

AVANCE EN LOS ESTUDIOS DE FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CONEJO EN CUBA CON EL USO DE FUENTES DE ALIMENTOS NO TRADICIONALES. CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS.

Luís E. Dihigo Cuttis

Instituto de Ciencia Animal, Apartado 24, Carretera central Km 47 ½, San José de las Lajas, La Habana. Cuba. E-mail: ldihigo@ica.co.cu

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo transmitir algunas experiencias cubanas sobre estudios de fisiología digestiva en conejos con el uso de fuentes de alimentos fibrosos no tradicionales. El trabajo se desarrolló con los resultados de cinco años de investigación. Se hará una breve descripción del tracto digestivo de los conejos, así como de los principales requerimientos nutricionales. Se darán a conocer los resultados del uso de distintos métodos para estimar los coeficiente medios de digestibilidad de nutrientes "in vitro e in vivo" usados para la evaluación de alimentos no tradicionales, como la harina de caña de azúcar, *Morus alba* (Morera), *Lablab purpureus* (Dolicho), *Harina de follaje de Styzobium aterrimum* (*Mucuna*), cítrico, y otras plantas utilizadas en la alimentación de conejos. Los estudios de los coeficientes medios de digestibilidad de nutrientes en estas plantas forrajeras ofrecen perspectivas alimentarias para los cunicultores en Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los conejos por sus características fisiológicas y hábitos alimentarios permiten incluir en su dieta una gran variedad de productos y subproductos alimentarios, así como nuevas variedades de follajes de árboles y arbustos que se han utilizado con éxito en otras especies de animales.

Las leguminosas por su composición nutricional pudieran aportar a la dieta proteína y material fibroso necesarios para mantener la estabilidad de la actividad microbiológica cecal (AMC). Pero

se hace necesario el estudio de las características físico-químicas, factores nutricionales, fracciones proteicas y minerales. Esto permitirá estudiar sus efectos posteriores en los procesos digestivos, la ecología microbiana y en el fisiologismo animal, que puedan limitar su incorporación a las dietas para lograr formulaciones adecuadas que redundarán en un mejor comportamiento productivo (Savón (2002, Savón *et al.* 2002).

El uso de los distintos métodos de estudio de los coeficientes medios de digestibilidad de nutrientes "in vivo e in vitro" permite determinar de forma rápida y precisa el grado de utilización de los alimentos por los conejos. La presente conferencia tiene como objetivo transmitir algunos de las experiencias cubanas en los estudios de fisiología digestiva de los conejos con el uso de fuentes de alimentos fibrosos no tradicionales.

PRINCIPALES DIFERENCIAS ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS DEL TGI DEL CONEJO

El tracto gastrointestinal de los conejos es propio de un animal monogástrico. Presenta dos grandes compartimentos que ocupan el 81 % del mismo (el estómago y el ciego). Este último en el conejo ocupa casi el 41 % del total del peso del tracto digestivo. Es el mayor sitio de la degradación de nutrientes, de la degradación de la fibra y de fermentación. Presenta particularidades estructurales que incluyen la secreción del apéndice cecal, una alta movilidad diurna asociada con el vaciamiento, producto de la práctica de la cecotrofia. La cecotrofia le permite al conejo

incorporar proteína microbiana y vitaminas principalmente producidas en el ciego. Una de las principales diferencias con las demás especies de animales monogástricos es el funcionamiento dual del colon (Lebas 1996).

Este órgano tiene condiciones adecuadas para crecimiento de una flora microbiana densa (del orden de 10^{10} bacterias/g) debido a elevado tamaño, pH estable, anaerobiosis y entrada regular de nutrientes.

Esta microflora se caracteriza por estar representada por:

- Bacterias no esporuladas gran negativas
- Bacteroides

La actividad bacteriana presente en el ciego esta encabezada por:

1. B pectinolíticas
2. B celulolíticas
3. B xilanolíticas
4. B proteolítica
5. B aminolítica

La microflora cecal está encabezada por la flora pectinolítica (10^8 a 10^9 ufc/g) seguido por la hemicelulolítica y 10^6 a 10^7 para la celulolítica (Marounek *et al.* 1995, Gidenne *et al.* 2000 y Sirotek *et al.* 2001). Los productos finales de la fermentación de éstos son los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), NH_3 , después de la fermentación de azúcares y aminoácidos. A diferencia de los rumiantes, los patrones de fermentación son acético (60-80mmol/100mol) butírico (8-20mmol/100mol) y propiónico (3-1025mmol/100mol). Además se debe señalar que los AGCC son específicos de la flora cecal y no de la composición del sustrato fermentable. Por la absorción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) pudiera aportar hasta un 30% al metabolismo basal.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CONEJOS.

El uso creciente de alimentos fibrosos en la dieta de los conejos permite una utilización más racional de estos productos. Estos alimentos aportan diferentes tipos de fibra, que juegan un importante rol en la salud y la digestión de los conejos. La fibra dietaria la podemos clasificar en soluble e insoluble. Las dos juegan un importante

papel 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 AGCC (Jehl *et al.* 1996), la segunda permite un adecuado tiempo de transito de la digesta por el TGI. Los efectos fisiológicos más importante los podemos resumir en el consumo voluntario, tránsito y morfología intestinal y potencial fermentativo (Savón *et al.* 2002). El conocimiento de estas características permitirá formular con mejor precisión las dieta de los conejos según sus requerimientos nutricionales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de fibra y otros nutrientes para conejos en crecimiento

Indicadores	% de la Materia Seca
Fibra Bruta(FB)	14-18
Fibra Ácido Detergente (FDA)	16-21
Fibra Neutro Detergente (FDN)	27-42
Pared Celular Insoluble en Agua (PCIA)	28-47
Fibra dietaria total(FDT)	32-51
<u>Otros constituyentes del alimento</u>	
Almidón (A)	10-20
Proteína Bruta (PB)	13-18

Gidenne (2002)

AVANCES EN LOS ESTUDIOS DE FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CONEJO EN CUBA

En nuestro país existe un gran número de plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas que crecen de forma natural y que pueden utilizarse favorablemente en la alimentación cunícula, sin afectaciones ecológicas y económicas sostenibles (Clavijo y Balbis 2002). Sin embargo, el uso de estas plantas debe acompañarse de estudios acerca de los factores antinutricionales, propiedades físico-químicas y de digestibilidad de nutrientes (Savón 2002). Esto permite una utilización más racional de éstas por parte de los criadores. Por otra parte, las investigaciones acerca de estas fuentes principalmente de la fibra muestran una gran variabilidad en la digestibilidad entre las distintas fuentes de alimentos (García *et al.* 1996). Asimismo,

Raharjo *et al.* (1986) informaron que existen bajos valores de digestibilidad de la energía digestible y de los valores de proteína en los forrajes de pastos tropicales con respecto a la de las leguminosas.

El uso creciente de alimentos fibrosos en la alimentación de los conejos ha permitido que se evalúen los coeficientes medios de digestibilidad de nutrientes por diferentes métodos “*in vivo e in vitro*”.

En los últimos años se han analizado en Cuba varios de estos alimentos fibrosos como son:

- Harina de caña y sus derivados.
- Harina de cítrico, fresca o biofermentada.
- Harina de follaje de *Vigna unguiculata* Habana 82.
- Harina de follaje de *Morus alba* (Morera).
- Harina de follaje de *Lablab purpureus* (*Dolicho*).
- Harina de follaje de *Stylobium aterrimum* (*Mucuna*).

Algunas de estas plantas presentan diferentes factores antinutricionales, que pudieran incidir de forma negativa en el consumo, utilización y digestibilidad de nutrientes en los conejos y otros animales

domésticos (Cuadro 2).

La morera es una morácea con características nutricionales y una alta digestibilidad que la hacen muy promisorias para su introducción en dietas para conejos y otras especies de animales (Cuadro 3), su digestibilidad se pudo determinar con el uso de diferentes métodos de incubación. Con la simulación de la digestibilidad estomacal, al parecer la presencia de algunos factores antinutricionales impide su digestibilidad en la primera parte del tracto gastrointestinal, sin embargo este efecto se atenúa cuando el alimento es digerido en el ciego o con el uso de este inóculo *in Vitro*.

Por otra parte la harina de pulpa de cítricos es una fuente de fibra soluble fácilmente digerible que induce un alto contenido cecal y mejora la eficiencia de degradación de las fibras y demás componentes nutricionales, además de provocar un aumento en la producción de biomasa bacteriana y AGCC (Jelth y Gidenne 1996). No obstante, presenta mucha variabilidad en sus resultados. Lo que hace que se continúen los estudios con este tipo de alimento, que además su origen es muy variado.

En estudios realizados por Dihigo *et al.*

Cuadro 2. Principales factores antinutricionales encontrados en leguminosas

Leguminosas	Taninos	Alcaloides	Flavonoides	Saponinas	Triterpeno	antocianidina
Harinas de follaje						
<i>Leucaena macrophila</i>	+++	++	+	+	++	+
<i>Canavalia ensiformis</i>	+	+	-	++	++	-
<i>Lablab purpureus</i>	+	++	-	-	+	++
<i>Vigna unguiculata</i>	+	+	-	-	+	-
<u>Leucaena</u>						
<i>Leucocephala</i>						
Perú	+++	+++	+	+	++	+
932	+++	+++	++	++	++	++
9379	+++	++	++	++	++	++
9101	+++	++	++	++	++	++
<i>Sapindo saponaria</i>	++	++	-	+	+++	-
<i>Arachis pintoi</i>	+	+++	+	++	+	+
<i>Tricantera gigantea</i>	++	+	-	-	++	-
<i>E. Cyclocarpum</i>	+++	++	+	++	+	+
<i>Stizolobium aterrimum</i>	+++	+++	+	++	++	+
<i>Bauhinia galpinii</i>	++	+++	+	+	++	+
<i>Morus alba</i>	++	+	-	+++	+++	-
<i>Gliricidia sepium</i>	+	+++	-	-	++	-
Scull (2004)						

Cuadro 3. Estudios de los coeficientes medios de digestibilidad de nutrientes en la morera por varios métodos de digestibilidad “in vitro e in vivo”

	MS	PB	FDN	FDA	AGCCt	pH	Método	Autor
Morera	72,95	78,26	58,98	---	161,51	5,35	In vitro cecal	Dihigo et al. (2004)
Morera	34,94	---	---	---	---	6,15	In vitro PepsinaPancrea	Dihigo et al. (2003)
Morera	50,73	72,23		26,14	---	--	In vivo	Malbelis et al. (2005)
Morera	56,53	99,21	---	---	---	6,89	In vitro cecal	Hernández et al. (2005)

(2002) se determinó que la inclusión de harina de cítrico en la dieta no afectó la digestibilidad de la MS, PB, hemicelulosa, el contenido de digesta y los pesos absoluto y relativos del estómago y ciego. Se observó un aumento en el consumo de alimento con la inclusión de 10 % harina de cítrico. Esto pudiera estar dado por un mayor tiempo de permanencia del alimento en el tracto gastrointestinal debido a que al incluir fibra digestible se comporta similar a cuando se muele finamente, ya que tiene la capacidad de absorber agua y producir viscosidad, lo que provoca un aumento del tiempo de tránsito y los animales disminuyen el consumo de alimento. Sin embargo esta diferencia en el consumo no afectó la digestibilidad de la MS, PB y hemicelulosa con relación al control, 20 y 30% de inclusión (Cuadro 4).

La harina de cítrico incluida en un 10% en la dieta mejoró significativamente los coeficientes medios de digestibilidad aparente de la FDN entre 17,73 y 17,93 % con relación al control y al 20%, respectivamente, indicador que se mejora por la presencia de fibra soluble y es subestimado por la alta presencia de pectina

en este tipo de alimento (Gidenne y Jehl 1994 y Gidenne 1996). La subestimación de la pectina está dada porque su digestibilidad es de 70 % en el conejo

La inclusión de 10 % de harina de cítrico al parecer mejoró la actividad microbiológica cecal y por consiguiente produjo mayor degradación de los componentes de la pared celular. Jehl *et al.* (1996) señalaron un aumento en la concentración de biomasa bacteriana al alimentar a los conejos con fibra digestible (hemicelulosa y pectina).

Con la técnica descrita por Pascual *et al.* (2000) en la que se puede utilizar el inóculo cecal de los conejos para predecir la digestibilidad de los nutrientes, se estudiaron la digestibilidad de la MS y FDN en cinco fuentes de alimentos (Cuadro 5).

Los valores más altos de digestibilidad de la MS (MSD) se observaron en la especie tricantera y el ramié, esta última no difirió de la glicinie y king grass. La mayor digestibilidad pudiera estar dada por el menor contenido en FDN de estas fuentes. Asimismo, Bautista *et al.* (2002) informaron valores de DMS de 53,6 % en dietas con

Cuadro 4. Indicadores de consumo, digestibilidad de nutrientes, contenido de digesta de conejos que consumieron harina de cítrico

Indicadores	% de inclusión de Harina de cítrico				±ES/Sig
	0	10	20	30	
MS	51,69	60,84	52,75	49,15	5,9
PBD	66,79	76,94	69,47	62,71	4,3
FDN	36,02 ^b	53,73 ^a	35,82 ^b	44,17 ^{ab}	4,47*
Hemicelulosa	53,78	66,22	54,27	59,16	4,98
Consumo	46,36 ^b	67,1 ^a	30,85 ^c	31,76 ^c	1,78***
Cont Estómago,g	74,61	79,52	88,52	64,94	9,25
Cont Ciego,g	100,17	93,54	101,78	87,72	8,87

(*P<0,05) (**P<0,001) MS=Materia seca, PB=Proteína bruta, FND=Fibra neutra detergente, PV= Peso vivo, Cont=Contenido, Letras con filas no comunes difieren significativamente P<0,05. (Duncan 1955).

Cuadro 5. Coeficientes de digestibilidad de la MS, FDN (% base seca), e indicadores de fermentación "in vitro" de cinco plantas forrajeras tropicales

Indicadores	<i>Tricantera</i>	<i>Ramié</i>	<i>Glicine</i>	<i>Vigna</i>	<i>King grass</i>	±ES/Sg
MS	51,60 ^a	49,04 ^{ab}	41,39 ^{bd}	36,49 ^{cd}	42,89 ^{bc}	2,57**
FDN	39,91 ^a	38,45 ^a	32,32 ^a	13,49 ^b	31,98 ^a	4,04***
AGCCt mmol/litro	109,88 ^{ab}	145,35 ^a	118,15 ^a	90,21 ^{bc}	91,04 ^{bc}	13,13*
Propionico. %	10,27 ^a	6,33 ^b	6,33 ^b	8,11 ^b	8,26 ^b	0,66**
pH	6,50 ^b	5,64 ^a	6,47 ^b	6,69 ^b	6,74 ^b	0,14***

Dihigo *et al.* (2004b)

Cuadro 6. Peso absoluto (g) relativo al peso vivo (g/g) y al peso metabólico (g/g) del estómago, ciego y contenido digestivo (g)

ÓRGANOS	% de inclusión de harina de caña				EE±Sig
	0	15	20	30	
Peso Estómago, absoluto(g)	30,09 ^a	28,70 ^{ab}	26,76 ^b	26,30 ^b	0,86*
Relativo al peso vivo(g/g)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Metabólico(g/g ^{0,75})	0,08	0,08	0,08	0,08	0,00
Peso ciego, Absoluto(g)	51,1	46,90	43,62	42,53	2,33
Relativo al peso vivo(g/g)	0,021	0,02	0,02	0,018	0,00
Metabólico(g/g ^{0,75})	0,14	0,13	0,13	0,12	0,01
Contenido estomacal (g)	106,06	91,74	88,80	78,15	13,36
Contenido cecal (g)	123,32a	101,58 ^b	82,87 ^b	86,74 ^b	6,58**
Contenido de nutrientes en el ciego					
Materia Seca, (g/Kg MS)	31,74 ^a	26,83 ^{ab}	21,57 ^b	23,49 ^b	1,94**
%PV	1,28 ^a	1,04 ^{ab}	0,90 ^b	0,98 ^b	0,09*
Protéina bruta, (g/kg MS,)	12,8	13,63	10,14	10,55	0,99
%PV	0,48	0,53	0,43	0,44	0,04
Materia Seca cecal (g/kg, MS)	36,99 ^a	35,15 ^{ab}	22,17 ^{bc}	17,57 ^c	4,54*
% PV	1,39 ^a	1,39 ^a	0,96 ^{ab}	0,63 ^b	0,20*

a,b= Filas con letras diferentes difieren significativamente P<0,05 según Duncan(1955).

amaranto, de similar composición química que la tricantera y ramié. La vigna alcanzó menor digestibilidad de la MS, aunque no difirió de la glicinia y del king gras, que mostraron disminución de 15,11 y 10,21 % de la DMS con respecto a la tricantera. La menor digestibilidad en la MS de la vigna se debe, en mayor parte, a su baja digestibilidad de la FDN con respecto al resto de las plantas estudiadas.

Al parecer, la vigna tiene la proteína muy ligada a su fibra, lo que dificulta el ataque de las enzimas, principalmente proteasas (Dihigo *et al.* 2002), o puede estar influenciado por la presencia de otras sustancias que interfieren en la digestibilidad de sus nutrientes, como son los compuestos fenólicos (Delgado-Pertíñez *et al.* 1998). Estos disminuyen en la producción de NH₃ factor limitante para el crecimiento de las bacterias y la digestión de la fibra cecal (García *et al.* 1996). Esto afecta el grado de

digestibilidad de esta fuente por los microorganismos presentes en el ciego de los conejos.

La concentración de AGCCt tuvo un comportamiento similar a la degradación de la FDN en el ramié y glicine, no fue así para la tricantera, la cual tuvo un comportamiento atípico. Los menores valores se observaron en king grass y la vigna. En esta última se corresponde con su menor digestibilidad de la FDN. Los valores de AGCCt son superiores a los 64,4, 64,5 y 45,2 mmol/L, informados por García *et al.* (1996) para la cascarilla de soya, alfalfa y hojas de olivo, respectivamente.

La proporción del patrón fermentativo obtenido para el ácido propiónico se encuentra dentro de los rangos informados por Gidenne (1996). La mayor producción se encontró en la tricantera, lo que pudiera deberse a un menor contenido de pectinas presentes en esta fuente, ya que su metabolismo interfiere

con el del ácido propionico (Goodlad y Mathew 1998).

En el pH el valor más bajo correspondió con el ramié, por lo que hubo una correspondencia con respecto a la mayor producción de AGCCt de este alimento. Por otra parte, la tricantera, glicine, vigna y king grass, debido a su capacidad amortiguadora, pudieran mantener el pH del medio, aspecto que necesita ser confirmado.

La harina de caña de azúcar constituye una importante fuente de fibra indigestible que mejora la velocidad de pasaje y actúa como un modulador de ésta cuando se incluye en dietas para conejos hasta un 15 % (Dihigo *et al.* 2001). Además, la harina de caña tiene un efecto negativo en el peso absoluto del estómago y en la disminución del contenido del ciego (Cuadro 6). Se observó que con la inclusión de esta fuente de alimento disminuía el contenido de MS en el ciego, así como su excreción en las heces de conejos en crecimiento ceba al sobrepasar el 15% (Dihigo *et al.* 2004c).

El uso de otras fuentes de alimentos fibrosos de leguminosas temporales (dólicho y mucuna) constituyen un importante resultado para la cunicultura nacional, ya que son capaces de sustituir a la harina de alfalfa hasta 20 ó 30 %.

Estudios desarrollados por Dihigo *et al.* (2004d) comprobaron que era posible sustituir a la alfalfa por la harina de *Stylobium niveum* (*Mucuna*) en dietas para conejos en crecimiento ceba hasta un 30% (Cuadro 7). No se observaron diferencias en los coeficientes medios de digestibilidad de la MS y la PB. Los coeficientes de digestibilidad de la FDN mejoraron en la dieta con 10, 20 y 30 % de harina de mucuna, aunque esta última no difirió con el 20% y con el control de alfalfa. Similar comportamiento se observó para la

digestibilidad de la FDA, con un efecto menos acentuado en la dieta control. Este comportamiento en la digestibilidad de los constituyentes de pared celular pudiera deberse a que al incrementar la fibra dietaria en la dieta de esta especie, se mejora su digestibilidad por un aumento en cantidad como calidad de la actividad microbológica cecal (Gidenne *et al.* 2000). Ello quizás se deba a que en este tipo de forraje con bajo grado de madurez no están presentes los residuos de xilosas esterificados con grupos acetilos. La presencia de estos ésteres impiden la degradación de la fibra en forrajes con mayor grado de madurez a través de una limitación de la especificidad de enzimas microbianas por los polisacáridos (Silvendiente *et al.* 1987).

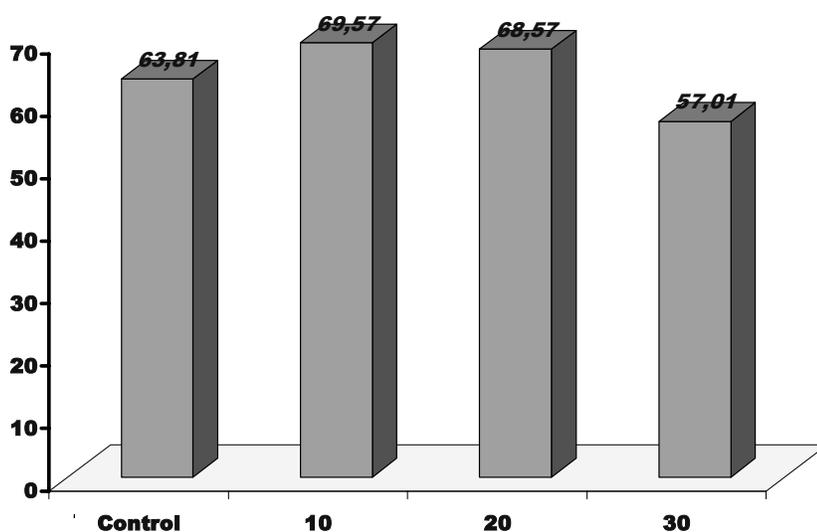
Dihigo *et al.* (2005) no encontraron diferencias en la digestibilidad de la MS al incluir hasta 20 % de harina de follaje de *Lablab purpureus* (*Dolicho*) en la dieta. Con respecto al 30 %, se observó una disminución en la digestibilidad de este indicador no obstante, no difirió del tratamiento control. Estos resultados pudieran estar determinados por un aumento en el contenido de pared celular, principalmente lignina, que pudiera interferir con la digestibilidad de la MS (Figura 1).

La inclusión de harina de follaje de dólicho no tuvo efectos marcados en la digestibilidad de la celulosa. Sin embargo, la digestibilidad de la PB tuvo un mejor comportamiento ($P<0,05$) en los animales que consumieron las dietas que contenían 10 y 20 % de harina de follaje de dólicho, con relación al control y 30%, esta última no difirió del 20 %. La alta digestibilidad para la PB de las dietas con dólicho pudiera deberse a la no presencia en

Cuadro 7. Coeficientes medios de digestibilidad de MS, PB, FND y FAD (% de base seca)

	% de inclusión de harina de mucuna				Sig/EE
	0	10	20	30	
MS	63,82	69,58	54,20	68,57	4,16
PB	70,64	74,41	70,77	75,03	3,32
FND	35,99 ^c	51,20 ^a	49,78 ^{ab}	40,82 ^{bc}	3,36**
FDA	28,33 ^b	40,86 ^a	43,55 ^a	38,71 ^a	3,59*

* $P<0,05$ y ** $P<0,01$ letras no comunes en una misma fila difieren a ($P<0,05$) según Duncan (1955).



EE-3.22 *

Figura 1. Determinación de la digestibilidad de la materia seca en dietas con diferentes porcentajes de sustitución de la alfalfa por harina de follaje de dólcho

estas harinas de factores antinutricionales o por la propia estructura de la proteína (Nielsen 1991 y Hajós *et al.* 1996). Lo cual no interfiere en la digestibilidad de la PB de esta leguminosa (Cuadro 8).

Para la digestibilidad de los componentes de pared celular FDN y FDA, se observó aumento y en la digestibilidad en los animales que consumieron 10 ($P<0,05$) y 20 % ($P<0,01$) de harina de dólcho. Estos valores son superiores a 39,91 y 38,45 % reportados por Dihigo *et al.* (2004b) para la trichantera y el ramié, respectivamente. La alta digestibilidad de la fracción fibrosa pudiera deberse a que al incluir harina de dólcho hasta 20% en dietas para conejos, pudiera estabilizar o incrementar la actividad microbológica cecal debido a la presencia de altas concentraciones de pectina (polímeros de ácido galactourónico) y de almidón, tanto en hojas como en tallo de

estas leguminosas (Minson 1990) y por consiguiente, una mayor digestibilidad de la fibra. En el tracto digestivo de los conejos está representado en su mayoría por flora pectinolítica (Gidenne 2002). Al sobrepasar los valores de 20 % se pudiera aumentar la velocidad de pasaje y por consiguiente su digestibilidad por una menor permanencia del alimento en el ciego, principal órgano de la digestión de la fibra.

CONCLUSIONES

- La morera por sus resultados de digestibilidad de nutrientes ofrece perspectivas futuras para su inclusión en dietas para conejos. Es preciso realizar estudios en los que se puedan determinar los mejores porcentajes de inclusión en dietas para esta especie.
- La harina de caña de azúcar provoca disminución del contenido del ciego y del peso del estómago, debido a las

Cuadro 8. Coeficientes medios de digestibilidad de PB, FND, FAD y celulosa (% de base seca)

	% de inclusión de harina de follaje de dólcho				EE/Sig
	0	10	20	30	
PB	71,18 ^b	79,37 ^a	76,43 ^{ab}	70,01 ^b	2,43*
FDN	37,37 ^b	49,30 ^{ab}	56,73 ^a	37,63 ^b	4,86*
FDA	26,45 ^b	45,56 ^{ab}	59,89 ^a	32,23 ^b	4,25**
Celulosa	37,80	46,92	49,77	44,28	6,44

* $P<0,05$ y ** $P<0,01$ letras no comunes en una misma fila difieren a ($P<0,05$) según Duncan (1955).

características de su fibra, además disminuye el contenido de MS en el ciego y las heces.

- Se observó una alta digestibilidad de la MS y FDN de trichantera, ramié, glicine y king grass, lo que pudiera favorecer su utilización como forraje para conejos, en tanto que la vigna, fue el alimento que alcanzó menor degradabilidad por parte de los microorganismos del ciego de los conejos.
- La inclusión de Harina de follaje de dólichos hasta 20%, no afecta los coeficientes de digestibilidad de MS, PB, FDN, FDA.
- La sustitución de la harina de mucuna por la de alfalfa no afectó los indicadores de digestibilidad y de comportamiento, la inclusión de este tipo de harina de forraje de leguminosa hasta 30 % mejoró la digestibilidad de los constituyentes de pared celular sin que se afectara la digestibilidad de la MS y PB. Los mejores resultados se observaron en los animales que consumieron el 20 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bautista, O., Ramos, M. y Barrueta, D. 2002. La harina de hojas y semillas de Amaranto (*Amarantus spp*) como ingredientes en dietas para conejos en crecimiento y engorde. II Congreso de Cunicultura de las Américas. Memorias pp 83. 19-22 de Junio. La Habana. Cuba
- Clavijo, A y Yinia Balbis. 2002. Estudios preliminares de la calidad química de algunas plantas empleadas en la alimentación cunícola. II Congreso de Cunicultura de las Américas. Memorias. pp164. 19-22 de Junio. La Habana. Cuba
- Dihigo, L. E., Savón, L., Sierra, F., Orta, M., Oramas, T., Sarduy, L y Rosabal, Y. 2002. Consideraciones fisiológicas sobre el uso de fuentes fibrosas tropicales para la alimentación de conejos en Cuba. II Congreso de Cunicultura de las Américas. Memorias. pp77 del 19-22 de Junio. La Habana. Cuba:77.
- Dihigo, L. E. 2004a. Efecto de la fuente de alimento fibroso para conejos y el tiempo de incubación en la digestibilidad de la materia seca *in vitro*. Rev Cub Ciencia Agríc.38:2.185.
- Dihigo, L. E., Savón, L., Forte C. y Martínez, M. 2004b. Efecto de la sustitución de la alfalfa por diferentes niveles de harina de follaje de mucuna (*Stizolobium niveum*) en dietas para conejos en crecimiento ceba. Porcicultura tropical, La Habana, Cuba.
- Dihigo, L. E., Savón, L., Martínez, M. Castro, M. y Oramas, A. 2003. Estudios de digestibilidad "in vitro" de la materia seca de *Morus alba* y dos variedades de *Protéico 22* para incluir en dietas para conejos (*Oryctolagus cuniculus*). I Encuentro Internacional de Nutrición "Nutrifis. La Habana, Cuba.
- Dihigo, L. E, Savón, L. y Sierra, F. 2001. Estudios morfométricos del tracto gastrointestinal y órganos internos de conejos alimentados con piensos que contienen harina de caña de azúcar. Rev. cub. Cienc. Agríc. 35(4)361.
- Dihigo, L. E; Savón, L. y Sierra, F. 2004c. Composition of cecal content and excretion of dry matter in rabbits consuming sugar cane meals. 7th World Rabbit Congress. September 7-10, Puebla, México.
- Dihigo, L. E; Savón, L., Fortes, C., Martínez, M. y Hernández, Y. 2005. La harina de follaje de *Lablab purpureus* (Dolicho), una alternativa viable para la alimentación de conejos en países tropicales. Estudios de digestibilidad. XVI Forum de Ciencia y Técnica. ICA. La Habana, Cuba.
- Dihigo, L. E; Savón, L. y Rosabal, Y. 2004b. 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 los conejos. Rev cubana Ciencia agríc,38:3297.
- Domínguez, M, Dihigo, L. E, Hernández, Y. y Sierra, F. 2005. *Morus alba* (Morera), una alternativa para la alimentación

- de los conejos en Cuba. Estudios de digestibilidad "in vivo". XVI FORUM de Ciencia y Técnica. ICA. La Habana. Cuba.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11:1
- García, J., Carabaño, R. y de Blas, C. 1996. Effect of fibre source on neutral detergent fibre digestion and caecal traits in Rabbits. 6th World Rabbit Congress. Memorias pp 175. Toulouse.
- Gidenne, T. y Jehl, N. 1994. Effects sur la croissance et la digestion du lapereau de la substitution d'amidon por des fibres digestible. *Vlemes Journees de la Recherche Cunicole la Rechelle france*. 6-7 Dec 2:301-308.
- Gidenne, T. 2002. Role of Dietary Fibre in Rabbit Nutrition and Digestive Troubles Prevention. II Congreso de Cunicultura de las Américas. Memorias pp 47. 19-22 de Junio. La Habana. Cuba.
- Gidenne, T. 1996. Nutritional and antogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. *Porc VI World Rabbit Congress*. 1:13-28.
- Gidenne, T., Pinhero Falcao, L. y Cunha, C. 2000. A comprehensive aproach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. *Livestock Production Science*. 64: 225
- Goodland, J. S. y Mathew, J. C. 1998. Effects of food carbohydrates on large intestinal fermentation in vitro. *Proc Nutr Soc*. 47:176
- Hajós, G., Gelencsér, E., Szerdahelyi, E., Bardocz, S. y Pusztai, A, 1996. Enzymatic modification as a tool for improving the quality of food proteins. *Effects of antinutrients on the nutritional value of legume diets*. Vol 2: 69-74. Edit. Susan Bardocz. y Arpad Pusztai. European Cooperation on Scientific and Technical Research (COST 98).
- Hernández, Y., Dihigo, L. E., Domínguez, M. y Sarduy, L. 2005. Comparación de tres métodos de incubación / filtración "in vitro" para determinar el efecto en la digestibilidad de la MS y PB en la morera (*Morus alba*) con el uso del contenido cecal del conejo. XVI FORUM de Ciencia y Técnica. ICA. La Habana. Cuba.
- Jehj, N. y Gidenne, T. 1996. Replacement of starch by digestible fibre in the feed for the growing rabbit. 2. Consequences for microbial activity in the caecum and on incidence of digestive disorder. *Anim Feed Sci. Tech*. 61:193
- Lebas, F. 1996. El conejo. Cría y patología. Colección FAO: Producción y sanidad animal 19:21
- Marounek, M., Vouk, S y Skrivanova. V. 1995. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits *Bri. J. Nutri*. 73:463
- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, London, 483 pp.
- Nielsen, S. S. 1991. Digestibility of legume proteins. *Food Technol*. 9:112-114,118.
- Pascual, J., Fernández-Carmona, J., Fernández, Díaz, J. R., Garcés, C., Rubert-Alemán, J., Llopis y Muelas. R. 2000. Nutritive evaluation of rabbit diets by different in vitro digestibility Methods. *Journal of World Rabbit Science Association* 8(1): 385-389.
- Raharjo, Y. C., Cheeke, P. R., Patton, N. M., y Supriyati, K. 1986b. Evaluation of tropical forage and by-product feeds for rabbit production. I. Nutrient digestibility and forage affect of heat treatment. *Journal Appl Rabbit Res*. 13:56
- Savón, L. 2002. Fuentes fibrosas tropicales para la alimentación del conejo. II Congreso de Cunicultura de las América. 19-22 de Junio. La Habana. Cuba: 69
- Scull, I. 2004. Metodología para la determinación de taninos en forrajes de plantas tropicales con potencialidades de uso en la alimentación animal. Tesis presentada en opción al título de Maestro en Química Analítica. La Habana.
- Sirotek, K., Marounek, M., Rada, V y Venda, V. 2001. Isolation and characterization of rabbit caecal pectinolytic bacteria. *Folia Microbiologica*. 46:79.