

Hidroforraje de *Leucaena leucocephala* para alimentar conejos

Bernabé López Valoy^{*}; Mario Cisneros López^{***}; Manuel Valdivié Navarro^{**}; Víctor Sotto Agüero^{*}; Lourdes Savón Valdés^{**}

^{*} Universidad de Granma, Cuba

^{**} Instituto de Ciencia Animal, Cuba

^{***} Instituto de Investigaciones Agrícolas “Jorge Dimitrov”, Cuba

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el valor nutritivo del hidroforraje de *Leucaena leucocephala* (HFL) para la alimentación de conejos, se determinó: la composición química, perfil aminocídico, presencia de factores antinutricionales, propiedades físicas y digestibilidad *in vitro*. Se empleó un diseño completamente aleatorio. El alimento mostró 23 % de materia seca, altos niveles de proteína bruta (27,2 %), 31,18 % de fibra neutro detergente, 19,06 % de fibra ácido detergente y 8,43 % tenores de ceniza. Este alimento tiene adecuados niveles de lisina, treonina, fenilalanina y leucina, aminoácidos esenciales para los conejos; en cambio los niveles de metionina fueron bajos. Se encontró que a medida que aumentaba la edad del hidroforraje, disminuían los factores antinutricionales: los taninos se presentaron en las semillas de leucaena en 9 %, y a los 20 días del alimento su concentración era de 1,1 %. Se detectó presencia de mimosina en las semillas de esta planta (4,5 %); no así a los 25 días del hidroforraje. La solubilidad de fibra fue 26,61 % con capacidad de absorción de agua de 11,98 (gg-1FDN). La digestibilidad de la materia seca fue 67,73 %. Estas características se ajustan a las exigencias alimenticias de la especie cunícola.

Palabras clave: hidroforraje, *Leucaena leucocephala*, conejos

Leucaena leucocephala Hydroforage for Rabbit Feeding

ABSTRACT

Leucaena leucocephala hydroforage nutritional value for rabbit feeding was found out by determining its chemical composition, amino-acid profile, antinutritional factors presence, physical properties, and *in vitro* digestibility using a completely randomized design. Results showed 23 % of dry matter, high levels of raw protein (27,2 %), 31,38 % of neutral detergent fiber, 19,06 % of acid detergent fiber, and 8,43 % of ashes. Proper levels of essential aminoacids for rabbits, i.e., lysine, threonine, phenylalanine, and leucine were found out; however, methionine levels were low. Antinutritional factors decreased by the hydroforage aging process: tannin concentration in *L. leucocephala* seeds dropped from 9 % to 1,1 % following 20 days of hydroforage aging. Similarly, 4,5 % of mimosine was also detected in *L. leucocephala* seeds, but none appeared after a 25-day aging process of the hydroforage. Fiber solubility was 26,61 % with a water absorption capacity of 11,98 (gg-1 FDN). Dry matter digestibility was 67,73 %. These features fit feeding requirements for rabbits.

Key Words: hydroforage, *Leucaena leucocephala*, rabbits

INTRODUCCIÓN

Los hidroforrajes son alimentos con alto valor nutricional. Estos son germinados de semillas de gramíneas o leguminosas que se cosechan muy temprano; son valorados por sus excelentes niveles de proteína y adecuado balance en la fracción fibrosa (mejor relación fibra soluble-fibra insoluble), lo que provoca alta digestibilidad de los nutrientes contenidos en estos alimentos en los animales que lo consumen (Cisneros *et al.*, 2006 y Díaz *et al.*, 2008).

El valor nutritivo de un alimento se define como el tipo y cantidad de nutrientes disponibles por

unidad de tiempo; ellos varían con el grado y nivel del consumo, tasa y extensión de la digestibilidad y con la eficiencia de utilización, factores que se ven afectados por las propiedades físicas y químicas del alimento y las características del animal que lo consume (Savón *et al.*, 2005).

En todos los alimentos es de suma importancia conocer las bondades químicas que aportan, dígame niveles de proteína, fibra, energía y minerales; de esta forma se sabe cómo balancear las dietas de los animales. Al mismo tiempo es necesario determinar la presencia de los compuestos antinutricionales en el propio alimento que pueden afectar el comportamiento animal en cuanto al consumo,

digestibilidad y absorción de nutrientes (García, 2004); así como las propiedades físicas del alimento, que guarda estrecha relación con la forma en que este se comportará dentro del sistema digestivo de los animales (Savón *et al.*, 2005).

El objetivo del trabajo es determinar el valor nutritivo del hidroforraje de leucaena (HFL) a la edad de 25 días y el contenido de factores antinutricionales a las edades de 10; 15; 20 y 25 días para la alimentación de los conejos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron seleccionadas muestras de hidroforrajes de *Leucaena leucocephala* (variedad Perú) a distintas edades (10; 15; 20 y 25 días). Para la producción de los hidroforrajes se utilizó como sustrato el bagacillo de caña de azúcar secado y molido (1 kg/m²), la densidad de siembra fue de 1,5 kg de semilla/m². El método de escarificación empleado fue el de inmersión en agua durante 36 h; se sacaron las semillas del agua, se enjuagaron y se dejaron en reposo 12 horas con el propósito de inducir la movilización de nutrientes.

Las muestras se secaron en estufa a temperatura de 65° C durante 72 h. Las muestras se redujeron a un tamaño de partícula de 1 mm con un molino de martillo, y se conservaron a temperatura ambiente en frascos de vidrio herméticamente cerrados.

La composición química del hidroforraje se determinó en el laboratorio de Química Analítica del Instituto de Producción Animal para el trópico y subtrópico, en la Universidad Humboldt de Berlín, Alemania. La materia seca (MS) se cuantificó y la muestra se sometió a deshidratación forzada con aire caliente en una estufa de 65 a 70° C, durante 72 h según la AOAC (1995); la ceniza, proteína bruta (PB) (N x 6,25), extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB), calcio (Ca) y fósforo (P) se determinaron según la AOAC (1995). La fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y la lignina ácido detergente (LAD) según Van Soest (1994).

Se determinaron los aminoácidos a los 25 días del hidroforraje, en el laboratorio central de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Libre de Berlín, Alemania. Se utilizó un analizador de aminoácidos modelo Alpha plus.

Se realizó un tamizaje fitoquímico de carácter cualitativo para determinar la presencia de factores antinutricionales (taninos, alcaloides, fenoles

totales, saponinas y flavonoides) a los HFL cosechados a distintas edades (10; 15; 20 y 25 días); estas determinaciones se realizaron en el laboratorio de calidad perteneciente a la fábrica de medicamentos orales (MEDILIP) de Bayamo, Cuba. Para ello se pesaron 25 g de cada material vegetal macerado con 250 ml de etanol al 98 % durante 48 h, y se realizaron los análisis por triplicado.

Para investigar la presencia de fenoles se utilizó el método del cloruro de hierro (III) descrito por García (2004). Para determinar la presencia de alcaloides se desarrolló el ensayo de Dragendorff; las saponinas fueron obtenidas mediante el ensayo de la espuma; ambas se realizaron según Peña (2002).

Los taninos condensados se determinaron por triplicado con el método de la vainillina - HCL, propuesto por Price *et al.* (1978). La absorbancia fue leída mediante un espectrofotómetro Beckman DU 640. Se realizó el ensayo de Shinoda para reconocer la presencia de flavonoides en el extracto vegetal (Peña, 2002). Se utilizó un sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los metabolitos en los tratamientos. En todos los análisis se siguieron los siguientes criterios: +++ abundante; ++ moderado; + presencia; - ausencia.

La mimosina del HFL a los 25 días de edad y las semillas antes de sembrar se determinaron por HPLC en el laboratorio de Histoterapia Placentaria de La Habana.

La determinación de las propiedades físicas del hidroforraje (en este caso se seleccionó la edad de 25 días del hidroforraje) y del forraje de leucaena fue por sextuplicado bajo un diseño completamente aleatorio; para comparar las medias se realizó un análisis de varianza de clasificación simple. La capacidad de adsorción de agua (CAA) se midió por el método gravimétrico (Robertson *et al.*, 1980), modificado por Marrero *et al.* (1996). El volumen de empacado (VE) y la solubilidad se analizaron por el método de Seoane *et al.* (1981). La capacidad amortiguadora ácida (CAAc) y básica (CAB) se determinó por el método descrito por Savón y Gutiérrez (1999). Todas las determinaciones se realizaron en laboratorio de Química Analítica del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de La Habana, Cuba.

La digestibilidad *in vitro* del hidroforraje de leucaena se determinó en el Laboratorio de Química Analítica del Instituto de Ciencia Animal a la edad de 25 días, bajo un diseño completamente

aleatorio. También se utilizaron muestras de forraje de leucaena y heno de alfalfa (ocho muestras por alimento) mediante la técnica del inóculo cecal según la metodología descrita por Pascual *et al.* (2000). Se utilizaron cuatro ciegos de conejos Nueva Zelanda Blanco con peso vivo promedio de 2 kg y de cuatro meses.

Los datos se analizaron mediante la estadística descriptiva y se determinó la media y la desviación estándar (DE), mediante el empleo del programa Statistic versión 6.0 para Windows. Las medias se compararon por las pruebas de rangos múltiples de (Duncan, 1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la composición química del hidroforraje de *Leucaena* a la edad de 25 días, el contenido de materia seca del hidroforraje fue superior a 20 %; esto lo ubica en los rangos encontrados por diversos autores para alimentos con características parecidas utilizados en la alimentación de conejos. Rodríguez (2003) al analizar químicamente a los hidroforrajes de maíz y de trigo reportó tenores de 23 % para el contenido de materia seca en ambos alimentos. En trabajos realizados por Olmo (2001) se reportan valores de MS para el follaje de *Leucaena leucocephala* entre 29 y 31 %. En estudios desarrollados por Clavijo y Balbis (2002) de 21 especies de forrajes para conejos, se indican contenidos de MS desde 6,74 hasta 26,90 %.

Por otra parte, el alimento (HFL) mostró alto por ciento de proteína bruta (27 %), valor que supera al contenido de este nutriente en el follaje de leucaena según reportes de Tapia *et al.* (1999) y Soca *et al.* (2000). Rodríguez (2003a) determinó valores de PB en hidroforrajes de maíz, trigo y sorgo en el orden de 14; 23 y

Tabla 1. Composición química del hidroforraje de *Leucaena leucocephala*

Componentes químicos (en BS)	HFL	DS ±
MS (%)	23,6	0,60
PB (%)	27,2	0,83
EE (%)	2,13	0,41
FND (%)	31,18	0,44
FAD (%)	19,06	0,95
LAD (%)	4,11	0,56
CEN (%)	8,43	0,68
Ca (%)	1,42	0,026
P (%)	0,57	0,031

19,9 %, respectivamente; estos son inferiores a los valores para dicho nutriente con respecto al HFL.

El proceso de germinación favoreció la proporción de los elementos constituyentes de la pared celular del HFL; estos se corresponden con los requerimientos de nutrientes en las dietas cunícolas según Gidenne (2002).

En estudios realizados por Pérez (2000) al caracterizar la fracción fibrosa de la pared celular del hidroforraje de maíz y trigo; alcanzó valores de FND de 37 % y 12,2 % para la FAD en el hidroforraje de maíz, mientras que en el hidroforraje de trigo el autor indica niveles de FND y FAD de 39 y 16 %, respectivamente. Nieves *et al.* (2004) reportaron niveles para la FND de 42 y 18,2 % para la FAD en el forraje de leucaena.

Se han reportado valores para la alfalfa seca de 45 % de FND y 36,9 % de FAD (Carabaño, 2008). Es evidente que el hidroforraje de leucaena presenta niveles FAD y FND que están en correspondencia con los requerimientos para esta especie.

En la Tabla 2 se muestra el perfil aminoácido del hidroforraje de leucaena. El contenido de lisina de este alimento es similar a los valores reportados por Macías y Martínez (2004) para el forraje de leucaena, los cuales obtuvieron 1,1 % (BS). En investigaciones llevadas a cabo por Isert (2007) y Betancourt (2007) se comprobaron nive-

Tabla 2. Perfil aminoácido del hidroforraje de leucaena

Aminoácidos	(g/kg MS)	DS ±
Lisina	11,79	0,03
Metionina	1,10	0,05
Treonina	9,84	0,81
Cisteina	2,32	0,35
Fenilalanina	10,83	0,62
Histidina	5,73	0,08
Leucina	23,28	0,81
Tirosina	8,47	0,69
Arginina	12,05	0,81
Valina	9,92	0,55
Alanina	12,79	0,55
Isoleucina	7,88	0,67
Glicina	10,76	0,89
Serina	10,54	0,83
Ac. glutámico	22,82	0,67
Ac. aspártico	19,74	0,08
Prolina	10,45	0,63

les de lisina en el orden de 0,9 y 0,6 % para la harina de morera y la harina de *Glyricidia*, respectivamente.

En cuanto al contenido de Metionina, el cual es considerado aminoácido esencial azufrado que puede sintetizar cisteína (mediante procesos biológicos y el azufre donado por la homocisteína), su contenido en el HFL es bajo; también en el forraje de leucaena es bajo al considerar lo comunicado por Ly y Macías (1995), los cuales indicaron que el contenido de este aminoácido en el forraje de leucaena es inferior a los 0,2 g/kg MS.

La treonina es uno de los nueve aminoácidos estrictamente esenciales para los conejos (De Blas *et al.*, 2005) lo que significa que en el HFL el contenido de dicho aminoácido (9,84 g/kg MS) se considera como positivo para la alimentación de esta especie, aún más si se tienen en cuenta los requerimientos de treonina recomendados por De Blas y Mateos (1998).

El hidroforraje de leucaena presentó buenos niveles de tirosina (8,47 g/kg MS) y de arginina (12,05 g/kg MS) en relación con los requerimientos de la especie tratada (Lebas, 1992; De Blas y Mateos, 1998). La tirosina es un aminoácido aromático no esencial, que se puede sintetizar a partir de la fenilalanina (NRC, 1994).

La arginina es otro de los aminoácidos esenciales en la alimentación de los animales y aunque no se encontraron reportes específicos en el caso de los conejos, en otros monogástricos como las aves se comprobó que cuando se suministra por encima de los requerimientos, disminuye la mortalidad del pollo de engorde por problemas de ascitis (Tan *et al.*, 2005). El nivel de este aminoácido en el HFL se encuentra dentro del rango de los requerimientos para los conejos (Lebas *et al.*, 1986).

Los niveles de histidina encontrados no fueron altos con relación a lo recomendado por Lebas *et al.* (1986). Este aminoácido es importante en la formación de las grandes masas musculares en los animales de ceba (aves, cerdos y conejos) según la NRC (1994). El resto de los aminoácidos se encontraron en niveles de medios a altos siempre que se compararon con los requerimientos nutritivos para conejos reportados por Lebas *et al.* (1986) y De Blas *et al.* (2005).

En la Tabla 3 se muestran los resultados del tamisaje fitoquímico. La semilla de leucaena propiamente dicha contiene muchos fenoles, los cua-

Tabla 3. Elementos antinutricionales encontrados en las semillas de *Leucaena* y en el hidroforraje a distintas edades

Compuesto	Semillas	HFL	HFL	HFL	HFL
		10d	15d	20d	25d
Alcaloides	+	-	-	-	-
Fenoles	+++	+++	++	-	-
Saponinas	+	-	-	-	-
Flavonoides	+	-	-	-	-
Taninos (mg/g)	90,7	N. I.	2,4	1.1	N. I.
Mimosina (%)	4,5	N. I.	N. I.	N. I.	0,0

N. I.: no investigado

les al cuantificarse parcialmente indican la presencia de 9,07 % de taninos (muy elevado) y la presencia moderada de saponinas, alcaloides y flavonoides.

Es importante destacar que desde el 10^{mo} hasta el 25^{to} día de cosecha la tecnología de producción de hidroforraje elimina totalmente las saponinas, alcaloides y flavonoides. Los fenoles se reducen moderadamente a los 15 días de cosecha y desaparecen a los 20 y 25. La concentración de taninos presentes en los hidroforrajes a los 15 y 25 días de cosecha es muy baja (2 y 1 %) y no daña el comportamiento ni la salud de los monogástricos (aves, cerdos y conejos).

En el caso de la mimosina los resultados que se exponen (Tabla 3) están acorde con lo indicado por Makkar *et al.* (1991) quienes plantearon que una característica importante en la estrategia de defensa de las plantas es la distribución variable de los compuestos secundarios en los diferentes tejidos vegetales. En coincidencia con ello, D'Mello (1995) reportó valores de mimosina hasta 14,5 % en las semillas de leucaena y sólo 2,5 % en el forraje cuando las plantas son adultas.

Algunas de estas sustancias tienen su momento de formación y acumulación posterior a la cosecha del hidroforraje (edades superiores a los 45 días); así lo pudo constatar Lorenzo y González (1998), y Díaz y González (1998) al realizar la caracterización toxicológica al germinado de sorgo, reportaron presencia de quinonas en las edades comprendidas entre los 59 y 79 días; pero esta misma sustancia no se encontró a los 36 días de edad de los germinados, lo que puede explicar la ausencia de estas sustancias en plantas tan jóvenes, aún y cuando autores como Makkar *et al.* (1991) señalaron que las yemas, hojas jóvenes y los órganos reproductores tienen mayor concen-

tración de estos compuestos que los tejidos viejos, pero siempre en plantas adultas.

Los compuestos fenólicos estuvieron presentes en las primeras edades de cosecha de la planta y luego desaparecieron como se aprecia en la Tabla 3; estos están involucrados en los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de las plantas (Usenik *et al.*, 2004). Fueron hallados niveles bajos de saponinas y flavonoides en la harina de follaje de leucaena (Scull *et al.*, 2000); algo similar sucedió cuando se investigó la presencia de estos compuestos en las semillas de leucaena, pero al mismo tiempo no se detectó su presencia a ninguna de las edades de cosecha del HFL.

Las determinaciones al HFL, por la corta edad en la que se realiza la cosecha, muestran resultados favorables con relación al contenido de FAN (factor antinutricional), que constituye fuente segura para la alimentación de los conejos u otros monogástricos. Relacionado con esto, Díaz *et al.* (2008) demostraron que en el proceso de germinación de semillas de leguminosas (canavalia, vigna, soya, mocuna y dólido) mejoraron desde el punto de vista nutricional y mostraron que el proceso de germinación incrementó la proteína verdadera (en la vigna incrementó significativamente la PB del 25 % respecto al control) con incremento del total de azúcares solubles de 20 a 61 %, acompañado de rápido decrecimiento en el contenido de los oligosacáridos derivados de la galactosa (GOS) de 98 a 63 %.

La germinación resultó ser un proceso eficiente para disminuir los niveles de GOS (que constituye un importante FAN) en estas leguminosas. Las apreciables pérdidas de estos oligosacáridos durante la germinación se debió a la activación de la enzima α -galactosidasa que hidroliza los enlaces 1-6-galatosídico e incrementa el contenido total de azúcares solubles (Díaz *et al.*, 2008).

Los resultados relacionados con las propiedades físicas del hidroforraje y el forraje de leucaena se muestran en la Tabla 4; ambos alimentos mostraron diferencias ($P < 0,001$), lo cual repercute en la forma en que se asimilan ambos alimentos en el tracto digestivo de los animales. El mayor valor de solubilidad correspondió al hidroforraje de leucaena, esto podría traducirse como incremento en la actividad microbiológica cecal con mayor producción de biomasa microbiana (Gidenne *et al.*, 2004) y puede ser mayor la eficiencia enzimá-

tica al nivel del sistema digestivo. En estudios realizados por Albert *et al.* (2006) se observó que la harina de follaje de morera presentó alta solubilidad (22,5 %). El mayor nivel de solubilidad del hidroforraje de leucaena fue condicionado por el bajo nivel de lignina que este alimento posee (Tabla 1).

La mayor CAA se obtuvo en el HFL. Esta característica no es más que la capacidad que tiene la fibra de retener agua, la cual dependerá de la proporción relativa con los polisacáridos que la componen (Savón, 2002); así, la hemicelulosa tiene mayor poder higroscópico que la celulosa (esta propiedad es casi nula en la lignina), lo que es favorable para la digestión de la fibra, pues la humedad facilita la hidrólisis por la enzima celulasa (Marrero *et al.*, 1996). Esta característica de la fibra diluye el contenido cólico y, por consiguiente, las heces modifican su característica al incrementar su peso por mayor contenido en agua, así se reduce su MS (Roberson *et al.*, 1980).

Una de las propiedades físicas relacionadas con la regulación del pH de las fibras en el tracto gastrointestinal es la capacidad amortiguadora (ácida y básica); este indicador cuantifica la resistencia de la fibra al variar su pH. El forraje de leucaena apenas presentó diferencias en las capacidades amortiguadoras tanto ácidas como básicas; lo contrario sucedió con el hidroforraje de leucaena. La tendencia de este alimento es que su capacidad amortiguadora sea mayor frente a los ácidos (0,67); este resultado es positivo al considerar lo planteado por Savón *et al.* (2005) de que mientras mayor sea la CAAC, resultaría beneficioso para mantener las condiciones de pH en el medio y el TGI de las especies monogástricas, pues durante el proceso de digestión en el TGI de los mono-

Tabla 4. Propiedades físicas del hidroforraje y el forraje de leucaena

Detalle	Solubilidad (%)	CAA (gg-1FDN)	CAAc (m-equiv)	CAB (m-equiv)	VE (ml/g)
Hidroforraje de leucaena	26,61	11,98	0,67	0,46	2,53
Forraje de leucaena	20,16	9,06	0,46	0,48	2,30
EE(±)	0,03**	0,03**	0,01**	0,01	0,02
Sig	*	*	*		

Significación *** $P < 0,001$. Capacidad de adsorción de agua (CAA); volumen de empaqueo (VE); capacidad amortiguadora ácida (CAAc); capacidad amortiguadora básica (CAB)

gástricos cambia el pH desde muy ácido (pH = 1) hasta cerca de la neutralidad (pH de 6,8 a 7,2); esto provocaría interferencia en la eficiencia de la actividad de determinadas enzimas. Estos autores reportaron valores de capacidad amortiguadora ácida para la harina de Trichantera de 0,81 %.

En cuanto al volumen de empacado se puede observar que fue superior en el HFL (2,53 ml/g). En estudios de otras fuentes alternativas para la alimentación de monogástricos y en especial los conejos, Savón *et al.* (2005) reportaron valores de volumen de empacado para la harina de Morera y Trichantera en el orden de 2,66 y 3,07 ml/g, respectivamente.

En la Fig. 1 se muestran los coeficientes de digestibilidad de la MS del HFL, forraje de leucaena y el heno de alfalfa.

El HFL y el forraje de leucaena mostraron altos coeficientes de digestibilidad, valores que difieren de forma significativa ($P < 0,05$) con respecto a la digestibilidad de la materia seca del heno de alfalfa.

En estudios de digestibilidad *in vitro* realizados por Dihigo *et al.* (2004) cuando utilizó el método del inóculo cecal, reportaron coeficientes de digestibilidad de 68 y 62 % para la pulpa de cítrico y el heno de alfalfa, respectivamente. El valor del coeficiente de digestibilidad de la alfalfa obtenido en la presente investigación (61,7 %) es similar al reportado por Dihigo (2007). La alta digestibili-

dad del HFL estuvo asociada con la composición de su pared celular; es de destacar en este sentido su bajo nivel de LAD que es la fracción menos digerible.

Nieves *et al.* (2006) evaluaron la digestibilidad de nutrientes de la morera y leucaena hasta 30 % de inclusión en la dieta para conejos, y obtuvieron valores de 61,09; 65,18; 63,10; 72,22 y 45,64 % para los coeficientes de digestibilidad de la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), energía bruta (DEB), proteína bruta (DPB) y digestibilidad de la Fibra Detergente Neutro (DFDN), respectivamente.

CONCLUSIONES

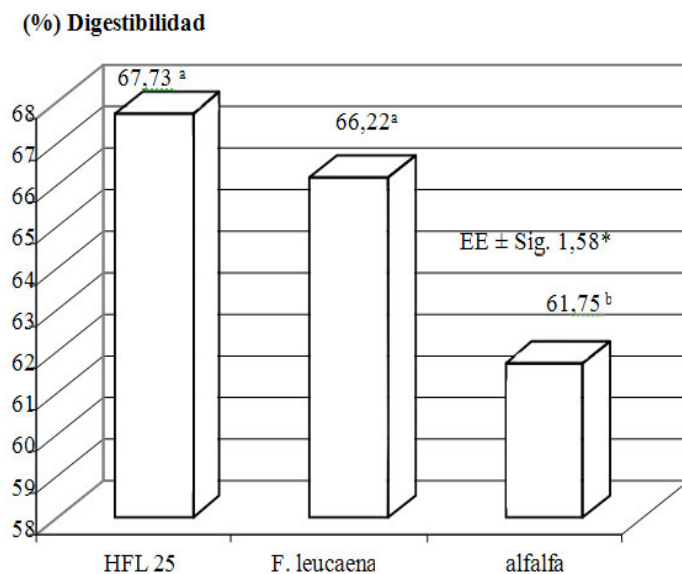
El HFL mostró alta digestibilidad de la MS; elevados valores de proteína bruta, bajo contenido en metionina y adecuados de treonina y lisina.

El HFL presentó equilibrada composición de los elementos de la pared celular (FAD, FND y LAD) con altos niveles de solubilidad y capacidad de absorción de agua.

A medida que aumentó la edad del HFL disminuyó el contenido de factores antinutricionales hasta la edad de 25 días.

REFERENCIAS

- A. O. A. C. (1995). *Official Methods of Analysis* (9th ed.). Washington DC., USA.
- ALBERT, ANAYANSI; CONTRERA, F. y RODRÍGUEZ, S. (2006). *La morera (Morus alba) como suplemento proteico en la dieta con king grass en producción de cuyes*. IV Taller internacional Silvopastoril "Los árboles y arbusto en la ganadería tropical".
- BETANCOURT, MIRTHA (2007). *Sustitución parcial del pienso comercial por diferentes niveles de harina de Glycine (Neonatonia wightii) en la ración de reproductoras cunícolas pardo cubano*. Tesis de maestría en Nutrición Animal, Universidad de Granma, Cuba.
- CARABAÑO, R. (2008). *Necesidades de Fibra en Conejos*. XIII Curso de especialización. Madrid, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Extraído el 11 de abril de 2003, desde <http://www.FAO.org.com.conejos.htm>.
- CINEROS, M.; LÓPEZ, B. y RUESGA, IDANIA (2006). *Forraje verde hidropónico, una alternativa para la alimentación animal en los programas de la agricultura urbana*. AGROMAS (CD), ISBN 959.7189.06.2.



a, b, sobre las columnas indican diferencia significativa para Duncan (1955)
* $P < 0,05$

Fig. 1. Coeficiente de digestibilidad del hidroforraje de leucaena

- CLAVIJO, ANAIRIS y BALBIS, YINIA. (2002). *Estudios preliminares de la calidad química de algunas plantas empleadas en la alimentación cunicula*. II Congreso de Cunicultura.
- DE BLAS, J. C. y MATEOS, G. G. (1998). *Feed Formulation. The Nutrition of the Rabbits*. Eds Wiseman.
- DE BLAS, C.; GARCÍA, I. A. y CARABAÑO, R. (2005). *Necesidades de treonina en animales monogástricos*. Curso de especialización FEDNA. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- DÍAZ, MARÍA.; SAVÓN, LOURDES; TORRES, VERENA; COTO, G.; MARTÍN-CABREJAS, MARÍA; GONZÁLEZ, ACELA; SCULL, IDANIA y ORTA, MAYELÍN. (2008). *Obtención y caracterización química de germinados de leguminosas temporales para la alimentación animal en Cuba*. Informe presentado para obtener el premio CITMA.
- DÍAZ, B. y GONZÁLEZ, R. (1998). *Efecto alelopático de la planta de sorgo (Sorgo vulgare) en la germinación y crecimiento inicial del maíz*. Trabajo de Diploma. CULT.
- DIHIGO, L. E.; SAVÓN, LOURDES y ROSABAL, Y. (2004). Determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y fibra detergente neutro de cinco plantas forrajeras con la utilización del inóculo cecal de conejos. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 38, 292.
- DIHIGO, L. E. (2007). *Caracterización físico-química de productos tropicales y su impacto en la morfología digestiva del conejo*. Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- DUNCAN, D. B., (1955). Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*.
- D' MELLO, J. P. F. (1995). Anti-Nutricional Factors and Mycotoxins. En J. P. D'Mello (Ed), *Farm Animal Metabolism and Nutrition* (p. 383). Wallingford, UK: CAB International.
- GARCÍA, E. D. (2004). Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Rev. Pastos y Forrajes* 27, 101.
- GIDENNE, T. (2002). *Role of Dietary Fibre in Rabbit Nutrition and Digestive Trouble Prevention*. II Congreso de Cunicultura de las Américas.
- GIDENNE, T.; JEHL, N.; LAPANOUSE, A y SEGURA, M. (2004). Inter-Relationship of Microbial Activity, Digestion and Gut Health in the Rabbit: Effect of Substituting Fibre by Starch in Diets Having a High Proportion of Rapidly Fermentable Polysaccharides. *Brit. J. Nutr.* 92, 95.
- ISERT DEL TORO, MAYDELIS. (2007). *Sustitución parcial de concentrado comercial para conejos por diferentes niveles Harina de Morera (Morus alba)*. Tesis de maestría en Ciencias Veterinarias, Universidad de Granma, Cuba.
- LY, J. y MACÍAS, M. (1995). *Aspecto fisiológico sobre la utilización de leguminosa en cerdo*. Seminario Científico Internacional, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- LEBAS, F. (1992). *El conejo, cría y patología. Producción y Sanidad animal*. Roma: Colección FAO.
- LEBAS, F.; COURDET, P.; ROUVIER, R. y DE ROCHAMBEAU, H. (1986). *El Conejo. Cría y patología*. Roma: Colección FAO.
- LORENZO, J. y GONZÁLEZ, M. (1998). *Influencia del tiempo de fermentación y la dosis de extracto de sorgo (Sorgo vulgare) sobre la germinación y crecimiento inicial del maíz*. Trabajo de Diploma. CULT.
- MARRERO, A. I.; ORTA, M.; MARTÍNEZ, L. y GUTIÉRREZ, O. (1996). *Metodología para determinar la capacidad de intercambio catiónico de la fibra dietética*. 11^{no}. Forum de Ciencia y Técnica, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, La Habana, Cuba.
- MACÍAS, M. y MARTÍNEZ, OLGA (2004). *Composición en aminoácidos de diferentes fuentes tropicales no convencionales para la alimentación animal*. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba. Extraído el 13 de marzo de 2006, desde <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/rcpp.htm>.
- MAKKAR, H. P.; DAWRA, R. K. y SINGH, B. (1991). Tannin Levels in Leaves of Some Oak Species at Different Stages of Maturity. *J. Sci. Food Agric.*, 54, 513.
- NIEVES, D.; SILVA, BASILIA y GONZÁLEZ, C. (2004). A Note on the Chemical Composition and Feeding Characteristics of Diets Containing *Leucaena leucocephala* and *Arachis pintoi* for Growing Rabbits. *Livestock Research for Rural Development*, 16 (12). Extraído el 14 de mayo de 2007, desde <http://ftp.sunet.se/wmirror/www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/12/cont1612.htm>.
- NIEVES, D.; CORDERO, J.; TERÁN, O. y GONZÁLEZ, C. (2006). *Aceptabilidad de dieta con niveles crecientes de morera (Morus alba) en conejos destetados*. Extraído el 3 de mayo de 2007, desde <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzo/zt2202/art/nieves-d.htm>.
- NRC (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9^a ed.). Washington, DC: National Academy of Sciences.
- OLMO, MARÍA CRISTINA (2001). *Investigando el efecto de la suplementación con Leucaena leucocephala sobre la efectividad productiva de reproductora ovino antes y durante las cubriciones*. Tesis de maestría en Nutrición Animal, Universidad de Granma, Cuba.
- PEÑA. R. A. (2002). *Productos naturales y su empleo en la medicina*. Monografías, Universidad de Granma, Cuba.

- PASCUAL, J.; FERNÁNDEZ-CARMONA, J.; FERÁNDEZ, 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 Sci Association*, 8 (1), 385-389
- PÉREZ, L. (2000). *Obtención de forraje y alimento para avestruz por medio de hidroponía*. Trabajo presentado en el curso de Química Experimental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Extraído el 23 de marzo de 2007, desde [http://www.file:///c:/abc%20hidroponia/boletin-redhidro-1.htm#forraje verde hidropónico](http://www.file:///c:/abc%20hidroponia/boletin-redhidro-1.htm#forraje%20verde%20hidropónico).
- PRICE, L.; VAN S. S. y BUTLER L. (1978). A Critical Evaluation of the Vanillin Reaction as an Assay for Tannin in Sorghum Grain. *J. Agric. Food Chem.*, 26, 492.
- ROBERTSON, J. A.; EASTWOOD, M. A. y YEOMAN, M. M. (1980). An Investigation Into the Physical Properties of Fibre Prepared from Several Cant Variation of Different Stages of Development. *J. Sci. Food. Agric.*, 31, 633.
- RODRÍGUEZ, GUADALUPE (2003^a). Forraje Verde Hidropónico. En *Boletín informativo*, 21 (octubre-diciembre). Extraído el 17 de marzo de 2007, desde <http://www.redhidroponia.htm>.
- RODRÍGUEZ, M. (2003). Producción de forraje verde literatura pendiente de publicación. *Boletín informativo*, 21 (octubre/diciembre), Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. Extraído el 17 de marzo de 2007, desde <http://www.redhidroponia.htm>.
- SAVÓN, L. y GUTIERREZ, O. (1999). *Manual teórico práctico para la caracterización físico-química de alimentos fibrosos para especies monogástricas*. La Habana, Cuba: EDICA.
- SAVÓN, L. (2002). *Fuentes fibrosas tropicales para la alimentación de los conejos*. Memorias del II congreso de Cunicultura de las Américas.
- SAVÓN, LOURDES; GUTIÉRREZ, O.; OJEDA, F. y SCULL., IDANIA (2005). Mesa Redonda. Harinas de Follajes tropicales: una alternativa para la alimentación de especies monogástricas. *Pastos y Forrajes*, 28, 265.
- SEOANE, J. R.; COTÉ, M.; SERIAIS, O y LAFOREST, J. P. (1981). Prediction of the Nutritive Value of Alfalfa and Timothy Feed as Hay to Growing Sheep. *Can. J. of Anim. Sci.*, 61, 403.
- SCULL, IDANIA; LAO, O. y CHONGO, BERTHA. (2000). *Control de factores antinutricionales en Leucaena leucocephala. Compuesto fenólico*. V Congreso Nacional de Ciencia Veterinaria.
- SOCA, MILDREY; SIMON, L.; CÁCERES, O. y FRANCISCO, G. ANA (2000). Valor nutritivo del heno de árboles leguminosos II. *Leucaena leucocephala* cv. CNIA 250. *Pastos y Forrajes*, 23, 232.
- TAN, X.; J. Q. PAN, J. C. LI, Y. J. LIU, W. D. SUN, y X. L. WANG (2005). L-Arginine Inhibiting Pulmonary Vascular Remodelling is Associated with Promotion of Apoptosis in Pulmonary Arterial Smooth Muscle Cells in Broilers. *Res. Vet. Sci.*, 79, 203.
- TAPIA, LILIAISIS; LÓPEZ, J. L.; BUENO, J. R. y RIVAS, R. (1999). Hojas de *Leucaena leucocephala* en la alimentación de patos en crecimientos. *Rev. Prod. Animal*, 12, 41.
- USENIK, V.; OSTERC, G.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; TROBEC, M.; VEBERIC, R. M.; COLARIC, A.; SOLAR, F. y TAMPAR, S. (2004). The Involvement of Phenolic Compounds in the Metabolism of Fruit Trees, in: Razprave IV, razreda SAZU, Ljubljana, SAZU, XLV, p. 187-204.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. y LEWIS, B. A. (1994). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Non-Starch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 358.

Recibido: 1-10-2011

Aceptado: 16-10-2011