

Utilización de grano de sorgo y forraje de leñosas en la ceba porcina

Utilization of sorghum grain and forage from ligneous plants in pig fattening

R. Herrera, A. Pérez, J. Arece, A. Hernández y J. M. Iglesias
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey",
Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Ministerio de Educación Superior
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
Email: rafael.herrera@indio.atenas.inf.cu

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar los indicadores productivos en cerdos de ceba con la sustitución del 30 % de la proteína bruta aportada por el concentrado comercial, mediante variantes de alimentación que incluyeron harina de sorgo (*Sorghum bicolor*) y plantas forrajeras proteínicas (*Morus alba* y *Tithonia diversifolia*). La investigación se realizó en las áreas de producción de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" y en ella se utilizaron 44 cerdos; estos se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos experimentales –con 11 cerdos cada uno– y tenían un peso promedio inicial de 26 kg. El grupo control (C) recibió solo concentrado comercial; el grupo concentrado-sorgo (C-S) dispuso de 70 % de concentrado y 30 % de harina de sorgo; el grupo concentrado-sorgo-titonia (C-S-T) recibió 70 % de concentrado, 20 % de harina de sorgo y 10 % de forraje fresco de titonia; y el grupo concentrado-sorgo-morera (C-S-M), 70 % de concentrado más 20 % de harina de sorgo y 10 % de forraje fresco de morera. Los incrementos de peso vivo, el consumo de alimentos y la conversión alimenticia se determinaron con una frecuencia quincenal. El experimento se detuvo a los 108 días, cuando los animales alcanzaron el peso de sacrificio. Las ganancias promedio acumuladas (g/animal/día) de los grupos C (623) y C-S (625) mostraron diferencias significativas ($P < 0,01$) con respecto a C-S-T (570) y C-S-M (524). La conversión alimenticia global (kg MS/kg de PV) fue de 3,56 para C; 4,21 para C-S; 5,39 para C-S-T y 5,18 para C-S-M. Se concluye que la inclusión de la harina de sorgo como recurso energético y su combinación con forraje de plantas forrajeras proteínicas constituye una alternativa viable para la porcicultura cubana.

Palabras clave: cerdos, *Morus alba*, *Sorghum bicolor*, *Tithonia diversifolia*

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the productive indicators in fattening pigs substituting 30 % of the crude protein contributed by the commercial concentrate feed, through feeding variants which included sorghum (*Sorghum bicolor*) meal and protein forage plants (*Morus alba* and *Tithonia diversifolia*). The study was conducted in production areas of the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey" and 44 pigs were used; they were randomly distributed in 4 experimental treatments –with 11 pigs each– and had an initial average weight of 26 kg. The control group (C) received only commercial concentrate; the concentrate feed-sorghum group (C-S) was fed 70 % concentrate feed and 30 % sorghum meal; the concentrate feed-sorghum-tree marigold group (C-S-T) had 70 % concentrate feed, 20 % sorghum meal and 10 % fresh tree marigold forage; and the concentrate feed-sorghum-mulberry group (C-S-M) received 70 % concentrate feed plus 20 % sorghum meal and 10 % fresh mulberry forage. The live weight gains, feed intake and feed conversion were determined every 15 days. The trial stopped 108 days after the beginning, when the animals reached slaughter weight. The average cumulative weight gains (g/animal/day) of groups C (623) and C-S (625) showed significant differences ($P < 0,01$) with regards to C-S-T (570) and C-S-M (524). The global feed conversion (kg DM/kg LW) was 3,56 for C; 4,21 for C-S; 5,39 for C-S-T and 5,18 for C-S-M. It is concluded that the inclusion of sorghum meal as energy resource and its combination with forage from protein forage plants constitutes a viable alternative for Cuban pig production.

Key words: *Morus alba*, pigs, *Sorghum bicolor*, *Tithonia diversifolia*

INTRODUCCIÓN

En el trópico latinoamericano la baja productividad del ganado se relaciona con la poca disponibilidad de alimentos y el pobre valor nutritivo de estos, por lo que la productividad aumenta cuando se dispone de insumos en cantidad suficiente y con un adecuado valor nutritivo, de manera que permitan satisfacer los requerimientos de los animales (Sánchez, 2002).

Como resultado de la actual situación económica, los países en vías de desarrollo están obligados a generar alternativas en el campo de la alimentación con el fin de garantizar las necesidades crecientes de la población. Es por ello que en estos países están emergiendo modelos agropecuarios basados en el aumento de la producción, mediante la reducción de la dependencia de insumos externos, no solo para disminuir los costos e incrementar los beneficios económicos por unidad de área, sino también para estar en armonía con el ambiente.

En la producción porcina actual prevalece la utilización exclusiva de alimento concentrado, elaborado a base de granos de cereales y tortas de oleaginosas; ello origina que los costos de producción se incrementen de manera considerable y que compitan con la alimentación del hombre. El concentrado representa de 70 a 80 % de los costos de producción, cuya reducción –mediante una correcta administración de este insumo– permitirá obtener una mayor utilidad económica para los productores, y niveles rentables y óptimos de producción.

El uso de fuentes de alimentos fibrosos no tradicionales en la alimentación de los cerdos es una alternativa viable para sustituir, en parte, los piensos comerciales. Estas materias primas pueden sustituir importaciones y reducir la competencia con la alimentación humana; sin embargo, su empleo constituye un reto –tanto para los nutricionistas como para los pequeños y medianos productores– en la búsqueda de soluciones para lograr producciones avícolas, porcinas y cunículas económicamente sostenibles y eficientes (Nieves, 2005).

La inclusión de especies leñosas forrajeras en las dietas de los cerdos ha constituido uno de los retos más importantes en los últimos 25 años. En la actualidad existe un gran número de opciones y mayores conocimientos zootécnicos que permiten diseñar la mejor forma de emplearlas (Savón, Gutiérrez, Ojeda y Scull, 2005). Ly (2005), al recapitular sobre los avances logrados en este tema, señaló que el mayor interés se ha centrado en sustituir con las leñosas forrajeras, al menos, una parte de la proteína requerida para el buen desarrollo de los cerdos, con el interés de

abaratando los costos y lograr una independencia en las fuentes de abastecimiento.

Por otra parte, el sorgo podría ser una alternativa viable para la sustitución de los granos tradicionales que se utilizan en la alimentación porcina; su composición bromatológica lo convierte en una fuente energética y proteínica de alta calidad nutricional en la crianza y engorde de esta especie (Pérez *et al.*, 2010). En este sentido, Saucedo *et al.* (2008) señalaron que la sustitución parcial o total del maíz por sorgo puede incrementar las ganancias de peso vivo.

Teniendo en cuenta los antecedentes citados, el objetivo de la investigación fue evaluar los indicadores productivos en cerdos de ceba, con la sustitución del 30 % de la ración de concentrado comercial por mezclas de harina de sorgo con forraje fresco de morera y titonia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y clima. El experimento se desarrolló en la unidad de producción porcina, perteneciente al módulo de ganado menor de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, ubicada a 22°48’7” de latitud Norte y los 81°1’ de longitud Oeste, a una altitud de 19,01 msnm. Este se inició el día 23 de marzo de 2009 y finalizó el 9 de julio de 2009. Durante el estudio (108 días) el clima predominante fue cálido, con temperatura media de 22,5 °C y precipitación acumulada de 63 mm.

Instalaciones. Se emplearon cubículos de 4 m de ancho por 4 m de largo, con piso de rasilla, comederos lineales y tetinas para el suministro de agua, lo que garantizó un espacio vital de 1,36 m²/ animal. Estos cubículos tenían paredes y techo, con el objetivo de proteger a los animales de las inclemencias del tiempo y de los rayos solares.

Alimentos. Durante la fase experimental se suministraron dos formulaciones de concentrado (tabla 1), las cuales difirieron en los porcentajes de inclusión de las materias primas, con la consecuente disminución del contenido de proteína bruta. La formulación B se ofreció durante solo dos semanas, lo cual se correspondió con el tercer pesaje de los animales.

Los forrajes, provenientes de áreas forrajeras de la institución destinadas a la alimentación de los animales del módulo de ganado menor, se cosecharon en el horario de la mañana, con una edad de rebrote de 70-90 días. En el caso de la titonia, la densidad de siembra fue de 40 000 plantas por hectárea. Esta tenía una edad de plantada de 12 meses al inicio del experimento, se fertilizó una vez con Fitomas® (fertilización foliar en dosis de 100 mL/16 L de agua) y se mantuvo en condiciones de secano.

Tabla 1. Composición de las formulaciones de concentrado comercial (A y B).

| Elemento | Inclusión (%) | | PB (%) | | EM (Mcal/kg de MS) | | Ca (%) | | P (%) | |
|-----------|---------------|-------|--------|-------|--------------------|------|--------|------|-------|------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Afrecho | 60,84 | 19,2 | 8,82 | 2,78 | 1,89 | 0,60 | 0,09 | 0,02 | 0,06 | 0,02 |
| Máiz | 16,2 | 60,84 | 1,13 | 4,26 | 0,57 | 2,15 | 0,36 | 1,18 | 0,49 | 1,61 |
| Soya | 18,0 | 15,0 | 6,80 | 6,3 | 0,59 | 0,55 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,08 |
| Fosfato | 2,0 | 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Calcio | 2,0 | 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,08 | 0,08 | 0 | 0 |
| Sal común | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Premezcla | 0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Colina | 0,06 | 0,06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | 16,76 | 13,34 | 3,29 | 3,29 | 0,61 | 1,36 | 1,74 | 1,74 |

La morera tenía una edad de plantada de siete años y una densidad de 25 000 plantas por hectárea. Recibió una fertilización orgánica (estiércol bovino maduro) de 4 t/ha/año en una sola aplicación, durante el periodo lluvioso. No se le aplicó riego en la etapa experimental.

El sorgo, variedad UDC-110, se sembró a razón de 10-12 plantas por metro lineal y no recibió riego ni fertilización. Se cosechó a la edad de 110-120 días, y se secó y benefició antes de ser almacenado en sacos. Con posterioridad se molió en un molino de martillo con criba de 2 mm.

Los alimentos se ofrecieron en comederos tubulares colectivos, lo cual garantizó un frente de comedero de 0,30 m/animal.

Animales. Se utilizaron 44 animales de ambos sexos, con buen estado de salud y una edad promedio de 90 días al inicio del experimento. Estos se dividieron de forma aleatoria para formar cuatro grupos experimentales. El peso vivo inicial por grupo aparece en la tabla 2.

Diseño y tratamientos. Se empleó un diseño completamente aleatorizado y cuatro tratamientos (tabla 3), con 11 repeticiones que se correspondieron con cada animal. Las variantes de alimentación se establecieron sobre la base de cubrir los requerimientos proteínicos de los cerdos, según su peso (NRC, 1998).

Procedimiento experimental y mediciones. Antes de iniciar el experimento los cerdos se desparasitaron y se verificó la eficacia del medicamento antiparasitario empleado (Levamisol®10 %, en dosis de 7,5 mg/kg de PV).

Previamente al inicio de las mediciones, todos los grupos recibieron una adaptación a las dietas experimentales durante 10 días. El forraje se suministró fresco y sin trocear, en la mañana (8:30 a.m.), con un 5 % por encima de las necesidades calculadas para posibilitar la selección del alimento. En el horario comprendido entre las 10:30 a.m. y 11:00 a.m. se ofreció la mezcla de concentrado y sorgo, según el tratamiento experimental.

En los grupos que recibían forraje, previamente a la oferta diaria, se pesaban los residuos del día anterior con una balanza digital Canon (15 kg ± 10 g), para estimar su consumo. Asimismo, antes de ofrecer los alimentos se realizaba diariamente la limpieza mecánica, con agua a presión.

Los pesajes individuales se realizaron con una frecuencia quincenal y para ello se empleó una balanza de gancho (150 kg ± 100 g). A continuación se efectuaron los balances alimentarios, a partir del peso promedio de cada grupo, las ganancias diarias esperadas y la calidad bromatológica de los alimentos. Se calculó la conversión alimentaria (kilogramo de peso

Tabla 2. Peso vivo promedio y coeficiente de variación de los animales en cada grupo experimental.

| Grupo | Peso (kg) | CV (%) |
|-----------------------------------|-----------|--------|
| Concentrado (C) | 26,30 | 13,44 |
| Concentrado-sorgo (C-S) | 26,60 | 10,72 |
| Concentrado-sorgo-titonia (C-S-T) | 26,40 | 12,55 |
| Concentrado-sorgo-morera (C-S-M) | 26,20 | 12,76 |

Tabla 3. Tratamientos experimentales y aporte de PB de los alimentos utilizados.

| Tratamiento | Aporte de PB, según los requerimientos (%) | | | |
|-------------|--|-------|---------|--------|
| | Concentrado | Sorgo | Titonia | Morera |
| Control | 100 | 30 | - | - |
| C-S | 70 | 20 | - | - |
| C-S-T | 70 | 20 | 10 | - |
| C-S-M | 70 | 20 | - | 10 |

vivo por kilogramo de alimento) para el concentrado y el total, en función de la cantidad de concentrado y la ración completa (Andrial, 2002).

Análisis estadístico. Los datos se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® y se procesaron mediante el paquete estadístico SPSS® versión 15.0 para Windows®.

En el caso de la ganancia media diaria (GMD) se aplicó un análisis de varianza; previamente, se comprobó la distribución normal de los datos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas con el test de Levene (Guerra, Menéndez, Barrero y Egaña, 1990). Las diferencias entre medias se determinaron a través del test de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1992). También se realizó un análisis de regresión para determinar la ecuación de regresión de mejor ajuste, con un valor de $P < 0,05$ en las ganancias de peso vivo acumuladas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de variantes de alimentación porcina constituye una de las necesidades de mayor prioridad, debido a los altos costos y la inestabilidad de la materia prima para la elaboración de los concentrados. Ello adquiere una mayor dimensión en el contexto local en el que se concretan las modalidades de “convenios porcinos”, donde los productores individuales deben aportar el 30 % del alimento que recibirán los animales en el ciclo de ceba y las entidades del Ministerio de la Agricultura garantizan el 70 %. La presente investigación se desarrolló bajo estas premisas.

En la figura 1 se muestra el peso vivo (PV) promedio en cada grupo experimental. Los animales culminaron la ceba sin diferencias significativas en el peso final, con 103,3; 104,0; 96,9 y 96,0 kg para los grupos: concentrado, concentrado-sorgo, concentrado-sorgo-titonia y concentrado-sorgo-morera, respectivamente. Se finalizó la ceba cuando los cerdos alcanzaron un peso promedio superior a los 90 kg, lo cual se logró a los 108 días.

Las curvas de crecimiento se ajustaron a una ecuación cuadrática (tabla 4), con coeficientes de

determinación (R^2) entre 0,84 y 0,89, y mostraron ajustes significativos en cada uno de los tratamientos ($P < 0,001$). En condiciones similares, Contino (2007) encontró una tasa de crecimiento con ajuste a modelos lineales en cerdos mestizos, alimentados con concentrado y forraje de morera.

En la figura 2 aparecen las variaciones de la GMD en los grupos experimentales en cada pesaje.

Los valores de la GMD en el primer pesaje fueron similares en tres de los grupos experimentales y no superaron los 350 g/animal/día, mientras que el grupo que recibió la dieta mixta con forraje de morera presentó las mayores ganancias de peso (520 g/animal/día, $P < 0,05$). Estos bajos resultados de la GMD pudieron estar relacionados con la interacción de diversos factores, entre los que se destaca el estrés del traslado, así como el reagrupe y la adaptación a nuevas dietas.

La ganancia de peso mostró una recuperación en todos los tratamientos después de los primeros 14 días de adaptación; sin embargo, en el tercer pesaje se apreció una inflexión no prevista que requirió efectuar una valoración al respecto. En ese período se

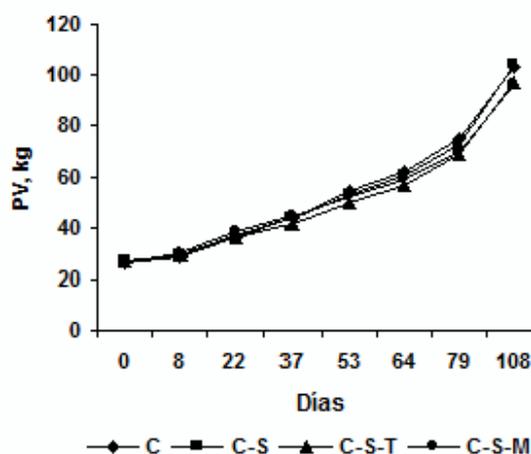


Figura 1. Peso vivo de los animales en los tratamientos experimentales.

Tabla 4. Ecuaciones de regresión del peso vivo de los animales en cada tratamiento.

| Tratamiento | Ecuación | ES± | | R ² | Sign. |
|-------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | | b ₁ | b ₂ | | |
| C | $Y = 27,84 - 1,84X + 1,37X^2$ | 1,81 | 0,19 | 0,89 | *** |
| C-S | $Y = 29,32 - 2,76X + 1,42X^2$ | 2,03 | 2,19 | 0,87 | *** |
| C-S-T | $Y = 30,35 - 3,16X + 1,35X^2$ | 1,97 | 0,21 | 0,84 | *** |
| C-S-M | $Y = 27,76 - 0,83X + 1,09X^2$ | 1,97 | 0,21 | 0,85 | *** |

R²: coeficiente de determinación

*** p<0,001

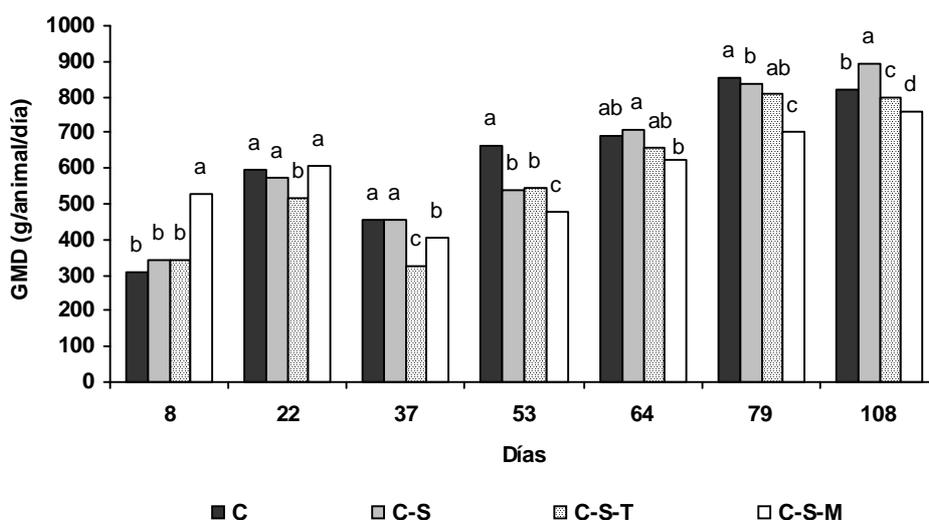


Figura 2. Ganancia de peso de los animales en cada tratamiento.

recibió una formulación de alimentos con tres unidades porcentuales menos de proteína, lo cual influyó en el comportamiento productivo de los animales. Al analizar los requerimientos de proteína se apreció que no se logró satisfacer la cantidad de este nutriente, ya que el balance alimentario se realizaba a partir de la formulación inicial recibida; esta deficiencia se corrigió durante el tiempo restante del experimento.

Este indicador productivo tuvo tendencia al ascenso en la medida que los animales crecieron y se adaptaron a las diferentes variantes de alimentación. A partir del segundo pesaje se comenzó a apreciar que los cerdos del sistema de alimentación con 100 % de concentrado y la mezcla con sorgo tuvieron las mayores GMD, situación que se mantuvo hasta el final del experimento.

Osorto *et al.* (2007) ofrecieron *ad libitum* hojas frescas de morera a cerdos en ceba, con una dieta convencional restringida al 2,5 % de su peso vivo (control), y obtuvieron una ganancia de peso superior ($P<0,01$) a la del grupo control (782 vs. 633 g/animal/día,

respectivamente). Los valores de conversión fueron similares (3,15 vs. 3,01, para morera y control, respectivamente), debido a un incremento ($P<0,01$) de los días de estancia de los animales (14 días) para alcanzar el peso al sacrificio.

Estas diferencias en la ganancia de peso entre los grupos se atribuyen, en parte, a que la eficiencia energética de los alimentos voluminosos es menor que la de los concentrados (Ruíz, 1992; Ly y Macías, 1995). Ello se debe, fundamentalmente, a que por la degradación microbiana se forman ácidos grasos volátiles de cadena corta (acético, propiónico y butírico), cuya eficiencia en la producción de energía es inferior a la de los monosacáridos absorbidos a nivel del intestino delgado y, además, porque cierta parte de la energía se pierde como calor de fermentación y metano (Ly, 1995). Por otro lado, se ha comprobado que la fibra induce efectos desfavorables en la utilización digestiva de los nutrientes de la dieta (Just *et al.*, citados por Dierick, Vervaeke, Demeyer y Decuyper, 1989).

En el cerdo de ceba, e incluso en cerdos pequeños de 15-20 kg, ocurre un proceso de adaptación relativamente rápido—tan solo de unos 15 días— cuando se les suministra una dieta más fibrosa (Santoma, 1997). Este proceso consiste en un aumento del tamaño del estómago y del ciego, que intenta aumentar la capacidad de ingestión del animal; pero en dietas no isoenergéticas no se compensa la menor densidad nutricional de las dietas fibrosas, especialmente a edades tempranas (Kyriazakis y Emmans, 1995).

Se ha demostrado que el valor de energía productiva del sorgo es similar al del maíz (3,439 vs. 3,527 Mcal/kg); de igual forma, los valores de proteínas, lípidos, fibra, cenizas, vitaminas y minerales se asemejan en ambos granos (Quisenberry y Tanksley, 1975). Es por ello que el sorgo ha ganado espacio en la elaboración de concentrados, unido al hecho de que no compite con la alimentación humana, como el maíz (Acurero *et al.*, 1983).

En las figuras 3 y 4 se aprecian los consumos de materia seca (MS) y energía metabolizable (EM). En ambos hubo una tendencia similar, ya que el grupo que recibió concentrado presentó los menores consumos, comparado con el que se le ofreció el 30 % de la ración a base de sorgo. Ello se debió a que las dietas solo recibieron balance por proteína y no por estos dos nutrimentos, situación que pudo influir en los resultados alcanzados en la investigación.

En este estudio los consumos pudieron estar influidos por la elevada digestibilidad fecal de la MS de las especies forrajeras, la cual supera el 80 % (Phiny *et al.*, 2003; González, Tepper y Ly, 2006), así como por

su elevada palatabilidad. Esto quizás se relacione con la ausencia de metabolitos secundarios (taninos, fenoles, saponinas, entre otros) que afectan el consumo voluntario (García, Ojeda y Montejo, 2003).

De las plantas que se emplearon en esta investigación, *M. alba* es la más estudiada en la alimentación porcina. Ly, Ty, Phiny y Preston (2001) encontraron que la morera no afectó las variables productivas en cerdos Mong Cai, debido a la alta digestibilidad de la FND y del nitrógeno (79,6 y 83,6 %, respectivamente). Por su parte, Phiny *et al.* (2003) hallaron que la retención de nitrógeno puede ser mejorada con el incremento de los niveles de inclusión de morera en cerdos, aunque se debe prestar atención a la expulsión fecal de agua, la cual se incrementa en la misma medida en que aumenta la cantidad de forraje de esta planta en la dieta de los animales.

En un análisis del uso de forraje como fuente de proteína en sustitución del núcleo proteínico, Sarría (1999) observó que los animales alimentados con forraje ganaron menos peso que los alimentados con núcleo proteínico. Esta diferencia pudo deberse a que la fibra contenida en los forrajes provocó que los animales defecaran más rápido, lo cual limitó el tiempo para el aprovechamiento de los nutrientes dentro del tracto digestivo.

Generalmente, en dietas convencionales la inclusión de fibra se relaciona con un incremento en el peso del tracto gastrointestinal; ello depende del nivel de inclusión y las características del material fibroso, especialmente las físico-químicas (Savón *et al.*, 2008).

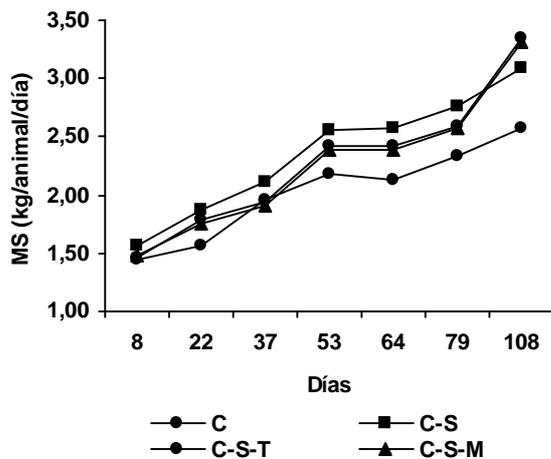


Figura 3. Consumo de materia seca (MS) de los cerdos durante el periodo experimental.

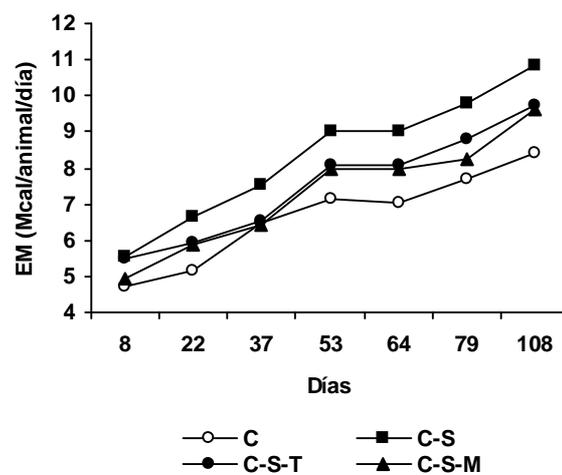


Figura 4. Consumo de energía metabolizable (EM) de los cerdos durante el periodo experimental.

En Cuba, al incluir harina de tironia en sustitución del concentrado, Savón *et al.* (2008) no encontraron influencia negativa en la morfometría de los órganos gastrointestinales, por lo que consideraron que es posible la inclusión de esta harina hasta un 20 %, sin interferir en el comportamiento productivo de los cerdos; dicha respuesta hace suponer que esta planta posee excelentes características en la fibra dietética que la convierten en promisorio para la alimentación de monogástricos.

En la tabla 5 se muestran los principales indicadores productivos de los animales. La conversión alimenticia más baja fue la del concentrado, mientras que la de los restantes grupos tuvo valores similares.

En una investigación donde se sustituyó la fuente energética principal del concentrado (maíz) por grano de sorgo al 50 %, la ganancia de peso de los cerdos no mostró diferencias significativas con respecto a los animales que recibieron la dieta de 100 % de concentrado; aunque las sustituciones mayores disminuyeron la ganancia y aumentaron la conversión (Acurero *et al.*, 1983).

Si se considera como criterio de referencia para la conversión alimenticia la dieta basada en concentrado comercial, la inclusión de sorgo incrementó dicha conversión en un 18,8 %; su combinación con tironia, en un 12,8 %; y la morera, en un 15,6 %. De estos resultados se infiere que la eficiencia alimenticia disminuyó con la sustitución del concentrado por dietas alternativas; y que mejoró, respecto a la harina de sorgo, cuando se incorporaron las plantas proteínicas –en particular la tironia.

Estos cambios ocurrieron cuando se incluyó un alimento diferente al concentrado o una planta arbórea en la alimentación de los cerdos. No obstante, cuando se realizó un balance total del concentrado durante el período experimental los resultados indicaron un efecto positivo al incluir alimentos no convencionales en las dietas, lo que para nuestras condiciones de

producción constituye una ventaja. A pesar de esta situación, según Alonso *et al.* (2001), en Cuba los rangos de conversión obtenidos se consideran buenos, ya que están próximos a los 3,5 kg de concentrado por kilogramo de peso vivo.

En esta investigación se concluye que fue factible sustituir hasta el 30 % del aporte de proteína bruta para cerdos en ceba por harina de sorgo y forraje de tironia y morera, sin que se apreciara deterioro en el comportamiento productivo de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurero, R. *et al.* 1983. Utilización del grano de sorgo como fuente energética en raciones para cerdos en crecimiento y engorde. *Zootecnia Tropical*. 1:54.
- Alonso, R. *et al.* 2001. El cerdo. Editorial ENPSES, La Habana. 212 p.
- Andrial, P. 2002. Manejo de las aves de corral. Folleto para el estudio de la asignatura de Zootecnia Especial. UNAH, La Habana.
- Contino, Y. 2007. Estudio de la inclusión del follaje fresco de *Morus alba* Linn. Var. Acorazonada en dietas porcinas. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 78 p.
- Dierick, N.A.; Vervaeke, I.J.; Demeyer, D.I. & Decuyper, J.A. 1989. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Animal Feed Science and Technology*. 23:141.
- García, D.E.; Ojeda, F. & Montejo, I.L. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). I Análisis cualitativo de metabolitos secundarios. *Pastos y Forrajes*. 26:335.
- González, C.; Tepper, R. & Ly, J. 2006. An approach to the study of the nutritive value of mulberry leaf and palm oil in growing pigs. *Revista Científica (FCV-LUZ)*. XVI (1):67.
- Guerra, Caridad W. ; Menéndez, E.; Barrero, R.; & Egaña, E. 1990. Estadística. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 374 p.

Tabla 5. Indicadores productivos en el periodo experimental para cada tratamiento.

| Indicador | Tratamiento | | | |
|--|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | C | C-S | C-S-T | C-S-M |
| Peso vivo inicial (kg) | 26,30 | 26,60 | 26,40 | 26,20 |
| Peso vivo final (kg) | 103,30 | 104,00 | 96,60 | 96,00 |
| GMD (g/animal/día) | 0,623 ^a | 0,625 ^a | 0,570 ^{bc} | 0,524 ^c |
| Consumo (kg de alimento/animal/día) | 2,54 | 3,02 | 3,51 | 3,34 |
| Consumo de concentrado (kg/animal/día) | 2,54 | 1,74 | 1,74 | 1,74 |
| Conversión alimenticia (kg de alimento total/kg de PV) | 3,20 | 3,80 | 3,61 | 3,70 |
| Duración de la ceba (días) | 108 | 108 | 108 | 108 |

Promedios de la GMD con diferentes superíndices difieren significativamente para $P < 0,05$

- Kyriazakis, I. & Emmans, G.C. 1995. The voluntary feed intake of pigs given feeds based on wheat bran, dried citrus pulp and grass meal, in relation to measurements of feed bulk. *British Journal of Nutrition*. 73:191.
- Ly, J. 1995. Fisiología digestiva del cerdo. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Investigaciones Porcinas. Ciudad de La Habana. 136 p.
- Ly, J. 2005. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. *Pastos y Forrajes*. 28:11.
- Ly, J. & Macías, M. 1995. Aspectos fisiológicos sobre la utilización de leguminosas en cerdos. XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal, La Habana. p. 188.
- Ly, J.; Ty, C.; Phiny, C. & Preston, T.R. 2001. Some aspects of the nutritive value of leaf meals of *Trichanthera gigantea* and *Morus alba* for Mong Cai pigs. *Livestock Research for Rural Development*. 13 (3). [Disponible en:] <http://www.lrrd.org/lrrd13/3/ly133.htm>. [26/04/2012]
- Nieves, D. 2005. Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Memorias. VIII Encuentro de Nutrición de animales Monogástricos. Guanare, Venezuela. p. 7.
- NRC. 1998. Nutrient requirements of swine: 10th rev. ed. [Disponible en:] http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=6016. [26/04/2012]
- Osorto, W.A. *et al.* 2007. Morera (*Morus alba*) fresca o en forma de harina en la alimentación de cerdos en crecimiento y engorde. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 41(1):61.
- Pérez, A. *et al.* 2010. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.). *Pastos y Forrajes*. 32:1.
- Phiny, C.; Preston, T.R. & Ly, J. 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 en:] <http://www.lrrd.org/lrrd15/1/phin151.htm>. [26/04/2012]
- Quisenberry, J.H. & Tanksley, Jr. T.D. 1975. El sorgo granífero en la nutrición de aves de corral y cerdos. En: Producción y usos del sorgo. (Ed. J. Wall). Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires. p. 303.
- Ruíz, B. 1992. El componente fibroso en los alimentos para cerdos: utilización de la cascarilla de soya (AN #114). Asociación Americana de Soya, México D.F. 11 p.
- Sánchez, M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. In: Mulberry for animal production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 1.
- Santoma, G. 1997. ¿Máximo de fibra en cerdos en cebo? Factores que influyen sobre el rendimiento de la canal. XIII Curso de Especialización FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. p. 100.
- Sarría, P. 1999. Experiencias en la utilización de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la alimentación de cerdos. CIPAV, Cali. 4 p.
- Saucedo, O.M. *et al.* 2008. Sistema de control de daño de las aves en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en la provincia de Villa Clara. Memorias. III Seminario Internacional Porcicultura Tropical. [CD-ROM]. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana.
- Savón, Lourdes; Gutiérrez, Odilia; Ojeda, F. & Scull, Idania. 2005. Harinas de follajes tropicales: una alternativa para la alimentación de especies monogástricas. *Pastos y Forrajes*. 28:69.
- Savón, Lourdes *et al.* 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. *Zootecnia Tropical*. 26:387.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J. H. 1992. Bioestadística. Principios y procedimientos. Editorial McGraw-Hill. México. 622 p.