

INDICE

Páginas 1-61

Correlaciones en índices reproductivos de cochinitas Duroc x Hampshire con 30 días de gestación. (Correlation in reproductive traits of Duroc x Hampshire gilts at 30 days of pregnancy) C Díaz, T Arias, F J Diéguez, M Tosar e I Pérez

Comportamiento reproductivo de cerdas Landrace x Yorkshire, Duroc x Yorkshire y Hampshire x Duroc alimentadas con una dieta no convencional. (Reproductive behavior of Landrace x Yorkshire, Duroc x Yorkshire and Hampshire x Duroc sows fed on a non conventional diet). P Villareal, F J Diéguez, p Naranjo y F Brache

Aptitud ante la monta de cochinitos de varias razas. (Mating capacity of young boars of different breeds). Y del Toro, T Arias, G Morales, M Tosar y F J Diéguez

Evaluation of N and energy values of treated filter cake mud (GICABU) using pigs. (Evaluación del valor de N y la energía de cachaza tratada (GICABU) usando cerdos). J Ly

Respuesta de cerdos en crecimiento-ceba a la suplementación con aditivos de la dieta basada en miel B de caña de azúcar con bajos niveles de proteína. (The response of growing-fattening pigs to additives in diet based on sugar cane B molasses with low levels of protein). C M Mederos, V Figueroa, N Prieto y R M Martínez

Uso del plátano verde cocinado en dietas de miel final de caña de azúcar con bajos niveles de proteína para cerdos en ceba. (Use of cooked green banana in diets of sugar cane final molasses with low protein levels). A García, C M Mederos, C M Rosabal y R Herrera

Mieles de caña de azúcar clarificadas con zeolitas naturales cubana como fuente de energía en dietas para cerdos en ceba. (Sugar cane molasses clarified with zeolites as energy source in diets for fattening pigs) M Macías, V Figueroa y J Ly

A note on the effect of fibre addition to diets of pigs fed final molasses on total digestibility values. (Una nota sobre el efecto en la digestibilidad total de la adición de fibra a dietas de cerdos alimentados con miel final) J Ly

Modelo matemático de optimización para granjas integrales de agricultura sostenible. (Mathematical model of optimization for integral farms in sustainable agriculture) B García, D Vilarriño, O López y J L Piloto

Tratamiento de Leucaena leucacephala con ácido acético hidróxido de sodio en raciones para cerdos. (Sodium hydroxide treatment of Leucaena leucacephala in rations for pigs) V F Díaz

CORRELACIONES EN ÍNDICES REPRODUCTIVOS DE COCHINATAS DUROC X HAMPSHIRE CON 30 DÍAS DE GESTACIÓN

Consuelo Díaz, Teresa Arias, F. J. Diéguez, M. Tosar e Iris Pérez

Instituto de Investigaciones Porcinas

Gaveta Postal No 1 km 1 Punta Brava,

La Habana, Cuba

RESUMEN

Se emplearon 40 cerdas nulíparas Duroc x Hampshire. Las hembras en celo fueron inseminadas con un peso de alrededor de 96.5 kg por el método de IA, a partir del segundo celo, con semen fresco y diluido a una concentración de 5×10^9 células espermáticas, de sementales CC21. Los animales confirmados al cumplir 30 días de gestación se sacrificaron con 106.8 kg de peso vivo promedio y se determinó la morfometría del tracto reproductor. Las medias fueron: longitud del cuerno derecho e izquierdo 172.79 y 180.10 cm; peso del cuerno derecho e izquierdo 1820 y 1880 g; longitud de vagina y vulva 28.8 y 5.6 cm; peso de vagina y vulva 141.8 y 55.1 g; peso del ovario derecho e izquierdo 6.6 g y 7.2 g; cuerpos lúteos del ovario derecho e izquierdo, 5 y 5; número de embriones en el cuerno derecho e izquierdo 4.68 y 4.86, tasa de ovulación 11.40, mortalidad embrionaria, 16.84 %. Las correlaciones obtenidas en general fueron bajas y sólo fueron significativas para la longitud del cuerno derecho ($r = -0.36$; $P < 0.05$), longitud del cuerno izquierdo ($r = -0.38$; $P < 0.001$), cantidad de embriones en el cuerno derecho ($r = -0.56$; $P < 0.001$), cantidad de embriones en el cuerno izquierdo ($r = -0.70$; $P < 0.001$) en relación con la mortalidad embrionaria y en el caso de la tasa de ovulación con el peso a la cubrición ($r = 0.42$; $P < 0.05$). No se encontró correlación entre la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria como debía esperarse. Estos resultados están relacionados con el gran desarrollo del tracto reproductor y la baja tasa de ovulación del cruce Duroc x Hampshire.

PALABRAS CLAVES: cerdas nulíparas, tracto reproductivo, morfometría, correlación, tasa de ovulación, mortalidad embrionaria.

CORRELATION IN REPRODUCTIVE TRAITS OF DUROC X HAMPSHIRE GILTS AT 30 DAYS OF PREGNANCY

SUMMARY

Forty Duroc x Hampshire gilts were used in this study. The gilts on second heat were inseminated with fresh and diluted semen (5×10^9 spermatic cells) from CC21 boars. The gilts weighed about 96.5 kg. The pregnant gilts were slaughtered at 30 days of gestation. The morphometry of the reproductive tract was carried out taking into account the following measurements: and means: slaughter weight 106.8 kg; length of right and left horns 172.79 and 180.10 cm; weight of right and left horns 1820 and 1880 g; length of the vagina and vulva 28.8 and 5.6 cm; weight of the vagina and vulva 141.82 and 55.1 g; weight of the right and left ovaries 6.6 g and 7.2 g; number of corpus luteum of the right and left ovaries 5 and 5; number of embryos on right and left horns 4.68 and 4.86 respectively. The ovulation rate was 11.40 and embryonic death 16.84 %. The correlations were low with significant results for length of right horn ($r = -0.36$; $P < 0.05$), length of left horn ($r = -0.38$; $P < 0.01$), number of embryos on the right horn ($r = -0.56$; $P < 0.01$), number of embryos on the left horn ($r = -0.70$; $P < 0.001$) in relation to the embryonic death. The ovulation rate was significant when it was correlated with the gilts weight at insemination ($r = 0.42$; $P < 0.05$). There were not correlation between the ovulation rate and embryonic death as should be expected. These results are related to

the great development of the reproductive tract and low ovulation rate of DH gilts.

KEY WORDS: gilts, reproductive tract, morphometry, correlations, ovulation rate, embryonic death.

INTRODUCCIÓN

Debido a la reducción en las disponibilidades de alimento en Cuba, se ha hecho necesario el uso de una cerda más fuerte, con un mejor comportamiento reproductivo. Existen criterios de que el cruce Duroc x Hampshire pueda ser utilizado para este fin. Sin embargo, se han publicado una serie de trabajos que se oponen a este criterio (Arias 1990; Arias et al 1996; Diéguez et al 1996). No obstante se desconocen las posibles correlaciones entre las medias de las medidas del tracto reproductor que definen el comportamiento para este cruce.

El presente artículo muestra una caracterización del tracto reproductivo del cruce Duroc x Hampshire utilizando dietas convencionales y tiene como objetivo mostrar las correlaciones entre las medias de las medidas del tracto reproductivo, en relación con la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria; dos de los indicadores mas importantes para la caracterización del potencial reproductivo de una raza o cruce (Hughes y Varley 1980).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se emplearon 40 cochinitas Duroc x Hampshire con un peso vivo promedio de 40 kg y 148 días de edad. Los animales fueron alojados en grupos de 5 por corral con piso de cemento. La alimentación fue a base de pienso de crecimiento, suministrado según las normas empleadas por la Empresa Nacional Genética Porcina (NRAG 1981).

Un técnico entrenado realizó el celaje con un verraco recelador, una vez al día, en horas tempranas de la mañana. Las hembras se inseminaron por el método de IA a partir del segundo celo, con semen fresco y diluído a una concentración de 5×10^9 células espermáticas, de sementales CC21 procedentes del Centro de Procesamiento de Semen Porcino del IIP. Los animales confirmados se enviaron al matadero al cumplir 30 días de gestación, para su sacrificio.

Se realizó la morfometría del tracto reproductivo y se tomaron las siguientes medidas: peso al sacrificio, longitud y peso del cuerno derecho e izquierdo, longitud y peso de vagina y vulva, peso del ovario derecho e izquierdo, número de cuerpos lúteos del ovario derecho e izquierdo y el número de embriones en cada cuerno. La mortalidad embrionaria (ME) se determinó por la diferencia entre el número total de cuerpos lúteos y la cantidad de embriones totales expresada en por ciento. La tasa de ovulación (TO) se corresponde con el número de cuerpos lúteos totales. Se tuvo en cuenta además el peso a la cubrición con una media de 96.5 kg. Para determinar las medias y correlaciones con la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria, se realizó un análisis de regresión mediante el paquete estadístico de Harvey (1987), con el cual se buscó dar una explicación al comportamiento reproductivo del cruce Duroc x Hampshire.

RESULTADOS Y DISCUSION

La tabla 1 muestra las medias de las medidas del tracto reproductivo.

Tabla 1. Medidas del tracto reproductivo de 40 cerdas nulíparas.

	Peso,g	DS±	Longitud, cm	DS±
Vulva	55.5	8.0	5.6	0.7
Vagina	141.8	22.9	28.8	4.5
Cuerno derecho	1820.0	530.0	173.0	50.0
Cuerno izquierdo	1880.0	600.0	180.0	15.0
Ovario derecho	6.6	1.7		
Ovario izquierdo	7.2	1.4		

El peso y la longitud de la vulva y la vagina no difirió de los datos presentados por Arias et al (1996) para este tipo de cruce, cuando se utilizaron dietas no convencionales, sin diferencias al compararlas con otras razas estudiadas en el mismo trabajo.

Las medias de peso y longitud de los cuernos indicaron la presencia de un tracto reproductor desarrollado, con cuernos relativamente largos y pesados, superiores a las medias obtenidas por Bergfeld (1984) y Arias et al (1996). Al comparar los resultados con los informados por Arias et al (1995), cuando estudiaron cochinitas del cruce YL, que se caracterizaron por mostrar un excelente comportamiento reproductivo (TO 13.2), las medias de este estudio son superiores (tabla 1 y 2). Sin embargo no difieren de los datos presentados por Diéguez et al (1992) obtenidos de cochinitas de origen inglés del tipo Camborough, que presentaron un alto comportamiento reproductivo (TO 15,6).

Los pesos de los ovarios se encontraron dentro del rango normal de 5-8 g (Signoret 1985), aunque fueron superiores a los informados por Díaz et al (1984), Arias (1990) y Arias et al (1996). Esto pudo estar condicionado por el tipo de alimentación y el estado fisiológico de los ovarios.

Tabla 2. Tasa de ovulación y mortalidad embrionaria de 40 cerdas nulíparas.

	Medias	DS±
Número de cuerpos lúteos	11.48	2.58
Número de embriones	9.50	1.42
Mortalidad embrionaria, %	16.84	2.14

La tasa de ovulación fue baja, inferior a la observada por Arias et al (1996) para las razas Yorkshire (12.6), Duroc (12.3) y las líneas Yorkshire x Landrace (13.9) y Yorkshire x Duroc (12.2). Los datos del presente trabajo sólo fueron ligeramente superiores a los de la raza Hampshire (10.5). Por otra parte se han informado valores más elevados para este índice (15.6) en cochinitas Camborough de origen inglés (Diéguez et al 1992).

El peso de los ovarios pareció no tener relación con la TO, ya que los altos pesos registrados contrastaron con los bajos valores obtenidos. Estos resultados coincidieron con los de Arias et al (1996) para cochinitas Hampshire al compararlas con otras razas y cruces. Esto se evidencia al comprobar que la correlación estudiada entre el peso de los ovarios y la tasa de ovulación no fue significativa.

Tabla 3. Medias y correlaciones mas importantes en relación con la tasa de ovulación (Y) de 40 cerdas nulíparas.

	X	Medias	DS± r
Peso de cubrición, kg	96.50	8.55	0.42*
Mortalidad embrionaria, %	16.84	2.14	0.20

* P<0.05

La tabla 3 muestra que existió una correlación positiva significativa ($r= 0.42$; $P<0.05$) entre el peso a la cubrición y la tasa de ovulación. La media de la tasa de ovulación obtenida en este trabajo (tabla 2) fue muy parecida a la reportada por Arias et al (1996), donde el peso de cubrición (105.4 kg) fue superior al de este estudio. Debe señalarse que aún cuando se encontró una correlación significativa entre estas medidas, el coeficiente de correlación fue bajo.

No se registraron correlaciones significativas entre el peso y longitud de vagina, vulva y cuernos, en relación con la tasa de ovulación.

Se ha planteado que cuando la tasa de ovulación es elevada la mortalidad embrionaria tiende a ser alta pues cerca de un 40 % de los óvulos fecundados perecen (Legault y Gruand 1981). Si unido a una tasa de ovulación baja existe un tracto desarrollado reproductivo, con cuernos largos, el resultado será un valor de mortalidad embrionaria bajo, como ha sucedido para el cruce Duroc x Hampshire, con una mortalidad embrionaria de 16.84 % (tabla 2). Los estudios de Cambó et al (1986) y Diéguez et al (1992) indicaron una mortalidad embrionaria de 26.3% y 35% para cochinitas, con tasas de ovulación de 12.5 y 15.6 respectivamente. Sin embargo en este estudio no se obtuvo una correlación significativa entre la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria (tabla 3), cuando todos los informes anteriores (Cambó et al 1986, Diéguez et al 1992, Arias et al 1996) sugieren que sería lógico pensar en que existe una correlación positiva significativa entre ambas, como ha sido referido anteriormente. Pensamos que para el cruce Duroc x Hampshire el gran desarrollo del tracto reproductivo unido a su baja tasa de ovulación condicionan estos resultados.

Cuando se analizó la correlación entre la longitud de los cuernos y la mortalidad embrionaria, se vió que existía una correlación negativa significativa ($r= -0.36$; $P<0.05$) para el cuerno derecho y ($r= -0.38$; $P<0.01$) para el izquierdo (tabla 4). Es importante señalar que las correlaciones fueron bajas.

Tabla 4. Medias y correlaciones significativas en relación con la mortalidad embrionaria (Y) de 40 cerdas nulíparas.

	X	Medias	DS± r
Longitud, cm			
Cuerno derecho	173	43	-0.36*
Cuerno izquierdo	180	45	-0.38**
Número de embriones			
Cuerno derecho	4.7	1.4	-0.56**
Cuerno izquierdo	5.1	2.1	-0.70***

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

Los niveles de ovulación condicionan la cantidad de embriones que se encuentran repartidos en los cuernos (Llera et al 1990). Durante el primer mes de gestación la principal causa de mortalidad embrionaria es el propio embrión, ya que él es quien modula la secreción hormonal y proteica de la madre, así como la proliferación endometrial (Llera et al 1992). Si son muchos los embriones, lo cual se condiciona por el nivel de ovulación, no todos se podrán desarrollar adecuadamente después de la implantación. De ahí la importancia de una distribución óptima antes de la misma, para el desarrollo fetal (Polge y Dziuck 1970; Dziuck 1985). Las muertes por esta causa son alrededor del 30-40% (Lasley et al 1963). Según los resultados de este trabajo no existen grandes diferencias entre el número de embriones en cada cuerno, existiendo una correlación negativa significativa para el número de embriones en el cuerno derecho ($r = -0.56$; $P < 0.01$) y el número de embriones en el cuerno izquierdo ($r = -0.70$; $P < 0.001$) en relación con la mortalidad embrionaria (tabla 4). Las correlaciones fueron bajas. Estos resultados están relacionados con el desarrollo de los cuernos en este cruce. Al aumentar el espacio en los cuernos, unido a un bajo nivel de ovulación, debe disminuir la competencia entre los embriones antes de la implantación, produciéndose menos muertes por esta causa (Dziuk 1985). Este período se corresponde con los 30 primeros días de gestación.

No se encontraron correlaciones significativas entre el peso y la longitud de la vulva y la vagina, peso del cuerno derecho e izquierdo, peso del ovario derecho e izquierdo, peso de cubrición y sacrificio en relación con la mortalidad embrionaria.

Sería importante extender el estudio de las correlaciones de las medidas del tracto reproductivo en relación con la mortalidad embrionaria y la tasa de ovulación a otras razas y cruces. Así se podría profundizar en la relación entre la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria de manera individual, ya que en este trabajo no se encontró correlación alguna. Estos resultados estuvieron relacionados con el gran desarrollo del tracto reproductivo y la baja tasa de ovulación del cruce Duroc X Hampshire.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias T, 1990. Manejo de las reproductoras. Inst Inv Porcinas. Informe final Tema 506-01-05 La Habana, 56 pp.
- Arias T, FJ Diéguez, Y del Toro, G Morales y M Tosar, 1995. Caracterización del tracto reproductivo, tasa de ovulación y mortalidad embrionaria en cochinitas F1 Yorkshire x Landrace. Rev Comp Prod Porc. 2(2):15-21.
- Arias T, FJ Diéguez, Y del Toro, G Morales y M Tosar, 1996. Potencial reproductivo de cochinitas de varias razas: Caracterización del tracto reproductivo, nivel de ovulación y mortalidad embrionaria. Rev Comp Prod Porc. 3(3):12-18.
- Bergfeld J, 1984. Speziellen dignostik der Eirstocksfunktion bei Biotechnischbehandelten Jung-und Altsauen in industriemassing produzierende Schweine zuchtanlegen. Tierzucht 38:524-526.
- Cambó E, T Arias, MA Figueredo y A Arostegui, 1986. Nota sobre el nivel de ovulación en cochinitas de reemplazo a diferentes edades. Cienc Tec Agric., Ganado Porcino 9(3):17-25.
- Díaz J, CP Díaz, R Rivas y S Castañeda, 1984. Niveles de harina de colza en dietas de miel final para cerdas gestadas. Rev Cub Cienc Agric. 18:305-312.
- Diéguez FJ, T Arias, M Tosar y G Morales, 1992. Nota sobre el desarrollo de cochinitas Camborough y Yorkshire x Landrace de origen cubano. Zoot de Cuba 2(3):7-14.
- Diéguez FJ, T Arias, G Trujillo e I Santana, 1996. Análisis del cruzamiento entre cerdos Yorkshire, Duroc y Hampshire en Cuba. Rev Comp Prod Porc. 3(2):1-9.
- Dziuck P J, 1985. Effect of migration, distribution and spacing of pig embryos on pregnancy and fetal survival. J Reprod Fert. 33:283-294.
- Harvey W H, 1987. Mixel model least square and maximun likelihood program. User's guide PC 1. upp.
- Hughes PE y MA Varley, 1980. Fertilization and conception. In: Reproduction in the pig, p 80-91.
- Lasley LJ, D Day y T Mayer, 1963. Intrauterine migrations and embrionic death in swine. J Anim Sci., 22:422-428.
- Legault TC y J Gruand, 1981. Effets additifs et non additifs des genes sur la precocité sexuelle, le taux d'ovulation et la mortalité embrionnaire chez la jeune truie. J Rech Porc France. París. 13:247-249.
- LLera MJ, J Sánchez, P Lorenzo y JC LLera, 1992. La mortalidad embrionaria en la cerda. Anaporc 112:4-10.
- NRAG 506, Norma Ramal de Animales Genéticos, 1981. Ganado porcino genético. Animales básicos, alimentación. La Habana p 49-58.
- Polge C y PJ Dziuck, 1970. Time of cesation of intrauterine migration of pig embryos. J Anim Sci. 31:565-566.
- Signoret J P, 1985. La matrise de la reproduction: necessité ou gadget? L'Elev Porcine (num esp Mai):4-6.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CERDAS LANDRACE x YORKSHIRE, DUROC x YORKSHIRE Y HAMPSHIRE x DUROC ALIMENTADAS CON UNA DIETA NO CONVENCIONAL

Patricia Villarreal, F.J. Diéguez, P. Naranjo y Felicia Brache

Instituto de Investigaciones Porcinas

Gaveta Postal No.1, Punta Brava,

La Habana, Cuba.

RESUMEN

Se analizaron 367 partos de cerdas Landrace x Yorkshire (LY, 129), Duroc x Yorkshire (DY, 116) y Hampshire x Duroc (HD, 122) comprendidos entre enero de 1994 y diciembre de 1995. Las cerdas fueron apareadas en su mayoría a verracos CC21. Durante las etapas de vacías y gestadas las cerdas fueron alimentadas con una dieta de miel B y harina de soya y durante la lactancia con un concentrado de cereales. Se utilizó el método de los mínimos cuadrados con un modelo que tuvo en cuenta los efectos de cruce, época (dividida en 8 trimestres consecutivos), parto (1, 2 y 3) y la interacción cruce x parto. Las medidas estudiadas fueron nacidos totales (NT), nacidos vivos (NV), número (N21), peso total (P21) y peso promedio (PP21) de las camadas a los 21 días de edad y número (ND), peso total (PD) y peso promedio (PPD) de las camadas al destete. La interacción cruce x parto no fue significativa para las medidas estudiadas. El orden de parto resultó significativo para todas las medidas exceptuando el peso promedio al destete, con medias superiores para las cerdas adultas. La época influyó de forma significativa en todas las medidas analizadas. No se obtuvieron diferencias entre cruces para NT y PP21. Las medias de los cruces LY, DY y HD fueron para NV 8.77, 9.06 y 8.34 ($P < 0.05$); N21 7.68, 8.26 y 7.48 ($P < 0.01$); P21 33.40, 35.70 y 31.45 kg ($P < 0.01$); ND 7.37, 7.89 y 7.18 ($P < 0.05$); PD 49.36, 51.55 y 43.99 kg ($P < 0.001$) y PPD 6.69, 6.49 y 6.08 kg ($P < 0.001$). Estos datos corresponden a una unidad de cría con una productividad relativamente baja ($NV = 8.67$), donde se evidencia una depresión en el comportamiento reproductivo de las cerdas LY y una superioridad de las DY sobre las HD ante las mismas condiciones limitantes.

PALABRAS CLAVES: cerda, parto, cruce, época, interacción.

REPRODUCTIVE BEHAVIOUR OF LANDRACE X YORKSHIRE, DUROC X YORKSHIRE AND HAMPSHIRE X DUROC SOWS FEEDED WITH A NON CONVENTIONAL DIET

SUMMARY

A total of 367 farrows of gilts and sows LY (129), DY (116) and HD (122) were analyzed. The data were selected between January 1994 and December 1995. Most of the animals were mated with CC21 boars. They were fed on soybean meal and B molasses during dry and pregnancy period and on cereals in suckling period respectively. The analysis was based on least square means. The model took into account the effects of crossbreed, season (divided in 8 three consecutive-months period), farrow (1, 2 and 3) and the interaction crossbreed x farrow. The following measures were studied: number of total pigs born (NT), number of pigs born alive (NA), number (N21), total weight (W21) and average weight (AW21) of litters at 21 days and number (NW), Total weight (WW) and average weight (AWW) of litters at weaning. The interaction was no significant. The farrow order was significant for all

measures excepted the average weight at weaning with higher means for sows. The season was significant for all measurements. There was no difference among crosses for total born and average weight at 21 days. The means for crossbreed LY, DY and HD were NA 8.77, 9.06 and 8.34 ($P<0.05$); N21 7.68, 8.26 and 7.48 ($P<0.01$); W21 33.40, 35.70 and 31.45 kg ($P<0.01$); NW 7.37, 7.89 and 7.18 ($P<0.05$); WW 49.36, 51.55 and 43.99 kg ($P<0.001$) and AWW 6.69, 6.49 and 6.08 kg ($P<0.001$) respectively. The data come from a farm with relative low productivity ($NT=8.67$) where it was found a depression in the reproductive performance of LY crossbreed and a superiority of DY over HD crossbreed in the same conditions.

KEY WORDS: crossbreed, season, farrow, interaction.

INTRODUCCIÓN

La producción comercial del cerdo en Cuba está sustentada por un programa de cruzamiento basado fundamentalmente en cuatro razas: Yorkshire, Landrace, Duroc y Hampshire. Estas han sido estudiadas como razas puras y sus cruces con el objetivo de obtener un sistema de cruzamiento lo más óptimo posible, que según Bichard y Smith (1972) es aquel que involucra como línea materna cerdas F1, seleccionadas sobre la base de su comportamiento reproductivo.

De acuerdo con los resultados experimentales obtenidos se decidió la utilización de la cerda LY apareadas con verracos Duroc o Hampshire (Diéguez 1995), aunque estudios posteriores determinaron el uso de un verraco HD y la creación de una línea sintética denominada CC21. La situación actual de Cuba ha repercutido en al sector porcino, guiando dicha producción hacia formas menos especializadas. Esto implica el uso de animales que puedan comportarse mejor en las nuevas condiciones. Basándose en este criterio se ha diversificado en los últimos años el uso de la hembra DY por su excelente habilidad maternal, mayor fortaleza física y un mejor crecimiento de la descendencia (Diéguez 1995). También se han manejado criterios no fundamentados sobre el uso de la cerda HD alegando una mayor rusticidad de la misma y por tanto un mejor comportamiento ante factores limitantes.

Este trabajo se propuso evaluar el comportamiento reproductivo de los cruces LY, DY y HD bajo un régimen de alimentación no convencional con el objetivo de justificar la introducción o no en la producción de la cerda HD.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos para este estudio fueron recogidos de la unidad de cría Mella durante los años 1994 y 1995. En total se analizaron 367 partos (129 LY, 116 DY y 122 HD). La mayoría de las cerdas se aparearon a verracos CC21. La alimentación se basó en una dieta de miel B y harina de soya durante las etapas de vacías y gestadas y durante la lactancia con cereales.

El análisis estadístico se realizó empleando el método de los mínimos cuadrados (Harvey 1987) con un modelo que incluyó los efectos de cruce, época (dividida en 8 trimestres consecutivos, comenzando en enero-marzo de 1994), parto (agrupados en cerdas de primero, segundo y tercer parto en lo adelante) y la interacción cruce x parto; de los rasgos del comportamiento reproductivo relacionados con los tamaños (NT, NV, N21, ND) y pesos (P21, PP21, PD, PPD) de las camadas a diferentes edades. Se utilizó una dócima de comparación múltiple de rangos cuando fue necesario (Duncan 1955).

RESULTADOS Y DISCUSION

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza para las medidas estudiadas.

Medidas	Cruce Epoca Parto Cruce x parto			
GL	2	7	2	8
NT	NS	*	**	NS
NV	*	*	**	NS
N21	**	***	*	NS
P21	**	***	*	NS
PP21	NS	***	*	NS
ND	**	***	*	NS
PD	***	***	**	NS
PPD	***	***	NS	NS

P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

La época resultó significativa para todas las medidas estudiadas. Un análisis comparativo del efecto de la época con otros trabajos publicados carecería de valor ya que las condiciones en que se analizaron fueron diferentes. De una manera muy general, según los análisis realizados por diversos autores, se puede concluir que las variaciones estacionales resultan significativas para la mayoría de los rasgos del comportamiento reproductivo, estando esto de acuerdo con nuestros resultados.

En relación con el orden de parto, éste resultó significativo para todas las medidas exceptuando los pesos promedios al destete (PPD). En general y como debía esperarse se obtuvieron los valores más altos de tamaño y pesos para las camadas de cerdas adultas (3 partos en lo adelante).

Los valores obtenidos para el efecto de cruce se muestran en las tablas 2 y 3. Las camadas más numerosas (NV) correspondieron al cruce DY y las menos numerosas al HD, lo cual está corroborado por el estudio realizado por Arias et al (1996) sobre el potencial reproductivo ante una dieta no convencional de estos cruces. Arias et al (1996) obtuvieron los valores más bajos de tasa de ovulación para la cerda HD. Díaz et al (1997) también encontraron valores bajos de tasa de ovulación para el cruce HD al utilizar una dieta convencional, lo cual evidencia que este tipo de cerdas no es de un alto potencial reproductivo bajo ninguno de los dos sistemas de alimentación. Al analizar las medias obtenidas para los pesos promedios, fueron las camadas de la HD las de más bajo peso lo que demostró una pobre habilidad maternal en este tipo de animal, que con camadas poco numerosas no es capaz de destetar animales con alto peso.

Tabla 2. Medias para el efecto de cruce sobre los tamaños de la camada.

Cruce				
Medidas	LY	DY	HD	ES±
NT	9.59	9.97	9.30	0.20
NV	8.77	9.06	8.34	0.20
N21	7.68b	8.26a	7.48b	0.17***
ND	7.37b	7.89 ^a	7.18b	0.17**

** P<0.01; *** P<0.001

a,b Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí (P<0.05)

Tabla 3. Medias para el efecto de cruce sobre los pesos de las camadas.

Cruce				
Medidas	LY	DY	HD	ES±
P21	33.48ab	35.70a	31.45b	0.86**
PP21	4.36	4.32	4.18	0.07
PD	49.36 ^a	51.55a	44.0b	1.36***
PPD	6.69a	6.49a	6.08b	0.12***

** P<0.01; *** P<0.001

a,b Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí (P<0.05)

Estos resultados confirmaron los expuestos por Diéguez et al (1996) durante la evaluación de un programa de cruzamiento que involucró las razas Yorkshire, Duroc, Hampshire, así como los cruces entre estas, tomando como criterio la productividad numérica de estos animales en diferentes centros genéticos y de varios experimentos de cruzamiento. En dicho trabajo se reflejó la superioridad de las cerdas DY sobre la HY y HD, siendo esta última la de peor comportamiento, lo que evidenció la ventaja de utilizar una cerda con 50% de componente materno Yorkshire.

La unidad de cría analizada presentó una productividad relativamente baja (NV = 8.67), donde se evidenció una depresión en el comportamiento reproductivo de las cerdas LY y una superioridad de la DY sobre la HD ante las mismas condiciones limitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias T, FJ Diéguez, Y del Toro, G Morales y M Tosar, 1996. Potencial reproductivo de cochinatas de varias razas: Caracterización del tracto reproductivo, nivel de ovulación y mortalidad embrionaria. Rev Comp Prod Porc 3(3):12-18.
- Bichard M y WC Smith, 1972. Crossbreeding and genetic improvement. In: Pig production (DJA Cole ed.). Butterworths, London.
- Díaz C, T Arias, FJ Diéguez, M Tosar e I Pérez, 1997. Desarrollo del tracto reproductivo, tasa de ovulación y mortalidad embrionaria de cochinatas DH a 30 días de gestación. (Resumen) Jorn Cient Intern Porcicultura' 97 La Habana p 32-33.
- Diéguez FJ, 1995. Algunos aspectos sobre el programa de cruzamiento del ganado porcino en Cuba. Rev Comp Prod Porc 2(1):1-9.
- Diéguez FJ, G Trujillo e I Santana, 1996. Análisis del cruzamiento entre cerdos Yorkshire, Duroc y Hampshire en Cuba. Rev Comp Prod Porc 3(2):1-9.
- Duncan DB, 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics. 11:1-42.
- Harvey WH, 1987. Mixed model least squares and maximum likelihood program. User's guide PC 1. Upp.

APTITUD ANTE LA MONTA DE COCHINATOS DE VARIAS RAZAS

Yolanda del Toro, Teresa Arias, G Morales, M Tosar y F J Diéguez

Instituto de Investigaciones Porcinas.

Gaveta Postal No. 1, Punta Brava, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer el número de cochinos que es necesario evaluar por aptitud ante la monta para su incorporación a un Centro de Procesamiento de Semen porcino (CPSP), se realizaron dos pruebas con 149 cochinos de siete meses de edad de las razas Duroc, Hampshire y CC21 (primera) y Duroc, Hampshire, F1, DxH, Landrace y Yorkshire (segunda). Los cochinos fueron llevados dos veces por semana durante un mes al maniquí con vistas a entrenarlos para la extracción del semen. Aquellos que no se adiestraron fueron eliminados y se realizó un análisis de proporciones para calcular el porcentaje de animales que se adiestraron del total. Las diferencias entre las razas fueron altas con 50; 25 y 80 % en Duroc, Hampshire y CC21 respectivamente en la primera prueba y 64; 64; 33; 46 y 86 % en Duroc; F1; H; L y Y en la segunda prueba, para un centro de 40 sementales con 50%, de reemplazo anual. Se diferenciaron tres grupos. El primero de menor costo integrado por Yorkshire y CC21, el intermedio con F1, Duroc y Landrace en ese orden y el más costoso con cerdos Hampshire de muy bajo comportamiento en este indicador, lo que hace muy poco probable el uso de animales de esta raza en un programa de Inseminación Artificial a gran escala.

PALABRAS CLAVES: cerdos, inseminación artificial, aptitud ante la monta.

MATING CAPACITY OF YOUNG BOARS OF DIFFERENTS BREEDS

SUMMARY

In order to know the number of young boars that are necessary to evaluate for mating capacity for their incorporation to a Swine Semen processing Center; two test with 149 animals were carried out boars were 7 months old at the beginning of the tests. Duroc, Hampshire and CC21 (first test) and Duroc, Hampshire, Landrace, Yorkshire and F1 DxH (second one) boars were used. Animals were presented to an artificial sow twice per week during a month for collecting semen. Mating capacity was calculated taking into account the number of boars collecting semen in relation to those animals that began test. There were big differences between breeds with 50, 25 and 80 % for Duroc, Hampshire and CC21 respectively (first test) and 64, 60, 33, 47 and 87 % respectively for Duroc, F1, Hampshire, Landrace and Yorkshire (second test). The cost of evaluation for Center with 40 boars and 50 % of replacement rate was calculated and three groups. Were well defined first one with Yorkshire and CC21, in the last the Hampshire of lowest performance indicating that this breed is not useful for large scale program of Artificial Insemination.

KEY WORDS: swine, artificial insemination, mating capacity.

INTRODUCTION

La creación de Centros de Procesamiento de Semen Porcino (CPSP) en Cuba se debe incrementar en el futuro inmediato (del Toro et al 1994, Diéguez 1995) como forma de utilizar intensivamente la inseminación artificial. un aspecto a tener en cuenta es la incorporación de cochinos y la aceptación que tengan del maniquí para la extracción del semen. El conocimiento de esta característica denominada aptitud ante la monta

permite cuantificar la cantidad de cochinos que deben evaluarse para su incorporación al CPSP.

El objetivo de este trabajo fue conocer este indicador en cochinos de las razas utilizadas en la producción porcina en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 149 cochinos de siete meses de edad y con un peso aproximado de 100 kg de las razas Duroc (D), Hampshire (H), Yorkshire (Y), Landrace (L), CC21 y F1 (DH), los que fueron seleccionados en los Centros Genéticos por prueba de comportamiento en campo (Diéguez et al 1997). El trabajo se realizó en el CPSP del IIP y consistió en dos pruebas: en la primera con cochinos D, H y CC21 (tabla 1) y en la segunda con D, H, L y Y (tabla 2). En ambos casos los futuros verracos se alojaron en cubículos de 8 metros cuadrados y se alimentaron con 3 kg diarios con un concentrado con 15 % PB y agua a voluntad.

Para medir la aptitud ante la monta los cochinos se entrenaron dos veces por semana ante el maniquí del tipo MC2 (Morales et al 1990) durante 30 minutos cada vez y un mes de duración. Se consideró como apto el que se adiestró y se le pudo realizar la extracción del semen. Se rechazaron aquellos que no aceptaron el maniquí (no aptos) y aquellos que intentaron, pero no se les pudo realizar la extracción del semen.

Se realizó un análisis de proporciones para calcular el porcentaje de animales que se adiestraron del total y la dística de Duncan (1955) cuando hubo diferencias significativas en este análisis, se calculó el costo de incorporación a un CPSP de 40 verracos con un 50% de reemplazo anual. Se consideró el costo de mantenimiento en la prueba y el precio de un cochino en el momento de selección. Tomando como fuente de costo, los alimentos y los animales según el listado oficial de precio (Comité Estatal de Precios).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta el resultado de la primera prueba con diferencias entre las tres razas y un comportamiento muy inferior en los Hampshire.

Cameron (1982) y del Toro et al (1996), plantearon que la raza influía notablemente en la disposición ante la monta, lo que se observó en este trabajo. Los CC21 dentro de las razas evaluadas en esta oportunidad fueron superiores. La influencia de las razas blancas, particularmente la Yorkshire, en su formación (Santana et al 1988) puede explicar su superioridad sobre las otras dos que son las que mayormente intervinieron en su formación.

Tabla 1. Aptitud ante la monta de cochinos de tres razas (primera prueba).

Razas	Total de Animales		
	cochinos que montaron	Proporciones	ES±
Duroc 20	10	0.50a	0.11
Hampshire 35	8	0.22a	8.41
CC21 20	16	0.80b	0.11

a,b Medias sin letras en común en la misma línea difieren significativamente (P<0.05)

Los resultados de la segunda prueba (tabla 2) indican las deficiencias del Hampshire y la superioridad de los cochinos Yorkshire, Reina et al (1990) al evaluar verracos Duroc y Hampshire obtuvieron resultados muy similares en aptitud ante la monta presentado aquí. Las dificultades para adaptarse a la IA también han sido observadas en otros países donde se utiliza intensivamente esta técnica (Konig 1976, Wilkins 1987).

Tabla 2. Aptitud ante la monta de cochinos de cinco razas (segunda prueba)

Total de Animales			
Razas	cochinos que montaron	Proporciones	ES±
Duroc 14	9	0.64a	0.13
Hampshire 15	5	0.33c	0.12
Landrace 15	7	0.46c	0.12
Yorkshire 15	13	0.86b	0.12
F1 (DxH) 15	9	0.64a	0.12

a b c Medias sin letras en común en la misma línea difieren significativamente ($P < 0.05$).

*** $P < 0.001$

La aptitud ante la monta de los DH, superior al promedio de ambas razas puras puede indicar un efecto de heterosis para esta característica, tal como se ha demostrado en rasgos relacionados con el líbido sexual (Kennedy y Conlon 1978, Johnson 1980, Sellier 1982; Buchman y Johnson 1984; Pérez Marcos 1991).

En la tabla 3 se muestra la cantidad de cochinos a evaluar para un centro de 40 verracos con un 50% de reemplazo anual y el costo de la incorporación en moneda nacional (MP, miles de pesos cubanos).

Tabla 3. Cantidad de cochinos a evaluar para su incorporación en un CPSP y costo de evaluación.

Cochinos Cantidad a Costo			
Raza	aptos	% evaluar	MP
Duroc	50-60	40	4
Hampshire	25-30	80	8
CC21	80-90	25	7.1
Landrace	40-50	50	3
Yorkshire	80-90	25	7.1
F1 (DH)	60-70	33	9.5

Se diferencian tres grupos raciales. El primero integrado por Yorkshire y CC21, el segundo por Duroc, DH y Landrace y el tercero por animales Hampshire de muy bajo

comportamiento, en este indicador, lo que hace muy costoso el uso de esta raza en un programa a gran escala de Inseminación Artificial.

BIBLIOGRAFÍA

- Buchman DS y RK Johnson 1994. Reproductive performance for four breeds of swine. Crossbred females and purebred and crossbred boars. *J Anim Sci* 59:956-964.
- Cameron RDA 1982. Factor influencing semen production and quantity in boar vared in a subtropical environment. PhD. Thesis Univ Queensland, Brisbane.
- Diéguez FJ, G Trujillo, P Rojas, J Gomez y R Roque 1979. Las pruebas de comportamiento en campo para la selección de cochinos y cochinas en los Centros Genéticos de Cuba. *Cienc Tec Agric Ganado Porcino* 2(3):7-22.
- Diéguez FJ, 1995. Programas genéticos, el papel de las razas porcinas especializadas y criollas en diferentes formas de explotación. *Rev Comp Prod Porc* 2(3):28-40.
- Johnson RK, 1980. Heterosis and breed effects in swine. *North Carolina State Univ* 35 p.
- Kennedy BN y PD Conlon, 1978. Comparison of crossbred and purebred boars for progeny growth and carcass composition. *Anim Prod.* 27:29-34.
- Koning I 1976. Recomendaciones científico-técnicas para la tecnología de la reproducción del cerdo. *Mark. Land. Akad.* 44 p., en Aleman).
- R J.L. FJ Diéguez, M Ferrer y JM Fernández 1990.
- Comportamiento reproductivo de cerdas de un cruce rotacional apareadas con verracos Duroc o hampshire. II Congr. Panam. Cienc. Vet. La Habana, Resúmenes p 127.
- Santana I, F J Diéguez y L Gerardo 1980. Relación entre el color y los rasgos de comportamiento reproductivo y productivo en cerdos CC21. *Cienc Tec Agric Ganado Porcino* 11(3):7-9.
- Sellier P, 1982. A comparison of the crossbred progeny of pietrain and Pietrain x Hampshire boars. *J Rech Porc France.* París. P 253-258.
- Toro Y del; T Arias; FJ Diéguez y G Morales 1994. Los centros de procesamiento de semen porcino, experiencia cubana y perspectivas. *Rev Comp Porc* 1(1):22-27.
- Toro, Y del, T arias, G Morales y F J Diéguez 1996. Libido y calidad seminal de cochinos Criollo y Yorkshire. XI Forum Cienc y Téc. Inst Inv Porc. Punta Brava (Resúmenes).
- Wilkins J, 1987. Technics for artificial insemination in swine. In: *Sem Cient Cuba-Canada.* La Habana. p5.
- Morales G, Y del Toro y T Arias 1990. Uso del maniquí cubano MC2 en la obtención del semen para la I.A. porcina. VI Forum Cienc Téc Inst de Inv Porc. Punta Brava. (Resúmenes).

EVALUATION OF N AND ENERGY VALUES OF TREATED FILTER CAKE MUD (GICABU) USING PIGS

J. Ly

Swine Research Institute

P.O. Box 1, Punta Brava

Havana, Cuba

SUMMARY

A trial was conducted to determine the digestibility and balance of various nutritive components from treated filter cake mud (gicabu) by pigs. A total of 6 crossbred castrated male pigs (50 kg) were allotted at random into 3 treatments according to a replicated 3x3 Latin square design. Gicabu was substituted at levels of 10 and 20% for a diet containing 75.0% maize and 22.0% soybean meal. By analysis, gicabu contained (as a percentage of dry matter) 10.05% crude protein (Nx6.25), 23.30% ash, 24.04% crude fibre. Gross energy of gicabu was 19.65 kJ/g DM. As gicabu were substituted for the basal diet, digestibility of nutrients and energy decreased. There was no significant treatment effect on N and energy retention. The predicted digestibility of gicabu, calculated by difference was: dry matter, 35.5%; ash, 30.4%; organic matter, 36.7%; nitrogen, 40.7%; crude fibre, 31.9%; energy, 39.3%. These results suggest that gicabu may be used in pig diets at low levels if adverse effects on energy utilization are to be avoided.

KEY WORDS: pigs, treated filter cake mud, gicabu, digestibility, balance

EVALUACIÓN DEL VALOR DEL N Y LA ENERGÍA DE CACHAZA TRATADA (GICABU) USANDO CERDOS

RESUMEN

Se hizo un experimento para determinar la digestibilidad y el balance de varios nutrientes de cachaza de caña tratada (gicabú) en cerdos. Se usaron 6 cerdos híbridos (50 kg) distribuidos aleatoriamente en 3 tratamientos según un diseño cuadrado latino 3x3 replicado. El gicabú sustituyó 10 y 20% de una dieta de maíz (75.0%) y harina de soya (22.0%). El gicabú contenía proteína cruda (Nx6.25), 10.06; ceniza, 23.30; fibra cruda, 24.04% en base seca respectivamente. La energía bruta del gicabú fue de 19.65 kJ/g MS. A medida que el gicabú sustituyó progresivamente la dieta basal, la digestibilidad de nutrientes y energía disminuyó. No hubo efecto significativo de tratamiento en la retención de N y energía. La predicción de la digestibilidad del gicabú, calculada por diferencia, fue: materia seca, 35.5; ceniza, 30.4; materia orgánica, 36.7; nitrógeno, 40.7; fibra cruda, 31.9; energía, 39.3% respectivamente. Los resultados sugieren que el gicabú puede ser usado en dietas para cerdos a bajos niveles para evitar efectos adversos en la utilización de la energía.

PALABRAS CLAVES: cerdos, cachaza de caña tratada, gicabú, digestibilidad, balance

INTRODUCTION

Filter cake mud is a by-product of the production of sucrose and it is generated as a precipitated material after a hot, lime treatment of the sugar cane juice in the sugar mill. The use of filter cake mud as fertilizer has been suggested due to its high mineral content (Alomá 1970, 1976; Paneque and Calaña 1980). Nevertheless the potential of filter cake mud as animal feed has been explored (Stuub and Darne 1965). Moreover,

some studies related to the use of filter cake mud in ruminants (Rodríguez 1983), pigs (Patterson and Cervantes 1981; Pérez and Patterson 1983) and poultry (Ibáñez and González 1979; Velazco and Rodríguez 1987) have been conducted in Cuba.

Rodríguez (1983) has suggested that the feeding value of filter cake mud could be improved by increasing its DM concentration and lowering its pH value. In this connection some Cuban available data indicate that DM concentration of filter cake mud from several sugar mills is as low as 30.3% (Pedroso and Hardy 1981). Devendra and Gohl (1970) have reported very low DM content (26.0%) for filter cake mud in Trinidad, another Caribbean island. On the other hand, Bejottes (1988) has reported low values for organic matter and silica concentration respectively. In fact, filter cake mud is usually characterized by a high minerals and fibre content (Serrano and Iglesias 1988).

Some attempts to increase either the DM content of filter cake mud by sun-drying the product after treating with either acidic distillery effluents or sulphuric acid has originated the so-called gicabú (Gil et al 1977, cited by Castro and Lon-Wo 1990). Digestibility indices of this type of filter cake mud has been reported in sheep by García (1986) and Zamora et al (1989). In this connection, it has been claimed that up to 40% of gicabú in the diet of sheep has no negative influence in digestibility values except in the crude fibre, ash and NFE fractions.

It was decided to determine if gicabú was an acceptable feed for growing pigs from the point of view of chemical analyses and a balance trial.

MATERIALS AND METHODS

A representative batch of gicabú originated from the province of Havana, Cuba, was evaluated at the Swine Research Institute. A sample of gicabú was tested for proximate analyses described by AOAC (1990) and for the detergent analyses procedures of Van Soest (1963) and Van Soest and Wine (1967).

A balance trial was conducted using six barrows averaging 50 kg liveweight at the start of the project. The animals were allotted at random to three diets (table 1) according to a duplicate 3x3 Latin square design.

Table 1. Percentage composition of diets in dry basis.

	Gicabú, %1		
	0	10	20
Ingredients			
Maize meal	75.0	67.2	59.4
Soybean meal	22.0	19.8	17.5
Gicabú	-	10.0	20.0
Calcium diphosphate	1.0	1.0	1.0
Calcium carbonate	0.5	0.5	0.5
Sodium chloride	0.5	0.5	0.5
Vitamins and trace elements premix2	1.0	1.0	1.0

Nutrient analysis

Dry matter	90.56	90.76	90.78
Ash	3.89	5.69	7.47
Organic matter	96.11	94.31	92.53
Nitrogen	2.28	2.30	2.36
Crude fibre	3.65	5.99	7.32
Gross energy, kJ/g DM	18.05	18.22	18.37

1 Treated filter cake mud.

2 Supplied per kg diet: 166 I.U. A, 160 I.U. D3, 2 mg thiamin, 3 mg riboflavin, 300 mg choline, 15 mg niacin, 5 mg panthotenic acid, 15 mg pyridoxin, 0.5 mg folic acid, 25 g cyanocobalamin, 10 mg tocopheryl acetate, 2 mg K, 10 mg Cu, 40 mg Fe, 0.5 mg I, 0.4 mg Co.

At the start of each period, the amount of feed offered to each pig was adjusted to 0.08 kg DM per kg metabolic weight (W^{0.75}). Daily consumption was then held constant for a nine day preliminary period and a five day collection period. The animals were accustomed to metabolism cages two days before the start of the collection period. Faeces were collected each day, weighed and frozen. Urine was collected daily under toluene in plastic containers and aliquots stored frozen until analyzed at the end of the collection period. N and fermentative indices were determined in fresh aliquots of faeces. The faeces were dried 24 hours in a forced draft oven (60°C) and ground to pass a 1 mm screen using a cyclone type sample mill. The ground samples were pooled for each pig for the entire collection period.

Samples from the balance trial were analyzed for DM, ash, N and crude fibre using Association of Official Analytical Chemists (1990) official methods. Energy was determined with an adiabatic bomb calorimeter. The pH values were estimated in fresh faeces with a glass electrode, whereas short chain fatty acids (SCFA) and ammonia were measured by the steam distillation procedure of Stanogias and Pearce (1985) and microdiffusion (Conway 1962) in samples prepared as outlined by Ly (1986).

The digestibility coefficients for the gicabú were calculated by difference. Data were subjected to analysis of variance using standard statistical packages available through SAS (1989) computer system. Mean differences were separated with the Duncan method (Steel and Torrie 1980).

RESULTS AND DISCUSSION

The DM content and pH value of the gicabú used in the experiment was 92.66% and 5.6 respectively, thus largely differing from the characteristics of common filter cake mud, as recommended by Rodríguez (1983). On the other hand, the chemical analyses of gicabú indicated a high level of crude fibre (24.04%) and ash (23.30%), suggesting a somewhat low energy density in the feed. Another indices in gicabú were 10.06% crude protein (Nx6,25), 31.13% ADF, 43.64% NDF, 10.64% detergent lignin and 19.65 kJ/g DM. García (1986) reported values of 19.9% ash and 10.1% crude protein for gicabú.

Data on faecal outflow are listed in table 2. The introduction of graded levels of gicabú into the basal diet increased significantly (P<0.001) daily outflow of fresh and dry faecal material. The significant (P<0.01) increase in daily outflow of faecal water with increased levels of dietary gicabú was even more evident. In fact the increase in daily

water output in the diet with 20% gicabú was 2.9 times that of the control diet (210 g/kg DM intake), whereas the same relationship for both diets in daily outflow of faecal dry material was 2.0. Consequently, faecal DM concentration decreased significantly ($P < 0.01$) from 33.0% in the control diet, to 26.1% in the diet with 20% gicabú.

Table 2. Faecal characteristics of pigs fed gicabú.

	Gicabú, %1			SE±
	0	10	20	
Faecal DM, %	33.0a	28.9b	26.1b	1.3**
Faecal outflow, g/kg DM intake				
Fresh material	313a	580b	824c	60***
Water	210a	414b	616c	64**
Dry material	103a	166b	208c	12***

1 Treated filter cake mud.

** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

abc Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

This increase in daily outflow of fresh and dry faecal material agrees with findings reported from soybean hull (Kornegay 1978), dehydrated alfalfa meal (Henry 1976; Kass et al 1980), wheat bran (Henry 1976), and more recently, with some other fibrous, tropical feeds such as plantain foliage meal (Ly et al 1996), protein enriched citrus by-products (Domínguez et al 1996) and sweet potato vines (Domínguez and Ly 1997).

Table 3. Total tract digestibility of nutrients.

	Gicabú, %1			SE±
	0	10	20	
Digestibility, %				
Dry matter	89.6a	83.4b	79.2a	1.2***
Ash	64.4a	50.4b	45.9b	3.1**
Organic matter	90.7a	85.4b	81.8c	1.1***
Nitrogen	85.7a	78.7b	74.0b	1.9**
Crude fibre	66.3a	50.2b	42.0b	3.9**
Energy	89.0a	83.6b	80.5b	1.2**

1 Treated filter cake mud.

** P<0.01; *** P<0.001.

abc Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

In agreement with either early (Henry 1977; Kornegay 1978; Kass et al 1980) or more recent reports (Bach Knudsen and Hansen 1991; Chachulowa et al 1992) concerning fibrous feeds, gicabú had a significant (P<0.01) negative influence on total digestibility of nutrients and energy (table 3). This effect was even highly significant (P<0.001) for DM and OM digestibility. These results are in disagreement with data obtained in sheep (García 1986; Zamora et al 1989). On the other hand, Pérez and Patterson (1982) observed that in a poorly digested diet (total tract DM digestibility, 71.6%), mainly formulated with swill and sugar cane final molasses, a low level of untreated filter cake mud (4.8%) increased total nutrients and energy digestibility in pigs. However, these data need to be interpreted with caution due to the fact that higher levels of filter cake mud in the diet (up to 13.0%) had no further positive effect on digestibility.

There was a significant (P<0.001; r = 0.942) regression of energy digestibility expressed in percentage (Y) on organic matter digestibility (X) also expressed in percentage, the equation being $Y = 4.91 + 0.93 X$. The standard error of estimate (Syx) was ± 1.59.

Table 4. Digestibility of nutrients and energy of gicabú calculated by difference from basal diet.

	Gicabú, % ¹			Overall SE±
	10	20	mean	
Dry matter	33.4	37.5	35.5	6.8
Ash	28.0	32.7	30.4	5.5
Organic matter	34.0	39.4	36.7	7.4
Nitrogen	39.3	42.1	40.7	8.9
Crude fibre	30.7	33.0	31.9	4.7
Energy	38.8	39.7	39.3	7.5

¹ Treated filter cake mud.

In the present experiment nutrients and energy digestibility of gicabú were calculated by difference (Crampton and Harris 1969). The results of comparing both treatments containing gicabú revealed no significant differences (P>0.05). As a consequence, all the data (n = 12) were pooled and the overall mean calculated (table 4). In this connection, a high coefficient of variation was found for the estimated indices (DM, 43.2; ash, 41.8; OM, 45.9; N, 48.8; crude fibre, 33.0; energy, 42.9 % for the respective coefficients of variation). Overall, digestibility indices for gicabú ranged from 30.4% for ash, to 40.7% for nitrogen. These values are rather low and revealed a poor availability of gicabú's nutrients for pigs.

Table 5 offers the N and energy balance values. There were no significant differences among the diets for N retention as percentage of intake. However, a significant increase

($P < 0.01$) in N retention as percentage of digestion was encountered in the diet with 20% of gicabú. Thus the present experiment confirmed that fibrous feeds influence negatively N digestion, implying a shift of N excretion route from urine to faeces (Partridge 1982) and resulting in little overall effect on nitrogen balance (Low 1985).

Table 5. The effect of dietary gicabú on N and energy retention in pigs.

	Gicabú, % ¹			SE±
	0	10	20	
N retention				
As percentage of intake	57.9	54.5	57.5	2.7
As percentage of digestion	67.5a	69.3a	77.6b	1.9**
Energy retention				
As percentage of intake	85.7	82.0	79.6	1.6+
As percentage of digestion	96.3	98.0	98.5	1.2

¹ Treated filter cake mud.

+ $P < 0.10$; ** $P < 0.01$.

ab Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Faecal concentration of SCFA and ammonia increased ($P < 0.05$) as gicabú were substituted for the basal diet (table 6). A significant ($P < 0.01$) diet effect for faecal pH revealed no differences between values for 10% and 20% of dietary gicabú. Daily faecal flow of SCFA and ammonia paralleled faecal concentration of these metabolites ($P < 0.001$; $P < 0.05$). Similar findings were reported when growing pigs received graded levels of plantain foliage meal substituted for a similar basal diet (Ly et al 1997).

It is well known that SCFA concentration in pigs faeces is largely dependent on the type of diet and the feeding regime (Friend et al 1962). In this connection, it appears that faecal SCFA concentration paralleled the increase of cellulose in diet (Just et al 1983). This finding have obtained further support from the study of Bach Knudsen and Hansen (1991) from pigs given different wheat and oat fractions. Nevertheless, Varel et al (1984) have claimed that alfalfa meal introduced in a maizesoybean meal diet caused a decrease in faecal organic acids concentration.

Table 6. Faecal indices of fermentation in pigs.

	Gicabú, % 1			SE±
	0	10	20	
Concentration, mmol/100 g				
SCFA	53.70a	56.59ab	69.73b	4.9*
NH3	25.23a	21.00ab	17.31b	1.8*
Faecal pH	5.69a	6.73ab	7.16b	0.27**
Daily flow, mmol/kg DM intake				
SCFA	53.59a	94.75b	146.17c	12.70***
NH3	25.41a	34.72b	37.05b	2.8*

1 Treated filter cake mud.

* P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001.

abc Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

Daily faecal flow of SCFA paralleled data from faecal SCFA concentration, in accordance with other results from plantain foliage meal (Ly et al 1997). However, the absolute values observed in this study appeared to be higher than those reported by Sambrook (1979) and Bach Knudsen and Hansen (1991), but in the range of data listed by Just et al (1980) and Jentsch et al (1990).

When daily faecal flow of SCFA (Y, mmol/kg DM intake) was regressed against OM digestibility (X, %) for all observations (n = 18), a significant, negative (P<0.001) correlation was found ($Y = 859.87 - 8.89 X$; $r = -0.900$, $S_{yx} = \pm 20.75$). A

similar regression was tested for daily faecal flow of ammonia (Y, mmol/kg DM intake), the resulting significant (P<0.01) equation being $Y = 170.73 - 1.61 X$ ($r = -0.572$, $S_{yx} = \pm 11.17$). This type of relationship was previously observed by Jentsch et al (1990) for SCFA output in faeces and by Ly et al (1995; 1997) for faecal ammonia excretion. This experiment does not support previous observations of Varel et al (1984), who found that including 35% of dehydrated alfalfa meal in the diet, decreased faecal ammonia concentration from 2.27 to 0.98 mg/g DM. It might be thought that an increase in microbial utilization of N in the large intestine could occur, thereby reducing total tract N digestibility by an increase in faecal N output (Malmlof and Hakansson 1984). This event could be parallel to a decrease in faecal ammonia concentration and excretion. However, it has been shown that dietary fibre increases urea excretion into the large intestine (Low 1985).

Furthermore, it is also shown that an increase in fibre level in diet, determined a reduction in portal plasma urea and ammonia (Malmlof 1985). In fact it has been found that faecal ammonia concentration is positively correlated to faecal SCFA

concentration (Schneider and Bolduan 1985). It has also been suggested that faecal outflow of SCFA is largely dependent on undigested organic matter outflow (Bach Knudsen and Hansen 1991).

Results arising from this experiment suggest that treated filter cake mud such as gicabú may be used in pig diets at low levels is adverse effects on energy balance, are to be avoided.

Consequently, the use of filter cake mud needs to be investigated further, in order to improve its nutritional value for pigs.

ACKNOWLEDGMENTS

Appreciation is expressed to Maritza Castellanos and Hilda Salas for feeding and caring for animals, to Martha Carón for chemical analyses, and to Vivian Martínez for help with statistical analyses. The author wishes to extend special thanks to Lylian Rodríguez (University of Tropical Agriculture, Ho Chi Minh City, Vietnam) for computing advise.

BIBLIOGRAPHY

- Alomá J, 1973. La cachaza como fertilizante de la caña de azúcar. Acad Cienc Cuba. Serie Caña de Azúcar. 80:1-28.
- Alomá J, 1976. La cachaza como fertilizante de la caña de azúcar. Mem 39na Conf Assoc Tec Azuc Cuba. La Habana. 1:392-412.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis (15th ed). Assoc Off Agric Chem. Arlington.
- Bach Knudsen KE and I Hansen, 1991. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions.1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and other major constituents. Brit J Nutr. 65:217-232.
- Bejottes M, 1988. Composición mineral de la cachaza. Cienc Agric. 34/35:151-153.
- Castro M and E Lon-Wo, 1990. Otros alimentos de la industria azucarera. In: Alimentación de cerdos y aves a partir de la caña de azúcar. Ed Inst Cienc Anim. La Habana. p 179-190.
- Chachulowa J, B Suski, J Skomial and J Strozewski, 1992. Lucerne meal from plants harvested during different stages of growth in growing-finishing pig feeding. Ann Warsaw Agric Univ. SGGW-AR. Anim Sci. 27:9-14.
- Conway EJ, 1962. Microdiffusion analysis and volumetric error. Crosby Lockwood and Sons Ltd. London.
- Crampton EW and LE Harris, 1969. Applied animal nutrition. The use of feedstuffs in the formulation of livestock rations. WH Freeman. San Francisco. pp 753.
- Devendra C and BI Gohl, 1970. The chemical composition of Caribbean feedingstuffs. Trop Agric Trinidad. 47:335-342.
- Domínguez PL and J Ly, 1996. N and energy balance in pigs fed sugar cane molasses and azolla meal (*Azolla* spp). Cuban J Agric Sci. 31:69-76.
- Domínguez PL and J Ly, 1997. An approach to the nutritional value for pigs of sweet potato vines (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Livest Res Rural Dev. 9(2):
- Domínguez PL, J Ly, JL Reyes, V Martínez, J Echevarría and JA Rodríguez, 1996. Digestibility of protein enriched citrus byproducts for pigs. Arch Latinoam Prod Anim. 4:73-82.
- Friend DW, HM Cunningham and JWG Nicholson, 1962. The production of

- organic acids in the pig. I. The effect of diet on the proportion of volatile fatty acids in pig faeces. *Can J Anim Sci.* 42:55-62.
- García R, 1986. Resultados preliminares del valor nutritivo del gicabú. 5ta Reun Asoc Cub Prod Anim (Resúmenes) San José de las Lajas. p 60-61.
 - Henry YM, 1977. Prediction of energy values of feeds for swine from fiber content. In: 1st Int Symp Feed Composition, Anim Requir and Computerization of Diets (IE Harris, ed) Logan. p 270-281.
 - Ibáñez RS and CT González, 1979. Preliminary trial on the utilization of filter cake mud for chicken fattening. *Cuban J Agric Sci.* 13:163-167.
 - Jentsch W, U Hennig, J Wunsche, H Wittenberg and WB Souffrant, 1990. Methodological studies on the formation of CO₂ and volatile fatty acids in porcine ileo-chyme and faeces. *Arch Anim Nutr Berlin.* 40:1019-1026.
 - Just A, O Andersen and H Jorgensen, 1980. The influence of diet composition on the apparent digestibility of crude fat and fatty acids at the terminal ileum and overall in pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 44:82-92.
 - Just A, JA Fernandez and H Jorgensen, 1983. The net energy value of diets for growth in pigs in relation to the fermentative processes in the digestive tract and the site of absorption of the nutrients. *Livest Prod Sci.* 10:171-186.
 - Kass ML, PJ Van Soest, WG Pond, B Lewis and RE McDowell, 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine.1.
 - Apparent digestibility of diet components of specific segments of the gastrointestinal tract. *J Anim Sci.* 50:175-191.
 - Kornegay ET, 1978. Feeding value and digestibility of soybean hulls for swine. *J Anim Sci.* 47:1272-1280.
 - Low AG, 1985. Role of dietary fibre in pig diets. In: *Recent Advances in Animal Nutrition* (W Haresign and DJA Cole ed). Butterworths London. p 87-112.
 - Ly J, 1986. Large intestine digestion of pigs fed molasses. 5. VFA production. *Cuban J Agric Sci.* 20:41-53.
 - Ly J, A García and PL Domínguez, 1997. Chemical composition of plantain foliage (*Musa paradisiaca*) and the effect of its inclusion in the diet on nutrient digestibility in pigs. *J Anim Feed Sci.* 6:257-267.
 - Ly J, M Macías, JL Reyes and V Figueroa, 1995. Ileal and faecal digestibility of Jerusalem a rtichokes (*Helianthus tuberosus* L.) in pigs. *J Anim Feed Sci.* 4:195-205.
 - Malmlof K, 1985. Effects of wheat straw meal on some blood plasma variables in the growing pig. In: *Pig Research at the Department of Animal Nutrition and Management 1974-1984.* Swedish Univ Agric Sci Rep 152. Uppsala. p 16-17.
 - Malmlof K and J Hakansson, 1984. The effect of dietary fibre level on the diurnal pattern of urinary nitrogen excretion in swine. *Swed J Agric Res.* 14:53-57.
 - Paneque WM and JM Calaña, 1980. Estudio del uso de la cachaza y yeso como enmienda para suelo gley amarillo y sus efectos sobre el cultivo de la caña de

azúcar. *Cultiv Trop.* 2(2):3-17.

- Parish DH, 1965. The use of sugar cane as an animal feed. *Proc 12th Congr Int Soc Sugar Cane Technol.* San Juan de Puerto Rico. p 55-64.
- Partridge I, 1982. Energy utilization from fibre digestion. In: *Physiologie Digestive chez le Porc* (JP Laplace, T Corring and A Rerat ed). *Les Colloques de l'INRA N° 12.* Paris. p 127-135.
- Patterson M and A Cervantes, 1981. Inclusión de cachaza de caña en dietas de PLT para cerdos en ceba. *II Reun Asoc Cub Prod Anim (Resúmenes).* La Habana. p 135.
- Pedroso DM and C Hardy, 1981. Informe sobre la composición química de la cachaza de diferentes centrales de Cuba. *Zafra 1980-1981.* *Inst Cienc Anim.* San José de las Lajas. pp 40.
- Pérez A and M Patterson, 1983. Utilización de la cachaza de caña en dietas para cerdos en ceba. 1. Digestibilidad en animales intactos. *Cienc Téc Agric. Ganado Porcino.* 8(4):59-68.
- Rodríguez V, 1983. Utilización de la cachaza en la alimentación de los rumiantes. In: *Producción y uso de alimentos para la nutrición animal a partir de la caña de azúcar.* *Centr Inf Doc Agropec.* La Habana. p 123-138.
- Sambrook IE, 1979. Studies on digestion and absorption in the intestines of growing pigs. 8. Measurements of the flow of total lipid, acid-detergent fibre and volatile fatty acids. *Brit J Nutr.* 42:279-287.
- SAS, 1989. *Statistics: user's guide.* Version 6. SAS Inst Inc. Cary.
- Serrano P and M Iglesias, 1988. Caracterización de la cachaza. *Sobr. Deriv Caña Azúcar.* 22:23-27.
- Stanogias G and GR Pearce, 1985. The digestion of fibre by pigs. 2. Volatile fatty acid concentrations in large intestine digesta. *Brit J Nutr.* 55:531-536.
- Steel RGD and JH Torrie, 1980. *Principles and procedures of Statistics. A Biometrical approach.* 2nd ed. McGraw-Hill BookCo. New York pp 633.
- Van Soest PJ, 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J Assoc Off Agric Chem.* 46:829-835.
- Van Soest PH and RH Wine, 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J Assoc Off Agric Chem.* 50:50-55.
- Varel VH, WG Pond and JT Yen, 1984. Influence of dietary fiber on the performance and cellulase activity of growing-finishing swine. *J Anim Sci.* 59:388-393.
- Velasco ME and J Rodríguez, 1987. Ensayo preliminar del uso de la cachaza de caña de azúcar en dietas para ponedoras White Leghorn. *Rev Cub Cienc Avíc* 14:79-
- Zamora A, N Ríos and A Lara, 1989. Efecto del nivel de gicabú en la digestibilidad de los nutrientes de la ración en carneros. *Proc VI Conf Cienc Anim.* Santa Clara (Resúmenes) p 65.

RESPUESTA DE CERDOS EN CRECIMIENTO-CEBA A LA SUPLEMENTACIÓN CON ADITIVOS DE LA DIETA BASADA EN MIEL B DE CAÑA DE AZÚCAR CON BAJOS NIVELES DE PROTEÍNA

Carmen María Mederos, Vilda Figueroa, Nélide Prieto
y Rosa María Martínez

Instituto de Investigaciones Porcinas
Gaveta Postal No.1, Punta Brava 19200
Ciudad de La Habana

RESUMEN

Se utilizaron 20 cerdos YL x DH machos castrados y hembras de aproximadamente 13.0 kg de peso vivo y 61 días de edad distribuidos en un diseño de bloques al azar en dos tratamientos y dos réplicas para estudiar el efecto sobre el comportamiento animal de la utilización de zeolita y sulfato de cobre pentahidratado (7% y 250 ppm de ion cobre en base seca respectivamente) como aditivos en la dieta basada en miel B de caña de azúcar y un núcleo proteico que contiene todas las fuentes de vitaminas y minerales de la dieta y en el cual la fuente de proteína fue aportada por la harina de soya (NUPROVIM). El NUPROVIM se ofreció en cantidades tales que como promedio en toda la etapa de prueba (13-92 kg de peso vivo) los cerdos consumieron 225 g de proteína/día, cifra que representa un ahorro del 25.0% de las recomendaciones del NRC (1988) establecidas para dietas convencionales de cereales. El consumo de MS (kg/día) fue superior ($P < 0.05$) para el tratamiento con suplementación de aditivos (2.50 y 2.63 respectivamente) mientras que la ganancia de peso (g/día), conversión alimentaria (kg MS/kg ganancia) y conversión proteica (kg proteína/kg ganancia) no difirió entre tratamientos (579, 4.33 y 0.39; 599, 4.41 y 0.38). El contenido de materia seca de las heces fecales se incrementó ($P < 0.05$) en el tratamiento en el que se utilizó la suplementación de aditivos (22.1 y 26.7 respectivamente). Aunque el peso de sacrificio (92 kg de peso vivo) se alcanzó cinco días antes en el tratamiento suplementado (137 y 132 respectivamente), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para este indicador. No obstante, el costo de la alimentación para producir 1 t de carne de cerdo disminuyó (aproximadamente en \$25 USD) cuando la dieta básica se suplementó con los aditivos. Se considera que la utilización de zeolita y sulfato de cobre pentahidratado como aditivos en la dieta de miel B y harina de soya constituye una alternativa sostenible para la producción porcina en condiciones de Cuba.

PALABRAS CLAVES: cerdos, comportamiento, aditivos, miel B, bajos niveles de proteína

SUMMARY

THE RESPONSE OF GROWING-FATTENING PIGS TO ADDITIVES IN BASED ON SUGAR CANE B MOLASSES WITH LOW LEVEL PROTEIN.

Twenty YLxDH castrated male and female pigs averaging 13.0 kg live weight and 61 days of age were distributed in a random block design in two treatments to study the effect on animal performance of zeolites and copper sulphate pentahydrated (7% and 250 ppm of copper ion DB respectively) as additives in the diet based on sugar cane molasses and a mix composed by soybean and all vitamin and mineral sources, named NUPROVIM. Pigs received during the testing period NUPROVIM which accounted for

an average of 225 g protein/day, thus accounting for a saving of 25% of NRC (1988) recommendations established for conventional cereal diets. DM intake (kg/day) was higher ($P < 0.05$) for treatment with additives (2.50 and 2.63 respectively). However, the weight gain (g/day), feed conversion (kg DM/kg weight gain) and protein conversion (kg CP/kg gain) did not differ among treatments (579, 4.33 and 0.39; 599, 4.41 and 0.38). The dry matter content of faeces was higher ($P < 0.05$) in the treatments with additives (22.1 and 26.7% respectively). Although the final weight (92.0 kg live weight) was obtained five days before in the treatment supplemented with additives (137 and 132 respectively), this index did not differ among treatments. Nevertheless, the feeding cost for producing 1 t of pig meat was improved (approximately in USD \$25.00) when the basic diet was supplemented with the additives. It is considered that the use of zeolites and copper sulphate pentahydrated as additives in the diet based on B molasses and soybean meal is a sustainable alternative for Cuban swine production.

KEY WORDS: pigs, performance. additives, B molasses, low level protein.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que el uso de la zeolita como aditivo en una dieta en la que se utiliza la miel B de caña de azúcar como única fuente de energía, mejora significativamente los rasgos de comportamiento de los cerditos en el período posdestete (Mederos et al 1991). Se ha informado además, que el uso del sulfato de cobre pentahidratado como aditivo en la dieta de cerdos en crecimiento y ceba mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes (Domínguez y Lan 1985). Por otra parte se comprobó que el ahorro del 25% de las recomendaciones de proteína del NRC (1988) en el sistema de alimentación basado en miel B de caña de azúcar y harina de soya para cerdos desde los 61 días de edad (12.8 kg PV) hasta el peso de sacrificio (92.0 kg PV) constituye una tecnología de alimentación sostenible en condiciones de Cuba (Mederos et al 1997).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el objetivo de este trabajo consistió en estudiar el efecto sobre el comportamiento animal de la utilización de zeolita y sulfato de cobre pentahidratado, como aditivos en la dieta basada en miel B de caña de azúcar y harina de soya con bajos niveles de proteína, para cerdos en crecimiento-ceba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 cerdos machos castrados y hembras de aproximadamente 13.0 kg de peso vivo y 61 días de edad como promedio, distribuidos en un diseño de bloques al azar en dos tratamientos y dos réplicas para estudiar el efecto sobre el comportamiento animal de la utilización de zeolita natural y sulfato de cobre pentahidratado (7% y 250 ppm de ion cobre en base seca respectivamente) como aditivos en la dieta basada en miel B de caña de azúcar y un núcleo proteico que contiene todas las fuentes de vitaminas y minerales de la dieta y en el cual la fuente de proteína fue aportada por la harina de soya, denominado NUPROVIM. El NUPROVIM-1 sin aditivos y el NUPROVIM-2 con aditivos (34.7% y 27.5% de proteína bruta en base húmeda respectivamente) se ofrecieron en cantidades tales, que como promedio en toda la etapa de prueba los cerdos consumieron 225 g de proteína/día. Esta cifra representa el 75% de las recomendaciones del NRC (1988) establecidas para dietas convencionales de cereales.

En la tabla 1 se indica la tecnología de suministro de las dos fórmulas de NUPROVIM a los cerdos.

Tabla 1. Tecnología de suministro de los NUPROVIM-1 Y NUPROVIM-2.

Número de días	Proteína, g/día
21	160
14	175
14	190
14	210
14	225
14	245
14	265
14	275
13-18	290

Los cerdos se alojaron en jaulas individuales durante las cinco primeras semanas de ejecución de la prueba y posteriormente se trasladaron a corrales individuales de estructura metálica y piso de cemento en una nave abierta y techada. Las raciones experimentales se ofrecieron a los cerdos desde el comienzo de la prueba sin adaptación previa a las mismas.

El NUPROVIM-1 y el NUPROVIM-2 se ofertaron a las 8:00 a.m. a los cerdos. Los cerdos los consumieron totalmente en un tiempo máximo de una hora. Se ofertó la miel B de caña de azúcar ad libitum con adición de agua en cantidad suficiente, para ajustar la materia seca de la misma a un 75%.

La miel B utilizada en este ensayo tenía en su composición: 77.2% de materia seca, 6.1% de cenizas y 65.6% de azúcares totales. La capacidad amortiguadora como indicador indirecto y directamente proporcional al contenido de compuestos orgánicos no identificados poco utilizados por parte de los cerdos alcanzó el valor de 37 ml. Para la determinación de estos indicadores se emplearon los métodos analíticos descritos por Mederos et al (1995).

Diariamente se pesó el sobrante de miel B a primera hora en la mañana, para garantizar el control del consumo de este ingrediente de la dieta. Los cerdos se pesaron cada 14 días y el agua se suministró ad libitum mediante bebederos automáticos tipo tetinas.

Se empleó el paquete estadístico Harvey (1987) para el procesamiento de los datos experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se exponen los rasgos de comportamiento de los cerdos alimentados con el NUPROVIM-1 o el NUPROVIM-2 y miel B ad libitum durante todo el período experimental.

Tabla 2. Rasgos de comportamiento de los cerdos.

Requerimientos de proteína, 75% NRC			
	NUPROVIM-1 sin aditivos	NUPROVIM-2 con aditivos	ES ±
Peso inicial, kg	2.8	13.2	0.30
Peso final, kg	92.3	92.1	0.58
Consumo diario:			
Materia seca, kg	2.500	2.630	0.04*
Proteína bruta, g	225	225	0.001
Ganancia de peso, g/día	579	599	0.010
Días en prueba	137	132	2.38
Materia seca en heces fecales, %			
	22.1	26.7	1.2*

* $P < 0.05$

El consumo de materia seca fue superior ($P < 0.05$) para el tratamiento con suplementación de aditivos. Esta diferencia en el consumo la determinó la inclusión de un 7% de zeolita (base seca) en la dieta de los cerdos que consumieron el NUPROVIM-2, ya que los cerdos de ambos tratamientos experimentales ingirieron similares cantidades de miel B (2.38 y 2.34 kg base fresca/día para los tratamientos en que se utilizó el NUPROVIM-1 y el NUPROVIM-2 respectivamente).

Por otra parte, el consumo de proteína bruta de los cerdos pertenecientes a los dos tratamientos experimentales fue igual, según se programó en la tecnología de suministro de ambas fórmulas de NUPROVIM.

Obrsérvese además, que aunque no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la ganancia de peso, el peso de sacrificio (92.0 kg de peso vivo aproximadamente) se alcanzó cinco días antes en el tratamiento suplementado con aditivos. Al reducir la edad al sacrificio el costo de la alimentación para producir 1 tonelada de carne de cerdo se favoreció cuando la dieta básica se suplementó con los aditivos (tabla 3).

Un aspecto de interés fue el relacionado con la elevación del contenido de materia seca de las heces fecales ($P < 0.05$) de los cerdos que consumieron el NUPROVIM-2 que contiene zeolita, hecho que puede favorecer las condiciones higiénico sanitarias en las instalaciones de los cerdos debido a la reducción del contenido de humedad ambiental.

Similares resultados fueron informados por Castro y Elias (1978) al incluir un 7.5% de zeolita en la dieta basada en miel final de caña de azúcar para cerdos en crecimiento-ceba y obtener una reducción en la materia seca fecal de los cerdos del orden del 3.7%.

En la tabla 3 se muestran los indicadores económicos evaluados que incluyen las conversiones de materia seca y de proteína así como los costos de la alimentación para producir 1 tonelada de carne de cerdo obtenidos para los tratamientos experimentales.

Tabla 3. Indicadores económicos.

	Requerimientos de proteína, 75% NRC		
	-----		ES ±
	NUPROVIM-1 sin aditivos	NUPROVIM-2 con aditivos	
Conversión alimentaria, kg MS/kg ganancia	4.33	4.41	0.10
Conversión proteica, kg PB/kg aganancia	0.39	0.38	0.007
Costo para producir 1 t de carne, \$ USD	725.74	700.65	

No se encontraron diferencias entre tratamientos para la conversión alimentaria y conversión proteica, mientras que las conversiones de materia seca obtenidas por los cerdos son comparables a las planteadas en la literatura (Figuroa 1996) para los sistemas de alimentación basados en la fracción soluble de la caña de azúcar (jugo de caña, miel rica o miel B) ad libitum. Por otra parte, los valores de las conversiones proteicas alcanzados por los cerdos indican la factibilidad económica de esta tecnología de alimentación basada en la reducción del 25% de las recomendaciones de proteína del NRC (1988). Este planteamiento se ve apoyado evidentemente por los bajos costos de la alimentación para producir una tonelada de carne de cerdo con ambas dietas experimentales.

En este ensayo, a diferencia de los resultados informados por Domínguez y Lan (1985), Castro y Lon-Wo (1991) y Mederos et al (1991), no se mejoraron significativamente las ganancias de peso y conversiones alimentarias de los cerdos al incluirse la zeolita y el sulfato de cobre pentahidratado como aditivos en la ración. Este hecho pudiera estar relacionado con las favorables condiciones de manejo y alojamiento en que se llevó a cabo este experimento, las que al parecer no permitieron que se manifestara el potencial de estos aditivos sobre los indicadores productivos de los cerdos.

Los resultados de este trabajo confirman el planteamiento hecho por Mederos et al (1996) de que cuando la proteína de la dieta es aportada en su totalidad por una fuente proteica de alta concentración, buen balance y adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales, como la harina de soya, es posible satisfacer los requerimientos de aminoácidos de los cerdos con una menor concentración proteica en la ración (tabla 4).

Tabla 4. Consumo de aminoácidos (g/día) de los cerdos.

Aminoácidos	Requerimientos de proteína, 75% NRC	
	NUPROVIM-1	NUPROVIM-2
Arginina	3.4	17.2
Histidina	4.0	6.0
Isoleucina	8.4	10.7
Leucina	11.1	18.0
Lisina	13.8	15.5
Metionina+cistina	7.6	6.3
Fenilalanina+tirosina	12.2	18.3
Treonina	8.8	9.2
Triptofano	2.2	3.4
Valina	8.8	10.9

Como puede apreciarse en la tabla 4, cuando en este tipo de dieta se utiliza el 75% de las recomendaciones de proteína del NRC (1988) establecidas para dietas convencionales de cereales, se satisfacen las necesidades de aminoácidos esenciales de los cerdos, con la excepción de los azufrados para los que existe un déficit del 17%.

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo se confirma que el ahorro del 25% de los niveles de proteína recomendados por el NRC (1988) en el sistema de alimentación basado en miel B de caña de azúcar y harina de soya, constituye una tecnología de alimentación sostenible en condiciones de Cuba. Se considera además que la suplementación de zeolita y sulfato de cobre pentahidratado a esta dieta básica, permite disminuir el costo de la alimentación para producir 1 t de carne de cerdo en este sistema de alimentación, así como la adición de zeolita contribuye además a favorecer las condiciones higiénico-sanitarias de las instalaciones de los cerdos, al provocar una reducción de la materia seca fecal de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- Castro M y A Elias, 1978. Effect of the inclusion of zeolite in final molasses-based diets on the performance of growingfattening pigs. Cuban J Agric Sci. 12:69-74.
- Castro M y E Lon-Wo, 1991. Cuban natural zeolites. Its application in pigs and poultry. Cuban J Agric Sci. 25:213- 230
- Domínguez PL y J Lan, 1985. Utilización de sulfato de cobre en la ceba comercial de cerdos. Cienc Tec Agric. Ganado Porcino. 8(4):59-68.
- Figueroa V, 1996. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de

nutrientes. Fundación CIPAV. Cali, Valle del Cauca, Colombia. S.A. 155 p.

- Harvey W R, 1987. User's guide for LSMLMW PC-1 Version Mixed Model Least Squares and Maximum Likelihood computer programs. Columbus. Ohio Sta Univ pp 14.
- Mederos CM, V Figueroa, A García y O Novo, 1991. Utilización de zeolita como aditivo en la dieta de miel B y levadura torula para cerdos al destete. 3rd. Int Conf Occurrence, Properties Utilization Natural Zeolites. Havana (Abstracts) p 143.
- Mederos CM, V Figueroa, JL Piloto, N Prieto, M Muñiz y RM Martínez, 1996. Respuesta de cerdos en crecimiento-ceba a diferentes niveles de proteína en dietas de miel B de caña de azúcar. Rev. Comput. Prod. Porc. 3(1):35-44.
- Mederos CM, V Figueroa, N Prieto, M Macías y RM Martínez, 1997. Respuesta de cerdos en crecimiento-ceba al uso de la torta de girasol en la dieta basada en miel B de caña de azúcar con bajos niveles de proteína. Rev Comput Prod Porcina 4(1):38-45.
- Mederos CM, J Ly y RM Martínez, 1995. Metodología para la evaluación de alimentos para cerdos. La Habana 77 p.
- NRC, 1988. Nutrient requirements of Swine. National Research Council (9th ed) Nat Acad Press Washington DC. 93 p.

USO DEL PLATANO VERDE COCINADO EN DIETAS DE MIEL FINAL DE CAÑA DE AZUCAR CON BAJOS NIVELES DE PROTEINA PARA CERDOS EN CEBA

A. García, Carmen María Mederos,

Clara María Rosabal y R. Herrera.

Instituto de Investigaciones Porcinas Gaveta Postal No.1, Punta Brava 19200

La Habana, Cuba

RESUMEN

Se utilizaron 10 cerdos YLD machos castrados con 32.0 kg de peso vivo y 96 días de edad distribuidos según un diseño completamente aleatorizado en dos tratamientos. Se estudió el efecto sobre el comportamiento animal de la utilización del plátano fruta verde cocinado (*Musa sapientum*) en una mezcla con miel final de caña de azúcar (0:1 y 1:1 en peso seco) como fuentes de energía ofrecida ad libitum. El aporte proteico diario promedio fue de 250 g durante el experimento. El peso final (kg), la ganancia de peso (g/día), la conversión alimentaria (kg MS/kg aumento) y la conversión proteica (kg PB/kg aumento) se favorecieron ($P < 0.001$) cuando el plátano fruta verde cocinado se usó como parte de la fuente de energía en la dieta (89.7 y 72.0; 642 y 446; 3.87 y 5.94; 0.478 y 0.526). Se considera que el plátano fruta verde cocinado en mezcla con la miel final de caña de azúcar, en dietas con bajos niveles de proteína para cerdos en ceba, constituye una alternativa sostenible para pequeñas y medianas producciones en condiciones de Cuba.

PALABRAS CLAVE: Plátano, miel final de caña, proteína, comportamiento.

USE OF COOKED GREEN BANANA IN DIETS OF SUGAR CANE FINAL MOLASSES WITH LOW PROTEIN LEVELS

SUMMARY

Performance traits were determined in 10 YLD castrate male pigs (32 kg LW and 96 days old) allotted at random in two treatments consisting of cooked green bananas (*Musa sapientum*) and sugar cane molasses (0:1 and 1:1 by weight, in dry basis) offered ad libitum. Average daily protein allowance was 250 g throughout the study. Final weight (kg), weight gain (g/day), feed conversion (kg DM/kg gain) and protein conversion (kg CP/kg gain) were better ($P < 0.001$) when cooked green banana was used in the diet of the pigs (89.7 and 72.0; 642 and 446; 3.87 and 5.94; 0.478 and 0.526). The inclusion of banana is suggested for feeding methods of final molasses and soybean meal with low levels of protein as a sustainable alternative for Cuban swine production.

KEY WORDS: Pig, performance, banana, sugar cane final molasses, protein.

INTRODUCCIÓN

En estudios recientes Mederos et al (1997) publicaron que es posible una reducción del 25% de la proteína en la dieta de los cerdos en crecimiento-ceba cuando emplearon una mezcla de harina de soya y girasol de producción nacional como fuentes proteicas y miel B de caña de azúcar como fuente de energía.

Por otra parte se conoce que la miel final es de inferior calidad nutricional en comparación con las restantes mieles enriquecidas, por contener la miel final un menor contenido en azúcares (Figueroa y Ly 1990). De lo anterior se deduce que si se desea

extrapolar los resultados logrados por Mederos et al (1996) con niveles bajos de proteína en dietas de mieles enriquecidas, inevitablemente al emplear la miel final los resultados se empeorarían al compararlos con las restantes mieles. Sin embargo, no se conoce qué sucedería si se empleara otra fuente energética de mayor calidad que la miel final y no fuera derivada de la caña de azúcar.

Basado en los criterios expuestos anteriormente parece que se justifica el empleo del plátano fruta verde (rechazo) como una fuente energética alternativa. Este cultivo existe en grandes extensiones en Cuba (García 1994). Por otra parte la composición en nutrientes del plátano fruta verde es considerado de buena calidad (Ruiz 1981), lo cual brindaría una mayor sostenibilidad a la tecnología de bajos niveles de proteína en la dieta de los cerdos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y diseño. Se utilizaron 10 cerdos de cruce rotacional Yorkshire, Landrace y Duroc, machos castrados con 32 kg de peso vivo promedio y 96 días de edad. Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con 2 tratamientos y 5 repeticiones.

Dietas. La proteína de la dieta se aportó a través de un núcleo proteico (NUPROVIM-2) que contenía harina de soya, zeolita y todas las vitaminas y minerales. La fuente energética fue miel final en un caso (tratamiento I) o una mezcla de miel final y plátano fruta verde cocinado (50:50 en base seca) en el

tratamiento II.

El núcleo proteico contenía 29.92% de proteína bruta (PB, N x 6.25) y se suministró de forma que garantizara el 75% de los requerimientos de proteína recomendados por el NRC (1988) para cerdos en ceba. La tecnología de suministro del NUPROVIM-2 aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Tecnología de suministro del NUPROVIM-2.

Días	Rango de peso, kg	PB, g/día
14	30-40	210
14	40-50	225
14	50-55	245
14	55-60	265
14	60-70	275
20	70-90	290

Procedimiento. Los cerdos se alojaron en corrales individuales con piso de cemento y paredes de cabilla corrugada. En ambos tratamientos experimentales se ofreció primero el NUPROVIM-2, después de haberlo consumido (aproximadamente 1 hora) se suministró a los animales la miel final de caña de azúcar o la mezcla de miel final y plátano a voluntad. El agua se mantuvo disponible de forma permanente mediante bebederos automáticos tipo tetinas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra el consumo promedio de alimentos de los cerdos. Los animales del tratamiento II (NUPROVIM-2, miel y plátano) consumieron 12 gramos más de proteína que el control por la vía del NUPROVIM-2. Esto estuvo dado por haber alcanzado los animales un mayor peso final (72 vs 90 kg). Además, por ser el plátano una fuente energética (ver tabla 3), que aporta también proteína (5.0%), esto determinó que en el balance total de nutrientes los cerdos del tratamiento II consumieran el 83% de los requerimientos de proteína planteados por el NRC (1988) mientras que los del tratamiento I fuera 75%.

Tabla 2. Consumo promedio de alimento en la etapa de ceba (BH).

	Tratamientos	
	I	II
Consumo, kg material fresco/día		
NUPROVIM-2	0.775	0.825
Miel final	3.000	1.500
Plátano fruta verde cocinado	-	6.500
Consumo de proteína, kg/día		
NUPROVIM-2	0.232	0.247
Plátano fruta verde cocinado	-	0.058

En las tablas 4 y 5 aparecen los rasgos de comportamiento de los cerdos. Lo primero que llamó la atención fue que a pesar de lograr pesos finales y ganancias medias diarias relativamente bajos en los cerdos que consumieron la dieta del tratamiento I, esto sugirió la posibilidad de empleo de esta variante en condiciones de crianza no especializada y con bajos recursos alimentarios, ya que permite la ceba de un cerdo en 135 días usando dietas con bajos niveles de proteína y miel final de caña de azúcar.

Tabla 3. Composición bromatológica de los alimentos.

	MS,	% Ceniza,	% PB,	% EB, MJ/kg MS
Plátano fruta verde cocinado	17.64	7.90	5.00	17.22
Harina de soya	90.40	4.78	42.00	19.44
Miel final	83.00	8.37	-	13.50

Cuando se compararon los resultados expuestos anteriormente con los alcanzados por los cerdos del tratamiento II, donde el 50% de la miel final (fuente energética) fue sustituida por plátano fruta verde cocinado, se encontró una mejora altamente significativa ($P < 0.001$) en los rasgos de comportamiento animal. Ello fue determinado por ser el plátano una fuente de alimento de mayor calidad que la miel final para el cerdo (mayor aporte de proteína y energía).

Tabla 4. Comportamiento de cerdos alimentados con miel final y plátano fruta verde cocinado.ç

Medidas	Miel final:plátano fruta verde cocinado		
	1:0	1:1	ES±
Peso inicial, kg	31.9	32.0	0.4
Peso final, kg	72.0	89.7	2.4 ***
Consumo MS. kg	234.0	222.1	11.5
Consumo PB, kg	20.87	27.49	0.66***
Ganancia de peso, g/día	446	642	24 ***

*** P<0.001

Tabla 5. Conversiones alimentarias de cerdos alimentados con miel final y plátano fruta verde cocinado.

Medidas	Miel final:plátano fruta verde cocinado		
	1:0	1:1	ES±
Conversión,			
kg MS/kg ganancia	5.94	3.87	0.44*
kg PB/kg ganancia	0.526	0.478	0.025
En base a harina de soya,			
kg PB/kg ganancia	0.526	0.390	0.010***

* P<0.05, *** P<0.001

En este trabajo quedó demostrado lo planteado anteriormente por Mederos et al (1996; 1997) respecto a la posibilidad de ahorro de un 25% de las recomendaciones de proteína bruta del NRC (1988) para los cerdos en ceba. Además, cuando esta tecnología de núcleos de proteína, vitaminas y minerales es usada en mezclas de miel final y plátano fruta verde cocinado como fuente energética, permite una mayor sostenibilidad en las condiciones de Cuba.

Si se toma en cuenta la superficie de plátano sembrada en Cuba (106 miles de há), su distribución geográfica (García 1996) y las pérdidas en cosecha por plantas caídas y plátano de rechazo, es lógico pensar en la posibilidad de empleo de esta fuente de alimento como una vía de solución al deficit de alimento animal que existe en el mundo, máxime si es posible usar en dietas de bajos niveles de proteína.

En general en las recomendaciones que existen respecto al uso del plátano verde en la dieta de los cerdos se exponen limitantes en su empleo por el elevado contenido de fibra

en la cáscara y alto nivel de taninos (Von Loeseke 1950; Mora 1995). En nuestro trabajo observamos que estas dificultades fueron minimizadas ya que el plátano se cocinó, lo cual disminuye el nivel de taninos y aumenta la digestibilidad de los alimentos. Además, los restantes componentes de la dieta fueron relativamente bajos en fibra.

BIBLIOGRAFÍA

- Figueroa V y J Ly, 1990. Alimentación porcina no convencional. México:GEPLACEA, Ser Diversificación. 215 p.
- García A, 1994. Uso de residuos foliares del plátano en la alimentación porcina. II Enc Reg Nut y Alim de Monogást. La Habana. p 29-31
- García A, 1996. Uso de proteína foliar en la alimentación del cerdo. Conf Curso Int Inst Inv Porcinas La Habana. 20 p.
- Mederos CM, V Figueroa, JL Piloto, N Prieto, M Muñiz y RM Martínez, 1996. Respuesta de cerdos en crecimiento-ceba a diferentes niveles de proteína en dietas de miel B de caña de azúcar. Rev Comput Prod Porc. 3(1):35-44.
- Mederos CM, V Figueroa, N Prieto, M Macías y RM Martínez, 1997. Respuesta de cerdos en crecimiento-ceba al uso de la torta de girasol en la dieta basada en miel B de caña de azúcar con bajos niveles de proteína. Rev Comput Prod Porcina 4(1):38-45.
- Mora LM, 1995. Utilización del banano, el plátano, raíces y tubérculos en la alimentación porcina. Conf Curso Int Inst Inv Porcinas La Habana. 26 p.
- NRC, 1988. Nutrient requirements of Swine. Nat Res Coun (9 ed) Nat Acad Press Washington DC. 93 p.
- Ruiz M, 1981. The use of green bananas and tropical crop residues for intensive beef production. In: Intensive Animal Production in developing countries.(AJ Smith and RG Gunn, ed.) Brit Soc Anim Prod Publ No. 4 p 371-383.
- Von Loeseke HW, 1950. Bananas, chemistry physiology, technology intencience Publishens Inc New York. p 25-53.

MIELES DE CAÑA DE AZÚCAR CLARIFICADAS CON ZEOLITAS NATURALES CUBANAS COMO FUENTE DE ENERGÍA EN DIETAS PARA CERDOS EN CEBA

M. Macías, Vilda Figueroa y J. Ly

Instituto de Investigaciones Porcinas

Gaveta Postal No.1, Punta Brava

La Habana, Cuba

RESUMEN

Se estudió el efecto de clarificar las mieles de caña con una zeolita natural cubana en rasgos de comportamiento de cerdos durante la ceba. Se utilizaron 27 cerdos híbridos (YLXD) machos castrados de aproximadamente 29 kg de peso vivo distribuidos en un diseño de bloques al azar en tres tratamientos: I, miel B; II, miel B clarificada y III, miel final clarificada. El nivel de proteína (PB, Nx6.25) fue el mismo en los tres tratamientos (12%) aportado por la levadura torula. A los 81 días solo un tratamiento había alcanzado el peso de sacrificio de 90 kg (I, 84.7; II, 91.2; III, 83.8). La ganancia media (g/día) no mostró diferencias significativas entre tratamientos. (I, 689; II, 751 y III, 679). La conversión alimentaria y proteica (kg MS/kg ganancia y kg PB/kg ganancia) mostró diferencias significativas ($P < 0.001$) entre tratamientos (I, 3.84 y 0.461; II, 3.5 y 0.420; III, 4.35 y 0.522). Los resultados en el comportamiento de los animales indican lo beneficioso de utilizar las mieles clarificadas con zeolitas naturales en la ceba de cerdos. Los datos parecen indicar que el novedoso tratamiento dado para la clarificación de las mieles remueve de forma apreciable sustancias orgánicas no identificadas y enriquece su valor nutricional en relación con las mieles finales tradicionales.

PALABRAS CLAVES: mieles de caña, miel B clarificada, miel final clarificada, zeolita, composición, comportamiento.

SUGAR CANE MOLASSES CLARIFIED WITH ZEOLITES AS ENERGY SOURCES IN DIETS FOR FATTENING PIGS

SUMMARY

The effect of clarified sugar cane molasses on performance traits in fattening pigs was studied. Twenty seven hybrids (YLxD) castrated male pigs with a live weight of approximately 29 kg were used. The animals were distributed at random according to a block design in three treatments: I, B molasses; II, clarified B molasses and III, clarified final molasses. The protein level (CP, Nx6.25) was the same in all treatments (12%, obtained from torula yeast). At 81 days one treatment have only been reached the slaughter weigh of 90 kg (I, 84.7; II, 91.2; III, 83.8). The mean daily gain (g/day) did not show significant difference among treatments (I, 689; II, 751; III, 679). The feed and protein conversion (kg DM/kg gain and kg CP/kg gain) had significant differences ($P < 0.001$) among treatments (I, 3.84 and 0.461; II, 3.50 and 0.420; III, 4.35 and 0.522). The animals performance evidence the benefits of use clarified molasses with natural zeolite in fattening pigs. It appears that the new treatment carried out in the clarification process remove in a high percent unknown organic matters and increase the nutritional value of these molasses in contrast with the traditional final molasses.

KEY WORDS: pigs, cane molasses, clarified B molasses, clarified final molasses, zeolite, composition, performance, traits.

INTRODUCCIÓN

La producción porcina basada en la utilización de derivados de la caña de azúcar se ha convertido en una práctica cotidiana y se ha desarrollado una producción estatal generalizada en un gran número de provincias de Cuba. Es así que se ha acumulado una valiosa información en el estudio y utilización de mieles integrales, intermedias y finales (Ly y Macías 1979; Figueroa et al, 1986; Díaz y Ly, 1991, entre otras).

Durante la última década se desarrolló y empleó una novedosa tecnología de obtención de mieles en el proceso de producción de azúcar de caña al incorporarse zeolitas naturales al proceso de clarificación con álcalis y calor. De esta forma se originaron las mieles clarificadas, de las cuales existen pocos antecedentes sobre su utilización en la alimentación porcina (Macías y Ly 1995). Esta razón motivó la realización de este experimento donde se emplearon mieles clarificadas con zeolitas naturales cubanas como fuente de energía en la dieta de cerdos en ceba.

MATERIALES Y METODOS

Se desarrollo una prueba de comportamiento con 27 cerdos híbridos (YLXD) machos castrados de aproximadamente, 29 kg de peso vivo alojados individualmente en un establo abierto y distribuidos según un diseño de bloques al azar con tres tratamientos consistentes en miel B, miel B clarificada y miel final clarificada como única fuente de energía, suplementada con levadura torula y premezcla de vitaminas , minerales y sal. Las mieles fueron obtenidas en la fábrica de azúcar "Amistad con los Pueblos " en la provincia La Habana.

La levadura torula constituyó la única fuente de proteína (Nx6.25 12%) en los tres tratamientos experimentales.

Las dietas se ofrecieron en cantidades que garantizaran los requerimientos de energía y proteína bruta propuestos por el NRC (1979). En el cálculo del contenido de PB de las dietas no se tuvo en cuenta el N aportado por las mieles. La composición de las dietas experimentales se ofrece en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de las dietas, %MS.

	Miel B clarificar	sin Miel B clarificada	Miel final clarificada
Miel	71.70	70.90	71.70
Levadura Torula	26.50	26.50	26.50
Ca(OH) ₂ 0.80 - -			
Vitaminas y minerales	1.00	1.00	1.00
NaCl	0.80	0.80	0.80

Los animales fueron alojados en corrales individuales con piso de concreto y recibieron el alimento una vez al día (9:00 am). Cuando la ración del día anterior no fué totalmente consumida, se midió el sobrante para calcular el consumo diario. Las dietas fueron mezcladas y diluidas con agua hasta un 40% de MS momentos antes de ser ofrecidas

para favorecer su distribución. El agua para beber se ofreció a voluntad mediante la utilización de bebederos tetinas automáticas. El incremento de peso de los cerdos se controló regularmente cada 14 días.

El análisis de las dietas y sus componentes se realizó según AOAC (1975) y la energía bruta se determinó en un calorímetro adiabático de bomba. Para la cuantificación de las sustancias orgánicas no identificadas se utilizó el método empleado por Figueroa y Macías (1988). El experimento concluyó cuando el primer tratamiento alcanzó los 90 kg de peso.

Para la discriminación entre tratamientos se aplicó la dócima de Duncan (1955).

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química de los alimentos se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Composición de los alimentos utilizados (% MS).

	Miel B s/clarificar	sin Miel B clarificada	Miel final clarificada	Levadura torula
Materia seca	77.40	62.45	89.71	91.41
Proteína bruta (Nx6.25)	1.69	2.06	2.50	45.25
Cenizas	7.15	5.74	9.46	8.79
Energía Kj/MS	14.63	15.34	14.34	19.30
CST 1	69.08	75.10	57.40	-
SONI 2	12.10	8.00	16.15	-

1 Carbohidratos solubles totales.

2 Sustancias orgánicas no identificadas.

El contenido de cenizas y sustancias orgánicas no identificadas disminuyó en la miel B clarificada en relación con la miel sin clarificar. Por otra parte la variación en la energía se correspondió con la disminución de las cenizas y las sustancias orgánicas no identificadas. El contenido de azúcares totales se incrementó en la miel tratada con zeolitas.

El comportamiento de los cerdos alimentados con las diferentes mieles se ofrece en la tabla 3.

Tabla 3. Rasgos de comportamiento.

	Miel B clarificar	sin Miel B clarificada	Miel final clarificada	Sig
n	9	8	9	
Peso vivo, kg				
Inicio	28.9±0.5(1)	30.3±0.6	28.8±0.5	NS
Final	84.7±2.4	91.2±2.5	83.8±2.4	NS
Consumo				
MS, kg/d	2.6±0.1(b)	2.6±0.1(b)	2.9±0.1(a)	**
PB, g/d	317±0.01(b)	313±0.01(b)	354±0.01(a)	**
EB, Mj/d	43.4±1.3(b)	41.1±1.4(b)	46.2±1.3(a)	*
ganancia				
media, kg/d	0.689±0.03	0.751±0.03	0.679±0.03	NS
Conversión				
MS, kg/kg ganancia	3.8±0.08(b)	3.5±0.08(c)	4.3±0.08(a)	***
PB, kg/kg ganancia	0.46±0.01(b)	0.42±0.01(c)	0.52±0.01(a)	***
EB, Mj/kg ganancia	63.1±1.3(b)	55.2±1.4(c)	68.2±1.3(a)	***

1 Media y ES.

* P<0.1, ** P<0.01, *** P<0.001

abc Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí significativamente (Duncan 1955).

Los cerdos alcanzaron altas tasas de crecimiento en los tres tratamientos. No se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso diaria, aunque los animales que consumieron la miel B clarificada alcanzaron más rápidamente el peso del sacrificio. Esto no se corresponde con resultados anteriores en los que se ha observado que el uso de grandes proporciones de miel final en dietas con levadura torula origina un descenso importante en el aprovechamiento del nitrógeno de la dieta (Ly et al 1982) y empeoran la ganancia y conversión alimenticias (Cervantes et al 1984).

Las conversiones de MS y proteína bruta fueron inferiores (P<0.001) en el tratamiento donde se incluyó la miel B clarificada. Esto, pudo estar influido por la disminución de sustancias orgánicas no identificadas. Los resultados en el tratamiento donde se incluyó la miel final parecen obedecer a la disminución de sustancia orgánicas no identificada que acercan a la miel final así tratada a la miel B tradicional en cuanto a su composición. Se ha demostrado en pruebas de comportamiento con ratas que a medida que aumentan los niveles de sustancias orgánicas no identificadas en la dieta, disminuye el consumo de alimentos, se deprimen las ganancias de peso y empeoran las conversiones de alimento (Figueroa y Macías 1988).

Se ha demostrado que el uso de zeolitas naturales como aditivo en dietas de mieles de caña de azúcar como única fuente de energía mejora los rasgos de comportamiento de cerdos en el período de post-destete (Mederos et al 1991), además de reducir la materia seca fecal de cerdos en crecimiento ceba alimentados con una dieta basada en miel final de caña de azúcar (Castro y Elias 1978).

Estas evidencias experimentales confirman los resultados encontrados, pues aunque la zeolita no fué utilizada como aditivo en la dieta, sí fué incluida en el proceso de clarificación con el alcalis y vapor por lo que estuvo presente en la dieta y debe haber incrementado su concentración de la miel B a la miel final. Además las posibilidades de adsorción de sustancias orgánicas no identificadas manifestada con esta tecnología podrían reproducirse en el tracto gastrointestinal de los animales cuando se emplea como aditivo.

Los resultados alcanzados en el comportamiento de los cerdos parecen indicar que el sistema de clarificación de mieles de caña de azúcar empleado remueve de forma apreciable su composición en sustancias orgánicas no identificadas y enriquecen su valor con relación a las mieles finales tradicionales. Esto indica lo beneficioso que pudiera resultar su utilización en la alimentación porcina.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1975. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington DC.
- Castro M y A Elias, 1978. Effect of the inclusion of zeolite in final molasses-based diets on the performance of growingfattening pigs. Cuban J Agric Sci. 12:69-74.
- Cervantes A, A Maylin y J Ly, 1984. Utilización de distintos tipos de mieles de caña suplementadas con levadura torula en crema para cerdos en ceba. Cien Tec Agric Ganado Porcino 1(7):83-92.
- Díaz J y J Ly, 1991. Uso de las mieles en la alimentación porcina. Rev Cub Cienc Agric 25:113-123.
- Duncan D B 1955 Multiples range and multiple F test. Biometries 11:1-42.
- Figueroa V, A Maylin, A Pérez, J Ly y HS Bayley, 1986. Estudio de digestibilidad de la materia seca y la energía en dietas de miel A de caña para cerdos en crecimiento. V Reun ACPA. (Resúmenes) La Habana p 37.
- Figueroa V y M Macías, 1988. Fraccionamiento de compuestos no azúcar en las mieles de caña y su efecto en la alimentación de ratas. Rev Cub Cienc Agric. 22:157-162.
- Ly J, M Figueredo, R Díaz y CJ García, 1982. Efecto de la miel final de caña o del azúcar refinado sobre el balance de nitrógeno de cerdos alimentados con levadura torula. VIII Sem Cien Ins Cien Anim, San José de las Lajas (Resúmenes) p 18.
- Ly J y M Macías. 1979. Digestión de miel final en el cerdo. Distribución de fructosa en contenido digestivo, sangre y orina. Cien Tec Agric Ganado

Porcino 2(4):83-90.

- Macías M y J Ly. 1995. Balance de Nitrógeno y energía de cerdos alimentados con dietas de lodos de clarificación con zeolita. Rev Comp Prod Porc. 2(1):33-45.
- Mederos CM, V Figueroa, A García y O Novo, 1991. Utilización de zeolita como aditivo en la dieta de miel B y levadura torula para cerdos al destete. 3rd Int Conf Occurrence, Properties and Utilization Natural Zeolites. Havana (Abstracts) p 143.
- NRC. 1979. Nutrient Requirement of Domestic Animals N2. Nutrient requirement of swine (Nat Aca Sci, ed) Washington.

A NOTE ON THE EFFECT OF FIBRE ADDITION TO DIETS OF PIGS FED FINAL MOLASSES ON TOTAL DIGESTIBILITY VALUES

J. Ly

Swine Research Institute

PO Box 1, Punta Brava

Havana, Cuba

SUMMARY

Nine 35 kg liveweight castrated male Yorkshire pigs were allotted at random to three diets where the main energy source (57.9% dry basis) was either maize starch, sucrose or sugar cane final molasses to study the effect of fibre addition to diets on total digestibility values. Final molasses significantly decreased ($P<0.001$) total digestibility of DM, organic matter, energy and N. There were no differences in digestibility values between maize starch and sucrose diets. Crude fibre digestibility was considerably low in the molasses diet (14.2%) and significantly different ($P<0.01$) from the other diets (65.9 and 61.3% respectively).

KEY WORDS: Pigs, starch, sucrose, sugar cane molasses, fibre, digestibility.

UNA NOTA SOBRE EL EFECTO EN LA DIGESTIBILIDAD TOTAL DE LA ADICION DE FIBRA A DIETAS DE CERDOS ALIMENTADOS CON MIEL FINAL

RESUMEN

Se estudió la digestibilidad total en 9 cerdos Yorkshire machos castrados de 35 kg que fueron distribuidos al azar en tres dietas. La fuente de energía (57.9%) fue almidón de maíz, sacarosa o miel final de caña. La miel final disminuyó

significativamente ($P<0.001$) la digestibilidad total de MS, materia orgánica, energía y N. No hubo diferencias en los valores de digestibilidad entre las dietas con almidón de maíz o sacarosa. La digestibilidad total de la fibra cruda fue considerablemente baja en la dieta de miel final (14.2%) y significativamente diferente ($P<0.01$) de las otras dos (65.9 y 61.3% respectivamente).

PALABRAS CLAVES: Cerdos, almidón, sacarosa, miel final de caña de azúcar, digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

Pigs are able to utilize some quantities of plant fibre as a source of energy owing to microbial degradation of cell wall fractions in the hindgut mainly (Graham 1988; Close 1993). While digestion of final molasses has intensively been studied (see Ly 1996), the effect of fibre addition on total digestibility values has received much less attention. The experiment reported here was conducted in an attempt to quantitate the effect of fibre addition to diets of pigs fed final molasses as compared to those formulated with either starch or sucrose as the main energy source.

Nine castrated male Yorkshire pigs initially weighing an average of 35 kg were allotted at random to three diets where the main energy source was either maize starch, refined sugar (sucrose) or sugar cane final molasses (table 1). Purified wood cellulose (Solka Floc) was included in the diet. Chromic oxide (0.05%) was

added to the diet in order to determine indirectly digestibility indices.

Table 1. Composition of the diets (% in dry basis).

	Maize Final		
	starch	Sucrose	molasses
Ingredients			
Soybean meal (49%)	32.7	32.7	32.7
Maize starch	57.9	-	-
Sucrose	-	57.9	-
Sugar cane final molasses	-	-	57.9
Solkafloc	5.0	5.0	5.0
Calcium diphosphate	3.0	3.0	3.0
Sodium choride	0.4	0.4	0.4
Vitamins	0.5	0.5	0.5
Trace elements	0.5	0.5	0.5
Analysis			
N	2.54	2.54	2.771
Crude fibre	5.08	4.94	4.87

1 Final molasses contributed with 0.23% N to the diet.

The animals were adapted to the experimental diets for seven days while they were allotted in individual pens and another two days in adjustable metabolism crates (Braude and Mitchell 1964) of the Guelph type for a further collection of faeces for five days. They were housed in a building with a controlled environment. During this period the level of feed intake was 30 g DM per kg body weight per day, offered to the animals in two equal rations. Water was always available. Pooled samples of faeces were used for the determination of nutrient and energy digestibility.

Faeces were thoroughly mixed to obtain one faecal sample per animal. The samples were kept frozen and then thawed and analyzed directly for N. All samples of feed and faeces were assayed for DM, ash, N and crude fibre according to standard procedures (AOAC 1975), whereas the calorific value was measured in an adiabatic bomb calorimeter. Chromic oxide was estimated using an atomic absorption spectrophotometer after digestion of the samples with nitric and perchloric acids.

Duncan's multiple range test was used and a regression analysis (Steel and Torrie 1960) was applied in the necessary cases.

Table 2. Digestibility indices in pigs.

Maize Final				
	Starch	Sucrose molasses		SE±
Faecal DM, %	38.0a	29.5a	24.3b	2.4***
Digestibility, %				
DM	91.0a	91.5a	77.4b	0.7***
Organic matter	93.9a	94.3a	79.8b	0.7***
Energy	92.2a	92.4a	75.4b	1.0***
Crude fibre	65.9a	61.3a	14.2b	5.8**
N	87.0a	86.6a	67.9b	1.6***

** P<0.01; *** P<0.001.

ab Means with different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

Final molasses significantly decreased (P<0.001) total digestibility of DM, organic matter, energy and N (table 2). There were no difference in digestibility values between maize starch and sucrose diets. Crude fibre digestibility was

considerably low in the molasses diet (14.2%) and significantly different (P<0.01) from the other diets.

The regression analysis indicated that energy digestibility (Y, in %) could be estimated from the organic matter digestibility (X, in %) according to the following equation:

$$Y = -19.206 + 1.183 X, S_{yx} = \pm 0.577$$

This interdependence had a high reliability margin ($r = 0.998$; P<0.001).

High ileal digestibility values have been found when sucrose is the main energy source in the diet of pigs (Ly 1992). On the other hand, in pigs fed different cereals, ileal digestibility of starch is practically completed (Keys and DeBarthe 1974). In contrast, the reverse seems to hold true when high levels of final molasses are included in the diet (Díaz et al 1990). Therefore it could be assumed that a similar pattern of digestion of crude fibre takes place in the hindgut of this species, when the animals are fed either maize starch or sucrose, but not final molasses. In fact a rapid rate of passage of digesta has been observed in pigs fed high levels of final molasses (Ly 1985). Therefore, it could be considered that a considerable short retention time in the caecum and colon might prevent an extense microbial activity on cellulose.

In agreement with the results from the present study, there are no advantages from the addition of certain source of cellulose such as solkafloc to diets formulated with high levels of final molasses for pigs. In fact, solkafloc digestibility was near zero, thus decreasing digestibility indices of the other nutrients included in the diet.

BIBLIOGRAPHY

- AOAC, 1975. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 12th Ed. Washington DC.
- Braude R and KG Mitchell, 1964. Modification to the Shinfield metabolic crate for male growing pigs. J Anim Technic Assoc. 15:71-74
- Close WH, 1993. Fibrous diets for pigs. Brit Soc Anim Prod Occ Publ No 16. p 107-117.
- Díaz R, V Figueroa, J Ly, A Pérez, A Maylin and HS Bayley, 1990. Utilización de miel final en cerdos. Digestibilidad aparente y absorbabilidad prececal en cerdos alimentados con levadura torula o desperdicios procesados. Cienc Téc Agric. Ganado Porcino 13(1):75-87.
- Graham H, 1988. Dietary fibre concentration and assimilation in swine. Anim Plant Sci. 1:76-80.
- Keys JF and JV DeBarthe, 1974. Site and extent of carbohydrate, dry matter, energy and protein digestion and the rate of passage of grain diets in swine. J Anim Sci. 39:57-61.
- Ly J, 1985. Large intestine digestion of pigs fed molasses. 2.
- Passage of digesta. Cuban J Agric Sci. 19:35-44.
- Ly J, 1992. Studies of the digestibility of pigs fed dietary
- sucrose, fructose or glucose. Archiv Anim Nutr (Berlin). 42:1-9.
- Ly J, 1996. The pattern of digestion and metabolism in high sugar feeds for pigs. Cuban J Agric Sci. 30:117-129.
- Steel RGD and JH Torrie, 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co, Toronto.

MODELO MATEMÁTICO DE OPTIMIZACIÓN PARA GRANJAS INTEGRALES DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Beatriz García (1), Darnes Vilariño(2), Vilda Figueroa(1), O. López(1) y J L Piloto(1).

(1) Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal No.1 Punta Brava. La Habana, Cuba

(2) Facultad de Matemática y Computación. Universidad de la Habana, La Habana, Cuba

Resumen

Se construyó un modelo matemático de optimización lineal bicriterio que describe y optimiza los procesos de una granja integral de agricultura sostenible. Los elementos esenciales dentro del sistema son la caña de azúcar como fuente energética empleada en la alimentación animal y el cerdo como principal productor de carne. El modelo minimiza el área de tierra cultivable por toneladas de carne producida al año. Para la descripción del rebaño, procedimientos tecnológicos y veterinarios se emplearon modelos empírico-mecanicistas. El cálculo de las dietas y el empleo de la tierra se realizó utilizando un modelo de optimización continua y sus soluciones fueron halladas mediante el sistema OPLIN. Para el cálculo de las soluciones del modelo se tuvo en cuenta condiciones de producción específicas y niveles de integración determinados. Se incluyeron además algunos parámetros de salida derivados de la solución óptima (cantidad de tierra necesaria para garantizar la alimentación animal, cantidad de alimentos que se producen y cantidad de cada alimento que consumen cada una de las especies). Estas salidas ayudan a establecer índices productivos de acuerdo con condiciones predeterminadas. El modelo puede utilizarse como herramienta de simulación en la validación de tecnologías para granjas integrales de agricultura sostenible. El modelo también permite encontrar una estrategia adecuada para situaciones diversas mediante la validación repetida del mismo según un rango de suposiciones especificadas.

PALABRAS CLAVES: cerdo, sistema, sustentabilidad, modelación, optimización, variable.

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION FOR INTEGRAL FARMS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE.

SUMMARY

A bicriteria mathematical model of linear optimization was developed in order to describe and optimize integral farms of sustainable agriculture. The essential elements in the system are: sugar cane as energy source used for animal feed and pig as the main meat producer. The model minimizes the harvestable land area per t of meat per year. Empiric-mechanist models were utilized to describe the herd and veterinarian and technological procedures. The diets and land used were calculated using a continuous optimization model and their solutions by means of the OPLIN system. Specific production conditions and determined integration levels were taken into account for the model solution. Other output parameters came from the optimal solution were also included (land needed for feeding animals, amount of feed produced and amount of individual feed consumed by every species). These outputs help to set out productive indices according to predetermined condition. The model can be used as a simulation tool in the validation of technologies for integral farms in sustainable agriculture. The

model allow to establish a right strategy for several situation by means of repeat validation of it depending on a range of specific supposition. A more wide model will include residues recycling without variations

in the actual model.

KEY WORDS: pig, system, sustainable, modelation, optimization, variable.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo agropecuario en el trópico debe basarse en tecnologías sustentables donde la integración de las especies desempeñe papel esencial en el aprovechamiento de los recursos disponibles y donde el empleo de alimentos para la ganadería lleve a la búsqueda de dietas alternativas que no compitan con la alimentación humana. Este tipo de tecnologías debe utilizar como base en la alimentación animal el uso de la energía solar mediante el empleo de cultivos tropicales como la caña de azúcar y la utilización de materiales de desechos y desperdicios del consumo humano y animal. El cerdo desempeña en este tipo de tecnología un papel fundamental como productor de carne para satisfacer las demandas de proteína, por ser un animal de rápida producción de carne y grasa, capaz de ajustarse a diferentes grados de crianza sin altos costos de inversión y sistemas de alimentación no convencionales. Por otro lado en el empleo de técnicas sustentables debe tenerse en cuenta el uso racional de la tierra para extraer de esta el máximo beneficios con el mínimo perjuicio (Preston, 1995).

Cuando se habla de agricultura sostenible, no se puede evitar el empleo de dos conceptos: integración y optimización. En esencia se trata básicamente de maximizar el beneficio de la tierra, restringiendo el deterioro ambiental (Vegas y Siau 1994). Para ello deben mantenerse un sin número de condiciones que establecen los parámetros e índices reales bajo los cuales debe operar el sistema. Debe contemplarse además todo tipo de restricción que permita controlar en el mismo parámetros económicos, de crianza, factores técnicos y en ocasiones predicción de errores humanos. Todo este conjunto de relaciones y dependencias, extraídas del conocimiento y las prácticas del hombre, sirven como soporte para encontrar la solución óptima en la integración de los distintos componentes que intervienen en el sistema.

A medida que aumenta el nivel de integración del sistema, aumenta de forma considerable el nivel de complementariedad de los componentes que intervienen en él, por tanto su comprensión total escapa de la percepción humana y su solución se hace cada vez menos evidente. El número y la complejidad de las interrelaciones y dependencias entre uno y otro elemento dentro del proceso real que se intenta describir se hace mayor. Por tanto se hace necesaria la creación de una herramienta que permita describir acertadamente las relaciones entre los componentes de un sistema y los procesos en los cuales se involucran para sacar de ellas el máximo beneficio.

Es por ello que la realización de un modelo matemático que describa la integración de los recursos naturales en el sistema y sus interrelaciones ayuda sin dudas a la utilización óptima de los mismos y a poder utilizar de forma más precisa los resultados obtenidos para predecir el comportamiento del sistema en nuevas condiciones. Además brinda una herramienta que le permite a los productores reconocer la necesidad de la integración creciente, como vía eficaz, para la obtención de un mayor beneficio por área de tierra cultivable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Formulación del problema

El objetivo del presente trabajo fue la construcción de un modelo matemático de

optimización bicriterio para describir y optimizar los procesos de una granja integral de agricultura sostenible, donde los elementos esenciales son: la caña de azúcar empleada como fuente energética en la alimentación animal y el cerdo como principal productor de carne.

El modelo a construir debe concebirse para minimizar el área de tierra cultivable por toneladas de carne producida y maximiza de forma opcional la ganancia, lo que posibilita reducir el costo de producción en valores económicos. Para el cálculo de las soluciones del modelo se tuvieron en cuenta condiciones de producción específicas y niveles de integración determinados. Se incluyen además algunos indicadores de salida derivados de la solución óptima entre los cuales se encuentran: cantidad de tierra necesaria para garantizar la alimentación animal, cantidad de alimentos que se producen y cantidad de cada alimento que consumen cada una de las especies. Estas salidas ayudan a establecer indicadores e índices productivos de acuerdo con condiciones predeterminadas, pudiendo utilizarse como herramienta de simulación, predicción y validación de tecnologías para granjas integrales sostenibles.

Procedimientos empleados.

El modelo contempla al cerdo como principal productor de carne. Una aplicación más amplia del mismo deberá incluir entre otros: aves, ganado bovino, y ovinos. Para la simulación del rebaño de cerdos se utilizó un modelo empírico-mecanicista, en cuyas ecuaciones se utilizan como indicadores fundamentales la conversión o eficiencia alimentaria y el valor genético. También se describen las técnicas de manejo y las instalaciones utilizadas. El problema de la dieta se resolvió mediante la utilización de un modelo de optimización continua bicriterio y las soluciones son halladas mediante el sistema OPLIN (Vilariño 1997).

En el modelo se consideró la utilización de la caña de azúcar y los subproductos que de ella se derivan como aporte energético esencial dentro de la dieta de acuerdo al modelo de alimentación animal en el trópico (Figuroa y Ly 1990), también se emplean cereales, forrajes, follajes, algas y plantas acuáticas que complementan la dieta para cubrir los requerimientos.

También se emplearon modelos matemáticos para determinar gastos veterinarios, gasto de tierra por concepto de cultivo de aquellos alimentos en la dieta que no constituyeron insumos para el sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para darle solución al problema, se emplearon dos tipos de modelos: modelo empírico-mecanicista (MEM) y modelo de optimización lineal (MOL). Los modelos MEM dan solución al problema de cálculo del rebaño a través de índices productivos y reproductivos, y se subdividen en dos grupos: unos para criadores experimentados y otro para aquellos que no poseen grandes conocimientos de las tecnologías de crianza porcina. Los modelos MOL dan solución al problema del cálculo de la dieta óptima. Los modelos MEM tienen como entrada el número de reproductoras con que se cuenta para el establecimiento de la granja integral.

Para la simulación del rebaño de los cerdos se utilizó un modelo MEM, derivado de datos experimentales y de las respuestas obtenidas, los cuales han sido utilizados para predecir resultados futuros en condiciones similares. En trabajos anteriores de este tipo (Speddy, 1988) se ha utilizado el modelo porcino de Wittermore (1976), sin embargo las condiciones conocidas predichas por este modelo no se ajustan a las condiciones de este sistema.

La simulación del rebaño de cerdos se realizó a través de dos vías según la primera vía el usuario puede definir explícitamente los índices del rebaño a emplear, entre los cuales se encuentran: el número de reproductoras, el número de crías por parto, la edad al destete, la eficiencia alimentaria, el valor genético, el manejo y las instalaciones. El rebaño es calculado por esta vía a través de ecuaciones que describen la producción de carne en un sistema integral porcino, mediante la metodología empleada en la planificación y proyección de unidades porcinas (López 1991; López y Peñalver 1991). La segunda vía sería para usuarios menos conocedores de las tecnologías porcinas a los que se les brindan tres niveles de rendimiento del rebaño porcino (alto, medio y bajo). Los índices anteriores fueron calculados según estos rendimientos a partir de valores predeterminados, extraídos de la experiencia acumulada en el empleo de este tipo de tecnologías en situaciones prácticas. En este cálculo se consideró que el rebaño permaneció bajo parámetros estables durante todo el año (tabla 1).

Tabla 1. Proporciones del rebaño con 100 cerdas.

Niveles de rendimiento del rebaño de cerdos

	Alto	Medio	Bajo
Cerdos en cria	206	180	155
Cerdos en preceba	343	286	274
Cerdos en cebas	549	531	612
Cerdas gestadas y vacias	79	81	81
Cerdas lactantes	21	20	19
Verracos (monta directa)	6	6	6
Verracos (IA)	1	1	1

Kg carne/cerda/año 1794 1418 996

Fuente: O López (1998, datos no publicados).

Para cada nivel de rendimiento fueron hallados los valores correspondientes a cada categoría porcina para 100 reproductoras. Estos valores pudieran ser modificados por el usuario según sus especificidades. Estos datos y el número de reproductoras dado como entrada fueron empleados en las ecuaciones para el cálculo del número de animales por categorías con que contaría el rebaño. Junto a estos cálculos se tuvieron en cuenta los requerimientos de tipo veterinario que posibilitan mantener índices de salud estables en el rebaño durante el período de un año y además el uso de la tierra por concepto de instalación. Con la información anterior y los requerimientos alimentarios de cada una de las especies (ver tabla 2) el sistema calcula el requerimiento nutricional que debe ser suplido por la dieta que se seleccione. Estos requerimientos también pueden ser variados a voluntad.

Tabla 2. Requerimientos alimentarios diarios en cerdos.

	MS,	kg PB,	kg EM,	MJ
Crías	(0-7 kg)	0.150	0.030	3.4
Preceba	(7-25 kg)	1.0	0.180	12.6
Ceba	(25-90 kg)	2.7	0.280	37.8
Cerdas gestantes y + vacias (165 kg)		2.5	0.230	30.0
Cerdas lactantes (165 kg)		5.0	0.600	70.0
Verracos (165 kg)		2.5	0.230	30.0

Fuente: V Figueroa (1998; Datos no publicados).

Con los datos que se obtuvieron de las tablas 1 y 2 se calculó el requerimiento de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y energía metabolizable (EM) que debería suplir la dieta. Estos valores fueron tomados como datos por el modelo y pueden ser variados a voluntad. También pueden incluirse en estos cálculos otros tipos de nutrientes como: la energía digestible (ED), la fibra (F), la lisina (lis) y la metionina (met), si se conocen los valores de los mismos en cada una de las materias primas empleadas para la dieta. Estos coeficientes serían denotados en el modelo como:

Ril:Requerimiento del nutriente i para el animal l según resultado de los modelos MEN que involucran los datos de las tablas 1 y 2. con i (MS, PB, EM, ED,...) l (crías, precebas, cebas,...)

En los sistemas integrales de agricultura sostenible, como en todos los sistemas agropecuarios, los recursos básicos son los alimentos y estos hacen que se incluyan en los mismo todos los cultivos que los producen. En estos sistemas debe considerarse el empleo de la biomasa local y tener en cuenta las características de la agricultura en cada región específica, para utilizar cada elemento del sistema como consumo directo del propio sistema, como consumo humano o como producción de combustible (CIPAV 1987).

El problema del cálculo de la dieta no se aborda como en los métodos más frecuentes de cálculo de raciones: método del cuadrado de Pearson, método de ecuaciones simultáneas (Gaitán 1980) y el método de la hipótesis nula (García 1991). El cálculo de la dieta es abordado como un problema de programación lineal y resuelto mediante técnicas de optimización OPLIN (Vilariño 1997). Los modelos MOL para el cálculo de las dietas no constituyen únicamente un problema de mínimo costo en cuanto a valores económicos, de hecho las dietas se calculan para cubrir los requerimientos de energía y proteína con recursos locales y utilizando importaciones solo en los casos donde estos recursos no puedan suplir el requerimiento (tabla 4).

Tabla 4. Composición química de los alimentos utilizados en el modelo para cerdos.

Tipo de Alimento	Composición química, % MS				Límites de inclusión
	Tipo1	MS	PB	EM	
Jugo de caña	E	18	0	14	40-75
Miel rica	E	85	0	13.6	40-75
Miel A	E	76	0	12.9	40-75
Miel B	E	78	0	12.3	40-75
Miel de panela	E	50	0	12.5	40-75
Frijol de soya(I o C)	P	90	39	17.4	15-25
Harina de soya (I)	P	90	45	15.5	15-25
Pasta proteica	P	30	40	-	0-15
Ensilaje de pescado	Q P	28	63	15	0-6
Ensilaje de pescado	B P	35	36	13.5	0-6
Levadura torula	P	90	45	16.8	0-10
Lombrices frescas	P	17	65	16.7	0-5
Azolla	S	6.5	28	4.6	0-10
Lemna	S	6.5	33	4.6	0-10
Follaje de leucaena	S	27	15	6.6	0-10
Follaje de boniato	S	14	11.1	6.5	0-15
Harina de boniato	S	91	9.3	6.0	0-15
Follaje de yuca	S	28	14.4	5.2	0-15
Harina de yuca	S	90	10.9	5.0	0-15
Salcocho	E,P	16.3	15.2	13.5	0-35
Vitaminas y Minerales	S	90	0	0	1
Sal común	S	90	0	0	0.5
Fosfato de calcio	S	90	0	0	2.5

Fuente: V Figueroa (1998, datos no publicados).

I: Insumos comprados.

C: Cultivo (Rendimiento del cultivo= 1.5 t/há/año)

1 E, Fuentes energética; P, fuente proteicas; S, subproducto

Los datos de la tabla anterior son tomados como datos y denotados en el modelo como:

C_{ij} : Por ciento del nutriente i en el alimento j (tabla 4). $i=1, \dots$, Cantidad de nutrientes (Cn). $j=1, \dots$, Cantidad de alimentos (Cali).

También se obtienen los límites de inclusión que se denotarán por: L_{si} : Límite de inclusión superior para el alimento i según tabla 4. L_{ii} : Límite de inclusión inferior para el alimento i según tabla 4.

En los modelos MOL se definen las variables que están involucradas en el cálculo de la solución óptima y cuyos valores es necesario encontrar. Estas son las variables que describen la cantidad en kg de cada uno de los alimentos que serán consumidos por cada animal en base seca y en base húmeda. Estas variables son denotadas por:

X_{il} : Cantidad de alimento j destinado al animal l (kg). $j=1, \dots$, Cali.

$l=1, \dots$, Cantidad de categoría por especies (Ca).

Y_j : MS en el alimento j

$j=1, \dots$, Cali.

El modelo también contempla un conjunto de ecuaciones, que describen el problema del cálculo de la dieta, y que restringen el conjunto de soluciones. A estas ecuaciones se les denomina ecuaciones de restricción y son las siguientes: Cali

$$Y_j \leq L_{si} (\text{Suma } Y_l)$$

$$l=1$$

Para $j: 1, \dots$, Cali

cali

$$Y_j \geq L_{ii} (\text{Suma } Y_l)$$

$$l=1$$

En términos no matemáticos, estas ecuaciones se traducen de la siguiente forma: la cantidad en kg de cada uno de los alimentos que consume el animal debe moverse entre los valores L_{si} y L_{ii} . Estas restricciones son las que permiten que el por ciento de inclusión de cada uno de los alimentos en la dieta permanezca entre los parámetros fisiológicos admisibles por el animal.

También es importante contemplar ecuaciones de restricción que hagan que los requerimientos nutricionales de los animales sean suplidos. Estas son las siguientes:

cali

$$\text{Suma } Y_j \geq \text{MS Total}$$

$$j=1$$

ca

$$\text{Suma } C_{ij} Y_j \geq R_{il} \quad i=1..cn, j=1..ca$$

$$j=1$$

En términos no matemáticos la ecuación anterior expresaría que el aporte total de la dieta para un determinado nutriente debe ser mayor o igual que el requerimiento del nutriente en cuestión, para cada nutriente que se toma en cuenta en la dieta.

Para establecer la transformación de los valores de las variables de base seca a base húmeda se establecen las siguientes restricciones de igualdad:

$$C_{ij} X_{il} = Y_j \quad j=1, \dots, \text{Cali}, i=1, \dots, \text{Cn}, l=1, \dots, \text{Ca}$$

Para elaborar la dieta óptima en cuanto al área de tierra cultivable es necesario además calcular el área de tierra necesaria para cada cultivo involucrado en la dieta y que será empleado de alguna forma como alimento. También es necesario incluir los enlaces que especifican la producción de éstos por hectárea de tierra.

El empleo de la caña de azúcar desempeña un papel importante en el caso de los países del trópico por sus características agroindustriales, (Figuroa y Ly 1990). El modelo prevee el empleo de un sistema rústico o industrial de producción de caña.

Para calcular la cantidad de caña total a partir de la utilización de los subproductos que de ella se emplean en la dieta se utilizan ecuaciones que relacionan cada uno de estos subproductos en porciento por unidad caña producida. De esa misma forma son elaboradas las ecuaciones que relacionan los alimentos incluidos en la dieta y los cultivos de los cuales ellos se derivan.

ca ca ca ca

$$\text{Suma } X_{cañaAl} - 0.55 \text{ Suma } X_{BAI} - 0.104 \text{ Suma } X_{AAI} - 0.026 \text{ Suma } X_{mfl}$$

$$l=1 \quad l=1 \quad l=1 \quad l=1$$

ca ca

$$-0.33 \text{ Suma } X_{cAl} - 0.166 \text{ Suma } X_{cAl} = 0$$

$$l=1 \quad I=1$$

ca ca ca ca

$$\text{Suma } X_{cañaBI} - 0.066 \text{ Suma } X_{BBI} - 0.088 \text{ Suma } X_{ABI} - 0.058 \text{ Suma } X_{mbI}$$

$$l=1 \quad l=1 \quad l=1 \quad l=1$$

ca ca

$$-0.33 \text{ Suma } X_{cBI} - 0.166 \text{ Suma } X_{cBI} = 0 \quad l=1 \quad I=1$$

ca ca ca ca

$$\text{Suma } X_{cañaCI} - 0.078 \text{ Suma } X_{BCI} - 0.076 \text{ Suma } X_{ACI} - 0.78 \text{ Suma } X_{mal}$$

$$l=1 \quad l=1 \quad l=1 \quad l=1$$

ca

$$-0.33 \text{ Suma } X_{cCI} - 0.166 \text{ Suma } X_{cCI} = 0$$

$$l=1 \quad I=1$$

ca ca ca ca

$$\text{Suma } X_{cañaDI} - 0.115 \text{ Suma } X_{BDI} - 0.156 \text{ Suma } X_{mal} - 0.033 \text{ Suma } X_{cDI}$$

$$l=1 \quad l=1 \quad l=1 \quad l=1$$

ca

$$-0.166 \text{ Suma } X_{cDI} = 0$$

$$I=1$$

Teniendo en cuenta los totales en kg de cada uno de los cultivos obtenidos a partir de las relaciones anteriores y el rendimiento de los mismos que debe ser entrada por dato (entre 50 y 120 t/ha en el caso de la caña de azúcar) se calcula el área de tierra cultivable destinada a cada uno de los cultivos y se hallan las expresiones que relacionan los alimentos involucrados en la dieta con el empleo de tierra destinada para su producción. Estos coeficientes son utilizados para construir la función objetivo que

minimiza el empleo de la tierra para la elaboración de la dieta.

RCK: Rendimiento del cultivo k, k=1,...,Cantidad de cultivos (ncultivos).

ca

SumaTotal = Suma (XcañaA1 + XcañaB1 + XcañaC1 + XcañaD1)

I=1

ncultivos

min Suma (SumaTotal/ RCK) Ke [caña, boniato,..]

k=1

Este es un modelo de programación lineal con una sola función objetivo lineal; por lo tanto para determinar la solución óptima del mismo se puede utilizar como solución el método Simplex. En particular para las pruebas realizadas se utilizó el sistema OPLIN. En dicho sistema se programó el Simplex utilizando Forma Producto de la Inversa, con el objetivo de lograr mayor estabilidad numérica (Wiley 1996).

Con vistas a lograr una representación más cercana al problema real, se puede transformar la función objetivo teniendo en cuenta dos elementos: optimizar el área de tierra cultivable y obtener una dieta de mínimo costo en cuanto a valores económicos. Los costos económicos serán entrados como dato y se construirán con ellos los coeficientes de costo que utilizará el modelo para maximizar la ganancia. En términos matemáticos se resolvió este problema considerando la modelación de esta situación como un problema de programación lineal bicriterio, en particular la función objetivo se transformaría en:

Tj: Costo del alimento j, j=1,...,cali.

ncultivos ca cali

min Suma (Suma Total/ RCK) y min Suma Tj Suma Xij

k=1 j=1 i=1

La solución de este modelo también puede ser hallada mediante el sistema OPLIN. De esta forma se obtiene una dieta que cubre los requerimientos nutricionales con un uso eficiente de la tierra y un nivel de rentabilidad económica aceptable. Para ilustrar el comportamiento del modelo en un ejemplo práctico tenemos el siguiente planteamiento:

Se consideró un rebaño de 100 reproductoras con alto rendimiento, que utiliza inseminación artificial y se considera como único cultivo a emplear la caña de azúcar con un rendimiento de 50 t/ha. Los resultados dados por el modelo son los siguientes:

Requerimientos nutricionales diarios

Categorías	Cantidad	MS,Kg	PB,kg	EM,MJ
De animales				
Crías	206	30.9	6.18	700.4
Preceba	343	343.0	61.74	4321.8
Ceba	549	1482.3	153.72	20752.2
Cerdas gestadas y vacías	79	197.5	18.17	2370.0

Cerdas lactantes	21	105.0	12.6	1470.0
Verracos	1	2.5	0.23	30.0
Total	1119	2161.2	252.64	29644.4

Dieta en base seca:

	Kg %	PB,	Kg EM,	MJ
Miel B	1669.378	71	0	20533.40
5				
Harina de soya	587.8093	25	264.51	9111.05
Vitaminas y minerales	23.5124	1	0	0
Sal común	11.7572	0.5	0	0
Fosfato de calcio	58.7809	2.5	0	0
Total	2351.237	264.51		29644.40

Dieta en base húmeda:

Kg %

Miel B	2140.2288	73.8
Harina de soya	653.1215	22.5
Vitaminas y minerales	26.1248	0.9
Sal común	13.0624	0.45
Fosfato de calcio	65.3121	2.12

Se necesitan para esta dieta 124.13 Kg de caña al día, que involucran 0.0025 ha de tierra al día y 0.91 ha/año de tierra al año. Se producen 1794 kg de carne por cerda al año.

Además se obtienen algunos productos en el sistema que no son empleados dentro de la granja como bagazo, azúcar, cachaza y cogollo; lo cual hace pensar que es posible pasar a un mayor nivel de integración, quizás mediante la integración de algunas especies que los utilicen y que además sirvan como productores de carne, de esa forma se aumenta la producción de carne sin un aumento considerable del área de tierra cultivable.

Se ha construido un modelo de optimización bicriterio que describe sistemas agropecuarios integrales de agricultura sostenible, donde se predice la rentabilidad del sistema y se determina la combinación óptima de los recursos mediante algoritmos que minimizan el área de tierra cultivable y disminuyen el gasto económico. El modelo posibilita además encontrar una estrategia adecuada para una situación determinada, mediante la validación repetida del mismo según un rango de suposiciones especificadas. Este modelo constituye el núcleo elemental de un modelo más amplio que incluirá el uso de los residuales porcino, el empleo del biogas, plantas acuáticas, peces, lombrices y otras especies para la producción de carne, todos ellos producidos dentro del propio sistema. Este modelo se ha implementado de forma tal que la inclusión de estos elementos no implique cambios estructurales.

BIBLIOGRAFIA

- CIPAV, 1987. Ajuste de los sistemas pecuarios a los recursos tropicales. Suplemento Ganadero 7:1-72.

- Figueroa V y J Ly, 1990. Alimentación porcina no convencional. GEPLACEA/PNUP. Mexico DF. 214 p.
- Gaitán JA, 1980. Nociones básicas sobre nutrición y alimentación en cerdos. Concordia: CNPSA, 52 p.
- García A, 1991. Cálculo de raciones para cerdos. Inst Inv Porc. La Habana. 25 p
- López O, 1991. Cálculo de la producción de carne en un sistema integral porcino. Inst Inv Porc. La Habana. 27 p.
- López O y G Peñalver, 1991. Metodología para los cálculos de planificación y proyección de las unidades porcinas. Inst Inv Porc. La Habana. 28 p.
- Preston TR, 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO. Roma. 305 p
- Speddy A, 1988. Validación de sistemas agropecuarios. Análisis físicos y económicos. In: Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable en recursos tropicales. Memoria de Seminario Taller. CIPAV. Cali.2:112-133.
- Vegas R y G Siau, 1994. Conceptos , principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Agroecología y Desarrollo:7:15-28.
- Vilariño D, 1997. Sistema de optimización basado en técnicas lineales. OPLIN. Tesis Doctor Cienc Mat. Univ La Habana. La Habana. 10-25.
- Whittemore CT y RH Fawcett, 1976. Theoretical aspects of a flexible model to simulate protein and lipid growth in pigs. Anim Prod 22:87-96.
- Wiley J e I Sons, 1996. Non linear programing. Theory and Algorithms. Second Edition. Mokhtar and Bazaraa. Hanif P Sherali. 400 p.

TRATAMIENTO DE *Leucaena leucocephala* CON ACIDO ACETICO E HIDROXIDO DE SODIO EN RACIONES PARA CERDOS

V.F. Díaz

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma de Yucatán

Apartado Postal 4-116

Mérida, Yucatán, México

Tesis en opción para obtener el grado de Maestro en

Producción Animal Tropical (Mérida, 1997)

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de 20% de harina de *Leucaena leucocephala* (L) tratada con ácido acético o hidróxido de sodio respectivamente, en el patrón de consumo a corto plazo, digestibilidad aparente de la MS, MO, proteína cruda, FDN y balance de N.

En el experimento 1, se utilizaron 40 cerdos hembras con peso aproximado de 51 kg, distribuidas en un arreglo factorial 2 x 3 (L tratada con 3, 6 y 9% de ácido acético e hidróxido de sodio respectivamente) más un testigo a comparar (L sin tratar). Se midió el consumo a las 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 12 y 18 horas después de alimentar. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el consumo en las primeras 4.5 horas atribuibles al efecto del tratamiento con hidróxido de sodio. Sin embargo, existió una reducción en el consumo a las 18 horas ($P < 0.05$) para los niveles de 3 y 6% de hidróxido de sodio. Se encontró una reducción en el consumo de MS ($P < 0.05$) a las 4.5 horas para los tratamientos con 6 y 9% de ácido acético. A las 18 horas se observó una disminución significativa ($P < 0.05$) en el consumo de MS de todos los tratamientos con ácido acético.

En el experimento 2, se utilizaron 40 cerdos machos con un peso aproximado de 43 kg distribuidos en un arreglo factorial 2 x 4 (L tratada con 0, 3, 6 y 9% de ácido acético e hidróxido de sodio respectivamente). Las mediciones de digestibilidad se realizaron mediante el método de colección total de heces y orina en jaulas metabólicas. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) en la digestibilidad de la MS, MO, proteína cruda y FDN. Sin embargo existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en la retención de N. Los tratamientos con 3% de ácido acético e hidróxido de sodio aumentaron la retención de N hasta 78% con respecto al tratamiento control (0% de adición).

PALABRAS CLAVE: cerdos, patrón de consumo, *Leucaena leucocephala*, digestibilidad.

THE EFFECT OF ACETIC ACID AND SODIUM HYDROXIDE TREATMENT OF *Leucaena leucocephala* IN RATIONS FOR PIGS

Thesis of Master in Tropical Animal Production (University of Yucatán, Mérida, 1997)

SUMMARY

Two experiments were conducted to study the effect of 20% treated *Leucaena leucocephala* meal (L) in diets for pigs on short term pattern of feed intake, apparent digestibility of DM, OM, crude protein, NDF and N balance. Treatments of L consisted

of acetic acid or sodium hydroxide addition respectively.

In experiment 1, 40 female pigs of approximately 51 kg were used according to a factorial arrangement 2x3 plus a control (untreated L). Treatment consisted of L treated with either 3, 6 or 9% acetic acid or sodium hydroxide. Feed intake was recorded at 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 12 and 18 hours after offering the feed. There were no significant differences ($P>0.05$) in feed intake during the first 4.5 hours in diets with L treated with sodium hydroxide. However, a significant reduction in feed intake was observed at 18 hours ($P<0.05$) in diets with L treated with 6 and 9% acetic acid. All diets with L treated with acetic acid showed a decrease in feed intake at 18 hours.

In experiment 2, 40 male pigs of approximately 43 kg were used according to a factorial arrangement 2x4 (L treated with 0, 3, 6 and 9% acetic acid and sodium hydroxide respectively). Digestibility measurements were conducted by the method of total collection of faeces and urine in metabolic crates. There were no significant differences among treatments ($P>0.05$) in DM, OM, crude protein and NDF digestibility. However, there were significant differences among treatments ($P<0.05$) in N retention. Treatments with 3% of either acetic acid or sodium hydroxide increased N retention up to 78% with respect to the control treatment.

KEY WORDS; pigs, pattern of feed intake, *Leucaena leucocephala*, digestibility.

Compiladores: R. Belmar y J. Ly

Exposici3n prenatal a Hexaclorobenceno (HCB) y efectos reproductivos en el marco del proyecto INMA (Espa±a). Authors: Mikel Basterrechea1,2,3, Aitana Lertxundi1,3,4, Carmen I±iguez1,5, M±nica Guxens1,6, Michelle Mendez1,6, Mario Murcia1,4, Fernando Go±i1,7, Joan Grimalt1,8, Marieta Fern±ndez9 on behalf of the INMA project. 1 Public Health Division of Gipuzkoa, Basque Government, Spain 2 Spanish Consortium for Research on Epidemiology and Public Health (CIBERESP) 3 Health Research Institute, Biodonostia, San Sebasti±n, Spain 3 University of Basque Country, Spain 5 Unit of Environment and Health 30 Días de Oraci3n. 10K likes. Movilizaci3n para oraci3n y servicio en todo el mundo.Â Parece ser mayor sensibilidad a las cosas espirituales durante Ramadan y por lo tanto con mayor razo...n debemos orar por el mundo musliman durante estos 30 dÍas de Ramadan. See More. April 29. Segun aparece en Mateo: 18:19: "OTRA VEZ OS DIGO, QUE SI DOS DE VODOTROS SE PUSIEREN DE ACUERDO EN L...A TIERRA ACERCA DE CUALQUIERA COSA QUE PIDIEREN, LES SERA HECHO POR MI PADRE QUE ESTA EN LOS CIELOS". Lo impresionante para mi, es que esa frase:"DE ACUERDO", en el original griego se traduce:"sumphoneo", y significa sonar juntos, sonar en armonía, sonar AL UNISONO, de allí