

# Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y harina de follaje de morera (*Morus alba*)

D. González, C. González, A. Ojeda, W. Machado y J. Ly

Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, El Limón, Maracay, Venezuela.

## Growth performance of pigs feed sugar cane juice (*Saccharum officinarum*) and mulberry leaf meal (*Morus alba*).

**ABSTRACT.** An experiment was conducted to evaluate the effects of including sugarcane juice and mulberry (*Morus alba*) leaf meal (MLM) in diets of growing pigs. Forty-eight crossbred pigs (24 gilts and 24 barrows of mean initial weight  $40 \pm 2$  kg) were randomly allotted to one of eight dietary treatments, with three replications per treatment of two pigs each. Dietary treatments consisted of T1, a corn meal basal diet (BD) + 0% MLM; T2, BD + 8% MLM; T3, BD + 16% MLM; T4, BD + 24% MLM; T5, sugarcane juice + high-protein mix (CJP) + 0% NKN; T6, CJP + 8% MLM; T7, CJP + 16% MLM; T8, CJP + 24% MLM. Pigs were allowed *ad libitum* access to sugarcane juice and BD, while intake of the high-protein mix was restricted. The dependent variables included intakes of total feed (TFI) of high-protein mix (HPI), and of crude protein (CPI); mean daily gain (DG), feed conversion ratio (FCR) and feed costs (FC). TFI decreased ( $P < 0.01$ ) as dietary MLM level increased to 16 and 24% in CJP diets (T7 and T8) and to 24% in the BD (T4), although the BD without MLM (T1) showed similar low intake. DG was lowest for T8 and T4 and lower for T7 than for T6 or T2, which gave highest growth rates ( $P < 0.05$ ). There were no differences among treatments ( $P > 0.05$ ) in FCR. CPI and FC were lower when CJP was fed with or without added MLM. Inclusion of 8 or 16% MLM and use of CJP permitted substituting 89 and 91.6% of conventional ingredients, respectively, while maintaining satisfactory growth performance, especially at the 8% MLM level.

Key words: Pigs, Sugar Cane Juice, *Morus alba*, Growth Performance.

© 2006 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (2): 42-48

**RESUMEN.** Para evaluar el comportamiento productivo de cerdos alimentados con jugo de caña y harina de follaje de morera (HM), se realizó un experimento utilizando 48 cerdos (24 hembras y 24 machos castrados) con peso vivo inicial de  $40 \pm 2$  kg, distribuidos en un diseño completamente al azar (ocho tratamientos y tres repeticiones de dos animales, hembra y macho castrado, cada una). Los tratamientos fueron: T1, dieta balanceada con maíz (DB) y 0% HM; T2, DB y 8% HM; T3, DB y 16% HM; T4, DB y 24% HM; T5 jugo de caña sugarcane + concentrado proteico (JCP), y 0% HM; T6, JCP y 8% HM; T7, JCP y 16% HM; T8, JCP y 24% HM. El concentrado proteico se suministró restringidamente, mientras que el jugo de caña y la DB *ad libitum*. Las variables dependientes fueron: consumos de material seco total de alimento (CTA), de concentrado proteico (CCP) y de proteína (CP); ganancia diaria de peso (GDP), conversión de alimento en ganancia (CA) y costo de alimentación (COA). El CTA decreció ( $P < 0.01$ ) al elevarse el nivel dietético de HM a 16 y 24% en las dietas JCP (T7 y T8) y a 24% en la DB (T4), aunque la DB sin adición de HM (T1) también dio semejante bajo consumo. GDP fue más baja con T8 y T4 y menor con T7 que con T6 o T2, presentando éstos el crecimiento más rápido ( $P < 0.05$ ). No hubo diferencias entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) en CA. CP y COA fueron menores para las dietas con JCP, ya sea con o sin la adición de HM. La inclusión de 8 o 16% de HM y el uso de JCP permitieron la sustitución de 89 y 91.6% de las materias primas convencionales, respectivamente, mientras se mantuvo un desempeño animal satisfactorio, sobre todo al nivel de 8% de HM.

Palabras clave: cerdos, jugo de caña, follaje de morera, comportamiento productivo.

## Introducción

Existe la factibilidad en países tropicales, de sustituir en la alimentación de cerdos, la fuente de proteína tradi-

cional (soya) por fuentes o recursos locales de proteína que tengan amplia disponibilidad y no compitan con la alimentación humana (Preston y Murgueitio, 1992). Entre ellos se encuentra la morera (*Morus alba*), arbusto de gran

Recibido Octubre 18, 2005. Aceptado Abril 22, 2006.

<sup>1</sup> E-mail: dagobar@cantv.net

<sup>2</sup> Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, Venezuela.

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Porcinas, Gaveta Postal 1, Punta Brava, La Habana, Cuba. E-mail: julioly@utafoundation.org

adaptación agro ecológica (FAO, 1990), con capacidad productiva de biomasa de 10 a 25 + de MS/ha y año (Benavides, 1999), composición química que presenta un 28% proteína (Sánchez, 1998) y 6.0% de lisina (Machii *et al.*, 2000), digestibilidad aparente de 86% (González *et al.*, 2002) y digestibilidad *in vitro* de la MS de 82.4% (Phiny *et al.*, 2003). En cerdos su uso como componente alimenticio ha sido poco evaluado.

Trigueros y Villalta (1997) al incorporar 15% de harina de follaje de morera (HM) en la dieta de cerdos en finalización obtuvieron índices productivos similares a los animales alimentados con una dieta tradicional. De igual manera, Araque (2003) al incorporar 24% de HM en una dieta con 40% de harina de raíz de batata (*Ipomoea batatas*) en cerdos a partir de los 50 kg de peso vivo, logrando respuestas productivas similares a las de animales alimentados con una dieta convencional.

En México, Osorto (2003) y Muñoz (2003) han empleado exitosamente HM, y follaje fresco de M, en la alimentación de cerdos, durante las etapas de crecimiento, finalización y en cerdas gestantes. Experimentos camboyanos (Ly *et al.* 2001; Chiv *et al.*, 2003) y cubanos (Domínguez *et al.* 2004) han demostrado que la HM posee un valor nutritivo digno de ser tenido en cuenta en la alimentación porcina.

Estos resultados señalan la potencialidad de la morera como recurso proteico en dietas para cerdos. Sin embargo, una de sus limitaciones es la presencia abundante de fibra, por lo que, su combinación con materias primas libres de este elemento, permitiría equilibrar el contenido fibroso de la ración sin afectar la disponibilidad y utilización de los demás nutrientes. El jugo de caña, podría representar la materia prima libre de fibra, capaz de sustituir totalmente a las fuentes energéticas tradicionales en dietas para cerdos (Abreu, 1984; González *et al.*, 2003). Por tal motivo, el objetivo de este trabajo, es determinar a través del comportamiento biológico y económico, el nivel de sustitución de proteína de soya por proteína proveniente del follaje de morera en dietas para cerdos utilizando jugo de caña de azúcar como principal fuente energética.

## Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Edo. Aragua. La caña de azúcar se obtuvo de una siembra comercial ubicada en la Hacienda "La Placera", en Maracay, a 450 msnm con temperatura media de 26°C. El jugo de caña fue extraído en un molino horizontal de tres mazas, filtrado y conservado durante un tiempo no mayor de 48 horas en una cava de refrigeración a 3°C. El follaje de morera se obtuvo de la siembra ubicada en dicha Facultad. Una vez cosechado (pecíolos, láminas y ápices) se deshidrató en un cuarto de secado al sol a 60 C hasta alcanzar peso constante. Luego se molió con tamiz de 0.5 mm de porosidad. El resto de las materias primas se obtuvieron en casas comerciales. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar en un arreglo de tratamientos factorial mixto 3 x 4, con tres replicas, y dos cer-

dos por unidad experimental. Los tratamientos correspondieron a dos fuentes fundamentales de energía (maíz y jugo de caña) y cuatro niveles de inclusión en la dieta de follaje de morera (Cuadro 1).

Los cerdos que consumieron dietas con jugo de caña, recibieron restringidamente un concentrado proteico constituido por fuentes de proteínas, minerales y vitaminas y el nivel de HM correspondiente a las 10:00 horas. Para garantizar el consumo del concentrado proteico, el jugo de caña fue suministrado ad libitum a partir de las 12:30 h. Los cerdos que consumieron la dieta balanceada con el nivel de HM la recibieron ad libitum a las 10:00 h. El concentrado proteico y la dieta balanceada se formularon a través del programa NUTRION (1999) utilizando las tablas de requerimientos nutricionales de Viçosa-MG (2000), y preparadas en un mezclador horizontal de paleta con capacidad de 500 kg (Cuadro 2).

El análisis químico de las dietas (Cuadro 3), se realizó según metodologías descritas por la AOAC (1989) para la determinación de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (CE), mientras que para fibra detergente neutra (FND) se utilizó la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991).

Se utilizaron 48 cerdos, 24 hembras y 24 machos castrados, híbridos con peso vivo inicial de  $40 \pm 2$  kg, provenientes de cruces de razas Landrace, Yorkshire, Hampshire, Pietran y Duroc Jersey.

La unidad experimental estuvo conformada por hembra y macho castrado, ubicados en corrales de 2.4 m<sup>2</sup>, con comederos de compartimientos para la colocación del jugo y la dieta sólida, con disponibilidad de agua permanente en bebederos tipo chupón. La recolección del alimento no consumido, y la limpieza de los puestos y animales se realizaron diariamente entre las 07:00 y 09:00 h, respectivamente.

El comportamiento productivo se midió a través del consumo de MS total de alimento (CTA), consumo de jugo de caña (CJ), consumo del concentrado proteico (CCP), consumo de proteína (CP), ganancia diaria de peso (GDP), conversión de alimento (CA) y el costo de alimentación (COA) calculado a través de la conversión de alimento, es decir, el costo de alimento requerido para producir un kg de cerdo en pie. Para calcular esto se tomó en cuenta el costo de las dietas y el costo de producción del jugo, con los precios de los insumos y servicios existentes durante el primer trimestre del 2004 (Cuadros 4 y 5) correspondientes a cada tratamiento. En el análisis estadístico, se aplicó el ANAVAR usando el PROC MIXED de SAS (Littell *et al.*, 1996) conforme al diseño del experimento y al arreglo factorial de tratamientos, considerando la semana como una medida repetida sobre la unidad experimental. En las variables donde se detectaron diferencias significativas ( $P < .01$ ) ó ( $P < .05$ ) se realizó la prueba de medias (LSMEANS) utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 1999). El efecto de variación por el peso inicial de los cerdos según el análisis de covarianza, no aportó variación significativa que afectase al error experimental. El modelo matemático lineal aditivo fue:

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos

Tratamiento	Tipo de dieta	Inclusión de (HM)%
T1	Dieta balanceada	0
T2	Dieta balanceada	8
T3	Dieta balanceada	16
T4	Dieta balanceada	24
T5	Jugo de caña + Concentrado proteico	0
T6	Jugo de caña + Concentrado proteico	8
T7	Jugo de caña + Concentrado proteico	16
T8	Jugo de caña + Concentrado proteico	24

M = Harina de follaje de morera

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + M_j + (EM)_{ij} + \lambda_{ijk} + S_l + (ES)_{il} + (MS)_{jl} + (EMS)_{ijl} + C_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Observación de la k-ésima repetición del i-ésimo tipo de energía, el j-ésimo nivel de morera y la l-ésima semana.

$\mu$  = Media general.

$E_i$  = Efecto del i-ésimo tipo de energía, (i: maíz; jugo)

$M_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de morera (j: 0, 8, 16, 24)

$(EM)_{ij}$  = Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo tipo de energía y el j-ésimo nivel de morera.

$\lambda_{ijk}$  = Error experimental aleatorio asociado a la k-ésima repetición en el i-ésimo tipo de energía y el j-ésimo nivel de morera.

$S_l$  = Efecto de la l-ésima semana.

$(ES)_{il}$  = Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo tipo de energía y la l-ésima semana.

$(MS)_{jl}$  = Efecto de la interacción de primer orden del j-ésimo nivel de morera y la l-ésima semana.

$(EMS)_{ijl}$  = Efecto de la interacción de segundo orden del i-ésimo tipo de energía, el j-ésimo nivel de morera y la l-ésima semana.

$C_{ijkl}$  = Error experimental de la k-ésima repetición del i-ésimo tipo de energía, el j-ésimo nivel de morera en la l-

ésima semana.

## Resultados y Discusión

Los resultados (Cuadro 6) mostraron interacción entre el tipo de fuente fundamental de energía y el nivel de HM ( $P=.007$ ) sólo para la variable CTA, indicando que el 8% de HM incrementó el CTA cuando se utilizan ambas fuentes energéticas, pero al aumentar a 16 y 24% el nivel de HM, se reduce el CTA independientemente de la fuente energética bajo estudio.

De igual manera, en el Cuadro 7 se evidencia diferencias ( $P<.01$ ) entre los dos tratamientos con 0% de HM, siendo el que contenía jugo de caña (T5) el que mostró un mayor CTA, siendo estos resultados similares a los reportados por Donzele *et al.* (1987); González *et al.*, (2003). Probablemente esta respuesta se debe a que el jugo de caña posee un menor contenido de materia seca y una energía basada en sacarosa, disacárido con estructura molecular inferior en balance energético al compararlo con el maíz, cuya energía proviene mayormente de los almidones, los cuales están constituido por polímeros de glucosa. Esto conlleva a una menor densidad energética en el jugo, lo que obliga a incrementar el consumo voluntario por parte del cerdo a

Cuadro 2. Participación de las materias primas en las dietas experimentales

Ingredientes	Dieta balanceada (%)				Concentrado proteico (%)			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Maíz amarillo molido	70.0	66.3	63.2	52.9	.0	.0	.0	.0
Harina de soya	16.0	12.5	10.4	12.3	77.7	63.0	47.3	31.4
Harina de pescado	6.0	6.0	6.0	6.0	12.0	12.0	12.0	12.0
CaCO <sub>3</sub> (38%)	1.7	1.7	.0	.0	1.2	.0	.0	.0
CaPO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O (21%)	2.8	2.0	.7	1.1	2.1	2.1	1.9	1.9
NaCl	.4	.4	.4	.4	.8	.8	.8	.8
Premezcla vit. y minerales	.5	.5	.5	.5	1.0	1.0	1.0	1.0
L-Lisina	.1	.2	.3	.3	.2	.2	.2	.2
DL-Metionina	.3	.3	.3	.3	.6	.5	.4	.4
Sebo	2.2	2.2	2.2	2.2	4.4	4.4	4.4	4.4
Harina de follaje de morera	.0	8.0	16.0	24.0	.0	16.0	32.0	48.0

Cuadro 3. Análisis químico de las dietas experimentales

T	Dietas experimentales	MS %	MO%	PC%	FND%	EE%	CE%
1	Dieta balanceada + 0% morera	89.8	83.8	16.8	18.7	5.7	6.0
2	Dieta balanceada + 8% morera	89.3	82.4	16.1	19.7	5.9	7.0
3	Dieta balanceada + 16% morera	89.7	82.4	15.7	21.6	6.8	7.3
4	Dieta balanceada + 24% morera	89.6	81.2	15.2	22.8	6.5	8.4
5	Concentrado proteico + 0% morera	91.4	76.8	41.2	19.2	8.2	14.6
6	Concentrado proteico + 8% morera	91.7	76.2	40.9	21.8	8.3	15.5
7	Concentrado proteico + 16% morera	91.1	75.0	40.4	22.8	9.7	16.2
8	Concentrado proteico + 24% morera	91.7	74.3	39.6	24.0	9.9	17.3
	Jugo de caña	18.0	14.4	—	—	—	3.7
	Harina follaje de morera	92.0	72.5	15.3	25.4	13.7	19.5

MS = Materia seca; MO = Materia orgánica; PC = Proteína cruda; FND = Fibra Neutro Detergente; EE = Extracto Etéreo; CE = Cenizas

Cuadro 4. Costo de las dietas experimentales en dólares EEUU.

Nivel inclusión de Follaje %	M.P \$/kg	Dieta balanceada				Concentrado proteico			
		0 \$/kg	8 \$/kg	16 \$/kg	24 \$/kg	0 \$/kg	8 \$/kg	16 \$/kg	24 \$/kg
Maíz Amarillo Molido	.26	.1851	.1752	.1671	.1399	—	—	—	—
Harina de Soya	.43	.0684	.0532	.0446	.0526	.3323	.2695	.2021	.1341
Harina de Pescado	.46	.0278	.0278	.0278	.0278	.0557	.0557	.0557	.0557
CaCO <sub>3</sub> (38%)	.06	.0011	.0011	—	—	.0007	—	—	—
CaPO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (21%)	.45	.0126	.0090	.0030	.0050	.0095	.0093	.0087	.0083
NaCl	.05	.0002	.0002	.0002	.0002	.0004	.0004	.0004	.0004
Premezcla Vitaminas y Minerales	2.85	.0142	.0142	.0142	.0142	.0285	.0285	.0285	.0285
L-Lisina	6.19	.0074	.0124	.0186	.0186	.0124	.0124	.0124	.0124
DL-Metionina	3.69	.0111	.0111	.0111	.0111	.0221	.0184	.0148	.0148
Sebo	.07	.0015	.0015	.0015	.0015	.0030	.0030	.0030	.0030
Harina de Follaje Morera	.05	—	.0042	.0083	.0125	.0000	.0083	.0167	.0250
Total \$/kg	—	.33	.31	.30	.28	.47	.41	.34	.28

M.P = materia prima

Cuadro 5. Costo de producción de la caña en dólares EEUU.

Costos	\$/kg
Costo Caña	.018
Costo Jugo (35,01 % extracción)	.044
Costo de Producción del cultivo de Caña	\$/ha
Preparación de tierras	28.66
Resiembra	51.73
Riego	410.10
Fertilización	149.00
Control de malezas	76.36
Control de plagas	44.85
Mantenimiento de canal y caminerías	46.31
Aplicación de madurador	15.87
Mantenimiento de instalaciones	34.74
Corte, alza, flete y extracción	637.43
Total \$	1495.04

fin de poder alcanzar un balance energético adecuado. Por otra parte existen hipótesis que señalan que el cerdo muestra un estímulo más efectivo en dietas con mayor concentración de azúcar ya que el patrón de consumo voluntario está también relacionado con el sentido del gusto (Kare *et al.*, 1965; Baldwin, 1976).

El consumo de jugo (CJ), fue superior ( $P < .01$ ) en los cerdos que disponían de 0 y 8% de HM (T5 y T6) al compararlos con los alimentados con 16 y 24% de HM dietética (T7 y T8), lo cual incluyó directamente sobre el CTA. Tal resultado puede atribuirse a que la inclusión de HM incrementa el nivel de fibra haciendo la dieta más voluminosa (Cuadro 3).

En cuanto al consumo del concentrado proteico (CCP), los valores no mostraron diferencias ( $P > .05$ ) entre los tratamientos, indicando que hubo aceptabilidad por parte de los cerdos al CCP con inclusiones de HM.

El consumo de proteína (CP) mostró diferencias ( $P < .01$ )

Cuadro 6. Efecto de interacción entre dos fuentes energéticas y cuatro niveles de morera sobre el comportamiento productivo de los cerdos en crecimiento.

Variable	E <i>p</i>	F <i>p</i>	E x F <i>p</i>	ES
Peso final (kg)	.635	.008	.456	1.2
Consumo MS total de alimento (g MS/d)	.308	.028	.007	1.6
Consumo de proteína (g/d)	.000	.309	.348	1.0
Ganancia diaria de peso (g/d)	.635	.009	.468	4.0
Conversión de alimento (g/g)	.339	.027	.812	.2
Costo alimentación (\$/kg peso ganado)	.000	.684	.869	8.2

E = Efecto entre los dos tipos de energía: dieta balanceada (DB) y jugo de caña + núcleo proteico (JCP).

F = Efecto de los niveles de inclusión de harina de follaje de morera: 0% ; 8% ; 16% ; 24%.

E x F = Interacción entre los factores: tipo de energía y nivel de inclusión de harina de follaje de morera.

ES =error estándar de la media.

*p* =probabilidad estadística.

entre los tratamientos, teniendo los cerdos que consumieron jugo de caña un menor CP en comparación con los que consumieron maíz. Esto confirma la conclusión de Estrella *et al.* (1986) y Lopes *et al.* (1991) que al alimentar los cerdos con jugo de caña, suministrado de manera independiente al componente proteico, éstos logran una mayor eficiencia en la utilización tanto de la energía como de la proteína y obtienen respuestas productivas similares a las obtenidas en dietas convencionales, pero con un CP inferior a los establecidos en las tablas de requerimientos nutricionales. Además, el nivel de HM no afectó el CP en asociación con

ambas fuentes de energía evaluadas.

Por otra parte, se encontraron diferencias ( $P < .05$ ) para la ganancia diaria de peso (GDP), siendo el tratamiento con jugo de caña y 24% HM inferior, indicando un deterioro del desempeño animal bajo este tratamiento. En cambio, se observa GDP al incluir 24% de HM en dietas con jugo de caña. De igual manera, se observa una similitud ( $P > .05$ ) de los tratamientos con 0 hasta 16% de HM en dietas basadas tanto en maíz como jugo de caña. Esto señala factibilidad y eficacia de la incorporación de hasta 16% de HM en la dieta cuando se utiliza jugo de caña. Estos resultados coinciden

Cuadro 7. Medias para las variables de comportamiento productivo estudiadas de acuerdo al tratamiento

Variable	Dieta balanceada				Jugo de caña + Concentrado proteico				<i>p</i>	ES
	T1 0%M	T2 8%M	T3 16%M	T4 24%M	T5 0%M	T6 8%M	T7 16%M	T8 24%M		
Peso inicial (kg)	41.9a	42.1a	39.3b	38.4b	38.8b	41.1a	39.8ab	39.7ab	.02	1.2
Peso final (kg)	60.5ab	62.3a	56.5b	53.5c	58.3ab	61.8a	55.7b	54.6c	.01	1.2
Consumo MS total de alimento (gMS/d)	1467c	1668a	1613ab	1469c	1643ab	1675a	1546b	1479c	.00	1.6
Consumo de jugo de caña (g MS/d)	---	---	---	---	1420a	1455a	1354b	1329b	.00	1.0
Consumo de concentrado proteico (g MS/d)	---	---	---	---	223	220	192	150	.44	4.0
Consumo de proteína (g MS/d)	242a	261a	246a	234a	94b	91b	75b	60b	.00	0.2
Ganancia de peso (g/d)	664ab	723a	614ab	542b	695ab	741a	568b	533c	.02	8.2
Conversión de alimento (g/g)	2.21	2.31	2.63	2.71	2.36	2.26	2.72	2.77	.11	1.2
Costo alimentación (\$/kg peso ganado)	0.73 b	0.72 b	0.79 a	0.76 a	0.65 c	0.60 c	0.70 c	0.67 c	.00	7.6

Medias con letras iguales en una misma fila no son diferentes al ( $P < .05$ ) y/o ( $P < .01$ ).

Tn = tratamientos

0% M; 8% M; 16% M; 24% M = niveles de inclusión de harina de follaje de morera.

P = probabilidad estadística.

ES =error estándar de la media.

con los obtenidos por Trigueros y Villalta (1997) y Araque (2003) utilizando HM a niveles de inclusión de 15 y 24%. Por otra parte, los tratamientos con 0% de M pero con diferentes fuentes energéticas, fueron similares entre sí para esta variable. Esto coincide con los resultados de Mena (1981); Fermín *et al.* (1984); De Almeida (1990) y González *et al.* (2003) de que los cerdos al consumir jugo de caña obtienen GDP similares a los que reciben una dieta convencional. Así se ha logrado sustituir totalmente a los cereales como fuente de energía.

La conversión de alimento (CA) fue similar ( $P < .05$ ) entre los tratamientos, por lo cual no hubo deterioro de la eficiencia animal ni dietas a base de jugo de caña ni con la inclusión de 8, 16 y 24% de HM. Trigueros y Villalta (1997) y Araque (2003). obtuvieron resultados similares en cuanto a esta variable. Por otra parte, al comparar los resultados obtenidos en los tratamientos con 0% de HM, pero con diferentes fuentes de energía (T1 y T5), éstos difieren a los mostrados por Mena (1981); Fermín *et al.* (1984); Donzele *et al.* (1987) y De Almeida (1990) en los cuales se observó un deterioro de la CA en aquellos tratamientos con jugo de caña.

El costo de alimentación (COA) fue menor ( $P < .01$ ) los cerdos que consumieron jugo de caña. López *et al.* (1991) y González *et al.* (2003) también obtuvieron un menor COA al utilizar jugo de caña en dietas para cerdos durante la fase de crecimiento. Por su parte Araque (2003) reportó beneficios económicos similares entre una dieta convencional de maíz - soya, y otra con 40% de raíz de batata y 24% de HM. Los resultados presentes señalan que la inclusión de HM al 24% no afectó negativamente el COA en dietas basadas en jugo de caña, no así, para dietas basadas en maíz, en las cuales el COA se incrementó con 16 y 24% de HM. Esto significa que la disminución en la GDP obtenida con 24% de HM, y jugo de caña (T8), se compensó con un menor COA, conllevando a un mayor beneficio económico. Por otra parte, la alimentación con JC, a pesar de haber resultado en un mayor CTA, no influyó negativamente sobre el COA. Esto coincide con lo señalado por González *et al.* (2003). El jugo de caña al ser producido en la misma unidad, reduce ( $P < .01$ ) el precio de la ración, y bajo las condiciones de este experimento conllevó el uso de una menor cantidad el concentrado proteico.

## Conclusiones

En función al comportamiento productivo que mostraron los cerdos que consumieron dietas elaboradas con HM y jugo de caña se confirman las ventajas de combinar una fuente proteica foliar con una fuente energética libre de fibra, logrando así alcanzar la sustitución de las materias primas tradicionales, desde el 89.0% hasta 91.6% al utilizar jugo de caña con 8 y 16% de HM respectivamente, sin afectar el comportamiento productivo. Además, es posible, la participación de hasta un 94.7% de materias primas alternativas en la ración, al utilizar jugo de caña en combinación con 24% de HM, con la acotación de obtener

una disminución de la GDP, pero con un menor costo de alimentación, siendo esta una herramienta de gran utilidad para los productores durante las épocas en que se dificulta la obtención de insumos foráneos.

## Agradecimiento

Agradecimiento al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) por el financiamiento requerido para la ejecución de este trabajo, a través del Proyecto 2200002002.

## Literatura Citada

- Abreu, R. 1984. Utilización de proteínas foliares: Lino Criollo (*Leucaena leucocephala*) y yuca (*Manihot esculenta*) en sustitución parcial (15 %) de harina de soya en dietas a base de jugo de caña de azúcar para cerdos en finalización. Tesis de grado. Universidad Centro Este, República Dominicana, San Pedro de Macorís. 56 pp.
- Araque, H. 2003. Comportamiento productivo de cerdos en etapa de finalización alimentados con materias primas alternativas. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 41 pp.
- Association of Official Analytical Chemist. 1989. Official methods of analysis. 13 th ed. (AOAC), Washington, D.C. 10818.
- Baldwin, B. 1976. Quantitative studies on taste preference in pigs. *Proceedings of the Nutrition Society*. 35: 69-73.
- Benavides, J. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. En: *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina* (M D Sánchez y M Rosales, editores). Estudios FAO de Producción y Sanidad Animal 143. Roma. pp. 275-281.
- Chiv, Ph., T. R. Preston, J. Ly. 2003. Mulberry (*Morus alba*) leaves as protein source for young pigs fed rice-based diets: digestibility studies. *Livestock Research for Rural Development*. 15(1). Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/1/phin151.htm> [11 Febrero de 2003].
- De Almeida, J. 1990. El uso del jugo de caña y la caña picada como fuente energética para cerdos en crecimiento. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 49 pp.
- Dominguez, H, M. Macias, C. Diaz, O. Martinez, G. Martin, J. Ly. 2004. Digestibilidad rectal de nutrientes y balance de N en cerdos en crecimiento alimentados con dietas de morera (*Morus alba*). *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 11 (suplemento 1):24-26.
- Donzele, J. D. Lopes, J. Pereira, J. Alveranga, D. Da Silva. 1987. Utilização do caldo do cana de azucar como fonte de energia para suinos em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 16: 170-174.
- Estrella, J., B. Uen, A. Mena. 1986. Evaluación de diferentes niveles de proteínas para cerdos en la fase de finalización en dietas a base de jugo de caña fresco. Centro de Investigaciones Pecuarias, Republica Dominicana. 85 pp.
- FAO. 1990. Sericulture training manual. FAO Agricultural services, Bulletin 80, Rome, 117 pp.
- Fermín, D., R. Fermin, A. Piña, A. Mena. 1984. Jugo de caña como sustituto del maíz en grano y melaza en dietas para cerdos en finalización. *Producción Animal Tropical*. 9 (4): 284-287.
- González, C., I. Díaz, M. León, H. Vecchionacce, A. Blanco, J. Ly. 2002. Growth performance and carcass traits in pigs fed sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam. L) En: *Livestock Research for Rural Development*. 14 (6). Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/6/gonz146.htm>. [10, de Febrero, 2003].
- González, D., C. Gonzalez, W. Machado, J. Mendoza. 2003. Respuesta productiva de cerdos alimentados con jugo de caña como principal fuente energética. En: VII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Yucatán México.
- Kare, M., W. Pond, J. Campbell. 1965. Observations on the taste reactions in pigs. *Animal Behaviour*. 13: 265-269.

- Littell, R., G. Milliken, W. Stroup, R. Wolfinger. 1996. SAS® System for Mixed Models, Cary, NC: SAS Institute, INC. 633 pp.
- Lopes, D., J. Donzele, J. Alvarenga. 1991. Níveis de proteína em ração de suínos utilizando caldo de cana-de-açúcar como fonte de energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 20:2.
- Ly, J., T. Chhay, Ph. Chiv, T. R. Preston. 2001. Some aspects of the nutritive value of leaf meal of *Trichanthera gigantea* and *Morus alba* for Mong Cai pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 13(1). Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/1/ly131.htm>
- Machii, H., A. Koyama, H. Yamanouchi. 2000. Mulberry breeding, cultivation and utilization in Japan. *FAO Electronic Conference: "Mulberry for Animal Production"*. Disponible: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/papers/html/machii2.htm> [16, de Enero, 2004].
- Mena, A. 1981. Sugar cane juice energy source for fattening pigs. *Tropical Animal Production*. 6: 338 - 344.
- Muñoz, C. H. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis M. Sci. Instituto Tecnológico Agropecuario. Conkal (México), pp 85.
- NUTRION. 1999. Comercializadora de software, S.A. de C. V., México. Disponible: <http://www.nutrion.com>. [2, de Marzo, 2003].
- Phiny, C., T. R. Preston, J. Ly. 2003. Mulberry (*Morus alba*) leaves as protein source for young pigs fed rice-based diets: Digestibility studies. *Livestock Research for Rural Development* 15 (1). Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/1/phin151.htm> [15 de Enero, 2004].
- Osorto, W. A. 2003. Harina de morera como ingrediente de la ración alimenticia de cerdos en crecimiento y engorda. Tesis M.Sci. Instituto Tecnológico Agropecuario. Conkal (México), pp 86.
- Preston, T.R., E. Murgueitio. 1992. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. CONDRIIT Ltda: Cali. 89 pp.
- Sánchez, M.. 1998. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. En: *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 143, Roma, pp 1-11.
- SAS. 1999. The SAS system for Windows V8.2TS2M0-SAS.Institute. Inc., Cary, NC, USA.
- Trigueros, O., P. Villalta. 1997. Evaluación del uso de follaje deshidratado de Morera (*Morus alba*) en alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. En: *Resultados de Investigación*, CENTA, El Salvador. pp. 150-155.
- Van Soest, P., J. Robertson, B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Anim. Sci.* 74: 3583-3597.
- VIÇOSA-MG/BRASIL. 2000. Tablas Brasileñas para aves y cerdos. Requerimientos nutricionales de cerdos de medio potencial genético. p.128. Disponible: <http://www.lisina.com.br/espanhol/> [2 de Marzo, 2003].