se concluyó que pudo deberse al efecto de secuestro por las paredes celulares que resisten la degradación por las enzimas gastrointestinales y a la fermentación intestinal (Santos y Abreu, 1995).

Tabla 1. Composición química del follaje de ramón (g/kg/MS) en diversos estudios.

MS	MO	PC	FDN	Lig.	FT	TC	Fuente
%	%	%	%	%	%	%	
ND	95.9	16.6	41.5	5.8	ND	ND	Delgado <i>et al.</i> ,(2002)
92.9	85.2	13.9	32.8	3.8	ND	ND	Nieto (2002)
ND	88.3	12.9	ND	ND	ND	ND	Carranza <i>et al.</i> , (2003)
ND	86.2	13.8	61.5	ND	0.07	0.0	Sosa <i>et al.</i> , (2004)
40.3	90.2	15.5	35.8	16.4	ND	ND	Martínez (2005)
ND	86.6	14.9	39.2	7.1	10.0	9.1	Ayala <i>et al.</i> , (2006)

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; Lig: Lignina; FT: Fenoles totales; TC: Taninos condensables; ND: No determinado.

En conejos, Martínez (2005) encontró que al igual que en otras especies domésticas, el consumo de “Ramón” es alto en comparación con otros forrajes. Sin embargo los valores de digestibilidad son menores en comparación con otras especies como el tulipán, lo que equilibra con los altos valores de consumo de los animales.

Jabín *Piscidia piscipula*. (L) Sarg.

Origen y distribución.

El jabín o há-bin es una especie originaria de México y península de Yucatán (Sosa y Flores, 1993). En México puede encontrarse en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, y Nayarit. De igual forma se encuentra en Florida y en varias islas del caribe (Ayala *et al.*, 2006).

Es un árbol que alcanza de 12 a 18 m de altura, caducifolio; copa densa y corteza fisurada; hojas ovadas compuestas, foliolos elípticos verde oscuros; flores en panículas ligeramente perfumadas, pétalos rosados o ligeramente morados, florea de febrero a mayo; frutos en forma de vaina con alas de color café y alargados quebradizos al madurar.

El jabín es un árbol con hojas pinnadas, los foliolos 9-13, peciolulados, elíptico-oblongos a ovado-ovados, 4-8 cm de largo, obtusos o redondeados en el ápice, redondeados en la base, glabras en el haz, inflorescencia de panículas con 8-20 cm de largo; pétalos rosados o blancos y rojos, flores en panículas ligeramente perfumadas de 1.5 cm de largo.

El fruto es una vaina de 2- 7.5 cm de largo, 2.5 cm de ancho, con 1-5 semillas, frutos en forma de vaina con alas de color café y alargados quebradizos al madurar. Florece de febrero a mayo (Sosa y Flores, 1993). Forma parte de la familia Leguminosae y es elemento predominante de la vegetación nativa de Yucatán (Medina, 2000). Es poco empleado en la alimentación de monogástricos sin embargo presenta características bromatológicas de proteína cruda que va desde un 13.5 hasta un 15% dependiendo la edad de corte del forraje (Tabla 2); estas características hacen del forraje una buena opción para ser utilizado en la alimentación animal.

Calidad y valor nutritivo

Tabla 2. Composición química del forraje de jabín (*Piscidia piscipula*) en diversos estudios.

Componente	Solorio <i>et al.</i> (2000)	Barrera (1999)	Roshetko <i>et al.</i> , (1998)	Mizrahi <i>et al.</i> (1998)	Lizárraga (2000)
MS (%)			35.7		38.87
CENIZAS (%)	12.3	13.25	14.9		11.20
FDN (%)	53.6	40.88	46.0	43.6	57.80
FDA (%)		25.07	28.7	33.0	37.39
Lignina		11.91			14.8
PC	14.8	13.95	14.6	13.5	38.87

MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente acida; PC: proteína cruda.

Tomado de Medina (2000).

Consumo voluntario en conejos

El consumo voluntario en conejos depende de factores como la sensación de hambre y apetito; resultado de funciones fisiológicas como la disminución de glucosa, aminoácidos o la contracción del estómago vacío. De igual manera las preferencias de los animales juega un papel importante en el consumo de alimentos, especialmente en los conejos, debido a que las diferencias individuales son muy grandes (Fekete, 1988).

La ingesta depende del consumo de energía, es una característica que presenta el conejo, esto significa que (dentro de ciertos límites) el consumo diario de MS es determinado por la necesidad actual (del momento) del animal. La capacidad de autorregulación es un factor poco desarrollado en los animales jóvenes y puede ser considerado como totalmente desarrollado aproximadamente a partir de los 35 días de vida. La cantidad de alimento ingerido por un animal está en función, principalmente de su composición química, así como el contenido de agua de los alimentos (Palmieri, 2003).

El contenido de energía digestible, la proteína y la fracción fibrosa pueden regular de manera directa el consumo voluntario; a mayor o menor cantidad de estos ingredientes presentes en el alimento el consumo voluntario puede variar, por otro lado la regulación por la presencia de lípidos no está presente, ya que en la naturaleza los animales no tienen acceso a ellos.

Un conejo alimentado *ad libitum*, realiza numerosas comidas durante un ciclo de 24 horas, dando como resultado unas 25 a 30 comidas. Elevándose en el destete y disminuyendo posteriormente en la engorda. Estas tomas de alimento se concentran principalmente en las tardes y la noche (1 comida por cada 2 o 3 horas), esto se debe a que durante este periodo se lleva a cabo la cecotrofia y en conejos en crecimiento y engorda, el consumo de alimento y agua se lleva a cabo principalmente en la noche (De Blas, 1989).

Digestibilidad de nutrientes en conejos

La capacidad de los animales y en especial del conejo para digerir el alimento depende no solo de las actividades endógenas enzimáticas y digestión realizada por los microorganismos, sino también de la tasa de pasaje y la exposición del alimento a las bacterias del colon (Martínez, 2005).

La digestibilidad puede ser limitada por un aumento en la velocidad de tránsito, lo que provoca una disminución del tiempo en el tracto gastrointestinal para realizar la acción digestiva completa, por falta de absorción completa o porque el alimento puede transitar tan lentamente por los intestinos que se ve sujeto a fermentaciones excesivas que se desperdician; se ha mencionado que la fermentación en el colon en condiciones naturales es capaz de producir hasta el 6% de la energía total proporcionada por un alimento (Palmieri, 2003).

La fracción fibrosa (lignina) al ser una estructura compleja que confiere resistencia química y biológica a la pared celular vegetal, tiene una importancia especial en la nutrición animal debido a su gran resistencia a la degradación química (McDonald *et al.*, 2009). La digestión está relacionada negativamente con la concentración de lignina. Cuando los niveles de fibra incrementan, la digestibilidad del alimento disminuye, este efecto depende de la fracción de la fibra. Por cada 1% de aumento de la FDN se disminuye 1% la digestibilidad de la MO. De igual forma la lignina disminuye la utilización de la proteína en el íleon (Gidenne *et al.*, 1991).

Factores anti nutricionales presentes en los alimentos

El término factores anti nutricionales se utiliza para clasificar a aquellos compuestos que afectan el valor nutricional de algunos alimentos, pues dificultan o inhiben la asimilación de

nutrientes que provienen de alimentos generalmente de origen vegetal (proteínas y minerales); desde el punto de vista bioquímico estos factores son de naturaleza variada y pueden llegar a ser tóxicos o causar efectos fisiológicos poco deseables como la flatulencia; distensión estomacal, afectaciones pancreáticas, aglutinación de glóbulos rojos, disminución en la asimilación de nutrientes, entre otros; los factores anti nutricionales son sustancias naturales no fibrosas, generadas por el metabolismo secundario de las plantas como mecanismo de defensa a situaciones estresantes o contra el ataque de mohos, bacterias, insectos, aves entre otros animales (Duffus y Slaughter, 1985; Bruggink, 1993; D'mello, 2000; Belmar y Nava 2000; Belmar, 2001; Murquíz *et al.*, 2006).

Algunos forrajes pueden tener en su interior uno o más tipos de factores anti nutricionales como taninos, fenoles, saponinas, mimosina entre otros; por lo que la salud de los animales puede verse afectado bajo condiciones de consumo prolongado; así como la utilización de nutrientes.

Métodos para estimar la digestibilidad

El valor nutricional de ingredientes alimenticios usados en dietas para conejos ha sido determinado mediante métodos propuestos para otras especies no rumiantes. Sobre el valor de energía de ingredientes dietéticos para conejos poco se ha investigado, y los resultados no siempre son concordantes. Parte de la variación reportada para el valor de energía en un ingrediente es atribuida a diferencias en la técnica experimental aplicada para su determinación. En la mayoría de las publicaciones no se describe el procedimiento de cálculo usado para estimar el valor de la energía y la variabilidad no es dada, por lo tanto, la metodología actual no es clara. Es necesario entonces, establecer métodos confiables que puedan ser estandarizados (Nieves *et al.*, 2006).

La determinación del valor nutricional de los alimentos convencionales debe de realizarse mediante la utilización de métodos que permitan obtener el máximo de información acerca de las características nutritivas en el menor tiempo posible y de la forma más económica posible. Por lo tanto, los diferentes métodos de evaluación deben aplicarse en una secuencia

tal, que permita el avance en el conocimiento del valor nutricional del alimento a través del uso de técnicas poco complejas.

Digestibilidad *in vivo*

La digestibilidad (D) *in vivo* es estimada como la proporción o % del alimento consumido (I) por un animal y que no es recuperado en las heces (H); esta fracción del alimento se considera como “digerido” o “digestible”; $D = (I - H) / I, * 100$ si se desea ser expresado en %. La digestibilidad de los nutrientes es uno de los componentes clave para estimar el valor energético disponible para el mantenimiento y/o producción animal.

Las pruebas *in vivo* son sin duda la mejor referencia del valor energético de un alimento dado que estos pueden ser evaluados con la especie y tipo de animal (lactante, en crecimiento, etc.) de interés. En la actualidad el número de forrajes regionales en los que la digestibilidad *in vivo* ha sido evaluada es importante aun cuando todavía es limitado dado la riqueza vegetal de nuestro medio tropical (Ayala *et al.*, 2006).

Método Directo

En este método se registra exactamente el consumo de alimento y la excreción fecal de un animal sometido a un tratamiento dietético, en un periodo de tiempo dado; sin embargo este método puede tener como desventaja la contaminación entre excretas y orina; además el confinamiento de los animales reduce el tono muscular y probablemente al disminuir el tránsito de la digesta se sobreestima la digestibilidad con respecto a los animales alojados en jaulas (Nieves *et al.*, 2008b).

Método Indirecto

Este método no requiere cuantificar el consumo ni la excreción fecal, se puede utilizar un marcador que se agrega o que está incluido dentro del alimento en forma natural (Ly, 1999). Diversos marcadores externos como el óxido de cromo, óxido de titanio e internos como la fibra ácido detergente indigestible, lignina indigestible y ceniza ácido insoluble han sido evaluados (Nieves *et al.*, 2008b). El marcador externo más usado en monogástricos, es el

óxido crómico, y la ceniza ácido insoluble como la más usual en marcadores internos. (Nieves *et al.*, 2008b).

Entre las ventajas más significativas en el uso del método del marcador para medir la digestibilidad resalta que no requiere instalaciones especiales ni alojamiento específico para el animal. Por otra parte, elimina la exigencia de recolección fecal cuantitativa, que representa un problema en el método directo.

El método indirecto de ceniza ácido insoluble ha sido utilizado desde hace algunos años para determinar digestibilidad fecal de nutrientes en cerdos (Ly *et al.*, 1998) y digestibilidad ileal de nutrientes en patos (Martin *et al.*, 1998), pollos (Ravindran *et al.*, 1999). En conejos, el método ha sido utilizado recientemente por Samkol *et al.*, (2006).

Evaluando la influencia del método de determinación de índices digestivos, se han realizado diversas investigaciones en varias especies animales; en este sentido Sales y Janssens (2003), al comparar 45 estudios realizados con diferentes alimentos y animales, con el objetivo de comparar los métodos directo (recolección total de heces) e indirecto (ceniza ácido insoluble), encontraron que en la mayoría de los casos los resultados alcanzados por ambos métodos fueron similares.

El uso del método ceniza insoluble para determinar la digestibilidad fecal de nutrientes produjo similares resultados a los obtenidos mediante la aplicación del método de colección total de heces. En consecuencia, constituye un procedimiento práctico, confiable y aplicable en estudios de valoración nutricional de alimentos forrajeros tropicales para conejos (Nieves *et al.*, 2008a).

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis

Ho:

El consumo y la digestibilidad de forrajes en la alimentación de conejos son similares al emplear diferentes horarios de alimentación (matutino y vespertino).

Objetivo general

- Evaluar la digestibilidad *in vivo* de los nutrientes de forrajes tropicales en conejos en crecimiento.

Objetivos específicos

- Evaluar la digestibilidad *in vivo* de dos forrajes tropicales (*Brosimum alicastrum* y *Piscidia piscipula*) con potencial para ser incorporados en la alimentación de conejos en crecimiento.
- Evaluar dos horarios de alimentación (matutino y vespertino) para estimar la digestibilidad *in vivo* en conejos en crecimiento.

REFERENCIAS

Asociación mexicana de restaurantes, A.C. 2016. Boletín. Impulsa SENASICA producción inocua de carne de conejo. <http://www.amr.org.mx/paneles/archivos/1/1-9-1016405150304-2.pdf>

Asociación nacional de Cunicultores de México, A.C. 2013. Octubre. <http://www.ancum.com.mx>

Ayala Burgos, A. J., Capetillo Leal, C.M., Cetina Góngora, R., Zapata Campos, C., Sandoval Castro, C.A. 2006 Composición química-nutricional de árboles forrajeros. Compilación de análisis de laboratorio de Nutrición Animal. Departamento de Producción Animal en Agrosistemas Tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Barrera, P.I.M. 1999. Valor de reemplazo y eficiencia de fermentación de cinco especies de árboles forrajeros medidos en la técnica de gas in vitro. Tesis de licenciatura. Facultad de química. Universidad autónoma de Yucatán.

Belmar, R. 2001 Importancia de los factores antinutricionales en la alimentación de animales no rumiantes. En: Congreso de veterinaria. (10º: 2001: Trujillo) Memorias del X Congreso de Veterinaria. Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, 2001.p. 34-54.

Belmar, R. y Nava, R. 2000 Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos [en línea]. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán y Centro Regional Universitario Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. [México: FMVZ-UADY y CRUPY -UAC H]: 2000 [citado 17 mayo de 2007]. Disponible desde Internet URL: http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm

Bruggink, J. H. B. Utilización de concentrados de proteína de soja en dietas de animales jóvenes. En: Curso de especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal– FEDNA. (10º: 1993: Barcelona) Memorias del IX curso de especialización FEDNA. Barcelona: FEDNA, 1993.

Carranza, M.A., Sánchez, V.L., Pineda, L.M. y Cuevas, G. R. 2003 Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. *Revista Agrociencia*. 37:203-210.

Cheek, P. R. 1986 Potentials of rabbit production in tropical and subtropical agricultural systems. *Journal of Animal Science*. 63: 1581-1586.

Colín, M. 1994. La cuniculture Nord Americaine II-Le Mexique. *World Rabbits Science*. 2(1):7-14.

CONABIO 2006 Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Catálogo de especies arbóreas nativos. *Brosimum alicastrum*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/47-morac1m.pdf

Córdoba, I.A., Ruiz, L. C. y Romero, V.R. 1994. Algunos ejemplos de la gastronomía del conejo en México. *Cunicultura*. 19(109): 139-141

D'mello, J. 2000. Anti-nutritional Factors and Mycotoxins. En: *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. CA BI Publishing. Wallingford, Inglaterra, p.383-403.

De Blas, B. C. 1989. Alimentación del conejo. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

De Blas, J., Mateos, G., Rebollar, P. 2003 Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 2da Ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 244-286 pp.

Delgado, C., La O, O. y Santos, Y. 2002 Determinación del valor nutritivo de 2 árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bauhinia galpinii*. *Revista cubana de ciencia agrícola*. 36: 391-395.

Duffus, C. y Slaughter, C. 1985 Las semillas y sus usos. México : A.G.T. p.10-11, 18-21, 32-35, 102-107, 122.

ERSA: Egyptian Rabbit Science Association. 2002. 3rd Scientific Conference on Rabbit Production in Hot Climates. 8-11 octubre. Hurghada, Egypt. <http://pan-am.universe.com/pg000383.htm>

Fekete, S. 1998 Recent findings and future perspectives of rabbit's digestive physiology. En: Memorias del 4th World Rabbit Congress. Budapest, Hungria.

García, J., Carabaño, R., De Blas, C. 1999. Efecto de fuente de fibra sobre la digestibilidad de pared celular y tasa de pasaje en conejos. *Journal Animal Science*. 77:898-905.

Ku, V.J.C., Ramírez, A.L., Jiménez, F.G., Alayón, J.A. y Ramírez, C.L.1998. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: memorias conferencia electronica FAO-CIPAV sobre "agroforesteria para la producción animal en Latinoamérica" abril a septiembre.
<http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/agrofor1.htm>

Lizárraga, S.H.L. 2000. Evaluación del potencial forrajero y nutricional de árboles nativos para su incorporación a los sistemas de producción animal. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Lukefahr, S.D., Cheeke, P.R., McNitt, J.I. y Patton, N.M. 2000. Rabbit production. 8ª ed. Interstate publishers, inc. U.s.a.

Ly, J. 1999. Fisiología nutricional del cerdo. Facultad de agronomía, universidad del Zulia, Maracaibo. 154 p.

Ly, J., Diéguez, F.J., Martínez R.M., García. A. 1998. Digestion of a diet a very high in fiber in cuban creole pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 72: 397-402.

Martin, E.J.; Nolan, Z.; Nitsan., Farrel, D. 1998. Strategies to improve the nutritive value of rice bran in poultry diets. IV. Effects of addition of fish meal and microbial phytase to duckling diets on bird performance and amino acid digestibility. *British Poultry Science*. 39: 612-621.

Martínez, C.M.A. 1993. Cunicultura. Universidad nacional autónoma de México. México, D.F.

Martínez, M., Motta, W., Cervera, C. 2005 Feeding mulberry leaves to fattening rabbits: effects on growth, carcass characteristics and meat quality. *Journal Animal Science* 80:275-281.

Martínez, Y.A.R. 2005. Comportamiento productivo de conejos alimentados con follajes de arbustivas. Tesis de Maestría. Universidad autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F., Morgan, C.A. 2009 *Nutrición Animal* 5° ed. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. p 135.

Medina, A. 2000. Evaluación agronómica de cinco especies de árboles forrajeros en la zona henequenera de Yucatán. Tesis profesional para la obtención del título de ingeniero agrónomo especialista en zonas tropicales. Universidad autónoma de Chapingo. Mérida, Yucatán, México.

Mendoza, C. H., Tzec, S. G. y Solorio, S.F. 2000 Efecto de frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del “Ramón” (*Brosimum alicastrum*). *Livestock Research for Rural Development*. 2:4. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/mend124.htm> acceso abril 2007

Mizrahi, A., Ramírez-A. J. C., y Castillo-C. J. 1998. Sheep food. Assessing yhe nutrient content of fodder tres in Yucatán, México. In: *Agroforestry Today*. 10(4): 11-13.

Muzquiz, M. 2006 Factores no-nutritivos en fuentes proteicas de origen vegetal: Su implicación en nutrición y salud [en línea]. *Brazilian Journal of Food Technology* [Río de Janeiro, Brasil]: 2006 [citado 25 enero de 2008]. Disponible desde Internet URL: http://www.ital.sp.gov.br/bj/bj_old/brazilianjournal/ed_especial_b/cor-15.pdf

Nava, D.A. 2004. Análisis comparativo de tres marcas de alimentos comerciales para la alimentación de conejos de 30 a 60 días de edad. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. pp 5-24

Nieto, M.C. 2002. Preferencias de consumo de seis arboles forrajeros locales del estado de Yucatán en novillas *Bos indicus* x *Bos taurus*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C., Ly, J. 2008a. Digestibilidad fecal de nutrientes de dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro*. 20(1):67-72

Nieves, D., Schargel, I., Terán, O., González, C., Silva, L., Ly, J. 2008b. Estudios de procesos digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Digestibilidad fecal. *Revista científica, FCV-LUZ*. 18(3):271-277

Nieves, D., Schargel, I., Terán, O., González, C., Silva, L; Ly, J. 2005 Digestibilidad de nutrientes de follaje de leucaena, naranjillo, maní forrajero, morera y batata en conejos de engorde. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Unellez, 17-18 de Noviembre. Guanare. (Resumen). 70 pp..

Nieves, D., Silva, B., Terán, O.; González, C. 2002 Niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en dietas para conejos de engorde. *Rev. Científ. FCV-LUZ*. XII. Suplemento 2: 419-421..

Nieves, D., Terán, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C., Ly, J. 2009. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en forrajes tropicales. *Revista científica, FCV-LUZ* 19(2):173-180

Nieves, D., Araque, H., Teran, O., Silva, L., Gonzalez, C., Uzcategui, W 2006. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. *Revista científica, FCV-LUZ*. 16(4):364-30

Nieves, D.; Terán, O.; Cruz, L.; Mena, M.; Gutiérrez, F.; Ly, J. 2011 Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 309-314

Nouel, G., Espejo, M., Sánchez, R. Hevia, P., Alvarado, H., Brea, A., Romero, y. Y Mejías, G. 2005. Consumo y digestibilidad de bloques nutricionales para conejos, compuestos por tres forrajeras del semiárido comparadas con soya perenne. *Bioagro*. 15(1):23-30.

Gidenne, T., Carré, B., Segura, M., Lapanouse, A. and Gomez, J., (1991). Fibre digestion and rate of passage in the rabbit: effect of particle size and level of lucerne meal. *Animal Feed Science and Technology*. 32, 215-221.

Palmieri, D. 2003. Alimentación. Cunicultura de engormix. http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=457

Pérez J.M. Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi Bini R., Dalle Zotte A., Cossu M.E., Carazollo A., Villamide M.J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas, E., Fernandez, J., Falcao E., Cunha, L., Bengala Freire J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*. 3, 41-43

Ravindran, V., Hew, L., Ravindran G. y Bryden, W. 1999. A comparación of ileal digesta and excreta analysis for digetermination of amino acids digestibility in food ingredients for poultry. *Brithis Poultry Science*. 40: 266-274.

Riverón, S.H. 1995. Conejeras familiares en Cuba. *Cunicultura* 208(118):345.

Rojas, J.A. 2008 utilización de follaje de “Ramón” (*Brosimum alicastrum swarth*) en la alimentación de ovinos y conejos: digestibilidad y metabolicidad del nitrógeno y energía. Tesis de Maestría. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Roshetko, J.M. 1998. In vitro digestibility and nutritive value of the leaves of native naturalized, and recently introduced tree species in Jamaica. Winrorock Internacional, Morriton, Arkansas, USA: D.O. lantague. And gold. Michugan State University Departament of Forestry East Michigan USA. 196-204.

SAGARPA 2016. Manual de Buenas Practicas de Producción de Carne de Conejo. <http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/zacatecas/boletines/2016/marzo/documents/2016>

[BO77M.pdf](#)Asociación nacional de Cunicultores de México, A.C. 2005. Junio.
<http://www.ancum.com.mx>

Samkol, P., Preston, T.R. y Ly, J. 2006. Effect on increasing offer level of water spinach (*ipomoea aquatica*) intake, growth and digestibility coefficients of rabbits. *Livestock Research for Rural Development* 18(2)

Santos, R. y Abreu, E. 1995. Evaluación nutricia de la *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en la alimentación de cerdos. *Revista veterinaria en México*. 26:51-57.

Sales, J. and Janssens, G.P.J. 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Res.*, 16: 533-540.

Sarmiento, F.L., Santos, R. R. Y Segura, C. J. 2005. Alimentación no convencional para monogástricos, experiencias en el trópico mexicano. Curso de alimentación no convencional para animales monogástricos en el trópico. VIII Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos. Universidad experimental de los llanos (Unellez); Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela; 15 y 16 de Noviembre. Pp: 1-6.

Sarwatt, S., Laswi, G., Ubwe, R. 2006. Evaluation of the potencial of *Trichanthera gigantea* as a source of nutrients for rabbits diets under small-holder production system in Tanzania. *Livestock Research. for Rural Development*. 15(11). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/11/sarw1511.htm>. 07-09-2006.

Segundo, P.M. 2003. 900 mil toneladas se producen actualmente en el mundo. *Conejos*. 1(0): 12-16

Solorio, S.J.F., Armendariz, Y.I.R; Ku, V.J. 2000. Chemical content and in vitro dry matter digestibility of some fooder tres from the south east México. *Livestock Research for Rural Development*. 12(4).

Sosa, R., Pérez, R., Ortega, R.L. y Zapata, B. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica pecuaria en México*. 42: 129-144.

Sosa, V. y Flores, J.S. 1993. La flora ornamental de Mérida. Primera edición. Ediciones del ayuntamiento de Mérida. Mérida, Yucatán, México. 265 p.

Vietmeyer, N. D. 1985. Potentials of microlivestock in developing countries. Journal Of Applied Rabbit Research. 8:10.

García, J. 1999. La mejora genética en conejos: descripción de la difusión del progreso genético. Revista Cunicultura 139:121

**EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES TROPICALES
MEDIANTE DOS TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN EN CONEJOS.
FORAGES DIGESTIBILITY BY TWO FEEDING TECHNIQUES IN RABBITS¹**

Luceli del Carmen Bastarrachea Gorocica*, Carlos Sandoval Castro¹, Luis Sarmiento Franco¹, Ronald Santos Ricalde¹.

¹ *Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UADY, Km 15.5 Carretera Xmatkuil Mérida, Yucatán, México, Tel: +52 (999) 9855065. Email: lcba_890716@hotmail.com*

**Corresponding author*

RESUMEN

Se realizó un experimento con 48 conejos (Nueva Zelanda x California) en crecimiento (1071.33 ± 52.34 g de peso vivo) para determinar la digestibilidad aparente de la materia seca (DMS) en dietas con inclusión de follaje fresco de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Jabín (*Piscidia piscipula*) a través del método de colección total de heces. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en dos bloques de 24 animales, con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Los tratamientos T1 y T2 fueron una combinación de alimento concentrado y forraje fresco de ramón (*ad libitum*) en un horario matutino y vespertino, los T3 y T4 alimento concentrado y forraje fresco de jabín (*ad libitum*) con los mismos horarios de alimentación. El periodo experimental duro 12 días (8 días de adaptación y 4 de medición). La DMS fue de 68.1, 69.6, 66.3 y 67.4% para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. La DMS presento diferencias ($P < 0.05$) entre los forrajes, pero no entre horarios ($P > 0.05$). El consumo fue diferente ($P < 0.05$) entre forrajes y horarios, siendo el ramón el de mayor aceptación en comparación con el jabín y un mejor consumo en el horario vespertino. El valor nutricional de los forrajes permite recomendarlo como ingrediente dietético para conejos; sin embargo su bajo consumo puede ser una limitante para su utilización.

Palabras clave: Conejos; *Brosimum alicastrum*; *Piscidia piscipula*; Forrajes tropicales

¹ Artículo preparado acorde a las normas de la revista Tropical and Subtropical Agroecosystems

SUMMARY

An experiment was performed to determine the apparent dry matter digestibility (DMD) of diets containing fresh foliage of either Ramon (*Brosimum alicastrum*) or Jabin (*Piscidia piscipula*). Forty eight growing rabbits (New Zealand x California) with an initial live weight of 1071 ± 52.3 g were used. The experiment was divided in two block during which animals were randomly distributed in four treatments with six replicates each. Treatments T1 and T2 were a combination of commercial concentrate feed and fresh foliage of Ramon *ad libitum* which was fed either in the morning or afternoon. In treatments T3 and T4 foliage of Jabin (*ad libitum*) was evaluated in the same feeding schedule. The total collection method was employed to assess DMD. The experiment lasted 12 days (eight days of adaptation and four days measurement). The DMD was 68.1, 69.6, 66.3 and 67.47% for T1, T2, T3 and T4 respectively ($P > 0.05$). Foliage intake was higher for Ramon ($P < 0.05$) in comparison with Jabin foliage. The nutritional profile of both foliages seems suitable to recommend them as a feed ingredient for rabbit diets. However, the low intake observed in Jabin might represent a constraint for its utilization.

Key words: Rabbits; *Brosimum alicastrum*; *Piscidia piscipula*; forrajes tropicales.

INTRODUCCIÓN

Las especies menores como los conejos poseen diversas características que les proveen ventajas para su integración en una amplia gama de sistemas de producción. La crianza de conejos resulta promisorio en los trópicos, esto por las particularidades en su fisiología digestiva en comparación a otros monogástricos en el aprovechamiento de los recursos fibrosos (forrajeros) que son disponibles y de gran abundancia en el trópico. La existencia de numerosas especies vegetales, la elevada producción de biomasa con buen potencial alimenticio para animales herbívoros, puede constituir el punto de partida para impulsar estrategias de alimentación para no rumiantes en el trópico (Vietmeyer, 1985; Cheek, 1986; Ku *et al.*, 1998; Sarmiento *et al.*, 2005).

Por otra parte los conejos presentan comportamientos de consumo nocturno el cual incrementa hasta en un 30% más que en la mañana; lo que se puede considerar un factor que puede influir en la digestibilidad al incrementar la ingestión de materia seca y la

digestibilidad de los alimentos (Martínez, 2005). Este factor no es comúnmente considerado al momento de planear estudios de digestibilidad de forrajes.

Debido a que los conejos requieren elevada proporción de fibra en su dieta, la cual afecta la tasa de pasaje e influye en el proceso digestivo, el aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica (García *et al.*, 1999), es conveniente conocer el contenido de nutrientes y utilización digestiva de esos recursos fibrosos no convencionales. Al respecto, la composición química y valor nutritivo es de fundamental importancia, debido a que facilita proponer formulas dietéticas que permiten alcanzar requerimientos nutricionales a menor costo y evitar excesos de algunos nutrientes que pueden ser causantes de polución ambiental.

La digestibilidad de los alimentos es uno de los indicadores más importantes para la caracterización del potencial nutricional de los alimentos. La digestibilidad del alimento es considerada como una medida relacionada con el valor energético y el aprovechamiento de los nutrientes de un alimento (Nieves *et al.*, 2008a).

La determinación rápida y precisa de la utilización digestiva de dietas con incorporación de recursos no convencionales permitirá recomendar su empleo y reducir la dependencia de insumos importados (Nieves *et al.*, 2011)

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el consumo y la digestibilidad de dos forrajes tropicales mediante el empleo de dos horarios de alimentación (matutino y vespertino).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudios

El estudio se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Se localiza en el km. 15.5 de la carretera Mérida – X´matkuil.

Alojamiento

Los animales fueron alojados en jaulas metabólicas individuales y mallas de plástico en la parte inferior para coleccionar las heces y evitar la contaminación. Las jaulas contaron con

comederos de metal en la parte frontal y bebederos en la parte superior con un suministro de agua las 24 h del día.

Tratamientos experimentales

Los animales fueron sometidos a dos dietas a base de alimento concentrado de mantenimiento y forraje fresco de jabín y de ramón, de las cuales se midió el consumo de los forrajes (*Brosimum alicastrum* y *Piscidia piscipula*) a partir de dos horarios de alimentación

Horarios de alimentación

Horario 1: alimentación a las 8 am. Con alimento comercial (mantenimiento), posteriormente una alimentación con forraje *ad libitum* a las 4 pm y éste se retiró a las 8:00 am antes de ofrecer un nuevo alimento.

Horario 2: alimentación a las 8:00 con forraje *ad libitum*, posteriormente se retiró el rechazo a las 4 pm y se ofreció alimento comercial (mantenimiento).

Los rechazos fueron pesados y almacenados hasta su procesamiento.

Procedimiento experimental

El estudio se llevó a cabo en los meses de octubre- diciembre. Se utilizaron 60 conejos de entre 42 y 56 días de edad, igual número de machos y hembras con un peso aproximado de entre 1071.33 ± 52.34 g; evaluándose la digestibilidad aparente de MS y el consumo. El experimento tuvo una duración de 12 días, el periodo de adaptación a la dieta (8 días) y 4 días de mediciones. Los animales contaron con un suministro constante de agua las 24 h.

Previo al inicio del experimento, los animales fueron sexados, marcados y pesados.

Después de 24 h de ser ofrecidas las dietas, se pesó el rechazo de los alimentos, así como las heces por animal. Las heces fueron colectadas en charolas de lámina galvanizada, posteriormente se realizó un pool de las heces, forraje ofrecido y del alimento rechazado.

Diariamente se colectó el total de las heces de cada animal y se tomó la misma cantidad proporcional de heces para obtener una sola sub-muestra por animal por período.

Las muestras del forraje rechazado se redujeron a dos muestras por cada especie (una muestra del animal que más follaje rechaza y otra del animal con menor rechazo de follaje); estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su análisis (AOAC, 1990; Van Soest *et al.*, 1991) (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química de las dietas utilizadas en la prueba de digestibilidad; valores de MS, PC y FC (%)

Insumos	MS	PC	FC
Alimento concentrado para conejos	95.1	15.65	11.92
<i>Brosimum alicastrum</i>	40	14.89	26.17
<i>Piscidia piscipula</i>	37	16.90	20.29

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FC: fibra cruda.

Análisis estadístico

Los datos fueron sujetos a un análisis factorial de 2x2 con un diseño completamente al azar con el programa estadístico Minitab 16 (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo

Los resultados del consumo total de materia seca de forrajes (cuadro 2) presentaron diferencias ($P < 0.05$) entre *Brosimum alicastrum* y *Piscidia piscipula* teniendo un consumo más alto el forraje de ramón en comparación con el jabín que sería una limitante para su inclusión como forraje único en la alimentación de conejos (consumo aprox. 10 veces menor). El bajo consumo de *P. piscipula* podría deberse a que éste forraje en su composición química presenta metabolitos secundarios que pueden disminuir el consumo de estos alimentos debido a su sabor astringente u otras características que pueden disminuir la palatabilidad y la aceptación de éstos forrajes por los animales; entre los compuestos presentes en las hojas de *Piscidia piscipula* destacan los fenoles y taninos; estos últimos pueden ser clasificados de manera general como taninos condensados y taninos hidrolizables. Los taninos condensados tienen una afinidad muy alta por la proteína y la ingestión de plantas que contienen estos compuestos reduce la utilización de sus nutrientes (principalmente

proteína) y puede incluso reducir el consumo (Ayala *et al.*, 2006). Los complejos taninos-proteína son insolubles y esto disminuye la digestibilidad de las proteínas (Carnovale *et al.*, 1991). Algunos compuestos naturales polifenólicos forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros del alimento. Son sustancias capaces de precipitar alcaloides y otras proteínas en soluciones acuosas (Jansman, 1993). Los taninos tienen efectos nutricionales adversos entre los que destacan la inhibición de las enzimas digestivas y formar complejos con las membranas mucosas, lo cual resulta en el aumento de pérdidas endógenas y en daños a las mismas (Liener, 1989).

Cuadro 2. Consumo voluntario de materia seca (gMS/período experimental†) de forrajes de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Jabín (*Piscidia piscipula*) con dos horarios de alimentación (media \pm DE)‡.

Forraje	Horario de alimentación§		
	Media forrajes	Matutino	Vespertino
<i>Piscidia piscipula</i>	14.6 \pm 7.54 ^a	11.5 \pm 6.44	17.6 \pm 7.56
<i>Brosimum alicastrum</i>	136.7 \pm 30.59 ^b	121.8 \pm 31.35	150.8 \pm 25.61
Media horarios		66.7 \pm 60.51 ^a	84.2 \pm 70.47 ^b

† Período experimental corresponde a 4 días.

‡ medias con distinta literal son diferentes a $P < 0.05$.

Nota: Únicamente se comparan efectos principales (forrajes y horarios) ya que la interacción forraje * horario no fue significativa.

§ Matutino: (9am-5pm); Vespertino: (5pm-9am)

Por otra parte, se encontró un mayor consumo durante el horario vespertino en comparación con el matutino ($P < 0.05$); esto puede deberse a que los conejos en crecimiento y engorda presentan un comportamiento de alimentación nocturno e incrementan su consumo de alimento por las noches; Levas (1992) menciona que los conejos realizan numerosas comidas durante un ciclo de 24 horas, alrededor de unas 25 a 30 comidas. Este número se eleva un poco al destete, de 30 a 35 y posteriormente disminuye; se ha observado que las tomas de

alimento se concentran por la tarde y noche (2 a 3 comidas por hora) mientras que son menos frecuentes durante las primeras horas del día.

Otros de los factores que pueden modificar el consumo voluntario de los forrajes es la capacidad en el tracto gastrointestinal y la cantidad de fibra presente en los insumos; ya que a mayor porcentaje de fibra presente en los alimentos la capacidad de ingestión se ve limitada de acuerdo al volumen que ocupa en el tracto gastrointestinal; de igual forma el tiempo de exposición a las enzimas digestivas y las bacterias del ciego se ve disminuido por el aumento en el tránsito gastrointestinal debido a la presencia de altos niveles de fibra en la dieta, lo que puede afectar de manera directa el porcentaje de digestibilidad de los nutrientes presentes en el pienso (proteína, carbohidratos, etc.). Por otro lado en comparación con una alimentación con bajo aporte de fibra conlleva a una importante disminución de la velocidad de tránsito a nivel del ciego, lo que causa un efecto directo en el consumo voluntario (Gidenne, 1991).

Digestibilidad

La digestibilidad aparente de materia seca fue mayor en las dietas con inclusión de *Piscidia piscipula* (cuadro 3) en comparación con *Brosimum alicastrum* ($P < 0.05$); sin embargo, no hubo efecto del horario de alimentación sobre la determinación de la DMS ($P > 0.05$). La digestibilidad y la capacidad del conejo para digerir y presentar valores adecuados dependen no solo de las actividades enzimáticas y la digestión realizada por los microorganismos presentes; sino también de la tasa de pasaje del alimento. El tiempo de la retención de la digesta a través de todo el tracto gastrointestinal varía de 9 a 30 horas con un promedio de 19 horas (Carabaño y Piquer, 1998).

Leng *et al.* (2004) mencionan que la capacidad del conejo de poder procesar eficientemente los alimentos fibrosos se debe a la cecotofia, ya que permite que éstos sean doblemente aprovechados; inicialmente por una digestión primaria donde se aprovechan proteínas, azúcares y almidón del pienso, los cuales serán excretados parcialmente como heces blandas durante la noche y consumidas para la fermentación microbiana de la fibra en el ciego; dando origen a la producción de ácidos grasos volátiles e incrementando los valores de energía metabolizable que pueden ser aprovechados (hasta un 30% de la energía diaria necesaria); posteriormente las heces blandas son convertidas a heces duras y son excretadas durante el

día. Esta estrategia de alimentación que incluye la cecotrofia y dos oportunidades para la fermentación de fibra que en comparación con otros monogástricos es altamente eficiente.

Cuadro 3. Digestibilidad aparente de materia seca (%) de dietas con inclusión de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y jabín (*Piscidia piscipula*) con dos horarios de alimentación (matutino y vespertino) (media \pm D.E.‡)

Forraje	Media de forrajes	Horario de alimentación§	
		Matutino	Vespertino
<i>Piscidia piscipula</i>	69.1 \pm 4.67 ^a	67.9 \pm 4.2	70.2 \pm 4.9
<i>Brosimum alicastrum</i>	66.7 \pm 4.45 ^b	65.9 \pm 4.1	67.4 \pm 4.7
Media de horarios		66.9 \pm 4.22 ^a	68.8 \pm 4.99 ^a

‡ Medias con distinta literal son diferentes a $P < 0.05$.

Nota: Únicamente se comparan efectos principales (forrajes y horarios) ya que la interacción forraje * horario no fue significativa.

§ Matutino: (9am-5pm); Vespertino: (5pm-9am)

Es importante recalcar que no se observó diferencias en la estimación de la DMS atribuible a la oferta de forraje en distintos horarios. Esta observación tiene implicaciones prácticas al permitir que al momento de diseñar un experimento cuyo objetivo fuera únicamente medir digestibilidad el forraje pudiera ser ofertado en función del momento de su disponibilidad (mañana o tarde) sin afectar la precisión de la estimación. Sin embargo, si el objetivo del trabajo incluye la estimación del consumo, el mejor horario sería el vespertino ya que es cuando existe un mayor consumo.

CONCLUSIÓN

La digestibilidad aparente de *Piscidia piscipula* fue mayor en comparación con *Brosimum alicastrum*, sin embargo el horario de alimentación (matutino y vespertino) no afectó la estimación de la misma.

El bajo consumo observado del forraje de jabín puede ser una limitante para su utilización en la alimentación de conejos.

REFERENCIAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990 Official Methods of Analysis
Arlington

Ayala, B. A. J., L. C.M., Capetillo, G.R., Cetina, C.C., Zapata Y., Sandoval, C.A. 2006.
Composición química-nutricional de árboles forrajeros. Compilación de análisis de
laboratorio de Nutrición Animal. Departamento de Producción Animal en Agrosistemas
Tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de
Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Carabaño, R.; piquer, J. 1998. En: the nutrition of the rabbit, pp 1-16

Carnovale, E., E. Lugaro and E. Marconi. 1991. Protein quality and antinutritional factors in
wild and cultivated species of *Vigna* spp. *Plant Foods for Human Nutrition* 41(1): 11–20.

Cheek, P. R. 1986. Potentials of rabbit production in tropical and subtropical agricultural
systems. *Journal of Animal Science*. 63: 1581-1586.

García, J. 1999. La mejora genética en conejos: descripción de la difusión del progreso
genético. *Revista Cunicultura* 139:121

Gidenne, T., Carré, B., Segura, M., Lapanouse, A. and Gomez, J., (1991). Fibre digestion
and rate of passage in the rabbit: effect of particle size and level of lucerne meal. *Animal
Feed Science and Technology*. 32, 215-221.

Jansman, A. J. M., 1993. Tannins in faba beans (*Vicia faba* L.) antinutritional properties in
monogastric animals. In: PhD Thesis, Dpt of Anim Nutr., Wageningen Agr. Univ., The
Netherlands

Ku, V. J. C., Ramírez, A.L., Jiménez, F.G. Alayón, J.A. Y Ramírez C.L. 1998. Árboles y
arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: memorias conferencia
electrónica FAO – CIPAV sobre “Agroforestería para la producción animal en
Latinoamérica” abril a septiembre. <http://www.fao.org/WAICENT/faoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.html>

Leng, R., Rodríguez, L., Moreno, F., 2004. Los conejos: otra alternativa para el futuro en sistemas integrados de producción. University of Tropical Agriculture. Foundation

Liener, I.E. 1989. Antinutritional factors in legume seeds: state of the art. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Proceedings of the Firts International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands November 23- 25, 1988. Huisman, J., T.F.B. van der Poel and I.E. Liener (Editors). Pudoc Wageningen, Netherlands. pp 6-13.

Martínez, Y.A.R. 2005. Comportamiento productivo de conejos alimentados con follajes de arbustivas. Tesis de Maestría. Universidad autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Minitab 16 Statistical software 2013. Computer software Minitab ver.16.2.4. State College, PA: Minitab Inc. (www.minitab.com)

Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C., Ly, J. 2008a. Digestibilidad fecal de nutrientes de dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. Bioagro. 20(1):67-72

Nieves, D.; Terán, O.; Cruz, L.; Mena, M.; Gutiérrez, F.; Ly, J. 2011. Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14: 309-314

Nouel, G., Espejo, M., Sánchez, R. Hevia, P., Alvarado, H., Brea, A., Romero, y. Y Mejías, G. 2003. Consumo y digestibilidad de bloques nutricionales para conejos, compuestos por tres forrajeras del semiárido comparadas con soya perenne. Bioagro. 15(1):23-30.

Sarmiento, F.L., Santos, R. R. Y Segura, C. J. 2005. Alimentación no convencional para monogástricos, experiencias en el trópico mexicano. Curso de alimentación no convencional para animales monogástricos en el trópico. VIII Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos. Universidad experimental de los llanos (Unellez); Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela; 15 y 16 de Noviembre. Pp: 1-6.

Van Soest, P. J., J.B. Robertson Y B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 74: 3583-3597.

Vietmeyer, N. D. 1985. Potentials of microlivestock in developing countries. *Journal of Applied Rabbit Research*. 8:10.