

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

USOS DE LA MORERA (*Morus alba*) EN LA ALIMENTACIÓN DEL CONEJO. EL ROL DE LA FIBRA Y LA PROTEÍNA EN EL TRACTO DIGESTIVO¹

David Mora-Valverde²

RESUMEN

Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. El objetivo de este trabajo fue recopilar las principales características de la digestión del conejo, enfocándose en la digestibilidad de la fibra y la proteína de la dieta para valorar el potencial desempeño de un material con características como la morera. El sistema selectivo de fibra con el que cuenta este lagomorfo, le otorga una ventaja alimenticia especializada ya que excreta de manera eficiente los materiales de baja calidad. La composición bromatológica de la morera y su elevada digestibilidad la hacen muy promisorias para su incorporación en dietas de conejos, exigiendo la evaluación de ésta desde diversos niveles de inclusión, los cuales permitan definir márgenes de sostenibilidad que mejoren su uso en conejos. Se presenta información sobre el empleo de esta fuente en dietas para conejos.

Palabras clave: Arbustos forrajeros, cunicultura, nutrición animal, *Oryctolagus cuniculus*.

ABSTRACT

The use of mulberry (*Morus alba*) for rabbit feeding. The role of fiber and protein in the digestive tract. The objective of this work is to compile the main characteristics of digestion in rabbits, focusing on the digestion of fiber and protein diet to assess the potential performance of plant materials such as the mulberry. The fiber selective system of this lagomorph allows for specialized feeding and efficient excretion of low quality materials. The composition and high digestibility of mulberry make it very promising for introduction into diets of rabbits, requiring its evaluation at various levels of inclusion, which permit the definition of sustainability margins to improve their use in rabbits. Experiences that include this fodder in diets for rabbits are presented.

Key words: Forage shrubs, cuniculture, animal nutrition, *Oryctolagus cuniculus*.



INTRODUCCIÓN

En el orden de desarrollar programas alimenticios para conejos de manera más eficiente utilizando forrajes

tropicales, es necesario tener conocimiento de sus cualidades específicas para esta especie, incluyendo digestibilidad, palatabilidad, contenido nutricional y los efectos sobre el funcionamiento intestinal y las

¹ Recibido: 21 de enero, 2009. Aceptado: 18 de noviembre, 2010.

² Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. david.mora@ucr.ac.cr

enfermedades entéricas (Cheeke 1992). Asimismo existe una limitante de información que incluya la respuesta de conejos en crecimiento a diferentes fuentes suplementarias tropicales, sus combinaciones y su impacto económico (Mbanya *et al.* 2005). Es por ello que la inclusión de fuentes forrajeras suplementarias en explotaciones cunícolas y otras especies ha sido utilizada principalmente para disminuir la factura en piensos concentrados lo cual ha generado, para el caso de la morera (*Morus alba*), una serie de pruebas a nivel de campo en diversas condiciones basadas fundamentalmente en la calidad del suplemento y no necesariamente en el comportamiento de ésta según la especie y el ambiente digestivo. Este arbusto forrajero presenta cualidades tales como buenos niveles de proteína y de fibra digestible para rumiantes; sin embargo, la información nutricional para la alimentación de conejos con este material es escasa y dispersa. El presente documento revisa las características fisiológicas más relevantes del tracto digestivo del animal para comprender la interacción entre nutrientes (fibra y proteína) y el tracto digestivo del conejo. Consecuentemente, se aborda una recopilación de diferentes experiencias en las cuales la morera ha formado parte de sistemas alimenticios de producción cunícola.

GENERALIDADES DEL TRACTO GASTROINTESTINAL DEL CONEJO

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es un herbívoro estricto, posee un sistema de digestión con diversas particularidades que lo diferencian de las especies comúnmente producidas en nuestras latitudes. Este animal se encuentra clasificado como un fermentador de intestino posterior, que debido a su pequeño tamaño y su alta tasa metabólica, requiere de forrajes de alta calidad (Irlbeck 2001). Su organismo les dificulta almacenar grandes cantidades de fibra proporcionalmente a su peso, tal y como sucede con la vaca y el caballo (Brown 2000). Asimismo, sus características fisiológicas le permiten incluir diversas variedades de follajes de árboles y arbustos que se han utilizado con éxito en otras especies de animales (Dihigo 2005).

El tracto gastrointestinal (TGI) del conejo ejerce su función eliminando la fibra de la forma más acelerada posible, razón por la cual deben optimizarse las prácticas alimentarias basándose en este precepto. El tracto digestivo del conejo presenta dos grandes

compartimentos que ocupan el 81% del mismo (el estómago y el ciego). Con el ciego, el cual provee de espacio, bacterias y enzimas que permiten la fermentación de la celulosa hasta ser convertida en carbohidratos aprovechables (Weil 2008), el conejo llena casi el 41% del total del peso del tracto digestivo donde se da esta degradación de nutrientes fibrosos y sus correspondientes procesos de fermentación (Brown 2000) (Figura 1).

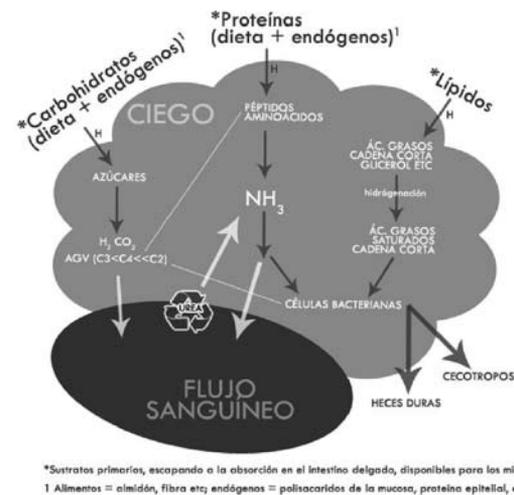


Figura 1. Metabolismo cecal de los conejos. Adaptado de Gidenne (1997). Cartago, Costa Rica. 2009.

En los conejos, los patrones fermentativos llevan el orden de: ácido acético (60-80 mmol/100 mol) butírico (8-20 mmol/100 mol) y propiónico (3-1025 mmol/100 mol). Además los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) son específicos de la flora cecal (ciego) y no de la composición del sustrato fermentable. Debido a la absorción de los AGCC éstos pueden aportar hasta un 30% al metabolismo basal (Dihigo 2005) y, en relación a la elevada proporción de ácido butírico, éste parece tener un papel regulador de la velocidad de paso, inhibiendo los movimientos peristálticos del intestino y aumentando el tiempo de retención del material en el tracto posterior (García *et al.* 2006).

La microflora más importante del conejo pertenece a la especie bacteroides (Johnson-Delaney 2006), donde la actividad enzimática en la flora bacteriana del ciego es pectinolítica, seguida por enzimas del tipo hemicelulolíticas y celulolíticas que, en términos de

magnitud, esta capacidad es notablemente inferior a la de los rumiantes e incluso a la de otros herbívoros que presentan fermentación cecal, como el caballo (García *et al.* 2006).

Dada la alta capacidad del ciego por sobre el estómago del conejo, en vez de fermentar completamente la fibra, éste cuenta con un sistema que selecciona la fibra indigestible que la excreta del cuerpo, un proceso que es una estrategia alimentaria especializada que extrae la proteína de baja calidad (Irlbeck 2001) y permite obtener un aproximado de 40% de la energía de mantenimiento que requiere a través de la producción de ácidos grasos volátiles (Carrizo 2003). Este mecanismo conocido como reflujo fleo-cólico-cecal ocurre cuando el alimento ingresa al intestino delgado y las contracciones musculares facilitan la separación de la fracción fibrosa de la no fibrosa del alimento, es allí donde una serie de movimientos peristálticos (que mueven la fibra hacia el colon) y olas antiperistálticas (movimiento del fluido y los componentes no fibrosos al ciego) envían hacia delante las fracciones no fibrosas para su posterior fermentación (Irlbeck 2001), dando como resultado ácidos grasos que se absorben en el epitelio cecal (Johnson-Delaney 2006). Asimismo, los movimientos permiten la reducción del tamaño de partícula y separación de acuerdo con la densidad (Figura 1). Los componentes fibrosos son expulsados del cuerpo aproximadamente cuatro horas después del consumo (heces duras o secas). Posterior a la fermentación, se forman pequeños bolos llamados cecotropos (heces nocturnas) que son expulsados y reconsumidos directamente desde el ano (cecofagia) aproximadamente ocho horas posteriores al consumo inicial. Éstas son excretadas a través de un ritmo circadiano y el ciclo interno de expulsión de las mismas difiere cuando se cambia de un sistema de libre consumo a otro restringido. Aparentemente, una respuesta neural o el fuerte olor de ácidos grasos volátiles (Stevens y Hume 1995) del cecotropo estimulan su consumo directamente desde el ano (Irlbeck 2001).

La cecotrofia le permite al conejo realizar altos consumos de materia seca en base a su peso vivo (entre 65 a 80 g/kg de peso corporal) y un rápido tránsito del alimento (19 horas), permitiendo al conejo abastecer sus requerimientos nutricionales. La cecofagia también incrementa la digestibilidad de la proteína (Irlbeck 2001) y el aprovechamiento de vitaminas principalmente del complejo B y de vitamina K sintetizadas por los microorganismos del ciego (Carrizo 2003, García *et al.* 2006).

La importancia de conocer el comportamiento digestivo del conejo radica en comprender la interacción entre el TGI, los nutrientes otorgados y su presentación en la ración, por lo que éstos deben ser evaluados según sus características antes que se incluya en las dietas.

DIGESTIÓN E IMPACTO DE LA FIBRA

El uso de fuentes forrajeras o arbustivas en la dieta, aporta diferentes tipos de fibra, importantes en la salud y la digestión de los conejos. Por ello debe comprenderse que, digestivamente, si se analizan los procesos de la fibra dietaria en el tracto del conejo, ésta es clasificada en dos tipos; soluble e insoluble. Ambas tienen un importante desempeño en la fisiología digestiva del conejo, la primera es un potente activador de la fermentación cecal con un aumento de la producción de biomasa microbiana y ácidos grasos de cadena corta (Gidenne y Jehl 1996), la segunda permite un adecuado tiempo de tránsito del alimento por el TGI (Dihigo 2005) e interviene en el proceso de formación de heces duras dando consistencia al alimento en tránsito (García *et al.* 2006).

Las consecuencias digestivas de la fibra se determinan tanto con la cantidad consumida como la degradabilidad de los componentes de la pared celular según su estructura físico-química y al tamaño de partícula. La fibra dietaria (ácido detergente) recomendada en conejos es de un 20% y un reducido consumo de ésta, incrementa la incidencia de problemas digestivos sobre todo en la etapa de crecimiento. El consumo se reduce en un 25% en dietas que disminuyen de un 20% a un 12% de fibra ácido detergente en animales post destete. En animales de engorde (42-70 días), el mismo rango de reducción afecta el consumo en un 18%, al igual que en animales adultos. El crecimiento también se reduce significativamente con bajos niveles en fibra debido a una reducción en la conversión alimenticia (20%) (Gidenne *et al.* 1999), e hipomotilidad del TGI, lo cual reduce la cantidad de cecotropos producidos (Johnson-Delaney 2006).

La tasa de mortalidad no se reduce al fluctuar los niveles de fibra entre un 12 y un 20%; sin embargo, el riesgo sanitario (mortalidad + morbilidad) se ve aumentado, principalmente desde el día 42 al 70, ligado a una reducción en la fibra dietaria. La producción de

heces blandas (cecotropos) corresponde a casi un 12% del consumo con niveles altos de fibra (20%) y se disminuye a medida que se reduce el nivel de la misma. La digestibilidad ileal de la materia orgánica también se aumenta (desde la boca hasta el segmento ileal) a medida que se disminuye el nivel de fibra en la dieta (Gidenne *et al.* 1999). Con lo anterior, surge la posibilidad de sustitución de fracciones de mayor valor nutricional en la ración, por otras con un valor relativo inferior, por lo que el nivel de fibra podría ser aumentado sin alterar el funcionamiento del TGI. Se reporta que la sustitución de los niveles almidonosos en la dieta por fibra digestible (hemicelulosa) de hasta en un 50% no manifiesta diferencias en el consumo y en la ganancia de peso de los conejos. Se menciona además que es posible aumentar un 60% de la degradabilidad de la fibra detergente neutro (FDN) efectuando este tipo de sustitución (Gidenne y Jehl 1996).

Se ha demostrado que la inclusión de fuentes de fibra más solubles en las dietas favorece un aumento de la longitud de las vellosidades intestinales, y por el contrario, la inclusión de fuentes de fibra lignificada puede producir atrofia en la estructura del tejido y alterar el funcionamiento normal de las células epiteliales del intestino encargadas de romper diversas moléculas alimenticias y transportarlas al interior del cuerpo (enterocitos intestinales) (García *et al.* 2006). Por ello, las características en la digestión fibrosa por parte del conejo representan un espacio favorable para insertar la producción de conejos en sistemas diversificados, basados en la integración de especies animales y vegetales, enmarcados en una estrategia de reciclaje de nutrientes, como modo armónico de uso racional y sustentable de los recursos disponibles (Nieves 2005).

DIGESTIÓN DE LA PROTEÍNA

En los rumiantes la proteína microbiana satisface la mayor parte de sus requerimientos de aminoácidos. Lo anterior no aplica para los conejos, las proteínas son fermentadas por la flora cecal y convertidas en amoníaco el cual representa la principal fuente de síntesis de proteína microbiana (Gidenne 1997). La proteína microbiana juega solamente un rol menor en el llenado de las necesidades de proteína y aminoácidos en los conejos (Irlbeck 2001). La mayor parte de la proteína microbiana utilizada por el animal es digerida

en el colon. (Stevens y Hume 1995). Sin embargo, los aminoácidos producidos por las bacterias pueden estar disponibles vía cecofagica (especialmente la lisina, aminoácidos sulfurados y la treonina). Como resultado, los aminoácidos sintéticos son agregados a la dieta comercial, particularmente la lisina y la metionina. Comparado con otras especies los conejos pueden digerir entre 75% a 85% de proteína de alfalfa, mientras los cerdos sólo pueden llegar apenas a un 50% (Irlbeck 2001).

La urea es reciclada en el intestino delgado del conejo de manera similar a como sucede en el rumen. Esta vía metabólica implica que cerca del 25% de la fuente de amoníaco cecal se origina desde el catabolismo de la urea sanguínea absorbida por la pared cecal que luego es convertida a amoníaco por la flora ureolítica. Adicionalmente, alguna urea (un 15% de la tasa de degradación de la urea) es provista por la digesta ileal (Gidenne 1997). Sin embargo, cuando se ofrece urea dietaria a los conejos, ésta no es bien utilizada por los microbios. El alimentar continuamente a los conejos con máximos de 0,5 % de urea en la dieta puede provocar lesiones hepáticas debido a que ésta es convertida en amonio en el tracto del conejo y cuando es absorbida resulta tóxica (Irlbeck 2001), aparte que más del 90% de ésta es absorbida antes de llegar al ciego (Gidenne 1997).

La práctica de la cecotrofia provee de importantes niveles proteicos a la dieta. La proteína contenida en los cecotropos aporta del 15 al 30% del nitrógeno total ingerido llegándose a niveles de aproximadamente un 28% de proteína cruda (Irlbeck 2001). Una fracción considerable (70 a 80%) de este nitrógeno se encuentra en forma de proteína microbiana, otra (20%) como nitrógeno no proteínico y el nitrógeno contenido en la capa mucoide que los envuelve (8%) que procede probablemente del nitrógeno indigestible del alimento y del nitrógeno endógeno del metabolismo. La proteína reingerida se caracteriza por una alta digestibilidad y un elevado contenido de aminoácidos indispensables.

Se ha demostrado que los conejos adultos pueden mantener un balance positivo de nitrógeno cuando se alimentan con una proteína de baja calidad; pero si a los conejos se les impide practicar la cecotrofia en condiciones experimentales, el balance de nitrógeno con la misma dieta se torna negativo (García *et al.* 2006). Las dietas bajas en proteína cruda incrementan la ingestión de proteína cruda así como una dieta alta

en proteína y baja en fibras propensa el efecto contrario. (Johnson-Delaney 2006). Una dieta que contenga más de 18% de proteína bruta no presenta ningún beneficio adicional (Sánchez *et al.* 1985) y contrario a esto aumenta la incidencia de enterotoxemias y este desorden metabólico es particularmente alto cuando la proteína de la dieta excede 20%. Se ha sugerido que un exceso de proteína en la dieta aumenta la presencia de este componente en la digesta que llega al ciego, lo que favorece la proliferación de *Clostridium* spp. y puede aumentar la presencia de *E. coli* (Gidene 1997, Irlbeck 2001, Carrizo 2003, García 2006).

Un coeficiente de digestibilidad de la proteína de 68%, que sería el correspondiente a un alimento en que la mitad del aporte nitrogenado proviene de forrajes y el contenido de proteína bruta recomendado sería de 15,35% para animales en crecimiento (García 2006). La proteína y la fibra en el tracto del conejo son participantes de eventos particulares entre los cuales destacan la recirculación del alimento (cecofagia) hasta obtener de éste el máximo provecho, y es la adaptabilidad evolutiva del conejo que permite la conversión de alimentos de relativamente bajo valor para el ser humano en proteína muscular de alto valor nutricional. Conocer el tracto gastrointestinal del conejo, permite identificar mecanismos digestivos en los que puede ingresar una fuente de alimentación animal como la morera.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA MORERA

La morera posee una amplia variabilidad de características que están relacionadas directamente con la calidad agronómica del cultivo. Desde un punto de vista práctico no puede contemplarse este recurso como un ingrediente de características alimenticias, con un rango de variabilidad estándar tal y como presentan fuentes proteicas sujetas a manejo industrial postcosecha como el grano de soya. Diversos autores reportan contenidos desde 11% de proteína cruda (Boschini 2000), hasta valores de 28% (Boschini 2001, Benavides *et al.* 1993, González *et al.* 1998, Singh y Makkar 2002) (Cuadro 1). Los contenidos de proteína, energía y la digestibilidad reportada es superior a la encontrada en las gramíneas y leguminosas; inclusive superior a la alfalfa producida en áreas subtropicales (Boschini 2001). Las especies arbustivas y arbóreas como la morera presentan mayor estabilidad

Cuadro 1. Proteína cruda (% de MS) de la morera Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente vegetativo	Fuente
11,0 (hoja)	Pictioni (1970)
15,0 (hoja)	Jayal y Kehar (1962)
	Singh <i>et al.</i> 1984
15,9 (hoja)	Narayana y Setty (1977)
16,7 (hoja)	Trigueros y Villalta (1997)
18,6 (hoja)	Shayo (1997)
22,1 (hoja)	Deshmukh <i>et al.</i> (1993)
21,7 (hoja)	Demeterova (1991)
28,0 (hoja)	Boschini (2001)
27,6 (hoja y tallo tierno)	González <i>et al.</i> (1998)
11,3 (tallo tierno)	Espinoza (1996)
11,5 (tallo tierno)	Subba Rao <i>et al.</i> (1971)
7,8 (corteza)	Shayo (1997)
11,3 (planta entera)	Sanginés <i>et al.</i> (1998)

en la calidad nutricional del follaje a través del tiempo debido a que lignifican principalmente los tallos y no tanto en las hojas, como ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo (Nieves *et al.* 2004); por lo que las fracciones fibrosas en la morera son bajas comparadas con otros follajes, reportando contenidos de FAD de 8,1 y 7,1% para las hojas y corteza respectivamente (Shayo 1997).

Otra característica importante en la morera, es su alto contenido de minerales, donde se reportan valores de cenizas de hasta 17% con contenidos normales de calcio entre 1,8 a 2,4% y de fósforo de 0,14 a 0,24%. Se ha encontrado valores de potasio entre 1,90 a 2,87% en las hojas y entre 1,33 a 1,53% en los tallos tiernos, y contenidos de magnesio de 0,47 a 0,64% en hojas y 0,26 a 0,35% en tallos tiernos (Espinoza 1996).

Para el uso de la morera debe tomarse en cuenta muchas variables, entre ellas, si se otorgará solamente el follaje o también el tallo, la época de corta (lo cual difiere ampliamente los contenidos de lignina y fibra cruda), el manejo agronómico (Machii *et al.* 2008) y el porcentaje de inclusión en la dieta. Asimismo, se hace necesario el estudio de las características fisiológicas del tracto del conejo junto a las variables físico-químicas, factores nutricionales, fracciones proteicas y minerales de la plantación. Esto permite prever

los efectos posteriores en la ecología microbiana y la fisiología digestiva del conejo, que puedan limitar su incorporación a las dietas para lograr formulaciones adecuadas que redundarán en un mejor comportamiento productivo.

RESPUESTA AL CONSUMO DE MORERA

El potencial que muestra la producción de conejos en los trópicos en base a recursos de bajo costo disponibles para el pequeño productor, sugiere el uso de arbustivas (Quintero 1993) como suplementos proteicos locales de bajo costo como la morera.

La alta digestibilidad de la morera hace muy promisorio su introducción en dietas para conejos y otras especies de animales. Al parecer, la presencia de algunos factores antinutricionales como es el caso de los fenoles simples (Oxiresveratrol), cumarinas (Umbeliferona y Escopoletina), saponinas esteroidales e isoprenos (García 2003) impiden su digestibilidad en la primera parte del tracto gastrointestinal; sin embargo, este efecto se atenúa cuando el alimento es digerido en el ciego (Dihigo 2005). Se ha reportado una mayor digestibilidad de la fibra cruda en comparación a tratamientos de dietas basales (concentrados) vs dietas con 30% y 100% morera (Nieves *et al.* 2006). Lo anterior se asemeja a Bamikole (2005), quien menciona que la digestibilidad de la materia seca fue alta en experimentos realizados en Nigeria con conejos destetados (450 g promedio) con niveles de inclusión de 25%, 50%, 75% y 100%. De igual forma se comportaron los valores de digestibilidad de la materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda y cenizas para dietas convencionales (Nieves *et al.* 2006). Para el caso de los valores de digestibilidad del extracto etéreo y del extracto libre de nitrógeno, éstos declinan significativamente al aumentar el nivel de morera en la dieta (Bamikole 1996).

La fermentación de la fracción fibrosa (FND) es elevada (58,98%) en la alimentación con morera, a través de la utilización de inóculo cecal de conejo. Además, se observa una alta producción de ácidos grasos de cadena corta con un patrón fermentativo hacia el ácido propiónico. Se puede sustituir el pienso comercial hasta en un 80% sin afectar la ganancia diaria de peso (Savón *et al.* 2005).

Bromatológicamente, una dieta exclusiva que utilice morera, se diferencia significativamente de otra

100% alimento balanceado en el extracto etéreo (EE) y extracto libre de nitrógeno (ELN). La composición nutricional de las hojas de morera se compara favorablemente con la del alimento balanceado, teniendo éstas una concentración más alta de proteína cruda y fibra cruda pero menores contenidos de EE que el concentrado. Sin embargo, ambos tienen niveles adecuados del total de nutrientes digestibles (TND) para satisfacer los requerimientos de conejo en crecimiento.

El evaluar diversos niveles de inclusión de la morera en el conejo permite caracterizar los márgenes de sostenibilidad de esta fuente alimenticia. El asumir una dieta con su totalidad de morera trae diversas respuestas en el comportamiento digestivo y del animal que permiten una valoración como punto de partida a la práctica alimenticia como tal. Experimentando el uso exclusivo de morera en dos tratamientos donde se evaluó comparativamente la asignación de dietas y fue una al 100% con morera (dieta 1) y la otra con 90% morera más 10% de repila de arroz (dieta 2), se reportan incrementos sostenidos en el consumo de morera a nivel de 10 y 12% del peso vivo, reportando ganancias diarias promedio de 17 y 16 g por día (Rojas *et al.* 2006). Asimismo se reportan rendimientos a canal de 47,3% utilizando la dieta 1 y de 44% con la dieta 2.

Respecto al consumo de materia seca, en conejos adultos se obtienen consumos más elevados de materia seca (68,5 g) cuando la morera es ofrecida como único recurso (Deshmukh *et al.* 1993). Valorando la ganancia de peso cuando se otorga al 100%, se obtienen ganancias de peso correspondiente únicamente al 40% en comparación a la utilización de alimento concentrado en un 100% (Bamikole *et al.* 2005). Por lo tanto, se sugiere que los niveles de materia seca son significativamente diferentes entre las dietas (100% morera vs concentrado comercial) a excepción del EE y ELN. Igualmente se indica que los valores de EE y NFE disminuyeron considerablemente a medida que el porcentaje de concentrado decrecía. Asimismo, no se reporta diferencia significativa cuando se evaluó dietas con 0% morera (100% concentrado) y dietas de 25-50% de morera. Igualmente, para el consumo de materia seca, no se afectó el mismo hasta superar el 50% del total de la ración lo cual declinó el consumo significativamente cuando el porcentaje de concentrado fue de un 25% (75% morera), llegando a valores aún menos beneficiosos cuando se ofreció la ración 100% morera. El consumo de proteína cruda y de fibra cruda se vio aumentado mientras que EE, CE y ELN disminuyeron

conforme aumentaba el nivel de morera (Bamikole *et al.* 2005). El consumo de proteína cruda y fibra cruda aumentó significativamente mientras que aquellos correspondientes a EE, ELN y CE decrecieron conforme se aumentó el nivel de morera en la dieta.

Al no encontrar diferencias en el consumo no necesariamente da respuestas productivas similares, y ya que según la ganancia de peso diaria de los conejos declinan cuando se aumenta el nivel de hojas de morera. Las ganancias de peso con la dieta de 75:25 y 50:50 relación concentrado/morera, no fueron significativamente menores que las obtenidas con una dieta de 100% concentrado, sino hasta superar el 50% de inclusión (Bamikole *et al.* 2005). Similares resultados se reportan evaluando la suplementación con morera (hojas), otorgadas como complemento del concentrado en conejos angora para producción de pelo, donde se indica que las hojas pueden usarse hasta un 40% del consumo de materia seca (Equivalente a un aproximado del 70% en base fresca) (Singh *et al.* 1984).

En conejos mestizos (Nueva Zelanda-California) se evaluaron tres niveles de inclusión hasta el 30% (0, 10, 20 y 30%) de harina de morera en la dieta y no se observaron diferencias significativas en el consumo comparado con una dieta de concentrado comercial, concluyéndose que no afecta el consumo en los niveles estudiados (Nieves *et al.* 2004).

La valoración de la conversión alimenticia es importante, en un estudio comparativo entre la alfalfa y las hojas de morera, la tasa de conversión fue similar (3,1 g de materia seca por gramo ganado) entre tratamientos (Martínez *et al.* 2007). Para este caso se indica que las hojas de morera muestran un menor consumo (30%) sin afectar las tasas de mortalidad. Lo anterior porque la morera pudo haber inducido una menor tasa de pasaje encontrados en los tractos (aproximadamente 30% menos).

En pruebas utilizando como suplemento la morera en combinación con otras fuentes diferentes al alimento balanceado, las raíces no procesadas de camote otorgadas en combinación con follaje de morera, hojas de *Trichantera gigantea* y camote (*Ipomoea batatas*), mantienen un mismo desempeño en conejos en crecimiento tal y como lo hace la dieta de concentrado y forraje, pero a un costo inferior (Quang *et al.* 2000). En un experimento donde se comparó las dietas de concentrado más forraje (pastos elefante y guinea, promedio 11% proteína) y bloques alimenticios compuestos por melaza, morera y nacedero se obtuvo que

las dietas que incluían la hoja de morera con 25% de proteína y nacedero con 16% PC resultaron con mejores ganancias de peso, menores costos alimenticios y un 30% de mejor conversión en la fase de engorde.

El empleo de una dieta de bloques de melaza en combinación con follaje de morera y *Trichantera gigantea*, reporta que la conversión de la materia seca y proteína fue significativamente superior en una dieta con morera que en la dieta control (concentrado + forraje) y los costos por unidad de peso ganado en el destete fueron la mitad de lo reportado para el grupo control. El crecimiento fue 33% más rápido en la dieta conteniendo morera y *Trichantera gigantea*. La conversión alimenticia fue 24% superior en la dieta experimental y hubo un mejor uso económico de la proteína. Los costos en los bloques de miel y morera fueron solamente la mitad de aquellos contemplados con la dieta de concentrado y forrajes, y se reportaron ganancias de 20,6 g diarios (Thu Ha *et al.* 1996).

En un estudio efectuado en Cuba (López y Montejo 2005), evaluaron los indicadores productivos del conejo con reproductoras de pesos superiores a 3,4 kg con una dieta compuesta de follaje de morera a libre consumo, caña de azúcar y camote. Se reporta que el promedio de conejos jóvenes nacidos vivos al parto fue de siete mientras que el promedio de conejos destetados fue de 5,2 con un peso de 784 g animal. El promedio de ganancia diaria durante la lactancia fue de 18 g y la tasa de mortalidad alcanzó el 25,7%, de la cual el 20,7% se dio durante la etapa de primera lactancia de 0 a 20 días. En este experimento se observaron 60 partos y cuatro abortos, los cuales representaron 93,75% y 6,25% respectivamente. Se indica en esta investigación que la causa posible de estos abortos fue el consumo a libre voluntad de follaje fresco de morera, por lo que ésta debería cumplir con un mínimo de edad de corte para ser otorgada. Asimismo, posibles altas concentraciones de cumarina y otros factores antinutricionales pueden afectar la preñez. Contrario a García *et al.* (2006) donde se indica que la morera contiene fenoles, flavonoides, cumarinas, y taninos en muy bajas concentraciones como para afectar de manera importante la salud animal. En la segunda etapa de lactancia (21 a 45 días) se considera que la mortalidad de los conejos es debida principalmente a diarreas generadas por los alimentos debido posiblemente al consumo de morera fresca, la cual posee gran palatabilidad, alta concentración de proteína y alta digestibilidad de la fibra (Gonzales *et al.* 1998, Dihigo *et al.* 2004). Lo

anterior pudo haber sido propiciado por el desarrollo de procesos entéricos en animales jóvenes. En el orden de reducir estos problemas digestivos y los problemas reproductivos en las hembras se aconseja utilizar este forraje de manera restringida y no a libre voluntad.

Al evaluar la ganancia de peso de reproductoras se obtuvo que el promedio de éste, de los gazapos al nacimiento, y 20 días post parto así como al destete fue de 64 g (el cual es relativamente alto tomando en cuenta el peso promedio de las hembras utilizadas (3,4 kg) (López y Montejo 2005). Estos resultados fueron superiores en hembras de media raza en el sistema tradicional, las cuales encontraron un peso al nacimiento de 57,6 g por animal nacido (Candida *et al.* 2002). Asimismo, se obtuvo una reducción del peso al destete del 15% (López y Montejo 2005). Este tipo de datos pueden tomarse en cuenta para mejorar la gestión de la nutrición del conejo en sistemas alternativos de producción como el orgánico (Paci *et al.* 2002) donde naturalmente existe una correlación entre el desempeño reproductivo y el aporte nutricional.

En el tema de las etapas de lactancia, se reportan en los primeros 20 días ganancias diarias de peso de 13 g/día (López y Montejo 2005). Entre los días 21 y 45 se obtuvo una ganancia de 22 g/día y el valor promedio durante toda la etapa de lactancia fue de 18 g/día. Aquí se compara con índices convencionales, donde se obtuvieron ganancias de 18,3 g por día en animales destetados a los 35 días de edad en un sistema convencional. Comparando estos índices con los de alimentación convencional en Cándida *et al.* (2002), los resultados fueron observados inferiores debido a que se obtiene en animales de 42 días ganancias de peso promedio de 23,2 g/día. (López y Montejo 2005) Si se evalúa la reducción en este índice, no sobrepasa un 22% para este último caso.

Para el ciclo productivo completo se reporta que hembras alimentadas con morera en un 70% mezclada con *Trichantera gigantea* ganaron 34 g en promedio, mientras que con una dieta "convencional" éstas perdieron 32 g (Thu Ha *et al.* 1996). Asimismo se menciona que las camadas obtuvieron un peso superior al nacimiento y al destete. Esta ventaja derivó en un 10% mayor porcentaje de consumo lechero y reporta que el tamaño de camada no se vio alterado por el tratamiento.

En cuanto a la reducción de costos alimenticios se reporta que la reducción del suministro de concentrado a conejos desde 110 g hasta 17,5 g/día, con oferta de

morera a libre consumo, redujo la ganancia de peso desde 24 hasta 18 g/día aún así disminuyendo en consecuencia y de manera notoria (más del 50%) el costo por unidad de carne producida (Nieves *et al.* 2004).

La morera denota un potencial para aumentar el consumo de un nutriente crítico como la proteína cruda. Para maximizar la inclusión de la morera como componente de la dieta se requiere estudiar el ambiente digestivo de la especie y valorar experiencias previas en la inclusión de esta fuente proteica para introducirla en niveles correctos minimizando los efectos indeseados por exceso o faltante de fracciones nutricionales importantes.

En los estudios mencionados, el factor común entre ellos es la información sobre el nivel de inclusión de morera y la presentación del arbusto en las diversas dietas, no así las cualidades bromatológicas y agronómicas específicas. Algunas investigaciones parten de una morera fresca, ya sea otorgando solamente la hoja, la hoja y el tallo, la hoja seca, la morera en harina y/o en bloques nutricionales, según sea el caso con porcentajes de inclusión que rondan entre el 25% al 80%, lo cual abre un rango muy amplio que podría limitar en cierta manera el estandarizar los parámetros comparativos entre los ensayos repasados pero independientemente de esto, sí es posible caracterizar el avance en este tipo de investigaciones como estímulo para el desarrollo de nuevas pruebas que se inclinen a enlazar el componente agrícola de la morera con el zootécnico del conejo, permitiendo prácticas de alimentación más precisas.

LITERATURA CITADA

- Bamikole, MA; Ikhatua, MI; Ikhatua, UJ; Ezenwa, IV. 2005. Nutritive value of mulberry (*Morus spp.*) leaves in growing rabbits in Nigeria. Pakistán. Pakistan Journal of Nutrition 4(4):231-236.
- Benavides, J; Lachaux, M; Fuentes, M. 1993. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus alba*). Árboles y Arbustos forrajeros en América Central. Serie Técnica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico No. 236. Vol II. p. 495-514.
- Boschini, C. 2000. Consumo de morera (*Morus alba*) y sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) en ganado Jersey. Agronomía Mesoamericana 11(2):73-77.

- Boschini, C. 2001. Degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera. *Agronomía Mesoamericana* 12(1):79-87.
- Brown, S. 2000. Rabbit GI physiology and nutrition. Midwest bird and exotic animal hospital national house rabbit and vet information (en línea). Consultado 20 mar. 2008. Disponible en <http://www.hrschicago.org/articleslay.html>
- Cándida, R; Forte, M; Castillo, R. 2002. Evaluación de una dieta completa y dos sistemas de reproducción en conejas mestizas. Memorias. Segundo Congreso de Cunicultura de las Américas. La Habana, Cuba. p. 282.
- Carrizo, J. 2003. Equilibrio en la flora intestinal del conejo. *Revista Cunicultura*. p. 323-326.
- Cheeke, PR. 1992. Feeding systems for tropical rabbit production emphasizing root, tubers and bananas. *FAO-Roots, tubers, plantain and bananas in animal feeding*. p. 235-249
- Demeterova, M; Lopes, C. Dade, A.C. 1991. Rabbit production under tropical conditions in Mozambique *World Animal Review* FAO. *Revue Mondiale de Zootechnie* p. 36-43.
- Deshmukh, SV; Pathak, N; Takalikar, DA; Digraskar, SU. 1993. Nutritional effects of mulberry leaves as sole ration of adult rabbits. *World Rabbit Science* 1(2):67-69.
- Dihigo, LE. 2005. Avance en los estudios de fisiología digestiva del conejo en Cuba con el uso de fuentes de alimentos no tradicionales. Consideraciones fisiológicas (en línea). Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, La Habana. Consultado mayo 2008. Disponible en http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/luise.htm
- Dihigo, LE; Savón, L; Rosabal, Y. 2004. Determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y fibra neutro detergente de cinco plantas forrajeras con la utilización del inóculo cecal de conejos. La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 38(3):297-300.
- Espinoza, E. 1996. Efecto del sitio y del nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de morera (*Morus alba* L.) en Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84 p.
- García, DE. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn). Tesis maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 59-63.
- García, D; Medina, M; Domínguez, C; Baldizán, A; Humbría, J; Cova, L. 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 24(4):401-415.
- Gidenne, T. 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livestock Production Science* 51(3):73-88.
- Gidenne, T; Jehl, L. 1996. Replacement of starch by digestible fiber in the feed for the growing rabbit. 1. Consequences for digestibility and rate of passage. *Animal Feed Science Technology* 61:183-192.
- Gidenne, T; Pinheiro, V; Falcao E Cunha, L. 1999. A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fiber supply. *Livestock Science* 64:225-237.
- González, E; Delgado, D; Cáceres, O. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). In: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 69-72.
- Irlbeck, NA. 2001. How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract. *Journal Animal Science* 79:343-346.
- Jayal, MM; Kehar, ND. 1962. A study on the nutritive value of mulberry (*Morus indica*) tree leaves. *Indian Journal of Dairy Science* 15:21-27.
- Johnson-Delaney, C. 2006. Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system (en línea). Association of Avian Veterinarians. Proceedings. Session 110. Consultado mayo 2008. Disponible en http://www.aemv.org/Documents/2006_AEMV_proceedings_2.pdf
- López, O, Montejo, IL. 2005. Evaluación de indicadores productivos en conejas mestizas alimentadas con morera y otros forrajes. *Revista Pastos y Forrajes (Cuba)* 28(2):293-302.
- Machii, H; Koyama, A; Yamanouchi, H. 2008. Mulberry breeding, cultivation and utilization in Japan (en línea). FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production (Morus1-L). Consultado 6 jun. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/Mulberry/Papers/PDF/Machii2.pdf>
- Martinez, M; Motta, W; Cervera, C; Pia, M. 2007. Feeding mulberry leaves to fattening rabbits: effects on growth, carcass characteristics and meat quality. *Animal Science* 80(3):275-280.
- Mbanya, JN; Ndoping, BN; Mafeni, JM; Fomunyam, DW. 2005. The effect of different protein sources and their combination on the performance of growing

- rabbits in tropical conditions. *Livestock Research for Rural Development* 17(3). Art. #32. Consultado 20 oct. 2010. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd17/3/mban17032.htm>
- Narayana, H; Setty, SVS. 1977. Studies on the incorporation of mulberry leaves (*Morus indica*) in layers mash on health, production and egg quality. *Indian Journal of Animal Science* 47(4):212-215.
- Nieves, D; Cordero, J; Terán, O; González, C. 2004. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. *Zootecnia Tropical* 22(2):183-190.
- Nieves, D. 2005. Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela y su valor nutricional (en línea). Venezuela. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Consultado 9 abr. 2008. Disponible en http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/duilio.htm
- Nieves, D; Araque, H; Teran, O. 2006 Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. *RC*, ago. 2006, 16(4):364-370.
- Nouel, G; Espejo, M; Sánchez, R; Hevia, P; Alvarado, H; Brea, A; Romero, Y; Mejías, G. 2003. Consumo y digestibilidad de bloques nutricionales para conejos, compuestos por tres forrajes del semiárido comparadas con soya perenne. *Bioagro* 15(1):23-30.
- Paci, G; Lisi, E; Maritan, A; Bagliacca, M. 2002. Reproductive performance in a local rabbit population reared under organic and conventional system (en línea). Pisa University, Italy. Consultado 3 mar. 2008. Disponible en <http://www.biblio.vet.unipi.it/annali2003/115.pdf>
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Editorial Acribia. Zaragoza. p. 492-494.
- Quang Suc Nguyen, Ly Thiluyen, Dinh Van Binh. 2000. Feeding systems for tropical rabbit production emphasizing root and bananas. Workshop-seminar "Making better use of local feed resources". SAREC-UAF. p. 235-249.
- Quintero, V. 1993. Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos (en línea). *Livestock Research for rural development* 5(3). Consultado 20 oct. 2010. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd5/3/vict1.htm>
- Rojas, C; Rodríguez, L; Preston, T. 2006. Efecto de una dieta de Morera (*Morus spp.*) ad libitum sobre el consumo y crecimiento de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). In XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. 286 p.
- Sánchez, WK; Cheeke, PR; Patton, NM. 1985. Effect of dietary crude protein level on the reproductive performance and growth of New Zealand white rabbits. *Journal Animal Science* 60:1029-1039.
- Sanginés GJR; Lara L, PE, Rivera L, JA; Pinzón, LL; Ramos, TO; Murillo J, I. 1998. Avances en los programas de investigación en morera (*Morus alba*) en Yucatán, México. Informe Técnico del proyecto FAO. Instituto Tecnológico Agropecuario #2, Conkal, Yucatán, México. Consultado 20 oct. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/MORERA20.HTM>
- Savón, L; Ly, J; Albert, A; Dihigo, LE. 2005. Avances en el uso de follaje de morera en la alimentación de especies monogástricas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Consultado 10 jul. 2008. Disponible en <http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v28n1/pdf/pyf06105.pdf>
- Shayo, CM. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. *Tropical Grasslands* 31(6):599-604.
- Singh, B; Makkar, PS. 2002. The potential of mulberry foliage as a feed supplement in India (en línea). Consultado 20 set. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/MULBERRY/papers/HTML/Singh&M>
- Singh, B; Goel, GC; Negi, SS. 1984. Effect of supplementing mulberry (*Morus alba*) leaves ad libitum to concentrate diets of Angora rabbits on wool production. *Journal of Applied Rabbit Research* 7(4):156-160.
- Stevens, CE; Hume, ID. 1995. Comparative physiology of the vertebrate digestive system. 2 ed. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. p. 88.
- Subba Rao, A; Amrith Kumar, MN; Sampath, SR. 1971. Studies on mulberry (*Morus indica*) leaf-stalk palatability, chemical composition and nutritive value. *Indian Veterinary Journal* 48:854-857.
- Thu Ha, Le; Nguyen Quang Suc; Dinh Van Binh; Thi Bien, Le; Preston, TR. 1996. Replacing concentrates with molasses blocks and protein-rich tree leaves for reproduction and growth of rabbits. *Livestock Research for Rural Development* 8(3):33-37.
- Trigueros, RO; Villalta, P. 1997. Evaluación del uso de follaje deshidratado de morera (*Morus alba*) en alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. In Resultados de Investigación. CENTA, El Salvador. p. 150-155.
- Weil, A. 2008. Comparative mammalian anatomy. Dissection of the rabbit digestive system (en línea). Consultado 10 set. 2008. Disponible en http://www.baa.duke.edu/companat/BAA_289L_2004/index.htm