

INDICE

Páginas 1-56

TABLE OF CONTENTS**Información general/General information****Artículo reseña/Review article**

Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos (Citrus waste as swine feedstuffs). P.L. Domínguez,

Artículos científicos/Scientific articles

Caracterización del tracto reproductivo, tasa de ovulación y mortalidad embrionaria en cochinitas F1 Yorkshire x Landrace (Analysis of the reproductive tract, ovulation rate and embryonic mortality in F1 Yorkshire x Landrace gilts). T. Arias, F.J. Diéguez, Y. del Toro, G. Morales y M. Tosar,

Comportamiento reproductivo de cerdas de un cruce rotacional apareadas con verracos Yorkshire, Landrace, Duroc Y CC21 (Reproductive performance of sows from a rotational cross mated to Yorkshire, Landrace, Duroc and CC21 boars). I. Santana, F.J. Diéguez, G. Trujillo y B. García

Sistema automatizado para la estimación del valor genético de cerdos (Computerized system for estimation of breeding values pigs). Y. Teijeiro y D. Guerra

Uso de residuos foliares del plátano en la alimentación del cerdo. Balance de N y energía (Banana plant residues in diets for pigs. Balance of N and energy). A. García y J. Ly

Características de la canal y retención de energía de cerdos jóvenes alimentados con dietas basadas en maíz o miel rica (Carcass traits and energy retention of young pigs fed with diets based on corn or high-test molasses). C.M. Mederos, V. Figueroa, D. Cruz-Bustillo y J.L. Piloto

Uso del kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) en dietas para cerdos en crecimiento con miel B y diferentes niveles de proteína (*Hibiscus cannabinus* L. and sugar cane B molasses in diets for growing pigs with different levels of protein). J.L. Piloto, C.M. Mederos y E. Vinent,

Harina de caña biotransformada (Saccharina) en dietas para cerdos. Digestión de la pared celular e índices fermentativos fecales (Sugar cane meal biotransformed (Saccharina) in diets for pigs. Digestion of the cell wall and faecal fermentative indices). J. Ly,

Titulos de los trabajos presentados en el IX Forum de Ciencia y Técnica (Instituto de Investigaciones Porcinas, octubre de 1994) Titles of papers presented at the Forum of Science and Technics (Swine research Institute, october 1994)

PULPA DE CITRICOS EN LA ALIMENTACION DE CERDOS
P.L. Domínguez
Instituto de Investigaciones Porcinas Gaveta Postal #1, Punta Brava
C. Habana, Cuba

RESUMEN

Las frutas cítricas se encuentran entre los principales cultivos de América Latina, en términos de su producción total. Este artículo reseña la composición química y la utilización de los residuos de frutas cítricas en la alimentación de los cerdos, así como su conservación mediante ensilado y su uso en la alimentación de los cerdos en ceba. La harina de pulpa cítrica puede ser incluida entre el 10 y el 20 % en la dieta de los cerdos. El ensilaje de los residuos de naranjas se han utilizado en altos niveles (40 %) en la dieta de los cerdos sustituyendo la miel final de caña obteniéndose resultados similares en el comportamiento animal. Se concluye que la pulpa de naranja ensilada puede utilizarse como un componente de la dieta de los cerdos.

PALABRAS CLAVES: pulpa de cítricos, pulpa de naranja, ensilaje, cerdo, comportamiento, digestibilidad

SUMMARY

CITRUS WASTE IN SWINE FEEDSTUFFS

The citrus fruits are among the most important food crops in Latin American countries in terms of total production. This paper reviews chemical composition and utilization patterns for the deshidrated residues of the production of citrus juice for pig feeding, alternative conservation of the citrus waste by silage and their use for feeding finishing pigs. Citrus meal can be included in swine diets at levels of 10 to 20 percent. High levels of orange waste silage (40 percent) in swine diets have been tested and compared with final sugar cane molasses. The experimental diets showed similar performance with finishing pigs. The paper calls for the orange pulp silage prospects as a swine feed component.

KEY WORDS: citrus pulp, orange pulp, silage, swine performance, digestibility

	Páginas
INTRODUCCION	1-2
- PULPA DESHIDRATADA DE CITRICOS	2-4
- ENSILAJE DE PULPA DE NARANJA	4-6
- DIGESTIBILIDAD DE LA PULPA DE CITRICOS	6-7
- RASGOS DE COMPORTAMIENTO CON PULPA DE NARANJA ENSILADA	7-9
-CONCLUSIONES	9-10

INTRODUCCION

Cada año se utilizan en el mundo unas 20 millones de toneladas de cítricos para la elaboración de jugos y concentrados, esta cifra representa el 40 % de la producción mundial de cítricos (FAO 1989). La naranja es el principal de todos los cítricos elaborados (80 %) seguido de la toronja (9 %), los limones (6 %) y las mandarinas (5 %). El mercado internacional de zumos cítricos ha experimentado un crecimiento continuo durante los últimos decenios (FAO 1989) en gran parte por la introducción de importantes innovaciones técnicas y por el desplazamiento en el comercio internacional hacia los jugos concentrados congelados para su reconversión en jugos de concentración natural. La producción de cítricos en América Latina alcanza la cifra de más de 30 millones de toneladas (FAO 1993) por lo que constituye en el área uno de los principales renglones agrícolas. Esta tendencia debe mantenerse e incluso tiene posibilidades de incrementarse debido a la alta demanda y los precios ventajosos de los jugos

concentrados (FAO 1989), esto permitirá disponer de una elevada cifra de residuos de cítricos en los próximos años, ya que cuando las frutas cítricas se procesan para obtener jugos, quedan como residuos del 45 al 60% de su peso en forma de cáscaras, hollejos y semillas.

Debido al elevado contenido de agua y al carácter perecedero del residuo, sólo puede utilizarse económicamente cerca de la fábrica elaboradora. El material fresco es difícil de manipular y fermenta rápidamente convirtiéndose en un foco de contaminación ambiental. La deshidratación ha sido la forma más utilizada para su conservación y posterior empleo en la alimentación animal. Para llevar a cabo el proceso de deshidratación es necesario añadir un 0.5 % de hidróxido de calcio con el propósito de eliminar la naturaleza hidrofílica de la pectina, seguido de un prensado para disminuir la humedad.

La composición bromatológica de la pulpa deshidratada de cítricos (tabla 1) muestra como características generales que estos subproductos tienen un nivel bajo de proteína y elevado de fibra. El nivel de cenizas es aceptable y está influenciado por la adición de hidróxido de calcio, lo que provoca un desbalance de calcio y fósforo que es necesario tener en consideración.

Tabla 1. Composición química de algunas variedades de cítricos (% MS).

Variedad de cítricos	MS	PB	FB	EE	Cz	ELN	Autor y país
Naranja pulpa fresca	16.7	6.5	14.4	1.6	6.3	71.2	Maymone y Dattilo, 1962, Italia
Limón pulpa fresca	15.8	6.0	12.7	0.9	4.9	75.5	
Cítrico NE pulpa deshidratada	90.0	7.3	14.4	5.1	6.7	66.5	National Academy Science, 1969, EUA
Naranja pulpa deshidratada	89.0	7.9	11.2	2.0	4.9	74.0	
Naranja pulpa fresca	23.5	6.3	16.4	1.8	3.7	71.6	Domínguez 1979a, Cuba
Toronja pulpa fresca	21.8	6.2	18.7	3.7	4.2	67.2	

PULPA DESHIDRATADA DE CITRICOS

La pulpa de cítricos deshidratada debido a su nivel de fibra ha sido utilizada principalmente en la alimentación de rumiantes (Hentges et al 1966; Ammerman et al 1967; Carrera et al 1967; Loggins et al 1968, Kirk y Koger 1970; Rodríguez et al 1974). Sin embargo, existen evidencias de que los residuos de frutas cítricas pueden ser utilizadas como fuentes de energía para la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento-ceba.

En experimentos realizados con frutas enteras de mandarinas suministradas ad libitum se encontró que los cerdos consumían preferentemente la pulpa y dejaban la cáscara (Cunha et al 1950). Cuando se ofrecieron solamente mandarinas y un suplemento proteico los cerdos llegaron a consumir 12.64 kg de mandarinas y 0,97 kg del suplemento proteico, lo que demuestra la palatabilidad de esta fruta para los cerdos. El comportamiento fue ligeramente inferior al obtenido en la dieta control de maíz y suplemento. Sin embargo, con una adecuada suplementación de esta fuente energética se pueden obtener ganancias incluso superiores a la dieta control (tabla 2).

Tabla 2. Comportamiento de cerdos en crecimiento-ceba alimentados con mandarinas.

Consumo diario, kg			
Mandarinas	-	7.82	12.64
Maíz	2.95	1.81	-
Suplemento proteico*	0.65	0.55	0.97
Ganancia, kg/día	0.66	0.70	0.62

Fuente: Cunha et al 1950.

* Contiene 50 % de harina de maní, 25 % de harina de carne y 25 % de harina de alfalfa.

La harina de pulpa de toronja ha sido evaluada en la alimentación de los cerdos en crecimiento-ceba (tabla 3). Kirk y Crown (1947) utilizaron niveles de 0, 5, 10 y 20 % de harina de pulpa de toronjas en dietas de cereales. Al nivel del 5 % se obtuvieron resultados similares al control, pero niveles superiores causaron una reducción de la ganancia media diaria y frecuentes problemas digestivos. Domínguez (1985) al incluir niveles hasta de un 40 % BS sustituyendo la miel final en la dieta de cerdos alimentados con desperdicios procesados y altos niveles de miel final de caña de azúcar observó una disminución progresiva del consumo a medida que se incrementó el nivel de la harina de toronjas lo que determinó una disminución de la ganancia media diaria sin que se deprimiese la conversión alimentaria. En general, un aspecto que parece incidir negativamente en el uso de la harina de toronja es una reducción en el consumo voluntario de alimento debido probablemente a la gran concentración de principios amargos (Davis, 1947) que pueden afectar la palatabilidad de este alimento y que no permiten su inclusión en la dieta en altos niveles, si se quiere mantener ganancias similares al control.

Tabla 3. Comportamiento de cerdos alimentados con harina de pulpa de toronjas.

Nivel % BS	Ganancia kg/día	Consumo kg/día	Conversiónkg/kg	Fuente
0	0.49	1.54	3.15	Kirk y Crown 1947
5	0.46	1.43	3.11	
10	0.44	1.47	3.35	
20	0.41	1.39	3.39	
0	0.45	2.44	5.42	Domínguez 1985
12	0.41	2.21	5.40	
25	0.38	2.04	5.38	
40	0.38	2.01	5.30	

De las harinas cítricas, la más estudiada en la alimentación de los cerdos ha sido la harina de pulpa de naranjas (tabla 4). Lanza y Galvano (1971) y Lenis (1976) llegaron a incluir hasta un 20 % y un 15 % respectivamente sin afectar los rasgos de comportamiento. Sin embargo, Baird et al (1974) y De Moura y Lavorenti (1976) al incluir un 10 % de harina de pulpa de naranja observaron una disminución del consumo y la ganancia media diaria, lo cual fue aún más marcado cuando se incrementaron los niveles de pulpa cítrica en la dieta de los cerdos.

Tabla 4. Comportamiento de cerdos en crecimiento-ceba alimentados con harina de pulpa de naranja.

Nivel variable de acuerdo con el peso vivo (media 27 % para todo el período).

Nivel % BS	Ganancia kg/día	Consumo kg/día	Conversiónkg/kg	Fuente
0	0.78	2.73	3.50	Lanza y Galavano, 1971
10	0.77	2.81	3.65	
20	0.76	2.70	3.55	
0	0.80	2.59	3.24	Baird et al, 1974
10	0.74	2.29	3.10	
20	0.72	2.20	3.06	
40	0.63	1.97	3.13	
2-45*	0.71	1.93	2.72	
0	0.62	2.13	3.43	Lenis, 1976
15	0.62	2.06	3.33	
0	0.76	2.13	2.78	De Moura y Lavorenti, 1976
5	0.77	2.15	2.81	
10	0.68	1.87	2.75	
20	0.63	1.75	2.77	

La utilización de niveles variables de harina de naranja durante el período de crecimiento-ceba (Baird et al 1974) parece ser una solución adecuada para mantener altas tasas de ganancias (0.71 kg/día) a pesar de los bajos consumos obtenidos (1.93 kg MS/día). En general, aunque menos marcado que en el caso de la harina de toronja, hay una disminución del consumo voluntario cuando se incrementa el nivel de pulpa deshidratada de naranja.

ENSILAJE DE PULPA DE NARANJAS

Aunque la deshidratación de los residuos de las frutas cítricas es el sistema que más se ha utilizado para su conservación, el contenido de carbohidratos de este subproducto y su pH hacen factible la posibilidad de conservarlo por los métodos de ensilado. A pesar de esta posibilidad, existe muy poca información disponible acerca de la conservación por estos métodos (Chapman, et al 1972; Aguilera y O'Donovan 1975; Domínguez y Ly 1978; Domínguez 1979b).

Aguilera y O'Donovan (1975) compararon la pulpa de cítrico ensilada sola con cuatro mezclas de pulpas cítricas con bagazo de caña y miel final. Los niveles de miel y de bagazo empleados fueron 5 y 10 % BH. Todas las mezclas utilizadas ensilaron adecuadamente, manteniéndose en todo momento el pH por debajo de 4. No hubo una descomposición apreciable de la proteína, ya que el nivel de amoníaco se mantuvo bajo. Aunque el autor recomienda la adición de un 5 % de bagazo como la mezcla óptima, todas las mezclas ensilaron adecuadamente sugiriendo estos datos que la pulpa de cítricos es un material adecuado para ensilar. Domínguez y Ly (1978) estudiaron a escala de laboratorio durante 60 días las variaciones de los parámetros fermentativos de la pulpa de naranja ensilados con la adición de 0, 5, 10 y 20 % de miel final en base fresca.

En la tabla 5 se ofrecen los valores iniciales y finales de los principales índices fermentativos.

El incremento de lactato es similar en todos los tratamientos mientras que en los AGV y el etanol son menores a medida que aumente el nivel de miel final. Al parecer la adición de

miel final en niveles crecientes, disminuye los procesos fermentativos. Este efecto se ve más claramente a partir de un nivel de inclusión de un 10 % en el ensilaje. El estudio realizado sugiere que los desperdicios de las plantas procesadoras de cítricos son materiales adecuados para ensilar debido a sus características de pH, materia seca y relación reductores totales, proteína, así como a la producción de lactato y AGV, durante el proceso de conservación. De acuerdo con estos resultados, los autores plantean que no es imprescindible la inclusión de miel final aunque se recomienda la adición de 5 % de la misma para elevar el nivel de materia seca inicial.

Tabla 5. Algunos índices fermentativos de pulpa de naranja ensiladas con distintas proporciones de miel final.

Naranja Miel Final	100 0		95 5		90 10		80 20	
	I	F	I	F	I	F	I	F
MS, %	24.3	22.5	30.4	23.9	33.2	30.5	38.8	36.4
pH	4.1	2.8	4.1	3.0	4.2	3.1	4.3	3.2
Reductores % MS	9.4	4.0	14.6	7.6	19.5	11.3	22.5	16.3
AGV, mmol/ 100 g MS	57.3	170.1	48.0	132.0	33.2	89.0	30.4	89.2
Etanol, mmol/100 g MS	29.9	135.8	22.5	144.0	18.8	94.4	13.4	85.7
Lactato, mmol/100 g MS	15.8	30.7	11.5	27.1	9.3	26.0	8.8	24.5

Fuente: Adaptado de Domínguez y Ly (1978)

I.F.: Valores iniciales y finales (60 días)

Teniendo en cuenta los resultados anteriores Domínguez (1979b) estudió la variación de la composición química durante 90 días de los desperdicios de naranjas dulces (procedentes de una planta industrial productora de jugos y concentrados) ensilados con la adición de un 5 % de miel final en silos torres de 500 kg de capacidad y con drenaje central. La variación de la composición química de los residuos ensilados se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Variación de la composición química de la pulpa de naranja ensilada con un 5 % de miel final.

	Días de ensilado	
	0	90
Materia seca, %	19.8	25.1
Cenizas, % MS	8.1	7.4
Extracto etéreo, % MS	3.3	3.6
Proteína bruta, % MS	7.2	7.9
Fibra bruta, % MS	15.3	18.9
ELN, % MS	66.1	62.3
Reductores totales, % MS	20.1	13.6
pH	4.0	3.2
Lactato, mmol/100 g MS	8.1	15.7
Etanol, mmol/100 g MS	12.9	49.8

Fuente: Domínguez, 1979b.

La materia seca inicial de los residuos industriales (17 %) estuvo muy por debajo de la materia seca de los residuos obtenidos a nivel de laboratorio, lo cual está relacionado con el sistema de extracción de jugos. Esto determinó también que el contenido de reductores totales fuera superior. La materia seca aumentó durante el proceso de ensilado, contrariamente a lo obtenido a nivel de laboratorio, debido a una pérdida de efluentes por el drenaje central del silo piloto, lo que pudo también afectar el contenido de cenizas y disminuir su concentración por una fuga de minerales solubles.

La disminución de los reductores totales debido al proceso fermentativo determinó una

reducción del ELN y un incremento en el etanol y el lactato, mientras que este último, a su vez, influyó sobre el pH que bajó de 4.0 a 3.2. Los ensilajes presentaron olores agradables, aromáticos y característicos de la naranja, no se observó crecimiento visible de microorganismos en la superficie. Los datos obtenidos a escala piloto por Domínguez (1979b) corroboraron lo anteriormente informado (Aguilera y O'Donovan, 1975; Domínguez y Ly, 1978) a escala de laboratorio concluyéndose que los residuos de las plantas productoras de jugos son materiales adecuados para ensilar, debido a las características fermentativas observadas, que permiten así su conservación por un método mucho más económico que la deshidratación, que es el que tradicionalmente se ha usado.

DIGESTIBILIDAD DE LA PULPA CITRICA

Baird et al (1974) evaluaron la digestibilidad y el valor energético de la harina de cítricos en cerdos a los 44 y 88 kg (tabla 7). La dieta utilizada fue harina de cítricos y un suplemento proteico con un 35 % de proteína bruta con la adición de vitaminas y minerales y con un valor energético conocido. En los animales de menos peso el consumo promedio del suplemento representó el 21 % de la dieta y cuando los animales pesaron 88 kg este consumo fue solamente el 12 %.

Tabla 7. Digestibilidad y valor energético de la harina de cítricos

	Peso Vivo		Media
	44 kg	88 kg	
Consumo, kg/día			
Harina de cítricos	0.82	1.59	
Suplemento	0.23	0.23	
Digestibilidad aparente, %			
Materia seca	84.4	84.6	84.5
Proteína bruta	69.9	71.7	70.8
Extracto etéreo	79.0	81.3	80.2
Fibra cruda	91.1	96.6	93.9
ELN	90.7	90.7	90.7
EB	83.4	84.6	84.0
ED, MJ/kg MS	13.93	14.15	14.05
EM, MJ/kg MS	13.42	13.31	13.36
EMN, MJ/kg M S	12.96	13.13	13.05
EM/ED	0.97	0.94	0.95
EMN/ED	0.93	0.93	0.93

Fuente: Baird et al 1974

EMN: energía metabolizable ajustada a la retención de nitrógeno

Los coeficientes de utilización digestiva de los nutrientes fueron esencialmente los mismos para ambos pesos excepto en la fibra bruta que se incrementó la digestibilidad en 5.5 unidades en los animales con mayor peso. La digestibilidad de la proteína promedió un 70.8 % la cual es baja y puede deberse en parte al contenido de fibra de los residuos de frutas cítricas. La digestibilidad de la fibra bruta fue muy alta (93.9 %) lo cual está relacionado con la composición de esta fracción en los residuos de frutas cítricas. La energía digestible promedió 13.93 MJ/kg MS aproximadamente el 95 % del valor reportando para el maíz (NAS, 1969) mientras que la energía metabolizable ajustada a la retención de nitrógeno fue un 93 % de la energía digestible.

La digestibilidad de dietas de desperdicios (39.4 %) y altos niveles de miel final (49.30 %) sustituida progresivamente por ensilaje de cítricos y suplementados con levadura torula (11.3 %) se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Coeficientes de digestibilidad en cerdos en ceba (%).

Ensilaje de cítricos	0.0	12.0	25.0	40.0
Miel final	49.3	37.3	24.3	9.3
Materia seca	77.1	79.2	81.8	78.7
Cenizas	54.7	58.2	61.9	56.1
Materia orgánica	80.0	81.4	84.2	81.0
Nitrógeno	78.7	80.1	83.6	80.7
Energía	72.6	79.2	81.8	79.4
ED, MJ/kg MS	12.64	13.64	14.27	13.81

Fuente: Domínguez y Ly, 1981

En todos los índices estudiados se observa una tendencia a aumentar los coeficientes de digestibilidad a medida que se incluye el ensilaje de cítricos (Domínguez y Ly, 1981). Al tener la misma concentración de EB todas las dietas e incrementarse la digestibilidad de la misma con la inclusión del ensilaje de cítricos en la ración, esto determinó la obtención de mayores ED lo que demuestra que el ensilaje de pulpa cítrica puede competir ventajosamente con la miel final como fuente energética para los cerdos en crecimiento-ceba.

En general puede afirmarse que los resultados de Baird et al (1974) en cuanto a la digestibilidad de la fibra y por Domínguez y Ly (1979) en cuanto a la producción de AGV, lactato y etanol a partir de dietas en las que se incluía el ensilaje de pulpa de naranjas, sugieren que la contribución del lactato, el etanol y los AGV a la energía metabolizable en dietas de ensilaje de cítricos, desperdicios procesados y miel final sea mayor que en las dietas convencionales de cereales.

RASGOS DE COMPORTAMIENTO CON PULPA DE NARANJA ENSILADA

Domínguez y Cervantes (1980) estudiaron el efecto de la sustitución de la miel final de caña por ensilaje de cítricos (0, 12, 25 y 40 % de la materia seca en la dieta) sobre los rasgos de comportamiento de cerdos en ceba (tabla 9). Con este fin se usó una dieta control basada en desperdicios procesados (39.4 %), levadura torula (11.3 %) y miel final (49.3 %) y cuyo potencial fue evaluado previamente frente a una dieta de cereales (Domínguez y Cervantes, 1978).

Se observó una tendencia a disminuir el consumo de MS a medida que se sustituyó la miel final por el ensilaje de naranjas a partir del 25 % de sustitución ($P < 0.01$), lo cual pudiera deberse a que el ensilaje de naranjas es un producto más voluminoso que la miel final, aspecto que debe tenerse en cuenta desde el punto de vista de la capacidad digestiva de los animales, y por otra parte pudiera existir un problema de palatabilidad debido al pH ó a los principios amargos de la naranja.

Esta misma tendencia se observó en el consumo de proteína. Sin embargo, la ingestión de ED no siguió exactamente el mismo patrón que el consumo de MS, debido a que la digestibilidad de la misma aumentó al sustituir la miel final por el ensilaje de pulpa de naranjas en la dieta, por lo que el consumo de ED fue mayor en los dos primeros niveles de sustitución y solamente disminuyó ligeramente con respecto al control en el mayor nivel de inclusión de ensilaje.

Tabla 9. Rasgos de comportamiento de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilaje de pulpa de naranjas.

Ensilaje de cítricos	0.0			
Ensilaje de cítricos	0.0	12.0	25.0	40.0
Miel final	49.3	37.3	24.3	9.3
Consumo				
Materia seca, kg/día	2.81	2.88	2.60	2.45
ED, MJ/día	35.52	39.28	37.10	33.83
PB, g/día	444	466	432	417
Ganancia, g/día	618	621	594	601
Conversión				
Materia seca, kg/kg	5.54	4.64	4.37	4.08
ED, MJ/kg	57.4	63.3	62.5	56.3
PB, kg/kg	0.72	0.75	0.73	0.69
Espesor de la grasa dorsal, mm	39	37	36	34
Rendimiento de la canal, %	80.8	77.9	77.4	76.2

Fuente de los datos: Domínguez y Ly, 1981, Domínguez y Cervantes, 1980

Intervalo de peso: 39-96 kg

No hubo diferencias significativas en la ganancia, observándose curvas de crecimiento similares en todos los tratamientos mientras que la conversión de la MS disminuyó ($P < 0.001$) a partir del 25 % de inclusión del ensilaje de pulpa de naranjas sustituyendo a la miel final. En cuanto a la conversión de la ED no se observaron diferencias significativas entre tratamientos aunque hubo una tendencia a que fueron mayores en los dos primeros niveles de sustitución con respecto al control y al mayor nivel de inclusión del ensilaje.

El espesor de la grasa dorsal disminuyó ($P < 0.001$) a medida que se sustituyó la miel final por el ensilaje de pulpa de naranjas.

Por otra parte, se encontró una disminución significativa ($P < 0.001$) en el rendimiento de la canal fría en los tratamientos en los que se incluyó el ensilaje, lo cual está relacionado con un aumento en el peso del tracto digestivo y del contenido del mismo (Domínguez 1994).

Se obtuvieron correlaciones significativas entre la ganancia y la conversión obtenida en estas dietas con la utilización digestiva de la materia seca, la energía y el nitrógeno (Domínguez et al 1988). En general se observó un aumento en los coeficientes de correlación cuando el ensilaje de naranjas forma parte de la dieta sustituyendo a la miel final y se obtuvieron mejores correlaciones de la digestibilidad de nutrientes con la conversión que con la ganancia media diaria. La digestibilidad total de la energía fue el mejor predictor de los rasgos de comportamiento (tabla 10).

Tabla 10. Coeficientes de correlación de la ganancia y la conversión con la digestibilidad

Correlaciones	NIVEL DE NARANJA ENSILADA			
	0	12	25	40
CUD MS	0.58*	0.68*	0.88***	0.85***
CUD N	0.17	0.60*	0.70**	0.76**
CUD EB	0.78**	0.72**	0.96***	0.92***
Conversión				
CUD MS	-0.74**	-0.83***	-0.82***	-0.91**
CUD N	-0.39	-0.75**	-0.55	-0.77*
CUD EB	-0.92***	-0.88***	-0.97***	-0.95***

Fuente: Domínguez et al 1988

CONCLUSIONES

- Los residuos de frutas cítricas deshidratadas principalmente de naranjas brindan una fuente alternativa de alimento para los cerdos en ceba que pueden incluirse en niveles moderados en la dieta.
- Los residuos de las plantas productoras de jugo de naranja son materiales adecuados para ensilar, permitiendo así su conservación por un método sencillo y económico.
- El uso del ensilaje de pulpa de naranjas contribuye a buscar una solución al uso de estos residuos brindando una fuente alternativa de energía para los cerdos en ceba al poder incluirse en altos niveles de la dieta sin detrimento de los rasgos de comportamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera GR y PB O'Donovan, 1975. Algunas características bioquímicas de la pulpa cítrica ensilada con diferentes niveles de miel y bagazo de caña de azúcar. Rev Cubana Cienc Agric 9:357
- Ammerman CB, FC Neal, AZ Palmer, JE Moore y LR Arrington, 1967. Comparative nutritional value of pelleted and regular dried citrus pulp, when fed at different levels to finishing steers. Fla Agr Exp Sta Anim Sci Mimeo Rep No An 67-70
- Baird DM, JR Allison y EK Heaton, 1974. The energy value for and influence of citrus pulp in finishing diets for swine J Anim Sci 38:545
- Carrera C, E Donnadieu, O Encinas, G Gutiérrez, A Pérez y FJ Recio, 1967. La pulpa de naranja deshidratada en la nutrición del ganado bovino. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Boletín No. 3 Monterrey (México) 32 p
- Chapman HL, RW Kidder y SW Plank, 1972. Comparative value of citrus pulp fattening steers on pasture Univ Florida Agric Sta Bull 751
- Cunha TI, GA La Mar, CB Shawver, AM Pearsons, SJ Folks y RS Glass cock, 1950. Observations on cull tangerines for feeding swine. Fla Agr Exp Sta Cir 8-11
- Davis WB, 1947. Determination of flavonones in citrus fruits Ind Eng Chem Analyt Ed 19:476
- De Moura MP e A Lavorenti, 1976. Polpa de citrus peletizada en racoes de crescimento e acabamento para suínos. B Industro anim 33(1):135-143
- Domínguez PL, 1979a. Nota sobre la composición química de los residuos de algunas variedades de cítricos cultivados en Cuba. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 2(3):41-50
- Domínguez PL, 1979b. Nota sobre algunas características fermentativas de cítricos ensilados con miel final de caña. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 2(4): 113-121
- Domínguez PL, 1985. Algunos aspectos de la utilización de la harina de toronja en la ceba de cerdos. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 8(1):55-60
- Domínguez PL, 1994. Utilización del ensilaje de residuos de naranjas en la ceba de cerdos. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones Porcinas, Ciudad de la Habana, 133 p
- Domínguez PL y A Cervantes, 1978. Uso de los desperdicios procesados suplementados con miel final, cereales y levadura torula en la ceba de cerdos. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 1(4):39-52
- Domínguez PL y J Ly, 1979. Efecto de mezclas de ensilaje de cítricos, desperdicios procesados y

- miel final sobre los niveles de lactato, etanol y ácidos grasos volátiles en el tracto digestivo de cerdos. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 2(1):63-78
- Domínguez PL y A Cervantes, 1980. Ensilaje de cítricos en la ceba de cerdos. Rasgos de comportamiento y canal. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 3(1):77-95
- Domínguez PL y J Ly, 1978. Algunas características fermentativas de cítricos ensilados con distintas proporciones de miel final de caña. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 1(3):25-38
- Domínguez PL y J Ly, 1981. Digestibilidad de dietas con diferentes niveles de ensilaje de cítricos para cerdos en ceba. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 4(1):47-58
- Domínguez PL, J Ly y A Cervantes, 1988. Correlación entre los índices productivos y la digestibilidad de la dieta en cerdos en ceba alimentados con desperdicios procesados, miel final y ensilaje de naranjas. *Proceedings IPVS. 10th Congress Río de Janeiro Brazil*
- FAO, 1989. Zumos cítricos. Tendencias y perspectivas de la producción mundial y del mercado internacional. *Estudio FAO Desarrollo económico y social* 78. CIP
- FAO, 1993. Frutas cítricas frescas y elaboradas. *Estadísticas anuales 1993. FAO CCP CI/ST/93*
- Hentges JF, JE Moore, AZ Palmer y JW Carpenter, 1966. Replacement value of dried citrus meal for corn meal in beef. *Cattle diets Fle Agr Exp Sta Bull* 708
- Kirk WG y M Crown, 1947. Fattening market hogs in dry lot using dried grapefruit pulp, blackstrap molasses and alfalfa leaf meal as supplements to corn. *Fla Agr Exp Sta Bull* 428
- Kirk WG y M Koger, 1970. Citrus products in cattle finishing ration. A review of research at Rangle Cattle Station 1946-1960, Gainesville Agric Exp Sta. *Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida Bulletin* 739
- Lanze A e G Galvano, 1971. Impiego di pulpe essicate di asancia nell'alimentazione del suino da consumo diretto. *Atti Sue It Sc Vet* 25:320
- Lenis NP, 1976. Invloed van citrus pulp in het voer van mestvarkens op de mes resultaten en op de stank van de geproduceerde mest en plus urine. *Institutunt voor veevoedingsondeszoek. Hoorn Rapport* No. 94
- Loggins PE, CB Ammerman, JE Moore y CF Simpson, 1968. Effect of feeding long hay or sodium bicarbonate with ground or pelleted diets high in citrus pulp on lamb performance. *J Anim Sci* 27:245
- Maymone B e M Dattilo, 1962. Digeribilita e valore alimentare die sottoprodotti della industria agrumaria italiana nella alimentazione animale. *Analli della Sperimentazione Agraria* 16 (3-4):30
- NAS, 1969. *United States Canadian tables of feed composition National Academy of Sciences*
- Rodríguez V, B Rodríguez y N Perón, 1974. Efecto de la adición del forraje verde a una dieta integral a base de pulpa deshidratada de naranja en el comportamiento de terneros jóvenes. *Rev Cubana Cienc Agric.* 8:141

CARACTERIZACION DEL TRACTO REPRODUCTIVO, TASA DE OVULACION Y MORTALIDAD EMBRIONARIA EN COCHINATAS F1 YORKSHIRE X LANDRACE.

Teresa Arias, F. J. Diéguez, Yolanda del Toro, G. Morales y M. Tosar.
Instituto de Investigaciones Porcinas
Gaveta Postal #1, Punta Brava
C. Habana

RESUMEN

Un total de 60 cochinas Yorkshire x Landrace de ocho meses de edad y un peso promedio de 98 Kg fueron inseminadas con semen de verracos de CC21 con el objetivo de caracterizar el desarrollo del tracto reproductor, así como estimar la tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria en este tipo de cochinata en las condiciones ambientales de Cuba. Las cochinas se sacrificaron a los 30 días de gestación, se pesaron y midieron los ovarios, cuernos uterinos y se realizó el conteo de los cuerpos lúteos (CL) y embriones presentes en esta etapa. Los pesos y largo de los ovarios derecho e izquierdo fueron de 5.7 y 6.9 y 5.8 y 6.7 cm respectivamente. La longitud y pesos de los cuernos derecho e izquierdo fueron 1.68 y 1.86 m y 1403 y 1623 g respectivamente. La tasa de ovulación fue de 13 CL encontrándose dentro de los índices normales del patrón para este tipo de cochinas. La mortalidad embrionaria (21.0 %) fue favorablemente más baja que el rango común de 30 a 40 %. El potencial de reproducción de estas cochinas es aceptable.

PALABRAS CLAVES: cochinas, celo, tasa de ovulación, mortalidad embrionaria.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE REPRODUCTIVE TRACT, OVULATION RATE AND EMBRIONIC MORTALITY IN F1 YORKSHIRE X LANDRACE GILTS.

A total of 60 Yorkshire x Landrace 8 months old gilts with a weight of 98 kg were inseminated with fresh semen of CC21 boars in order to study the reproductive tract and to estimate the ovulation rate and embryonic mortality of these gilts in Cuban conditions. Gilts were slaughtered at 30 days of gestation, and later weighted. Uterine horns and ovaries were measured and weighted. Corpus luteous and embryos were counted. Weight and long of right and left ovaries were respectively 5.7 and 6.9 g and 5.8 and 6.7 cm. The same traits in right and left horns were 1403 and 1623 g and 1.68 and 1.86 m respectively. Ovulation rate was 13, a similar pattern of the international reports. Embryonic mortality was 21.0 % being better than the international reports of the range between 30 to 40 %. The potential of reproduction of this type of gilts is normal.

KEY WORDS: gilts, oestrus, ovulation rate, embryonic mortality.

INTRODUCCION

Hace algunos años, en Cuba se vienen desarrollando estudios de caracterización y comportamiento reproductivo de la masa básica porcina en las condiciones de manejo, alimentación y ambiente.

La utilización de la hembra F1 Yorkshire x Landrace como cruce materno en algunas granjas comerciales se ha extendido a varias provincias del país (Diéguez et al 1981); es por ello que el caracterizar el desarrollo del tracto reproductivo, así como estimar la tasa de ovulación, número de embriones y mortalidad embrionaria de este tipo de cruce complementarían la información reportada por varios autores nacionales (Cambó et al, 1986-1987; Barrios et al 1987); Arias et al 1990 a,b; Diéguez et al 1992).

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 60 cochinitas F1 de reemplazo Yorkshire x Landrace de 7 meses de edad aproximadamente, procedentes del centro multiplicador Mederos de la provincia de La Habana. Las cochinitas se seleccionaron a los 7 meses de nacidas en el mismo centro multiplicador y se trasladaron al Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) donde fueron alojadas en corrales individuales. A los animales se les suministró una dieta que consistió en 2.5 kg de pienso/día reproductor con un 16 % de proteína bruta. A partir de ese momento se estimuló el celo dos veces al día en las horas más frescas con verracos celadores. Una vez presentado el celo se pesaron e inseminaron con semen fresco a una concentración de 5×10^9 células procedente de eyaculados de sementales CC21 previamente evaluados y calificados en el centro de procesamiento de semen porcino del IIP. Se dieron dos servicios a cada cochinita; el primero con semen fresco y el segundo con semen conservado 24 h según lo establecido en las normas nacionales (NR AG 780 1986).

Las cochinitas se sacrificaron a los 30 días de gestación. Antes del sacrificio las cochinitas se pesaron y con posterioridad se estudió la morfología del aparato reproductor, que incluyó peso y largo de los cuernos y ovarios, conteo de cuerpos lúteos (CL) para estimar la tasa de ovulación y conteo de embriones. Además se estimó la mortalidad embrionaria con la diferencia del número de cuerpos lúteos y el número de embriones presentes en cada cuerno la cual se expresó en porciento. También se tuvo en cuenta expresada como porcentaje de gestación en relación a las inseminaciones realizadas.

Se calcularon los siguientes estadígrafos: media y desviación estandar para todas las medidas estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Algunas de las características del tracto reproductivo estudiadas se muestran en la tabla 1, donde se refleja que el crecimiento de las mismas fue aceptable, ya que se cubrieron con 240 días de edad con un peso vivo de 98.7 kg. Se destaca que todos los animales presentaron el celo y solamente 4 cochinitas de las cubiertas quedaron vacías. Esto indicó una alta fertilidad (93 % de efectividad), lo que no es característico de esta categoría. En investigaciones anteriores en condiciones de crianza cubanas la efectividad económica (partos vs cubriciones) osciló entre 65 y 75 % (Arias y Pérez 1984, López et al 1979)

En este trabajo los buenos resultados estuvieron acompañados en primer lugar de un alto peso de las cochinitas a la cubrición. Ello coincide con los datos de Pay y Davies (1973), trabajando en cochinitas Yorkshire x Landrace, encontraron que al cubrirlas a los 77, 97 y 116 Kg de peso vivo (PV), las de más bajo peso tuvieron un tamaño de camada más pequeño al igual que la tasa de concepción. López et al (1979) plantearon que las cochinitas deben ser montadas a los 90 Kg de PV como mínimo, ya que en su trabajo encontraron un incremento marcado en las crías por parto en estos animales y camadas más pequeñas en cochinitas cubiertas por debajo de estos pesos.

Tabla 1: Comportamiento de las cochinitas F1 (Yorkshire x Landrace).

	X	DS±
No de cochinitas	60	-
Porcentaje presentación del celo	100.0	-
Edad cubrición, días	240	-
Peso cubrición, Kg	98.7	8.4
No. de gestadas	56	-
Porcentaje de gestación	93.3	-
Peso al sacrificio, Kg	120.0	10.6

Otros aspectos que favorecieron el comportamiento de este grupo de cochinitas fueron las condiciones de manejo y alimentación estables así como la época del año, ya que el experimento se realizó en el mes de enero que es muy favorable para la reproducción en Cuba (Pérez Valdivia 1983 Arias y Pérez, 1985; Arias y Pérez 1984). Debe señalarse que al ser sacrificadas las cochinitas a los 30 días post cubrición no se contempló la segunda etapa de la gestación (desde los 30 hasta los 114 días) donde el porcentaje de pérdidas puede ser de un 6 % (Arias y Pérez 1984); lo que también favoreció al buen comportamiento de los animales.

La tabla 2 recoge algunas características del tracto reproductivo como son el largo y peso de los cuernos y ovarios. En el caso de los ovarios se ve un desarrollo adecuado comparado con lo reportado por Signoret (1985) que presentó valores entre 5 y 8 g como normales para esta categorías.

Tabla 2. Algunas características del tracto reproductivo de cochinitas F1 Yorkshire x Landrace.

	Peso, g		Largo, cm	
	media	DS±	media	DS±
Ovario derecho	5.7	1.2	5.8	1.7
Ovario izquierdo	6.9	1.7	6.7	1.5
Cuerno derecho	1403	371	1.68	38.7
Cuerno izquierdo	1623	414	1.86	39.5

Los pesos de los ovarios coinciden con lo expuesto por Diéguez et al (1992) con un promedio de 6.5 g para este tipo de cruzamiento. Sin embargo fueron superiores a lo reportado por Arias et al (1990a) con pesos de los ovarios entre 2.9 a 3.7; en ello influyó el estadio del ovario que en nuestro experimento estaba en desarrollo luteal a diferencia de la fase folicular (en celo) informado anteriormente por Arias et al (1990a,b) en condiciones muy semejantes a esta investigación. El largo y peso de los cuernos ofrecen un buen desarrollo por encima de lo expuesto por Bergfeld (1985) que plantea peso de cuernos normales con 200 a 250. En el caso de este experimento este desarrollo pudiera estar favorecido por los altos pesos a la cubrición y el buen manejo animal.

La tasa de ovulación y mortalidad embrionaria se reflejan en la tabla 3.

Tabla 3. Tasa de ovulación y mortalidad embrionaria cochinitas F1 (Yorkshire x Landrace)

	media	DS±
Cantidad de CL	13	2.21
Embriones por puerca	10.3	2.50
Tamaño de los embriones	3.3	0.64
Mortalidad embrionaria, %	21.0	-

La media de 13 CL es similar a lo planteado por Perry y Rowlands (1962) y Penny (1971)

cuando escriben que el número de CL en cochinitas está entre 12 a 14. Archibong et al (1982) y Lutter et al (1981) reportan tasas de ovulación más altas de 14.5 y 15.5 respectivamente. En Cuba, trabajos anteriores a este señalaron niveles más bajos entre 12.5 y 13.7 para esta categoría (Cambó et al, 1986; Arias et al 1990a; Diéguez et al 1992). La cantidad de embriones fue de 10.3 por encima de las investigaciones de Lutter et al (1981), Dyck y Stain (1984) y Diéguez et al (1992), los que encontraron 9.9; 8.1 y 9.3 embriones respectivamente. La mortalidad embrionaria es baja comparada con lo observado en cruzamientos similares: entre 30 y 40 % (Lutter et al 1981; Dyck y Stain, 1984; Cambó et al 1986; Diéguez et al 1992). Por su parte de Pomeroy (1960) y Jair (1979) señalaron valores mayores de 41.2 y 53.2 %.

Estos datos ratifican que en nuestras condiciones la cerda del tipo Yorkshire x Landrace tiene un potencial aceptable para la reproducción y que las relativas bajas crías por parto que se observan en general en Cuba pudieran estar dadas por limitantes de manejo y alimentación en la última etapa de la gestación o en los momentos alrededor del parto lo que necesita ser verificado en estudios posteriores.

BIBLIOGRAFIA

- Archibong, AE, DC, England Y F Stormshak, 1987. Factors contributing to early embryonic mortality in gilts bred at first estrus. J. Anim. Sci 64:479-488
- Arias Teresa, Y Toro, E Cambó y G Morales, 1990a. Nota sobre la sincronización del celo y la ovulación en cochinitas a diferentes horas de haber comenzado el estro. Cienc Téc Agric Ganado Porcino, 13(3):29-36
- Arias T G Morales, Y Toro y E Cambó, 1990 b. Momento de la ovulación a diferentes horas de haber comenzado el estro en cerdas recién destetadas. Cienc Téc Agric Ganado Porcino U 13(1):14-22
- Arias T y R Pérez, 1984. Estudios sobre el comportamiento de cerdas en Cuba. La influencia del año sobre la efectividad (partos/cubriciones, %) entre puercas y cochinitas y entre el 1., 2. y 3. celo. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 7(4):8-15
- Arias T y R Pérez, 1985. Algunos aspectos relacionados con la presentación del celo en cerdas destetadas. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 8(2):7-14
- Barrios A, JA Lam, M Patterson y E Toscano, 1987. Morfometría de algunos órganos de cochinitas alimentadas a base de miel rica con crema torula o cereales. Cienc. Téc. Agric. Ganado Porcino 10(3):49-57
- Bergfeld J, 1984. Speziellen diagnostik der Eierstocksfunction bei biotechnisch behandelten Jung-und Altsaven in industriemassing produzierende Schweine zu chtanlagen. Tierzucht. 38:524-526
- Cambó E, T Arias, MA Figueredo y A Arostegui, 1986. Nota sobre el nivel de ovulación de cochinitas de reemplazo a diferentes edades. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 9(3): 17-25
- Cambó E, T Arias, Y Toro y C Bulnes, 1987. Estudio de los índices de las funciones reproductivas de las cerdas II. Nivel de ovulación en cerdas de diferentes paridades. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 10(2):45-53

- Diéguez FJ, G Trujillo, I Sanatana, G Lubinetz y P Cancio, 1981. Cruzamiento de puerkas Yorkshire, Yorkshire x Landrace y Yorkshire x Duroc con verracos de varias razas: Rasgos reproductivos. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 4(3):7-48
- Diéguez, FJ, T Arias, M Tosar y G Morales, 1992. Nota sobre el desarrollo de cochinitas cambordugh y Yorkshire x Landrace de origen cubano. *Zootec de Cuba* 2(2-3):7-4
- Dyck, G W, JH Strain, 1983. Pastmating feeding level effects on conception rate and embrionic survival in gilts. *Canadian J Anim Sci* 63(3):579-585
- López, O, M Velázquez y R J Cedré, 1979. Efecto del peso en la primera monta de cochinitas Yorkshire sobre algunos rasgos reproductivos. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 2(4):25-38
- Lutter, K, R Huhn, V Kaltofen, B Lampe y F Schneider, 1981. Untersuchungen Zum pranatalen Fruchttod bei Jungsaven sowie Zum Wachstum der Embryonen und Feten. *Arch. Exper. Vet. Vet. med., Leipzig* 35:687-695
- NRAG 780:85. Producción porcina, 1986. Verracos. Evaluación espermática Norma Ramal MINAG. pp 15
- Pay, MG y TE Davies, 1973. Growth, food consupcion and water production of female mated at the puberty and at low body weights. *Anim Prod* 17:95
- Penny, R H C, 1971. The reproductive efficiency of pigs in Australia with particular reference to litter size. *Aust Vet J* 47:194
- Peréz Valdivia MP, 1983. Aspectos técnicos económicos de reproducción con algunos factores ambientales. La Habana. ISCAH ICA. pp 93
- Perry, JS y IW Rowlands, 1963. Early pregnancy in the pigs. *J Reprod Fert* 4:175
- Signoret, JP, 1985. La maitrise de la reproduction: necessite on gadget? *L'Elev. Porcine* (núm esp Mai) p 4-6

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CERDAS DE UN CRUCE ROTACIONAL APAREADAS CON VERRACOS YORKSHIRE, LANDRACE, DUROC Y CC21.

Isabel Santana, F.J. Diéguez, G. Trujillo y B. García.

Instituto Investigaciones Porcinas

Gaveta Postal No. 1 Punta Brava

C. La Habana, Cuba.

RESUMEN

En un centro integral porcino de 2000 reproductoras con un cruzamiento rotacional de tres razas (Yorkshire, Landrace y Duroc) se introdujeron verracos CC21 para estudiar su utilización en sustitución de la raza Duroc. Se analizaron 8030 cubriciones realizadas mediante IA con semen fresco y diluído. Las cubriciones se hicieron entre julio de 1990 y noviembre de 1991. También se analizaron los datos del peso al destete de 6415 lechones (precebas) y 5059 lechonas seleccionadas para autorreemplazo. Se estudiaron la efectividad en las cubriciones (partos/primeras inseminaciones), los nacidos totales y vivos y los pesos al destete mediante el método de los mínimos cuadrados con un modelo que tuvo en cuenta varios efectos ambientales, la paridad y el genotipo paterno. Los efectos ambientales tuvieron una alta significación en las medidas analizadas ($P < 0,01$), no así el genotipo paterno con la excepción de los pesos al destete ($P < 0,01$) con 6,37; 6,36; 6,30 y 6,15 kg en los animales en precebas y 6,86, 6,99, 6,94 y 6,84 en las lechonas hijas de CC21, Yorkshire, Landrace y Duroc, respectivamente. Las constantes mínimo cuadráticas de efectividad en las cubriciones y nacidos totales y vivos fueron: 72.0 %, 9.03 y 8.55 respectivamente.

PALABRAS CLAVES: cerdos, cruce rotacional, comportamiento reproductivo.

SUMMARY

REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF SOWS FROM A ROTATIONAL CROSS MATED TO YORKSHIRE, LANDRACE, DUROC AND CC21 BOARS

In an integrated unit of 2000 sows from a rotational cross of three breeds (Yorkshire, Landrace and Duroc) CC21 boars were introduced to substitute the Duroc breed. The data analyzed included 8030 artificial inseminations and 6415 and 4969 weaning weights of growing pigs and young gilts respectively. Traits were conception rate and litter size at birth (total and alive). Least squares method was used with models including environmental, parity and paternal breed effects. Non genetic effects were highly significant in all traits, while paternal breed significantly affected weaning weight. Averages for weaning weights were 6,37; 6,36; 6,30 and 6,15 kg and 6,86, 6,99, 6,94 and 6,84 kg for growing pigs and selected gilts sired by CC21, Yorkshire, Landrace and Duroc boars respectively. Least squares constants were 72.0 %; 9.03 y 8.55 respectively for conception rate and litter size total and alive at birth.

KEY WORDS: swine, rotational crossbreeding, reproductive performance.

INTRODUCCION

Los cruces rotacionales constituyen una alternativa útil en los sistemas de cruzamiento y pueden aportar algunas ventajas de manejo en relación con otros sistemas (Bennet 1987; McLaren et al 1987). En Cuba Diéguez et al (1985) propusieron el cruce rotacional de 3 razas (Yorkshire, Landrace y Duroc) para los centros integrales. Estudios posteriores (Diéguez y Reina 1990) recomendaron la no inclusión de la raza Hampshire en este tipo de cruzamiento.

El CC21 es una raza sintética utilizada como raza paterna terminal que se ha desarrollado en Cuba (Santana et al 1993) y los estudios realizados indican que es una

opción favorable para el cruce final y de hecho se utiliza en la producción comercial (Trujillo 1990; Santana et al 1993). De ahí que pudiera ser una alternativa su inclusión en los cruces rotacionales como sustitución de la raza Duroc. El presente trabajo presenta los resultados de la primera fase de un proyecto relizado con el objetivo de evaluar la utilización de verracos CC21 en sustitución de verracos Duroc para el cruce rotacional.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el Centro Integral Caonao de la Empresa Porcina Habana con un rebaño de 2000 reproductoras y con el cruzamiento rotacional de las razas Yorkshire (YY), Landrace (LL) y Duroc (DD). El mismo consistió en la inclusión de verracos CC21 como tercera raza en sustitución de la Duroc. Los primeros cochinos CC21 se llevaron a Caonao en 1989 y ya en julio de 1990 existía una dotación de verracos suficientemente equilibrada para comenzar las evaluaciones del comportamiento reproductivo de los mismos. El número de verracos en la etapa estudiada fue 15, 10, 16 y 14 de las razas YY, LL, DD y CC21 respectivamente.

La detección del celo se realizó con verracos receladores y la cubrición a las 12 horas de destectado el celo mediante inseminación artificial con semen fresco recolectado y procesado en la propia unidad. Una segunda inseminación se realizó 12 horas después de la primera. La alimentación de las reproductoras fue a base de miel final y un suplemento de cereales de acuerdo con lo tradicionalmente utilizado en Cuba (Velázquez et al 1978).

El destete se realizó a los 33 días de edad promedio momento en que se seleccionaron las lechonas para futuro reemplazo de la unidad. El resto de los animales destetados pasaron a baterías de jaulas. Otros detalles del manejo de esta unidad integral se amplían en el Manual de Crianza Porcina de Cuba (Cuba, Ministerio de la Agricultura 1990).

Se tomó la información de 8030 cubriciones realizadas hasta noviembre de 1991 con 5783 partos ocurridos entre octubre de 1990 y marzo de 1992 y los pesos al destete de 5059 lechonas seleccionadas para el reemplazo y 6415 cerdos en crecimiento (precebas).

Los datos se analizaron por el método de los mínimos cuadrados según el programa para microprocesadoras desarrollado por Harvey (1987). Las medidas estudiadas fueron: efectividad en las cubriciones (partos/primeras inseminaciones), nacidos totales y nacidos vivos con un modelo matemático que tuvo en cuenta los efectos de semestre consecutivo, semana de cubrición dentro de semestre, genotipo paterno y paridad.

Para el análisis del peso promedio al destete de los animales en preceba se empleó un modelo con los efectos de semana consecutiva y genotipo paterno y para el peso promedio de las lechonas seleccionadas el modelo tuvo en cuenta los efectos de genotipo paterno y mes consecutivo. Cuando fue necesario se utilizó la dócima de Duncan (1955) para detectar la significación de las diferencias entre medias. En las tablas 1 y 2 se ofrecen detalles del número de observaciones analizadas.

Tabla 1. Causas de variación y número de observaciones para el análisis del comportamiento reproductivo.

Efectos	Cubriciones	Partos
Genotipo paterno YY	2958	2140
LL	2682	1915
DD	1317	929
CC21	1073	799
Semestre 1	2718	1988
2	2849	2142
3	2463	1653
Paridad cochinitas	1147	800
puercas	6883	4983
Totales	8030	5783

Tabla 2. Causas de variación y número de observaciones para el análisis de los pesos al destete.

Efectos	Precebas	Lechonas
Genotipo paterno YY	2243	1780
LL	1904	1543
DD	1058	831
CC21	1210	905
Semana consecutiva 31	entre 63 y 343	-
Mes consecutivo 27	-	entre 108 y 354

La discusión se centrará sobre el efecto del genotipo paterno que es el objetivo del análisis.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 3 se presentan los resultados del análisis de varianza del comportamiento reproductivo.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza en los rasgos reproductivos. Cuadrados medios.

Fuente de variación	gl	Efectividad Económica	gl	Nacidos Totales	Nacidos Vivos
Semestre	2	4.545***	2	524.000***	560.842***
Sem c/Sem.	75	0.906***	75	12.240***	9.565***
G. Paterno	3	0.325	3	1.227	2.992
Paridad	1	0.365	1	421.177***	272.864***
Error	7947	0.194	5701	5.817	5.377

*** P<0.001

Sem c/Sem. Semana consecutiva dentro de semestre. Los efectos ambientales fueron altamente significativos en las tres medidas analizadas, lo que era esperado dada la numerosa evidencia que existe al respecto (Joshi et al 1975; Steinbach 1977; Gerardo et al 1982; Arias et al 1992; entre otros). La paridad fue altamente significativa en animales nacidos totales y en vivos (P<0,001) como resultado de las diferencias conocidas entre cochinitas y puercas (Diéguez 1978).

El efecto del genotipo paterno no fue significativo en todas las medidas analizadas. Las medias mínimo cuadráticas así lo confirman (tabla 4) con valores muy similares entre las

razas paternas sólo algo más altas en la efectividad económica de los CC21.

Tabla 4. Medias mínimo cuadráticas del comportamiento reproductivo debido al genotipo paterno.

	YY	LL	DD	CC21	Total
Cubriciones	2958	2682	1317	1073	8030
Partos	2140	1915	929	799	5783
Efectividad %	72.3	71.4	70.5	74.4	72.0
ES±	0.2	0.2	0.2	0.2	0.01
Nacidos totales	9.06	9.00	9.05	9.05	9.03
ES±	0.08	0.08	0.10	0.11	0.03
Nacidos vivos	8.57	8.50	8.57	8.60	8.55
ES±	0.07	0.08	0.09	0.10	0.03

Otros estudios realizados donde se compararon verracos CC21 y Duroc tampoco encontraron diferencias significativas en estas medidas del comportamiento reproductivo cuando eran utilizados sobre cerdas comerciales Yorkshire x Landrace tanto en monta directa (Santana et al 1983; Trujillo et al 1988) como bajo inseminación artificial (Santana et al 1984, del Toro 1990). Por su parte Reina et al (1990) no informaron influencia del uso de verracos Duroc o Hampshire sobre estas medidas en el propio Centro Integral Caonao.

Los resultados del análisis de varianza para el peso al destete (tabla 5) indican la alta influencia ambiental sobre esta característica, aspecto señalado con anterioridad por varios autores (Diéguez 1974; Gómez 1978; Rico 1978). El genotipo paterno influyó significativamente en ambos análisis ($P < 0.01$), aunque como lo muestran las medias mínimo cuadráticas (tabla 6) las diferencias fueron pequeñas.

Tabla 5. Resultados del análisis de varianza del peso promedio al destete. Cuadrados medios.

Fuente	gl	Precebas	Fuente	gl	Lechonas
Semana consecutiva	30	151.527***	Mes	26	126.700***
Genotipo Paterno	3	10.994**	Gen. Pat.	3	5.559**
Error	6381	2.084	Error	5029	1.002

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

Tabla 6. Medias mínimo cuadráticas del peso promedio al destete (kg) debido al genotipo paterno.

Categoría	YY	LL	DD	CC21
Precebas	6.34a	6.30a	6.15b	6.37a
ES	0.03	0.03	0.03	0.03
Lechonas	6.99a	6.94ab	6.84c	6.86bc
ES	0.02	0.03	0.04	0.03

a b Medias sin letras en común en la misma línea difieren entre sí significativamente (Duncan 1955)

El peso de las precebas fue inferior en los descendientes de Duroc, mientras que en las lechonas seleccionadas fueron similares entre las hijas de Duroc y de CC21, aspecto que no tiene al parecer una explicación lógica. El mayor crecimiento de los CC21 ha sido señalado en la comparación con otras razas puras (Santana et al 1989; 1990; 1992) pero

los Duroc en estos trabajos superaron a los Yorkshire y a los Landrace. No obstante en el crecimiento de la descendencia hasta el destete las diferencias tienden a ser no significativas (Trujillo, et al 1988, Santana et al 1983), lo que está más acorde con lo obtenido en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Arias T, Y Toro, FJ Diéguez, G Morales, M Gil y M Tosar, 1992. Interacción entre algunos factores climáticos (temperatura y humedad relativa) y el comportamiento reproductivo en cerdas. *Zootec Cuba* 2(2):57-68
- Bennet GL, 1987. Periodic rotational crosses.I. Breed and heterosis utilization. *J Anim Sci* 65:1471-1476
- Cuba, Ministerio de la Agricultura. UNEPOR. 1990. Manual de Crianza Porcina, La Habana. UNEPOR pp 100
- Diéguez FJ. Comportamiento reproductivo de puercos Yorkshire y Duroc y cruces entre ellos, 1974. Tesis Dr Cienc Vet ICA Univ de la Habana, pp 125
- Diéguez FJ, 1978. Efecto del número de partos sobre el comportamiento reproductivo en puercos. CIDA-CIP pp 29
- Diéguez FJ y JL Reina, 1990. Cruzamiento rotacional para unidades integrales. Inf Final Resultado 506-01-02 Inst Inv Porc.pp 32
- Diéguez FJ, G Trujillo, I Santana y JL Reina, 1985. Cruzamiento rotacional para centros integrales porcinos. IIP Problema Ramal507. Inf Resultado. pp 32
- Duncan DB, 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1
- Gerardo L, G Trujillo y FJ Diéguez, 1982. Efecto de la época del año sobre la efectividad en las cubriciones en puercas de la raza Yorkshire. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 5(1):7-14
- Gómez J, 1978. Estudio sobre el comportamiento reproductivo de la raza Yorkshire en Cuba. Tesis Dr. Cienc. Vet. ICA Univ La Habana, pp 136
- Harvey WP, 1987. Users guide for LSMLMV. PC-1 versión mixed model. Least Square and maximun likelihood computer program. Columbus. Ohio Sta Univ 14 p
- Joshi BS, K Singh y NK Battacharya, 1975. Seasonal variations in the reproductive performance of Yorskhire swine. *Ind. J Anim Sci* 45:287
- Mc Laren, DG, DS Buchanan y JE Williams, 1987. Economic evaluation involving four breeds of swine. System efficiency. *J Anim Sci* 65:919-928
- Reina JL, FJ Diéguez, M Ferrer y JM Fernández, 1990. Comportamiento reproductivo de cerdas de un cruce rotacional apareados con verracos Duroc o Hampshire. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 13(3):83 Abs

- Rico C, 1978. Comportamiento reproductivo de la raza Duroc en Cuba. Tesis Dr. Cienc. Vet. ICA Univ La Habana, pp 122
- Santana I, G Trujillo, FJ Diéguez y L Gerardo, 1993. Uso de verracos CC21 en el cruce terminal. Zootec Cuba 3(3):7-25
- Santana I, G Trujillo, FJ Diéguez y L Gerardo, 1989. Comportamiento y características de la canal de cerdos CC21, Duroc, Landrace, Hampshire y Lacombe evaluados en estación de pruebas. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 12(1):7-15
- Santana I, G Trujillo, FJ Diéguez y L Gerardo, 1990. Evaluación comparativa en estación de pruebas de cerdos CC21 y de las razas Duroc, Yorkshire, Landrace y Hampshire. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 13(1):14-22
- Santana Isabel, G. Trujillo, F.J. Diéguez y Lourdes Gerardo, 1992. Crecimiento y composición corporal de cerdos CC21, Duroc, Yorkshire y Hampshire. Zootec Cuba 1(1-2):57
- Santana I, G Trujillo y FJ Diéguez, 1983. Evaluación comparativa de verracos Duroc y mestizos apareados a cerdas Yorkshire x Landrace. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 6(2)
- Santana I, G Trujillo y FJ Diéguez, 1984. Evaluación comparativa de verracos CC21 y Duroc en una unidad de cría comercial . Primer Cong Nac Genética La Habana (Resúmenes) p 48
- Steinbach, J, 1977. Effect of tropical environment in the fertility of swine. Anim Res Dev 5:73
- Toro Y, 1990. Sistema de manejo de sementales, conservación y transportación de semen porcino. Inf Resultado 506-05-11. IIP pp 29
- Trujillo G, 1990. Evaluación comparativa de verracos puros y cruzados. Inf Resultado 506-03-02. IIP. pp 25
- Trujillo G. I Santana, FJ Diéguez, B García y A Valdés, 1988. Evaluación comparativa de verracos puros y mestizos. II Comportamiento reproductivo y crecimiento de los descendientes hasta 100 días de edad. Cienc Téc Agric Ganado Porcino. 11(3):7-20
- Velázquez M, F Dubé y H Cruz, 1978. Estudio comparativo de cerdas alimentadas durante la gestación con miel final o cereales como fuente de energía. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 1 (1):21-33

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA ESTIMACION DEL VALOR GENETICO DE CERDOS (SEVG)

Yasnay Teijeiro y D. Guerra

Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal,
Carretera Central km 10 Cotorro, Ciudad de la Habana

RESUMEN

El sistema automatizado para la estimación del valor genético (SEVG) que se describe tiene como base el modelo animal reducido. Ha sido desarrollado en FOXPROL 2.5 y puede ser usado en cualquier microcomputadora IBM compatible. El sistema consta de un conjunto de menús a través de los cuales el usuario puede seleccionar de manera rápida y cómoda la opción deseada. Sólo necesita como entrada el fichero de datos donde se tienen los animales a evaluar, realiza el procesamiento de los datos y los cálculos correspondientes y finalmente emite varios tipos de salidas como son: listado por orden de mérito por sexo, para animales, madres y padres y también el cálculo del progreso genético. El resultado puede obtenerse de forma ordenada ya sea por pantalla o por impresora y los listados están listos para que el usuario pueda realizar la selección de los animales a partir de éstos.

PALABRAS CLAVES: cerdos, evaluación, sistema automatizado.

SUMMARY

COMPUTER SYSTEM FOR ESTIMATION OF BREEDING VALUES OF PIGS (SEVG)

The SEVG system is based on the reduced animal model. It was made in FOXPROL 2.5 and it may be use in any IBM compatible microcomputer. It has different menus in order to select quickly any option. It needs only the open file which contains the animals to evaluate. The system gives various outputs: order of merit by sex for individuals, dams and sires. The genetic trend is also calculated. The results may be presented in order either by screen or printer in order that selection of the animals can be made.

KEY WORDS: swine, evaluation, computer system.

INTRODUCCION

Actualmente la selección de los cerdos en Cuba se realiza mediante las pruebas de comportamiento en campo (Diéguez et al 1979) mediante un índice fenotípico que incluye la ganancia diaria y el espesor de grasa dorsal contemporarizado mediante la tanda de selección. El sistema computarizado utilizado se basa en el programa desarrollado por Krikum y Muñiz (1983) elaborado en BASIC y ocupa en la memoria operativa el volumen aproximado de 9 kbits.

La utilización de modelo animal reducido (Schaeffer y Kennedy 1986) para análisis de la información en el ganado porcino se ha empleado con anterioridad en Cuba (Guerra et al 1990), sin embargo no se utiliza aún en la evaluación de los reproductores, aspecto que se desarrollará en el futuro inmediato (FJ Diéguez, 1995, comunicación personal).

Dado lo anterior se planteó el objetivo de desarrollar un sistema automatizado para la estimación de forma precisa del valor genético de los animales y que además tuviera incorporada la información de todos sus parientes (madre, padre, hermanos, y otros) y por lo tanto produjera la estimación para todos ellos. Un segundo objetivo fue garantizar que el sistema tuviera un requerimiento mínimo de memoria y una máxima velocidad de convergencia, además que brindara un medio ambiente amigable y sencillo a través del cual el usuario pueda moverse con facilidad y seleccionar sus opciones con una cantidad mínima de interacciones. Por último que el sistema garantizara las salidas a partir de una misma evaluación para que el usuario pudiera contar con diferentes tipos de listados por orden del mérito genético ya sean para cada sexo o los padres y presentara los cálculos del progreso genético estimado.

MATERIALES Y METODOS

El sistema fue desarrollado en una microcomputadora LTEL 486/DX2 pero puede ser usado en cualquier IBM compatible. Este requiere para su instalación de espacio libre en el disco duro que está en dependencia del tamaño de las bases de datos. El sistema se programó en FOXPROL 2.5 y se usaron las funciones y procedimientos más avanzados de este lenguaje con el objetivo de garantizar el procesamiento más rápido y eficiente de los datos y del cálculo, así como de la posibilidad de salidas claras y bien estructuradas tanto por pantalla como por impresora.

El método empleado fue el método simple de Schaeffer y Kennedy (1986). Este es un método iterativo sobre los datos.

Modelo matemático

El modelo matemático en general es el siguiente:

$$Y = Wa + Xb + Zc + e$$

donde:

a- vector de efectos fijos, de longitud p (p debe ser lo suficientemente pequeño como para que $W'W$ sea almacenable en memoria)

b- vector de otros efectos fijos o aleatorios de longitud t (t generalmente es un número muy grande y $X'X$ es diagonal)

c- vector de efectos aleatorios

e- vector del error residual

X y Z son matrices de incidencia (0 y 1)

Se tiene que:

$$E = \begin{bmatrix} Y \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Wa + Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

donde:

A- es la matriz de parentesco

I- matriz identidad.

Se toma

$$Zc = (Z \ 0) \quad (c1)$$

1 (c2)

donde:

c1- representa los padres con progenies o animales con registros en Y

c2- representa los parientes de los individuos en c1 que se necesitan para computar A y que no son incluidos o no tienen registros en Y

Se utiliza el modelo donde se consideran los siguientes efectos: HYS, camada, animal, padre y madre y se evalúan los rasgos de espesor de la grasa dorsal (EGD) y de peso final ajustado (PF).

El método pone como requerimiento el uso de dos ficheros codificados que deben cumplir las siguientes condiciones:

Fichero #1. Los datos de HYS, camada y # animal deben ser numerados consecutivamente. Los animales que aparezcan como madre o padre y no tengan registros como animales deben numerarse primeramente y el primer animal debe ser numerado como total padres + total madres sin registros + 1. Este fichero debe estar ordenado al mismo tiempo por H y S camada y animal

La estructura es la siguiente:

IT	IH	IL	IA	IS	ID	Y
tipo	rebaño	camada	animal	padre	madre	rasgo
	año					
	época					

Fichero #2. El segundo fichero debe contener al primero más los siguientes registros:

1- Para cada padre y madre que no aparezca como animal.

tipo = 2

hys = 0

camada = 0

animal = # padre o madre padre = 0

madre = 0

rasgo = 0

2- Por cada animal (tipo=1), adicionar 2 registros: a) tipo = 3

hys = 0

camada = 0

animal = # padre

padre = # animal

rasgo = 0

hys = 0

camada = 0

animal = # madre

padre = # animal madre = # madre

b) tipo = 3

madre = # padre rasgo = 0

Este fichero debe ser ordenado por tipo y animal

Se emiten 2 ficheros de salidas:

Fichero #1. Este contiene el resultado del programa, dando la evaluación para un determinado rasgo

Fichero #2. Contiene los valores que se obtienen referentes a la convergencia

Implementación del método SEVG

Se utilizaron los siguientes ajustes:

Para el cálculo del índice del Valor genético (VG) se utilizó la siguiente fórmula.

Índice del Valor genético (VG)

El valor genético queda definido según la siguiente ecuación:

$$\text{Índice} = a_1 \cdot \frac{\text{VGPF}}{\bar{O}} + a_2 \cdot \frac{\text{VGEGD}}{\bar{O}}$$

donde a es el vector económico relativo del rasgo. Se toman:

$$a = \begin{matrix} 2 \\ 1 \end{matrix} \quad a = \begin{matrix} 1. \\ 2 \end{matrix}$$

como valores implícitos, aunque se da la posibilidad de que el usuario use el que entienda.

El cálculo de la ganancia genética promedio anual se hace a través del cálculo del coeficiente de regresión del valor genético sobre el tiempo. La fórmula del coeficiente de regresión es la expresada a continuación:

$$b = \frac{(\bar{O} \sum XY - \bar{O} X \bar{O} Y) / n-1}{(\bar{O} \sum X^2 - (\bar{O} X)^2) / n-1} \cdot \frac{1}{n \text{ Programas}}$$

El sistema consta de los siguientes programas:

- SEVG.PRG - Realiza el llamado a la presentación
- PPAL.PRG - Programa principal
- INPUT1. PRG - Realiza la construcción del fichero codificado #1.
- INPUT2. PRG - Realiza la construcción del fichero codificado #2.
- EVALUA. PRG - Realiza el cálculo y estimación del VG.
- SALIDA. PRG - Prepara el listado de salida por orden de mérito de los animales machos o hembras.
- SALIDA.PRG - Prepara el listado de salida por orden de mérito de los padres o las madres.
- PROGRESO. PRG - Realiza el cálculo del progreso genético para animales machos o hembras o padres o madres
- PRES1. MPR - Construye y controla los menues
- EJECUTAR. SPR - Construye y controla la ventana de la evaluación

- DETRASGO. SPR - Construye y controla la ventana de parámetros para el cálculo del progreso genético
- VALORES.SPR - Construye y controla la ventana de parámetros
- PG. SPR - Construye y controla la ventana que informa el resultado del cálculo del progreso genético
- Se tienen las siguientes bases de datos:
- BASE.DBF - Contiene los datos originales
- INPUT1.DBF - Contiene la codificación de los datos según los requerimientos del método para fichero #1 INPUT2 -
- Contiene la codificación de los datos según los requerimientos para el fichero #2
- OUTPUT 1 - Fichero codificado de los resultados de la evaluación.
- OUTPUT2 - Contiene los resultados de los parámetros de convergencia
- TEMP1 - Ficheros copias de OUTPUT 1 y 2. Se utilizan cuando se evalúan los 2 rasgos de una sola vez.
- TEMP2
- CODAN1 - Contiene el código que se le asigna a cada animal
- ANIMAL - Tiene el resultado con la codificación original de la evaluación de los animales
- ANCESTRO - Tiene el resultado con la codificación original de la evaluación de los padres o de las madres PROGRESO -
- Tiene el resultado del cálculo del progreso genético de los animales, padres o madres

A estas bases están asociados los siguientes ficheros índices:

- INPUT2. IDX - Hace el índice del fichero por CODANI
- ANIMAL. IDX - Hace el índice del fichero ANIMAL por INDICE
- PADRE. IDX - Hace el índice del fichero ANCESTRO por ANCESTRO
- PADRES. IDX - Hace el índice del fichero BASE por PADRE o MADRE
- ANAC. IDX - Hace el índice del fichero OUTPUT1 por ANAC
- PROGRESO. IDX - Hace el índice del fichero BASE por ANAC entre OTROS

RESULTADOS

El sistema fue probado y puesto a punto con un fichero de 4720 cerdos CC21 nacidos entre 1979 y 1988 evaluados por pruebas en campo que había sido analizado con anterioridad (Guerra et al 1990). En la tabla 1 se muestran los aspectos más notables del trabajo computacional.

Según estos resultados se considera que el sistema es bastante rápido pues por ser el método empleado un método iterativo sobre los datos sacrifica el tiempo en función de la memoria. A medida que aumente el número de observaciones los requerimientos son mayores ya que se necesita más memoria y más tiempo de ejecución.

Tabla 1: Tiempo de operación del sistema.

Cantidad de operaciones	Rasgos a evaluar	Tiempo para la preparación de datos min	Tiempo de cálculo min	Total incluyendo salidas min
			5	
EGD	25	3	28	
	PF		25	3
	ambos		25	3
			8	
EGD	25	3	28	
	PF		25	3
	ambos		25	4
			10	
EGD	25	4	29	
	PF		25	4
	ambos		25	6

RESULTADOS

El método de Schaeffer y Kennedy (1986) al ser iterativo sobre los datos nos da la ventaja de que no es necesaria la construcción completa y explícita del sistema de ecuaciones de la MME de Henderson sino que construye la que se necesita en ese momento. Esto trae por consiguiente un constante acceso a disco lo cual hace que se sacrifique el tiempo en función de la memoria ya que se necesita menos memoria pero más tiempo.

Para poder iterar sobre los datos este método impone como condición la construcción de dos ficheros codificados siguiendo ciertas reglas. Esto implica que se modifique el espacio en disco que se necesite para los datos y además el tiempo para el procesamiento de los datos es el 86,2% del total.

Por otra parte cuando se construye el fichero #2 de códigos se incluyen 2 registros más por cada animal con registro, uno por cada madre sin registro y uno por cada padre sin registro lo que hace que solamente el espacio que se necesita para el fichero #2 de códigos es 2.34 veces el espacio del fichero original de datos.

El sistema se puede considerar eficiente desde el punto de vista computacional por los siguientes parámetros:

- Brinda un medio ambiente ameno, amigable y sencillo al usuario.
- Emite distintos tipos de listados preparados para que el usuario pueda seleccionar sus animales.
- Utiliza el número de memoria posible tanto en RAM como en HD ya que se programó instrucciones posibles y se aplicaron técnicas novedosas del diseño de software para garantizar el mínimo requerimiento de memoria y también la máxima velocidad de convergencia.

Se demostró en este caso que se cumple lo que planteado con anterioridad (Boldeman y VanVleck 1991; Ducroq 1991) que de 10 a 12 iteraciones se obtiene la convergencia a una buena estimación de la solución.

Finalmente se recomienda profundizar en el estudio de otros métodos surgidos posteriormente que han sido más perfeccionados como el método directo de solución a partir de la descomposición de Cholesky de A-1 (Poivey 1986), la solución usando la descomposición de Cholesky (Ducroq et al 1990), el algoritmo de evaluación genética usando AM basado en la descomposición de Cholesky (Ducroq 1991), la adaptación del DFREML usando SPARSPACK y la factorización de Cholesky (Boldman y Van Vleck 1991).

BIBLIOGRAFIA

- Boldman KG y LD Van Vleck, 1991. Derivate-free restriced maximun likelihood estimation in animal model with a sparse matrix solution. J. Dairy Sci. 74: 4337-4343
- Diéguez FJ, G Trujillo, P Rojas, J Gómez y R Roque, 1979. Las pruebas de comportamiento en campo para la selección de cochinas y cochinos en los centros genéticos de Cuba. Cienc Téc Agric Ganado Porcino 2(3):7-22
- Ducroq V, 1991. Genetic evaluation of type traits in the French Holstein breed using an Animal Model. 42d. Ann Meet of the Europ Assoc Anim Produ, Berlin
- Ducroq V, D Boichard, B Bonaiti y M Briend, 1990. A pseudo absorption strategy for solving Animal Model Equations for large data files. J Dairy Sci 73:1945-1955
- Guerra, D, FJ Diéguez, I Santana, L Gerardo y G Trujillo, 1990. Estimación del progreso genético en rasgos productivos en cerdos CC21. Cienc Tec Agric Ganado Porcino 13 (4):7-14
- Krikum, L y M Muñiz. Programa para el cálculo del índice de selección en las pruebas de comportamiento en campo en cerdos. 4ta Runón ACPA 1983. La Habana (Resúmenes)
- Poivey, JP, 1986. Methode simplifiée de calcul des valeurs génétiques des femelles tenant compte de toutes les parentés. Genét. Sel Evol 18:321-331
- Schaeffer, LR y BW Kennedy, 1986. Computing solutions to Mixed Model Equations. Proc. 3rd Word Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. XII: 382-393. Lincoln

USO DE RESIDUOS FOLIARES DEL PLATANO EN LA ALIMENTACION DEL CERDO. BALANCE DE N Y ENERGIA

A. García y J. Ly
Instituto de Investigaciones Porcinas Gaveta Postal # 1, Punta Brava
C. Habana, Cuba

RESUMEN

Se utilizaron 18 cerdos machos castrados de 35 kg peso vivo para estudiar el balance de nitrógeno y energía de dietas de miel B de caña de azúcar y harina de soya con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano (I, 0; II, 10; III, 20% en base seca). La digestibilidad de la materia orgánica disminuyó significativamente ($P < 0.001$) al incrementar los residuos foliares del plátano en la dieta (I, 92.6; II, 88.1 y III, 87.3%). No sucedió igual con la digestibilidad de la materia seca, nitrógeno y energía (I, 83.0, 74.2 y 84.6; II, 80.2, 75.3, 81.1 y III, 79.0, 74.7 y 79.5 respectivamente). La retención de nitrógeno (g/día) y energía (MJ/día) fue semejante entre los tratamientos experimentales (I, 15.11 y 14.63; II, 15.70 y 15.04 y III, 14.0 y 14.80 respectivamente). Se recomienda la posibilidad de uso de hasta un 20 % de harina de residuos foliares del plátano en dietas de miel B y harina de soya para cerdos en ceba sin afectar significativamente los índices del balance de N y energía

PALABRAS CLAVES: residuos foliares del plátano, digestibilidad, nitrógeno, energía, balance de nutrientes

BANANA PLANT RESIDUES IN DIETS FOR PIGS. BALANCE OF N AND ENERGY

SUMMARY

Eighteen castrated male pigs of 35 kg liveweight were used to study the N and energy balance of diets based on sugar cane molasses type B and soybean meal partially substituted by banana plant residues (I, 0; II, 10; III, 20% in basis). OM digestibility decreased ($P < 0.001$) with higher levels of banana plant residues (I, 92.6; II 88.1; III, 87.3% respectively) but this effect was not significant in DM, N and energy digestibility (I, 83.0; 74.2 and 84.6; II, 80.2, 75.3 and 81.1; III, 79.0 and 79.5 respectively). There was no treatment effect on N (g/day) and energy (KJ/day) retention (I, 15.11 and 14.63; II, 15.70 and 15.04; III, 14.00 and 14.80 respectively). It is suggested that it is possible the use of up to 20% banana plant residues meal in diets of sugar cane molasses type B and soybean meal for fattening pigs without any adverse effect on the balance of N and energy.

KEY WORDS: banana plant residues, digestibility, nitrogen, energy, balance of nutrients, pigs

INTRODUCCION

Cuba es un país agrícola, donde la caña de azúcar representa el cultivo de mayor importancia, por el volumen de hectáreas sembradas y por su rendimiento. En el proceso de obtención de azúcar se obtienen diferentes tipos de mieles, que se diferencian entre sí por las extracciones de azúcar a que son sometidas (rica, A, B y C con ninguna, una, dos y tres extracciones respectivamente).

Las mieles de caña de azúcar han sido utilizadas en las dietas de cerdos en nuestro país con buenos resultados, excepto la miel C o final, por su alto contenido en cenizas y compuestos no identificados. Estas mieles presentan la característica de tener altas digestibilidades en el cerdo (Figuroa y Ly 1990) e incluso la miel rica es superior a los cereales en este aspecto (Mederos 1991). Otra propiedad de las mieles de caña de azúcar lo es su bajo contenido en fibra lo que permite la inclusión de fuentes fibrosas como componentes de dietas de mieles sin que se produzcan afectaciones en los rasgos de comportamiento animal (Piloto et al 1994).

Por otra parte en Cuba existen grandes volúmenes de residuos foliares del plátano, que es una fuente de alimento fibroso a la que no se le brinda la atención necesaria como materia prima aunque tiene posibilidades de uso en la dieta de los cerdos. Estos residuos foliares del plátano procesados en forma de harina (García et al 1994) constituyen una fuente de alimentos de buena calidad la cual ha sido empleada anteriormente por García et al (1991, 1994) en la dieta de cerdos en preceba y ceiba.

En un trabajo anterior García y Ly (1994a) se estudiaron la inclusión de diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano en la dieta de miel B y harina de soya para cerdos en ceiba y comprobaron la posibilidad de su utilización hasta un 20% de la materia seca de la dieta. A partir de esta premisa el objetivo del presente trabajo fue conocer la utilización digestiva y metabólica en cerdos alimentados con dietas de miel B, harina de soya y diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano.

MATERIALES Y METODOS

Animales y diseño: Se utilizaron 18 cerdos machos castrados de cruce rotacional Yorkshire, Landrace y Duroc con 35 kg de peso vivo promedio distribuidos según un diseño de bloque al azar con 3 tratamientos y 6 réplicas. Se estudió el balance de nitrógeno y energía de dietas de miel B y harina de soya con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano.

Dietas: Se utilizó una dieta básica de miel B y harina de soya. A partir de esta se estudió la inclusión de diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano (10 y 20 % de la materia seca de la dieta). La composición de los tratamientos experimentales puede encontrarse en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de las dietas en base seca

Componentes, %	Residuos foliares del plátano, %		
	0	10	20
Miel B	68.78	61.16	53.54
Harina de soya	28.12	25.74	23.36
Harina de residuos foliares del plátano	-	10.00	20.00
Cloruro de sodio	0.50	0.50	0.50
Fosfato dicálcico	1.60	1.60	1.60
Vitaminas y minerales ¹	1.00	1.00	1.00
Análisis, %			
Materia seca	70.00	70.12	70.43
Nitrógeno	2.69	2.63	2.63
Fibra bruta	1.88	4.33	6.78
EB, MJ/kg MS	15.78	16.24	16.71

1 Ver Mederos (1985)

Procedimiento: Los cerdos se adaptaron durante 5 días a las jaulas y a la dieta experimental correspondiente. El muestreo duró 5 días. El alimento se suministró dos veces al día (8:30 y 15:30 horas) representando en materia seca el 10 % del peso metabólico (W3/4). Las heces fecales se recogieron diariamente y se guardaron a temperatura de congelación (-10°C). La orina se recogió diariamente sobre H₂SO₄ 4 N suficiente para mantener un pH entre 3 y 4. Después de medir el volumen total de orina se tomó una alícuota (5%) y se conservó en congelación hasta el momento de efectuar los análisis correspondientes.

Análisis: El contenido de materia seca en alimentos y excretas convenientemente homogeneizados se determinó mediante el secado de las muestras en una estufa de circulación de aire a 65°C hasta peso constante. En el mismo tipo de muestra se midió el contenido de cenizas por incineración de las mismas en un horno mufla a 500°C. Se consideró que el contenido de materia orgánica fue igual a la diferencia entre 100 y el por ciento de ceniza. El contenido calórico de las excretas y el de los alimentos secos se determinó mediante el uso de un calorímetro adiabático de bomba. El contenido de energía de la orina se calculó a partir de su concentración de nitrógeno de acuerdo con la ecuación reportada por Ly, 1995 (datos no publicados). En las muestras frescas se midió el nitrógeno mediante la digestión ácida según el procedimiento macrokjeldahl.

En los casos necesarios se utilizó la dócima de Duncan (1955) de comparación múltiple de medias para determinar diferencias entre tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 aparecen los índices de digestibilidad de diferentes nutrientes. La digestibilidad de la materia seca no difirió significativamente entre los tratamientos experimentales a pesar de existir un 4 % de diferencia entre el control y el mayor nivel de residuos foliares del plátano. Esto pudo ocurrir por la variabilidad de los datos; como se observa el ES fue alto. Según lo esperado debía de haber disminuido la digestibilidad de este nutriente ya que es conocida la influencia negativa del aumento de la fibra en la dieta sobre la digestibilidad de la materia seca, nitrógeno y energía en los cerdos (Just 1981).

Tabla 2. Digestibilidad en dietas con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano.

	Residuos foliares de plátano, %			
	0	10	20	ES±
Digestibilidad, %				
Materia seca	83.0	80.2	79.0	1.69
Materia orgánica	92.6a	88.1b	87.3b	0.58***
Ceniza	58.2	60.4	64.6	3.37
Nitrógeno	74.2	75.3	74.4	1.55
Energía	84.6	81.1	79.5	1.74
MS fecal, %	24.5	23.0	21.6	0.93

*** P<0.001

ab Medias sin letra en común en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955).

La digestibilidad del nitrógeno fue similar entre los tratamientos experimentales. Se observó que el aporte proteico de los residuos foliares del plátano en la dieta fue utilizado de forma semejante que en la dieta control. En esto pudo influir la composición aminoacídica de los residuos, los cuales están en rangos comparables a los de las fuentes de cereales (J Ly G Coto y A García, datos inéditos). Por otra parte, en este experimento posiblemente no se hizo evidente un incremento del nitrógeno fecal bacteriano debido al incremento del nivel dietético de fibra (Eggum 1992), lo cual pudo

enmascarar la digestibilidad real de la fuente en estudio . A este respecto en un trabajo realizado por Mason et al (1982) se encontró que al sustituir un tercio del cereal por harina de hierba, aumentó el nitrógeno fecal, en el cual el 60% era representado por nitrógeno bacteriano, y ésto aparentemente influyó en la digestibilidad de la proteína.

La digestibilidad de la materia orgánica difirió significativamente ($P<0.001$) entre los cerdos que consumieron la dieta control y la de los residuos foliares del plátano. Esta situación fue determinada por un mayor por ciento de fibra en las dietas de harina de residuos foliares del plátano y por la presencia de lignina que puede ser de alrededor del 5% en la harina de residuos del plátano (García 1994). A este respecto es bien sabido que la lignina es indigestible y que además la formación de enlaces lignina-hemicelulosa hace indigestible a esta última (García y Ly 1995).

En concordancia con el efecto que se halló en la digestibilidad de la materia orgánica, se observó una disminución, aunque no significativa, de la digestibilidad aparente de la energía. Esto es enteramente lógico ya que se sabe que las dietas altas en fibra aumentan la velocidad de tránsito en el tracto gastrointestinal (Raczynski et al 1982), por lo cual no es posible realizar una digestión bacteriana total de los nutrientes presentes en la digesta que transita por una porción del tracto gastrointestinal.

El consumo de energía bruta (tabla 3) fue superior en los tratamientos que contenían residuos foliares del plátano. Esto se correspondió con una mayor excreción ($P<0.10$) en las heces a medida que aumentó el sub-producto en las dietas. Por otra parte no hubo diferencias significativas en la excreción de energía en orina entre el tratamiento control y el de 10 y 20% de residuos foliares del plátano. Esto determinó retenciones de energía similares entre los tratamientos experimentales. Estos resultados corroboran los obtenidos anteriormente por García (1994) y García y Ly (1995) ya que el nivel de fibra tiene su mayor efecto en la digestibilidad aparente de los nutrientes, puesto que la retención es similar siempre que la fuente utilizada esté representada por fibras de buena calidad.

Tabla 3. Retención de energía en dietas con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano

Residuos foliares de plátano, %

	Residuos foliares de plátano, %			
	0	10	20	ES±
Balance, MJ/día				
Consumo	18.83a	9.64b	20.00b	0.07***
Excreción fecal	2.91	3.66	4.16	0.35+
Excreción urinaria	0.88ab	0.65a	1.07b	0.08*
Retención	14.63	15.04	14.80	0.36
Energía retenida % del consumo	78.9	77.8	74.1	1.73
% de la digestión	93.3	96.1	93.1	0.76

+ $P<0.10$; * $P<0.01$; *** $P<0.001$

ab Medias sin letras en común en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955)

Se observó además un decrecimiento de la retención de energía como por ciento de la consumida a medida que se incrementó el nivel de harina de residuos foliares del plátano en la dieta, lo que también pudo estar dado por el incremento del nivel de fibra en la dieta (Just 1981, Kornegay 1981). Sin embargo la retención de energía como por ciento de la digerida fue semejante, e incluso algo más elevada en los animales que consumieron la dieta con 10% de residuos foliares del plátano.

La retención de nitrógeno (tabla 4) expresada como por ciento del consumido y digerido no difirió entre las dietas, correspondiéndose con los resultados expuestos anteriormente

por García y Ly (1995), cuando se utilizaron dietas con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano y cereales para cerdos en crecimiento. Tanto la retención de nitrógeno expresada como por ciento del consumido como por ciento del digerido se enmarcan en rangos similares a los discutidos por Pérez et al (1990) en dietas de cereales.

Tabla 4. Retención de nitrógeno en dietas con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano

	Residuos foliares de plátano, %			
	0	10	20	ES±
Balance, g/día				
Consumo	32.30	31.64	31.49	0.16
Excreción fecal	8.44	7.77	8.06	0.51
Excreción urinaria	8.75	8.17	8.92	0.69
Retención	15.11	15.70	14.00	0.72
Nitrógeno retenido				
% del consumo	48.3	49.1	46.2	2.72
% de la digestión	64.8	65.2	61.2	2.96

La retención de nitrógeno en dietas de residuos foliares del plátano pudiera tener una valoración disminuída de la real ya que según Mason et al (1976), Low et al (1978) y Meini y Kreienbring (1985) entre el 60 y el 80 % del nitrógeno fecal puede estar representado por nitrógeno bacteriano en dietas altas en fibra. Esto no se hizo evidente en este experimento, tal vez debido a que en los residuos foliares del plátano no existan fuertes enlaces entre la proteína y los elementos celulares de sostén. Los resultados obtenidos en este trabajo permite recomendar la posibilidad del uso de hasta un 20% de harina de residuos foliares del plátano en dietas de miel B y harina de soya para cerdos en ceba, sin afectar significativamente los dos índices básicos del balance de nutrientes.

BIBLIOGRAFIA

- Duncan DB, 1955. Multiple range and multiple F Test. *Biometrics* 11:1-42
- Eggum BO, 1992. The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization. In: Dietary fibre as component of food. Nutritional function in health and disease (TF Schwelzer y E Cha ed). London. Springer Verlag p 153-165
- Figueroa V y J Ly, 1990. Alimentación porcina no convencional.-México. Geplacea. 215 p
- García A, 1994. Uso de proteína foliar en la alimentación del cerdo. Curso Intern aliment Porcina no convencional. La Habana pp 20
- García A, PL Domínguez, Y Torres y J Ly, 1991. Balance de nitrógeno en cerdos alimentados con residuos foliares del plátano (*Musa spp*). IV Congr ALVEC La Habana (Resúmenes) p 14
- García A y J Ly, 1994a. Uso de diferentes niveles de residuos foliares del plátano en la alimentación del cerdo. *Rev Comp Prod Porc* 1(1):61-66
- García A y J Ly, 1995. Uso de diferentes niveles de residuos foliares del plátano (*Musa spp*) en la alimentación del cerdo. Digestibilidad de cerdos en preceba. *Rev Comp Prod Porc* 2(1):68-75
- García A, PL Domínguez, J Ly y A Puig, 1994. Harina de residuos foliares del plátano (*Musa spp*) en pienso secos para cerdos. *Zootec Cuba* 3(2):

- Just A, 1981. Energy evaluation of feedstuffs for growing pig. *Pig News Inf* 2(4):401-405
- Kornegay ET, 1981. Soybean hull digestibility by sow and feeding value for growing-finishing swine. *J Anim Sci* 53:138-145
- Low AG, IE Sambrook y JT Jushimoto, 1978. Studies on the true digestibility of nitrogen (N) and aminoacids in growing pigs. EAAP 29th Ann Meet Stockholm Mason VC, A Just y S Bech-Andersen 1976. Bacterial activity in the hindgut. 2. Its influence on the apparent digestibility of nitrogen and aminoacids. *Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelk* 36:310-324
- Mason VC, Z Kragelund y BO Eggum, 1982. Influence of fibre and neobactin on microbial activity and aminoacids digestibility in the pig and rat. *Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelk* 48:241-252
- Mederos CM, 1991. Utilización de la miel rica en la alimentación de cerdos al destete. Tesis Dr C Vet. Inst Sup Cienc Agropec La Habana. pp 147
- Mederos CM, 1985. Mejorar la conversión alimenticia y parámetros reproductivos de cerdos en crecimiento y ceba mediante la suplementación de vitaminas, minerales y aditivos. *Inf Tema* 02.12.09. Inst Inv Porcinas La Habana. pp 56
- Meinl M y F Kreienbring, 1985. Investigations into the bacterial contribution in pig faeces. *Arch Tierernahr* 35:33-44
- Pérez A, J Martínez, J González, LM Mora y PL Dominguez, 1990. Utilización digestiva y metabólica de desperdicios procesados, levadura torula y diferentes mieles de caña en cerdos en crecimiento. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 13(2):39-54
- Piloto JL, CM Mederos y E Vinent, 1994. Uso del kenaf (*Hibiscus cannabinus*) en la alimentación de cerdos en crecimiento *Rev Comp Prod Porc.* 1(1):53-60
- Raczynski G, BO Eggum y A Chwalibog 1982. The effect of dietary composition on transit time in rats. *Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelk.* 47:160-167

CARACTERISTICAS DE LA CANAL Y RETENCION DE ENERGIA DE CERDOS JOVENES ALIMENTADOS CON DIETAS BASADAS EN MAIZ O MIEL RICA

Carmen María Mederos, Vilda Figueroa, Diana Cruz-Bustillo y JL Piloto
Instituto de Investigaciones Porcinas Gaveta Postal No. 1,
Punta Brava Ciudad de la Habana, Cuba.

RESUMEN

Se estudió las características de la canal y la retención de energía en 56 cerditos Yorkshire Landrace x Duroc machos castrados de una prueba de comportamiento desde el destete (6.8 kg peso vivo) distribuidos según un experimento factorial (2x2) con cuatro tratamientos. Los efectos fueron la fuente de energía (maíz o miel rica) y el nivel de consumo de alimento (restringido o ad libitum). Los cerdos se sacrificaron a los 30 kg peso vivo. Doce cerditos adicionales se sacrificaron con 6.8 kg peso vivo promedio al comienzo de la prueba para disección total de las canales. Mientras que el porcentaje de grasa en la canal de los cerdos fue menor ($P < 0.001$) para la miel rica restringida, fue superior en los cerdos del tratamiento de miel rica ad libitum con valores intermedios para los dos tratamientos de maíz (31.0, 27.2, 30.4 y 33.2). La relación carne:grasa en la canal en el tratamiento de miel rica restringida fue superior ($P < 0.01$) al del resto de los tratamientos (1.7, 2.0, 1.7 y 1.6). La energía retenida como proteína (MJ/día) en la ganancia de la canal no varió entre tratamientos (0.69, 0.69, 0.75 y 0.77). Sin embargo, los animales alimentados con miel rica restringida retuvieron menos energía ($P < 0.001$) como grasa (MJ/día) en la ganancia de la canal, y lo contrario ocurrió con miel rica ad libitum. Se obtuvieron cifras intermedias para ambos tratamientos de maíz (2.95, 2.42, 3.09 y 3.50). Se concluye que los cerditos que consumieron miel rica restringida a partir del destete resultaron ser más magros que los cerditos alimentados con maíz. En oposición a esto, los cerditos alimentados con miel rica ad libitum tuvieron una proporción de grasa mayor en la canal, por lo que se sugiere que fueron los que utilizaron con menor eficiencia la dieta.

PALABRAS CLAVES: cerdos al destete, maíz, miel rica de caña de azúcar, alimentación restringida, alimentación ad libitum, rasgos de la canal.

CARCASS TRAITS AND ENERGY RETENTION OF YOUNG PIGS FED WITH DIETS BASED ON CORN OR HIGH-TEST MOLASSES

SUMMARY

Carcass characteristics and energy retention were studied in 56 young YL x D barrows from a performance experiment (6.8-30.0 kg) the pigs were allotted into four treatments according to a factorial experiment (2x2). The factors were energy source (corn or high-test molasses) and feed intake level (restricted or ad libitum). The pigs were slaughtered with 30 kg live weight and twelve additional pigs were slaughtered with 6.8 kg live weight for total carcass dissection. While carcass fat percentage was lower ($P < 0.001$) for restricted high-test molasses it was higher in pigs for ad libitum high-test molasses. Both treatments of corn had intermediate values (31.0, 27.2, 30.4 and 33.2). The ratio carcass lean:fat was the highest ($P < 0.001$) for pigs of restricted high-test molasses (1.7, 2.0, 1.7 and 1.6). Energy retention as protein (MJ/day) in carcass gain did not differ between treatments (0.69, 0.69, 0.75 and 0.77). Nevertheless, the animals fed restricted high-test molasses retained less energy ($P < 0.001$) as fat (MJ/day) in carcass gain. The opposite was observed in pigs fed ad libitum high-test molasses. It is concluded that weaned pigs fed restricted high-test molasses diets are leaner than pigs fed with diets based on corn. The opposite may be found with pigs fed ad libitum high-test molasses diets. Since these pigs had a higher fat proportion in carcass, it is possible to suggest that they used the diet with less efficiency.

KEY WORDS: weaned pigs, corn, sugar cane high-test molasses, restricted feeding, ad libitum

feeding, carcass traits.

INTRODUCCION

Las evidencias experimentales indican que cuando las mieles enriquecidas de caña de azúcar se comparan con los cereales en igualdad de condiciones, con consumos similares de energía metabolizable y proteína, no hay cambios sustanciales en la composición de la canal en cerdos de 60 y 90 kg de peso vivo (Figueroa et al 1988,1990).

Sin embargo, otros autores (Cruz-Bustillo et al 1988,1989) han encontrado canales ligeramente más grasas en cerdos sacrificados a 90 kg o más de peso vivo, pero refieren haber obtenido velocidades de deposición de carne significativamente superiores para los cerdos que recibieron dietas de miel rica y levadura torula.

Por otra parte, en los resultados obtenidos por Mederos et al (1995) se puso de manifiesto que cuando los cerditos ingieren dietas con altos contenidos de miel rica de forma restringida a partir del destete, aunque consuman menor cantidad de energía metabolizable, tienen iguales ganancias de peso que los animales que ingieren una dieta de cereales. Este hallazgo sugiere una mayor eficiencia en la utilización de la energía en los cerdos jóvenes que consumen raciones basadas en miel rica, lo que pudiera estar relacionado con cambios en la composición corporal de los mismos.

A partir de estos antecedentes, teniendo en cuenta que no existe información acerca de la composición de la canal y la retención de energía en cerditos que ingieren dietas basadas en miel rica en el período comprendido entre el destete hasta la entrada al cebadero, se decidió realizar el experimento que se expone a continuación.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 56 cerditos machos castrados del cruce Yorkshire Landrace x Duroc procedentes de una prueba de comportamiento (Mederos et al 1995) en la cual los cerdos se alojaron desde el destete (6.8 kg de peso vivo) en jaulas individuales y se distribuyeron según un diseño en bloques al azar en cuatro repeticiones por tratamiento en cada réplica. Los factores considerados fueron la fuente de energía (maíz o miel rica) y el nivel de consumo de alimento (restringido o ad libitum).

En las tablas 1 y 2 se muestran las dietas usadas de 33 a 61 días, y desde 62 días de edad de los cerdos hasta al final del experimento, cuando los cerdos alcanzaron los 30 kg de peso vivo.

Estas dietas se confeccionaron de forma tal que los animales de los tratamientos sometidos al régimen de alimentación restringido consumieran la misma cantidad de materia seca y proteína diariamente teniendo en cuenta los requerimientos del NRC (1988).

Tabla 1. Composición de las dietas usadas en el período de 33 a 61 días de edad (% MS).

Ingredientes	Sistema restringido		Sistema ad libitum	
	Maíz	Miel rica	Maíz	Miel rica
Maíz	71.6	-	68.6	-
Miel rica	-	52.9	-	53.2
Levadura torula	25.3	45.0	28.3	44.7
Carbonato de calcio	1.7	-	1.7	-
Hidrato de cal	-	0.7	-	0.7
Cloruro de sodio	0.4	0.4	0.4	0.4
Premezcla vit y min				
Análisis	1.0	1.0	1.0	1.0
Proteína bruta, %MS	19.4	20.6	20.4	20.4
Energía metabolizable MJ/kg MS	15.3	14.9	15.3	14.9

Tabla 2. Composición de las dietas usadas a partir de los 62 días de edad hasta el final del experimento (% MS).

Ingredientes	Sistema restringido		Sistema ad libitum	
	Maíz	Miel rica	Maíz	Miel rica
Maíz	71.6	-	75.8	-
Miel rica	-	52.9	-	58.5
Levadura torula	25.3	45.0	21.1	39.4
Carbonato de calcio	1.7	-	1.4	-
Hidrato de cal	-	0.7	-	0.7
Fosfato dicálcico	-	-	0.3	-
Cloruro de sodio	0.4	0.4	0.4	0.4
Premezcla vit y min	1.0	1.0	1.0	1.0
Análisis				
Proteína bruta, %MS	19.4	20.6	18.0	18.0
Energía metabolizable MJ/kg MS	15.3	14.9	15.3	14.7

Los cerdos se sacrificaron al arribar a los 30 ± 1 kg de peso vivo. Doce cerditos adicionales se sacrificaron con 6.8 kg de peso vivo promedio al comienzo de la prueba para la disección total de las canales. Al día siguiente del sacrificio se pesaron ambas bandas de las canales frías sin cabeza ni riñones y se diseccionó la banda derecha separando y pesando individualmente la carne, la grasa externa más piel, grasa intermuscular y los huesos del jamón, paleta, solomo, lomo, lacón y panceta. También se pesaron la grasa perirrenal, el filete, las patas y los recortes de cada banda diseccionada. Para realizar los cálculos se tuvo en cuenta el peso de la banda izquierda, refiriéndose de esta manera las medidas a la canal total.

El porcentaje de grasa en la canal se calculó teniendo en cuenta toda la grasa subcutánea más la piel, la grasa intermuscular y la grasa perirrenal. En el caso del porcentaje de carne además de la de los cortes se incluyó el filete. Los cálculos de retención de energía se determinaron a partir de la disección total de las canales por matanza comparativa de los cerdos entre 6.8 y 30 kg de peso vivo. El método de disección empleado, así como las medidas de longitud de la canal fueron descritos por Kielanowski y Osinska (1954).

La energía retenida en la ganancia en canal se calculó asumiendo para los tejidos una composición constante de proteína y grasa. Se consideró en la canal un 23 % de proteína para la carne y un 90 % de lípidos en la grasa, según ARC (1969). Se consideró además un valor calorífico para la proteína y la grasa de 23.80 y 39.73 kJ/g respectivamente

según los valores propuestos por Kleiber (1961).

La energía requerida para la ganancia en canal fue calculada a partir de los valores sugeridos por ARC (1981) de un 56 y 74 % de eficiencia para el depósito de proteína y grasa respectivamente.

En los casos necesarios se aplicó la prueba de Duncan (1955) de comparación múltiple de medias. Además se incluyó un análisis de la interacción de los factores fuente de energía (maíz o miel rica) y proporción de tejidos (% de carne, de grasa o de hueso) porque interesaba conocer cómo variaba la proporción de tejidos en la canal para los tratamientos de miel rica y maíz restringidos y ad libitum por separado.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 3 se presentan las longitudes de la canal por los factores considerados, ya que no se encontró interacción para estas medidas.

Tabla 3. Longitud de la canal en cerdos alimentados con maíz o miel rica en regímenes de consumo restringido o ad libitum.

	Efecto del tipo de fuente de energía		
	Maíz	Miel Rica	ES
No. animales	28	28	
Longitud mayor, cm	62.4	60.5	0.3***
Longitud menor, cm	53.3	52.1	0.2**
	Sistema de alimentación		
	Restringido	Ad libitum	
Longitud mayor, cm	62.0	60.9	0.3**
Longitud menor, cm	53.1	52.3	0.2*

* P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Llama la atención que los cerditos que consumieron las dietas cuya fuente de energía fue la miel rica, tuvieron una longitud mayor y menor marcadamente inferior ($P<0.001$ y $P<0.01$ respectivamente) que los que consumieron las dietas basadas en maíz. Situación similar fue la encontrada por Pathak y Ranjhan (1981) cuando compararon dietas basadas en miel final o cereales consumidas por cerdos entre 21 y 73 kg de peso vivo. En este trabajo, los cerdos que consumieron la dieta de miel final tuvieron una reducción en 6 cm en la longitud de la canal en comparación con los cerdos que consumieron cereales. Para este fenómeno, que ya fue sugerido por Figueroa y Ly (1990), no se ha encontrado explicación.

Por otra parte, el análisis del efecto del sistema de alimentación arrojó que las longitudes mayor y menor disminuyeron ($P<0.05$) para los cerdos alimentados ad libitum al ser comparadas con las medidas obtenidas para los cerdos alimentados de forma restringida, aunque es evidente que en este efecto las diferencias fueron menos acentuadas (1.8 y 1.5% respectivamente).

En la tabla 4 se ofrece la composición de la canal de los cerdos. Se obtuvieron interacciones significativas para el porcentaje de grasa en la canal ($P<0.001$) y relación carne: grasa.

Tabla 4. Composición de la canal de cerdos alimentados con dietas basadas en maíz o miel rica.

	Sistema restringido		Sistema ad libitum		ES
	Maíz	Miel Rica	Maíz	Miel Rica	
No. animales	14	14	14	14	
Peso de la canal, kg	18.6	18.2	18.7	18.4	0.23
Rendimiento comercial, %	61.6	60.7	61.5	60.0	0.6
Carne, %	50.7	53.5	51.6	52.1	0.9
Grasa, %	31.0 ^b	27.2 ^c	30.4 ^b	33.2 ^a	0.9 ^{***}
Hueso, %	15.1	15.1	14.2	14.5	0.3
Relación carne:grasa	1.7 ^b	2.0 ^a	1.7 ^b	1.6 ^b	0.1 ^{**}
Relación carne:hueso	3.4	3.5	3.6	3.6	0.1

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

abc Medias sin letra en común en la misma línea difieren significativamente (P<0.05) (Duncan 1955).

Las diferencias encontradas para el porcentaje de grasa en la canal fueron tales que el tratamiento basado en miel rica en el sistema restringido tuvo el menor valor para este indicador, mientras que para los tratamientos basados en maíz, tanto en el sistema restringido como en el ad libitum las cifras fueron intermedias. El mayor valor para la proporción de grasa en la canal se obtuvo en el tratamiento basado en miel rica en el sistema ad libitum.

Estos resultados son compatibles con los encontrados por Schumacher et al (1987) al existir una reducción significativa en el espesor de la grasa dorsal de cerdos de 80 kg de peso vivo cuando se pasó de una dieta de cereales a otra cuya única fuente energética la constituyó el azúcar crudo y se utilizó un sistema de alimentación restringido (2.36 kg MS/da a partir de los 25 kg). No obstante, se ha informado un mayor crecimiento en carne (g/da) en cerdos en crecimiento-ceba alimentados con raciones en las que la miel rica fue la fuente de energía (Cruz-Bustillo et al 1988, Figueroa et al 1988).

Es de señalar que si bien no se encontró interacción en el porcentaje de carne en la canal, se observó que este valor fue numéricamente superior en el tratamiento de miel rica restringida. Si se compara al de maíz restringido, se aprecia que fue superior en el orden de un 5%, lo que desde el punto de vista biológico resulta de interés. Por este motivo y tomando en consideración las diferencias entre las varianzas para los tratamientos con alimentación ad libitum (S² = 5.9) con respecto a los tratamientos con alimentación restringida (S² = 14.6) en el porcentaje de carne en la canal, se analizaron de forma independiente los resultados de ambos sistemas de alimentación.

En la tabla 5 se muestran los resultados de este análisis en el sistema restringido los que indicaron que hubo interacción significativa (P<0.001) entre los efectos considerados. Se observó también como, en este tipo de análisis, se detectó además de una menor proporción de grasa, una proporción de carne significativamente superior (P<0.001) en la canal de los cerditos del tratamiento de miel rica suministrada de forma restringida en relación con los del tratamiento de maíz restringido, sin encontrarse diferencias en la proporción de hueso.

Tabla 5. Proporción de tejidos en la canal de cerdos de 30 kg de peso vivo alimentados con maíz o miel rica con consumo restringido

Fuente de energía	Proporción de tejidos, %			ES	R2
	Carne	Grasa	Hueso		
Maíz	50.7 ^b	31.0 ^c	15.1 ^e	0.9 ***	0.96 ^{***}
Miel Rica	53.5 ^a	27.2 ^d	15.1 ^e		

*** P<0.001

abcde Medias sin letra en común en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955).

En la tabla 6 se exponen los resultados de este análisis en el sistema ad libitum. Se observó nuevamente que los cerdos alimentados con la dieta basada en miel rica en este sistema de alimentación fueron más grasos.

Tabla 6. Proporción de tejidos en la canal de cerdos de 30 kg de peso vivo alimentados con maíz o miel rica con consumo ad libitum

Fuente de energía	Proporción de tejidos, %			ES	R2
	Carne	Grasa	Hueso		
Maíz	51.6 ^a	30.4 ^c	14.2 ^d	0.6 *	0.98
Miel Rica	52.1 ^a	33.2 ^b	14.5 ^d		

* P<0.05

abcd Medias sin letras en común en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955).

Por otra parte (ver tabla 4), la relación carne:grasa considerada como la medida preferentemente utilizada como indicador de la calidad de la canal en los cerdos (Dunkin 1971), fue superior (P<0.01) en los animales que consumieron la miel rica de forma restringida. No se encontró interacción para las medidas de % de hueso en la canal y la relación carne:hueso. Pudiera entonces pensarse que la disminución de grasa, los aumentos en la proporción de carne y la relación carne:grasa en las canales de los cerdos que consumieron la ración de miel rica restringida estén vinculados con el menor consumo de energía metabolizable que hicieron estos animales, al establecerse la comparación con el tratamiento de maíz restringido, como ya observaron Mederos et al (1995). Sin embargo, al realizarse el análisis de regresión entre el consumo de energía metabolizable (MJ) y la proporción de carne en canal, y el consumo de energía metabolizable (MJ) y la proporción de grasa en canal, no se encontró relación alguna para estas medidas en ambos tratamientos. Esto quiere decir que en el sistema de alimentación restringido, los cerdos que consumieron la dieta basada en miel rica tuvieron canales más magras que los cerdos que consumieron la dieta basada en maíz, como consecuencia del tipo de fuente de energía y no de la cantidad de energía metabolizable consumida.

La observación de canales más magras se ha asociado generalmente con la característica de animales más largos, principalmente por efecto de la aplicación de hormonas estimulantes del crecimiento (Campbell et al 1988) o en la comparación de sexos (Walstra 1980). Por otra parte, existen razas como la Pietrain belga que tienen jamones ms magros y sus canales son más cortas y más anchas (Diestre y Arpa 1984). Por otra parte se conoce que los cerdos de la raza Hampshire, que se caracterizan por tener canales más magras en comparación con otras razas, también son más cortos (Diguez et al 1985). En nuestro caso, los cerdos que consumieron la dieta de miel rica de forma restringida resultaron ser más magros, y sin embargo, el efecto de esta fuente de alimento en la ración determinó que los animales fueran más cortos.

Otra cuestión que se deduce de la tabla 4 es el hecho de no haberse encontrado diferencias en la composición de la canal de los cerdos cuando se emplearon las dietas de maíz de forma restringida o ad libitum. Esto es debido a la poca diferencia que existió en el consumo de alimento entre estos dos tratamientos (Mederos et al 1995).

La composición de la canal de los cerdos empeoró cuando al utilizar la miel rica como fuente de energía en la ración se pasó del sistema restringido al sistema ad libitum, obteniéndose canales más grasas en este último tratamiento. Resultados similares fueron los encontrados por Figueroa et al (1990) en cerdos de 30 a 90 kg de peso vivo que consumieron dietas basadas en miel B y levadura torula de forma restringida o ad libitum. Estos resultados coinciden con lo que de forma reiterada se ha informado con dietas convencionales, ya que generalmente se acepta que la alimentación ad libitum produce canales más grasas (Haydon et al 1989).

En general, los valores alcanzados en este experimento para las diferentes medidas de composición de la canal son comparables a los indicados por Mc Meekan (1940a) citado en ARC (1981), Clausen (1953) citado en ARC (1969) y Walstra (1980) en cerdos Large White, Landrace daneses o híbridos respectivamente, con pesos vivos similares a los de este experimento, pero alimentados con dietas basadas en cereales. Sin embargo, los porcentajes de carne y de hueso en la canal obtenidos por Velázquez et al (1972) en cerdos Duroc y Yorkshire con 30 kg de peso

vivo que consumieron una ración a base de cereales, son ligeramente inferiores a los de este ensayo.

En la tabla 7 se muestran los cálculos de la retención de energía en los cerdos de los diferentes tratamientos experimentales. Se encontró interacción significativa solamente para la energía retenida en forma de grasa, para la energía total retenida y para la energía requerida para la ganancia en canal.

Tabla 7. Cálculos de la retención de energía determinada mediante la disección total de canales en cerdos alimentados con maíz o miel rica.

	Sistema restringido		Sistema ad libitum		ES
	Maíz	Miel Rica	Maíz	Miel Rica	
Energía retenida en canal, MJ/da					
Proteína	0.69	0.69	0.75	0.77	0.02
Grasa	2.95 b	2.42c	3.09b	3.50 a	0.12***
Total	3.63b	3.11c	3.84b	4.27a	0.12***
Energía requerida para Ganancia en canal, MJ/da	5.26b	4.55c	5.56b	6.16 a	0.16***
Energía retenida en canal como % de EM consumida	23.2	20.8	23.8	24.8	1.0

*** $P < 0.001$

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

Los datos indican que la energía retenida como proteína en la ganancia de la canal no varió entre los tratamientos. Se observó además que los animales alimentados con miel rica de forma restringida retuvieron menos energía como grasa ($P < 0.001$) que el resto de los tratamientos. Mientras que los tratamientos de maíz no difirieron entre sí, los cerdos que retuvieron más energía en forma de grasa correspondieron al tratamiento de miel rica ad libitum, aspecto que está relacionado con los contenidos de grasa en la canal de los cerdos de los diferentes tratamientos. Lo mismo sucedió para la energía total retenida en la ganancia de la canal.

Evidentemente la proporción de grasa en la ganancia total de la canal determinó los valores de la energía total retenida en la ganancia en canal, ya que la ganancia en grasa de la canal (g/da) fue de 83 vs 68 para el maíz y la miel rica respectivamente, con diferencias significativas tanto en el sistema restringido como en el sistema ad libitum ($P < 0.001$) para el cual los valores fueron de 87 y 98 g/día respectivamente.

Así pues, la proporción de energía retenida en forma de grasa con respecto a la energía total retenida varió desde un 78 % para los cerdos del tratamiento de miel rica en el sistema restringido, hasta un rango comprendido entre 80 y 82 % para el resto de los tratamientos. Valores de aproximadamente 70 % fueron encontrados por Oslage y Fliegel (1964) mediante procedimientos calorimétricos en cerdos entre 30 y 40 kg de peso vivo alimentados con altos niveles de consumo y dietas convencionales, y de 74 % en cerdos de 20 a 40 kg de peso vivo medidos por matanza comparativa (Noblet et al 1987). Los datos de energía total retenida estuvieron en el orden de 3.11 a 4.27 MJ/día de ganancia en canal; el menor valor ($P < 0.001$) fue el de los cerdos que consumieron la miel rica de forma restringida. Los índices del presente experimento pueden compararse con los de Thorbek (1975) y Close et al (1978) para cerdos entre 20 y 50 kg de peso vivo alimentados bajo diferentes sistemas de alimentación con dietas de cereales.

Los datos de la tabla 7 también demuestran que los cerditos que consumieron la dieta de miel rica de manera restringida necesitaron la menor cantidad de energía metabolizable ($P < 0.001$) para la ganancia de la canal. No se encontraron diferencias en este indicador para los tratamientos de maíz, pero los animales del tratamiento de miel rica ad libitum necesitaron ingerir la mayor cantidad de energía metabolizable para la ganancia en canal, resultados que estuvieron evidentemente determinados por la proporción de grasa en la canal de los cerdos de los distintos tratamientos. Esto pudiera explicar el hecho de que a pesar de que los cerdos del tratamiento de

miel rica restringida consumieron menor cantidad de energía metabolizable que los del tratamiento de maíz restringido, las ganancias de peso vivo, los pesos de la canal y conversiones alimentarias (materia seca) fueron similares para ambos tratamientos (Mederos et al 1995). Sin embargo, cuando los consumos de energía metabolizable de los cerdos alimentados con miel rica se incrementaron en un 25% en el sistema ad libitum, aumentó la energía requerida para la ganancia en canal, y aunque los cerdos ganaron más peso vivo, la eficiencia medida como conversión alimentaria de materia seca se afectó significativamente (Mederos et al 1995).

Por último, la energía total retenida en la canal fue entre un 20.8 a 24.8 % de la energía metabolizable consumida, y no varió significativamente entre los diferentes tratamientos, indicando que independientemente de los niveles de consumo de energía metabolizable (14.4 - 18.1 MJ/da) y las fuentes de energía empleadas, los cerdos utilizaron la mayor parte del consumo energético para cubrir los requerimientos de mantenimiento, incluyendo el movimiento. Si se considera según Osinska (1962) que el 80% de la energía retenida en el peso vivo de los cerdos se encuentra en la canal, estos valores se incrementan ligeramente. No obstante, son semejantes a los medidos por métodos calorimétricos por Bayley et al (1983) en cerdos de 12 a 14 kg de peso vivo alimentados con dietas basadas en miel final, azcares ó almidón: 19 a 23% de retención de la energía con respecto a la energía metabolizable consumida (ER/EM). También Thorbek (1975) informó valores de 16 y 24% (ER/EM) en cerdos de 23 y 28 kg respectivamente y Close et al (1978) determinó porcentajes de ER/EM de aproximadamente 25% para cerdos entre 21 y 38 kg de peso vivo.

En resumen, a partir de los resultados informados en este ensayo se puede concluir que los cerditos que consumieron la dieta basada en miel rica de forma restringida a partir del destete, resultaron ser más magros y requirieron consumir menor cantidad de energía metabolizable para la ganancia en canal que los cerditos alimentados con las dietas a base de maíz. En oposición a esto, los cerditos alimentados con la dieta basada en miel rica ad libitum tuvieron una proporción de grasa mayor y necesitaron una cantidad superior de energía metabolizable para la ganancia en canal, por lo que en sentido general se puede plantear que fueron los que utilizaron con menor eficiencia la dieta.

BIBLIOGRAFIA

- ARC, 1969. Necesidades nutritivas de los animales domésticos. 3. Cerdos. Revisión Técnica y Resúmenes. León: Editorial Academia. pp 324
- ARC, 1981. The nutrient requirements of pigs / Agricultural Research Council. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux pp 307
- Bayley HS, V Figueroa, J Ly, A Mayln y A Pérez, 1983. Utilization of sugar cane final molasses by the pig: Energy metabolism. *Canad Animal Sci* 63:455-462
- Campbell RG, NC Steele, TJ Caperna, JP McMurty, MB Salomon y AD Mitchell, 1988. Interrelationships between energy intake and endogenous porcine growth hormone administration on the performance, body composition and protein and energy metabolism of growing pigs weighing 25 to 55 kilograms live weight. *J Anim Sci* 66:1643-1655
- Close WH, LE Mount y D Browin, 1978. The effect of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 2. Growth rate including protein and fat deposition. *Brit J Nut* 40:423-431
- Cruz-Bustillo D, AM González, RM de la Mella, FJ Diéguez, RA Gómez y A Sánchez, 1988. Composición de las canales de cerdos alimentados con mieles enriquecidas en un cebadero comercial. *Cienc Téc Agric, Ganado Porcino* 11(4):21-30
- Cruz-Bustillo D, A Sánchez, B Barreto, U Ortega, L Castillo y P Altunaga, 1989. Distribución de tejidos separables y repartición de la grasa corporal de cerdos alimentados durante la ceba con diferentes mieles de caa de azúcar. *Cienc Téc Agric, Ganado Porcino* 12(2):7-14
- Diguez FJ, D Cruz-Bustillo, I Santana y MA Figueredo, 1985. Comportamiento y composición corporal de cerdos de cinco razas alimentados con desperdicios procesados y sacrificados a tres edades. *Cienc Téc Agric, Ganado Porcino* 8(1):7-25
- Diestre A y I Arpa, 1994. La investigación aplicada en la calidad de la canal y de la carne en el porcino. *Med Vet* 1(2):69-84

- Duncan DB, 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42
- Dunkin AC, 1971. Some non genetic factors affecting carcass characteristics and meat quality in pigs. *Food Techn Australia* 23 (5):222-227
- Figueroa V y J Ly, 1990. Alimentación porcina no convencional. Mexico:Geplacea, Serie Diversificación. pp 215
- Figueroa V, A Mayln, J Ly y M Prez, 1988. Miel rica y levadura torula como sustitutos de dietas convencionales para cerdos en ceba. I. Comportamiento de 30 a 60 kg PV. *Rev Cubana Cienc Agric* 22 (3):259-264
- Figueroa V, A Mayln y O Novo, 1990. Efecto de bajos niveles de proteina en las características de la canal en cerdos alimentados con miel B y levadura torula. In: *Anais 12a. Reun ALPA Sao Paulo* p 80
- Haydon KD, TD Tanksley y DA Knabe, 1989. Performance and carcass composition of limit fed growing-finishing swine. *J Anim Sci.* 67(8):1916-1925
- Kielanowski J y Z Osinska, 1954. Métodos para estimar el contenido de grasa y de carne magra en la canal de puercos. *Roczn Nauk Roln* 67:8 (en polaco)
- Kleiber M, 1961. *The fire of life. An introduction to animal energetics.* London: John Wiley and Sons pp 459
- Mederos CM, V Figueroa, D Cruz-Bustillo y JL Piloto, 1995. Utilización de diferentes sistemas de alimentación en cerdos al destete con dietas basadas en maíz o miel rica. *Rev Comput Prod Porcina* 2(1):76-84
- Noblet J, Y Henry y S Dubois, 1987. Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *J Anim Sci* 65:717726
- NRC, 1988. *Nutrient Requeriments of swine/National Research Council.* (9 ed.) Washington, D.C. : National Academy Press. pp 93
- Osinska S, 1962. Estimation of protein, chemical fat and energy content in pigs. *Anim Prod* 4:391-393
- Oslage HJ y H Fliegel, 1964. Nitrogen and energy metabolism of growing-fattening pigs with an approximately maximal feed intake. In: *Proc 3rd. Symp Energy Metabolism.* Publication No. 11. Europ Assoc Anim Prod London: Academic Press pp 297
- Pathak NN y SK Ranjhan, 1981. Note on growth response, feed efficiency and carcass characteristics of Large White Yorkshire pigs fed ad lib. liquid molasses and protein supplement. *Indian J Anim Sci*, 51 (6):681-684
- Schumacher E, R Elliot, NP Mc Meniman y I Griffiths, 1987 Evaluation of raw sugar as an energy source for growing/fattening pigs. *Proc Aust Soc Anim Prod* 16:359-362
- Thorbek G, 1975. Studies on energy metabolism in growing pigs. II. Protein and fat gain in growing pigs fed different feed compounds. Efficiency of utilization of metabolizable energy for growth. 424. *Beret stat Husdyrbrugs forsog.* Copenhagen pp 159
- Velázquez M, TR Preston y MB Willis, 1972. La eficiencia de producir grasa y carne magra en puercos Yorkshire y Duroc Jersey alimentados con dietas basadas en miel hasta los 150 kg de peso vivo. 1. Comportamiento a diferentes pesos vivos. *Rev Cubana Cienc Agric* 6:177183
- Walstra P, 1980. Growth and carcass composition from birth to maturity in relation to feeding level and sex in Dutch Landrace pigs. Wageningen: H Veewman & Zonen pp 205

USO DEL KENAF (HIBISCUS CANNABINUS L) EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO CON MIEL B Y DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA.

J L Piloto*, Carmen Maria Mederos* y E Vinent**.

*Instituto de Investigaciones Porcinas
Gaveta Postal N°1, Punta Brava
La Habana, Cuba.

**Instituto de Investigaciones Hortícolas
Liliana Dimitrova.
Estación Experimental de Papa y Fibras
La Habana, Cuba.

RESUMEN

Se realizó un experimento con 32 cerdos machos castrados y hembras en iguales proporciones YL/D de 11,6 kg de PV y 61 días de edad promedio que se distribuyeron de acuerdo con un arreglo factorial 2x2 en cuatro tratamientos y ocho repeticiones cuyo objetivo fué estudiar el efecto sobre los rasgos del comportamiento en los cerdos al incluir la harina de Kenaf en dietas de miel B y harina de Soya con dos niveles de proteína. Los tratamientos consistieron en: I- Dieta con 14% de proteína bruta (PB) y 0% de harina de Kenaf (HK); II- Dieta con 14% de PB y 20% de HK; III- Dieta con 11,2% de PB y 0% de HK; IV- Dieta con 11,2% PB y 20% de HK. Los resultados del comportamiento de los cerdos no presentaron diferencias significativas para los pesos finales (kg) a los 95 días de edad de los animales, ganancias de peso (g/día) y conversiones alimentarias (kg MS/kg Ganancia) mientras que los consumos de materia seca y proteína bruta (kg/día) así como las conversiones proteicas (kg PB/kg Ganancia) difirieron significativamente ($p < 0,05$, $p < 0,001$ y $p < 0,05$ respectivamente) entre los diferentes tratamientos experimentales: 1,348, 0,188 y 0,476, 1,282, 0,179 y 0,446, 1,420, 0,159 y 0,394 y 1,321, 0,148 y 0,422. No se encontró interacción entre los niveles de proteína y la inclusión o no de la harina de Kenaf en las dietas. Los resultados de este trabajo demostraron que es posible incluir la harina de Kenaf (20% BS) en la ración para cerdos en crecimiento basadas en miel B y harina de Soya con un nivel de proteína inferior al recomendado para dietas de cereales.

PALABRAS CLAVES: cerdos en crecimiento, harina de Kenaf, miel B, niveles de proteína, comportamiento.

SUMMARY

HIBISCUS CANNABINUS AND SUGAR CANE B MOLASSES IN DIETS FOR GROWING PIGS WITH DIFFERENTS LEVELS OF PROTEIN

Thirty two Yorkshire Landrace x Duroc pigs, females and castrated males in equal number, of 11,6 kg live weight and with an average of 61 days of age, housed individually, were distributed according to a factorial arrange 2x2 in four treatments with eight repetitions in order to study the effect on pigs performance with kenaf meal included in sugar cane B molasses and soybean meal diets with two levels of protein. The treatments were: I Diet with 14% of crude protein (CP), 0% of kenaf meal (KM); II Diet with 14% CP and 20% KM; III Diet with 11,2% CP and 0% KM; IV Diet with 11,2% CP and 20% KM. The pigs performance was similar in final weight (kg) weight gain (g/day) and feed conversion (kg DM/kg gain), yet the dry matter and protein intake (kg/day) as well as the protein conversion (kg CP/kg gain), were significantly different between treatments ($p < 0,05$; $p < 0,001$ and $p < 0,05$ respectively). The means were 1,348, 0,188 and 0,407; 1,282, 0,179 and 0,446; 1420, 0,159 and 0,394 and 1,321, 0,148 and 0,422. No interaction between the levels of protein with the inclusion of kenaf meal in the diet was found. The results of this trial suggest that it is possible to include kenaf meal (20% DM) in the diet for growing pigs based in sugar cane molasses type B and soybean meal with protein levels lower than those recommended in cereal diets.

KEY WORDS: pigs, Kenaf meal, sugar cane molasses type B, protein levels, performance.

INTRODUCCION

Resultados obtenidos recientemente en Cuba muestran que es factible incluir hasta un 20% de harina de kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L) en dietas basadas en miel rica de caña de azúcar y harina de Soya sin afectar los principales rasgos de comportamiento de cerdos entre 15,0 y 30,0 kg de peso vivo (Piloto et al 1994). Sin embargo, son diversos los trabajos que han demostrado que la miel B puede constituir la única fuente energética de la dieta de cerdos en crecimiento (Toro et al 1982; Mederos et al 1993).

Por otra parte los niveles de proteína de estas raciones son calculados de forma equivalente a los de las dietas convencionales de cereales, cuando se viene observando que cerdos en ceba alimentados con jugo de caña de azúcar (Estrella et al 1986, Mena 1987, Motta et al 1994) y mieles enriquecidas como la del tipo B (Preston 1988, Figueroa et al 1991) muestran un comportamiento satisfactorio cuando se emplean niveles de proteína por debajo de los recomendados por el NRC (1988). Este aspecto es de gran interés por ser la fuente proteica un elemento costoso y de difícil adquisición en los países tropicales.

A partir de estos antecedentes se decidió realizar esta prueba para conocer el efecto de la inclusión de la harina de kenaf en dietas con dos niveles de proteína basadas en miel B y harina de Soya para cerdos en crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron un total de 32 cerdos machos castrados y hembras en igual proporciones YL/D de 11,6 kg y 61 días de edad promedio. Los cerdos se alojaron en jaulas individuales y se distribuyeron según un arreglo factorial 2x2 en cuatro tratamientos y 8 réplicas con el objetivo de estudiar el efecto sobre los rasgos del comportamiento en los cerdos al incluir la harina de kenaf (HK) en dietas de miel B y harina de Soya con dos niveles de proteína bruta (PB). Los tratamientos experimentales consistieron en: I-Dieta con 14% de PB y 0% de HK, II- Dieta con 14% de PB y 20% de HK, III- Dieta con 11,2% PB y 0% de HK y IV- Dieta con 11,2% de PB y 20% de HK. En la tabla 1 se muestran las fórmulas de las dietas experimentales.

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales (%BS)

Niveles de PB (%)	14,0		11,2	
% Kenaf (BS)	0	20	0	20
Miel B	64,05	52,05	70,60	58,60
H. de Soya	32,00	24,00	25,45	17,45
H. de Kenaf	-	20,00	-	20,00
Fosf. Dicalcico	2,50	2,50	2,50	2,50
Cloruro de Sodio	0,45	0,45	0,45	0,45
Prem. Vit y Min	1,00	1,00	1,00	1,00

A las dietas sin harina de kenaf se les añadió agua hasta lograr un contenido de materia seca del 50% con el objetivo de lograr una mezcla homogénea de los ingredientes y facilitar su manipulación.

A las raciones que contenían harina de kenaf se les ajustó la concentración de materia seca de la ración al 72% para garantizar que los animales hicieran un consumo adecuado de estas dietas que se caracterizan por ser voluminosas.

A los cerdos se les suministró las dietas de acuerdo a una escala de alimentación ad-libitum y se recogió diariamente el sobrante, los animales disponían de agua a voluntad mediante bebederos automáticos tipo "tetinas" y los mismos fueron pesados a los 61 y 95 días de edad, los análisis químicos de los alimentos se realizaron según los métodos descritos por la AOAC (1975). A las medidas estudiadas se les aplicó la prueba de Duncan (1955) de comparación múltiple de medias, cuando existieron diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 se ofrecen los principales rasgos de comportamiento de los cerdos.

Tabla 2. Rasgos de comportamiento de los cerdos de 61 a 95 días de edad.

Niveles de PB(%)	14,0		11,2		± ES
	0	20	0	20	
% Kenaf(BS)	0	20	0	20	± ES
Peso inicial, kg	11,2	11,56	11,62	11,62	0,230
Peso final, kg	25,31	25,31	25,44	23,75	0,677
Cons MS, kg/día	1,348ab	1,282b	1,420a	1,321b	0,032*
Cons PB, kg/día	0,188a	0,179ab	0,159bc	0,148c	0,004***
GMD, g/día	403	404	406	357	0,019
Conv MS kg MS/kg ganancia	3,40	3,20	3,52	3,77	0,145
Conv PB kg PB/kg ganancia	0,476a	0,446ab	0,394b	0,422b	0,018*

* $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

abc Medias en la misma línea sin letras en común difieren significativamente ($p < 0,05$) (Duncan 1955).

Al analizar los resultados obtenidos al emplear la harina de kenaf (20% BS) en la dieta de miel B y harina de Soya con el nivel más alto de proteína bruta (14% BS) se puede observar que no hubo diferencia significativa en los principales rasgos de comportamiento de los animales comparado con el tratamiento donde no se incluyó la harina de kenaf. Estos resultados coinciden con los informados por Piloto et al (1994) quienes sugirieron que es factible utilizar nivel de harina de kenaf de hasta un 20% de sustitución de la MS en dietas basadas en miel Rica y harina de Soya para cerdos en crecimiento, lógicamente los valores de las medidas del comportamiento animal en ese experimento fueron superiores entre un 6 y 10% a los de este trabajo, al emplearse como fuente energética la miel rica que presenta un mayor contenido de azúcares solubles (86,1%) que la miel B (69,5%) lo que permite a los cerdos hacer una mejor utilización digestiva del alimento Mederos (1991). Por otra parte los consumos diarios de proteínas en ambos tratamientos fueron inferiores en un 15% a los propuestos en los estandar alimentarios del NRC (1988). Este aspecto está relacionado con el hecho que los consumos diarios de MS a pesar de ser elevados en comparación al que realizan los cerdos en dietas de maíz y harina de Soya no alcanzaron los niveles esperados a pesar que el sistema de alimentación que se empleó fue ad-libitum. Respecto a los tratamientos donde el nivel de proteína que se utilizó en la dieta fue más bajo (11,2%) el consumo de materia seca fue significativamente superior ($p < 0,05$) en el tratamiento donde no se incluyó harina de kenaf en la dieta, posiblemente debido a que los animales trataron de obtener por esta vía mayores cantidades de proteína ya que la concentración de este nutriente en la ración representó el 80% de las necesidades propuestas por el NRC (1988). Sin embargo la respuesta no fue similar en las dietas con harina de kenaf. En ese sentido debe tenerse en cuenta que la incorporación de una fuente de fibra en la ración la hace más voluminosa y difícil de consumir, con cambios en los patrones de consumo de los animales por el tiempo que deben dedicar a la masticación (Ly y Lezcano 1990).

Los restantes indicadores como los pesos finales, ganancias de peso y conversiones alimentarias y proteicas fueron similares para ambos tratamientos, aunque si bien estas medidas no difieren desde el punto de vista estadístico si existen diferencias biológicas que pueden hacer pensar en cierta desventaja del tratamiento con harina de kenaf en la dieta con niveles de proteína de 11,2%. Sin embargo, al hacer una comparación entre todos los tratamientos se puede observar que existieron diferencias significativas ($p < 0,001$) para los consumos de proteína y las conversiones proteicas ($p < 0,05$) a favor de los tratamientos con el más bajo nivel de proteína. Este hecho puede estar asociado a que los animales que realizan consumos de proteína por debajo del nivel óptimo logran una alta eficiencia en la utilización de este nutriente (Thorbeck 1980). Este aspecto está en relación con los consumos de aminoácidos esenciales que realizaron los cerdos durante la prueba. La tabla 3 nos muestra la composición aminoacídica de la harina de kenaf (% de la PB) según análisis realizados en los laboratorios del Instituto Nacional de Ciencia Animal de Dinamarca.

Tabla 3. Composición Aminoacídica de la harina de Kenaf y harina de Soya (% de la PB).

	H. de Soya ¹	H. de Kenaf ²
Arginina	7,27	4,70
Histidina	2,54	1,78
Isoleucina	4,54	3,92
Leucina	7,66	7,29
Lisina	6,59	4,53
Metionina	1,18	1,65
Cistina	1,50	0,80
Fenilalanina	4,77	4,47
Tirosina	3,45	3,12
Treonina	3,86	3,92
Triptofano	1,45	-
Valina	4,59	5,08

1 NRC (1988)

2 National Institute of Animal Science, Denmark

Como se puede apreciar el contenido en aminoácidos esenciales de la harina de kenaf puede considerarse como aceptable si lo comparamos con una fuente proteica convencional como la harina de Soya, y sus valores son similares a los de otras fuentes fibrosas utilizadas en la alimentación del cerdo como la harina de alfalfa citado por (García y Ly 1984) y los residuos foliares del plátano por García et al (1994) lo cual permite que se pueda tener en consideración desde el punto de vista de su aporte en aminoácidos para utilizarse como componente de las dietas para cerdos en crecimiento.

Tabla 4. Aporte en aminoácidos esenciales de las dietas y requerimientos de los cerdos (g/día).

Niveles de PB(%)	14,0		11,2		NRC (1988)
	0	20	0	20	
% Kenaf (BS)					
Arginina	15,0	13,0	12,0	10,0	3,8
Histidina	5,0	4,0	4,0	6,0	2,4
Isoleucina	9,0	8,0	8,0	7,0	5,0
Leucina	16,0	15,0	13,0	12,0	6,6
Lisina	14,0	12,0	12,0	9,0	9,0
Metionina + Cistina	5,0	6,0	5,0	4,0	4,6
Fenilalanina + Tirosina	17,0	12,0	11,0	9,0	7,3
Treonina	8,0	8,0	7,0	6,0	5,3
Triptófano	3,0	-	3,0	-	1,3
Valina	10,0	9,0	8,0	7,0	5,3

Como se aprecia en la tabla 4 los requerimientos de aminoácidos esenciales de los cerdos fueron cubiertos ampliamente en todos los tratamientos experimentales sin que influyera la inclusión o no de la harina de kenaf ni el nivel de proteína que se empleó. Por lo tanto es de esperar que si el balance de aminoácidos es adecuado, es posible disminuir los niveles de proteína en cerdos alimentados con dietas basadas en mieles enriquecidas de caña de azúcar sin afectar los rasgos de comportamiento.

Respecto a la harina de kenaf pudiera pensarse que junto a la influencia que puede ejercer en las dietas de mieles por las características inherentes a su composición química, el nitrógeno que aporta es utilizado con eficiencia por los animales.

En lo que se refiere al contenido de fibra del Kenaf que es por lo que ha alcanzado notoriedad este cultivo en la obtención de fibra industrial, la variedad empleada en este trabajo ha sido mejorada fitogenéticamente de forma tal que permite su empleo en la alimentación del cerdo, Piloto et al (1993).

El análisis de los resultados de este experimento evidencia que es posible obtener un comportamiento satisfactorio en cerdos de 61 a 95 días de edad al emplear la harina de kenaf

(20% BS) en dietas de miel B y harina de Soya, incluso con niveles de proteínas inferiores a los recomendados en el sistema de alimentación basado en maíz y harina de soya siempre que se garantice un consumo adecuado de aminoácidos esenciales.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. Official Methods of Analysis 1975. Association of Official Agricultural chemist, 12 ed.-- Washington: pp 1094
- Duncan D B 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 1:1-42
- Estrella J F, Ven B y Mena A 1986. Evaluación de diferentes niveles de proteína para cerdos en la fase de finalización en dietas a base de jugo de caña fresco. Centro de Investigaciones Pecuarias, República Dominicana
- Figueroa V, A Maylin y O Novo 1991. Efecto de bajo niveles de proteína sobre el comportamiento y las características de la canal de cerdos alimentados con miel B y Levadura torula. *Livestock Research for Rural Development* 3 (3): 6-13
- García J C Y J Ly 1984. Efecto del nivel de Alfalfa en dietas de miel Final sobre el balance de nitrógeno y energía del cerdo. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 7(3): 51-59
- García A y J Ly 1994. Uso de diferentes niveles de residuos foliares del plátano en la alimentación del cerdo. Comportamiento de cerdos en Ceba. *Rev Comp Prod Porc*
- Ly J, Lezcano P 1990. Patron de consumo de cerdos alimentados con caña de azúcar enriquecidas por fermentación en fase sólida (saccharina). II Sem Internac Azúcar y Deriv Caña. La Habana 1, 238-241
- Mena A 1987. Sugar cane juice as a substitute for cereal base feed for monogastric Animals *World Animal Review*. 62 5156
- Mederos CM 1991. Utilización de miel Rica en la alimentación de cerdos al destete. Tesis Dr. Cienc. Vet. La Habana: Inst Sup Cienc Agropec pp 147
- Mederos CM, V Figueroa, A García, J L Piloto y O Novo 1993. Utilización de mieles enriquecidas de caña de azúcar en sustitución del maíz en la alimentación de cerdos al destete. *Rev. Zoot. de Cuba* 3(3)
- Motta M, M A Esnaola, B Murillo and A Gernat 1994. Ad-lib sugar cane juice supplemented with different levels of protein for growing and finishing pigs *Proc. Joint Annual Meeting. Minneapolis Mn, Abs.NRC 1988. Nutrien requeriments of Swine/National Research Council* (9 ed).--Washington, DC: National Academy Press. pp 93
- Piloto J L, CM Mederos Y E Vinent 1994. Uso del Kenaf (*Hibiscus Cannabinus L*) en la alimentación de cerdos en crecimiento. *Rev Comp Prod Porc* 1(1): 53-60
- Preston T R 1988. La caña de azúcar como base de la producción Pecuaria en el trópico, Memorias del El Seminario taller Internacional "Sistema intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales" Editores López, Preston y Rosales. Cali. Colombia
- Thorbek, Grete. 1980. Protein and Energy retention in growing pigs. *Arch. Tierernahrung* 30 (1,2 y 3): 113-119
- Toro Y, V Figueroa y A Perez 1982. Utilización de mieles intermedias A y B como sustituto de cereales en la alimentación de cerdos en crecimiento de 60 a 100 días de edad. *Cienc Téc Agric Ganado Porcino* 5(4): 73-80

HARINA DE CAÑA BIOTRANSFORMADA (SACCHARINA) EN DIETAS PARA CERDOS. DIGESTION DE LA PARED CELULAR E INDICES FERMENTATIVOS FECALES

J. LY

Instituto de Investigaciones Porcinas
Gaveta Postal #1, Punta Brava
C. Habana, Cuba

RESUMEN

Se usó un doble cuadrado latino 4x4 para estudiar en cerdos de 30-60 kg la digestibilidad de fracciones de la pared celular vegetal en dietas de Saccharina (0, 20, 40 y 60% respectivamente). La Saccharina se obtuvo al enriquecer caña de azúcar (*Saccharum officinalis*) fresca molida por fermentación en fase sólida y contenía FC, 36.6; FND, 55.2; FAD, 38.6; lignina, 6.0% MS. Se encontró un efecto negativo lineal significativo ($0.001 < P < 0.01$) en la digestibilidad de la MO, contenido celular, ELN y carbohidratos solubles con la inclusión creciente de Saccharina en la dieta. En contraste se halló un efecto negativo lineal poco significativo ($0.01 < P < 0.10$) en la digestibilidad de fibra cruda, FND, FAD, hemicelulosa, celulosa y lignina con aumentos crecientes de Saccharina en la dieta. Igualmente se halló un incremento en la excreción fecal diaria de AGCC ($P > 0.10$) y NH_3 ($P < 0.001$). Los cerdos alimentados con altas proporciones de Saccharina en la ración aumentan su capacidad de digestión de las distintas fracciones de la pared celular pero esto no se ve reflejado en los índices de digestibilidad debido a que la proporción consumo: excreción fecal se mantiene casi constante.

Palabras claves: cerdos, digestibilidad, pared celular vegetal, fermentación

SUGAR CANE MEAL BIOTRANSFORMED (SACCHARINA) IN DIETS FOR PIGS. DIGESTION OF THE CELL WALL AND FAECAL FERMENTATIVE INDICES

SUMMARY

A double 4x4 Latin square design was used for studying cell wall digestibility of diets containing Saccharina (0, 20, 40 and 60% respectively) in 30-60 kg pigs. Saccharina was obtained by solid state fermentation of fresh milled sugar cane and contained CF, 36.6; NDF, 55.2; ADF, 38.6; lignin, 6.0% DM. A significant, negative lineal effect ($0.001 < P < 0.01$) was found in the digestibility of OM, cell content, NFE and soluble carbohydrates when Saccharina was augmented in the diet. In contrast a low significant, negative lineal effect ($0.01 < P < 0.10$) was found in the digestibility of CF, NDF, ADF, hemicellulose, cellulose and lignin with a similar increase in the level of dietary Saccharina. Similarly it was found an increase in daily faecal excretion of SCFA ($P > 0.10$) and NH_3 ($P < 0.001$) Pigs fed on high levels of Saccharina do increase its capacity of digestion of different fractions of the cell wall though it is not reflected in digestibility indices because the intake: faecal excretion ratio is nearly kept constant.

Key words: pigs, digestibility, cell wall, fermentation

INTRODUCCION

En un informe anterior se presentaron datos en los que se evidenció que el balance de N y energía se deterioraban con el incremento del nivel de Saccharina en la dieta (Ly et al 1991). Como es sabido la Saccharina es el producto de la fermentación en fase sólida de la caña de azúcar molida (Elías et al 1990), y por consiguiente en este producto es considerablemente alto el contenido de pared celular vegetal. A este respecto se ha

sugerido que existe un nexo estrecho entre el nivel de fibra cruda en la dieta y el descenso en la digestibilidad del N y la energía (Ly et al 1991).

En la presente comunicación se brindan los datos relativos a la digestibilidad de distintas fracciones de nutrientes, incluidos las de la pared celular vegetal, así como otros que conciernen a índices fermentativos fecales.

MATERIALES Y METODOS

Se usó un doble cuadrado latino 4x4 para estudiar en 8 cerdos machos castrados de 30-60 kg la digestibilidad del contenido y de la pared celular vegetal en dietas con 0, 20, 40 y 60% de Saccharina.

Los detalles relativos a la composición de las dietas ya han sido publicados (Ly et al 1991). En la tabla 1 se presenta la información relacionada con el contenido de las distintas fracciones de la pared.

Tabla 1. Contenido de nutrientes de las dietas (% MS).

	Saccharina en dieta, %			
	0	20	40	60
Ceniza	7.5	7.0	7.0	8.0
Materia orgánica	92.5	93.0	93.0	92.0
Contenido celular	87.7	75.8	67.9	57.7
ELN	66.3	57.1	51.9	44.5
CS	60.4	49.6	41.0	27.9
Fibra cruda	6.0	13.5	18.9	24.2
FND	12.3	24.2	32.1	42.3
FAD	6.3	16.8	21.2	25.7
Lignina	1.9	2.7	3.5	4.3
Celulosa	4.5	14.1	17.7	21.4
Hemicelulosa	6.0	7.4	10.9	16.6

El procedimiento para determinar la digestibilidad de distintas fracciones de las dietas ya fue detallado (Ly et al 1991). El contenido de cenizas en alimentos y excretas se llevó a cabo en muestras secas que se incineraron en un horno mufla a 500°C. Se definió que el contenido de materia orgánica (MO) en las muestras fue igual a 100 - % cenizas. La determinación de fibra cruda (FC) se hizo según lo establecido por la AOAC (1980). Se consideró que la pared celular vegetal equivalió a la fibra neutra detergente (FND), que junto con la fibra cida detergente (FAD) se midió según Van Soest (1963) y Goering y Van Soest (1970). La lignina se determinó en el residuo resultante de la estimación de FAD (Van Soest 1963).

Se asumió que el contenido de hemicelulosa y celulosa en las muestras fue igual a las diferencias en por ciento (FND - FAD) y (FAD - lignina) respectivamente. Igualmente se consideró que los carbohidratos solubles equivalieron a la diferencia (ELN - hemicelulosa) y el contenido celular a la diferencia (100 - %FND) respectivamente.

En las excretas frescas se determinó el pH fecal mediante un electrodo de vidrio y el contenido de MS al secar alícuotas en una estufa con circulación de aire a 60°C. Se definió el contenido de agua fecal como la diferencia de (100% - MS). En muestras frescas mezcladas con agua y apropiadamente mezcladas, se midió la concentración de cidos grasos de cadena corta (AGCC) y de NH₃ por técnicas de destilación por arrastre de vapor y microdifusión respectivamente según lo especificado por Ly y Macías (1994). La excreción fecal diaria de distintos metabolitos se ajustó al consumo diario de MS.

En las oportunidades en que el análisis de varianza fue significativo, se efectuó el contraste de medias mediante la dócima de Duncan (1955). Cuando se creyó

conveniente, también se utilizó la técnica del análisis de regresión lineal, para estudiar nexos entre los distintos índices medidos.

RESULTADOS

En la tabla 2 aparecen las cifras que corresponden a distintas fracciones del contenido celular.

Tabla 2. Digestibilidad de la ceniza y la fracción soluble en dietas de Saccharina para cerdos.

Digestibilidad, %	Saccharina en dieta, %				ES±
	0	20	40	60	
Ceniza	46.9a	40.2ab	32.8bc	29.2c	2.9 ***
Materia orgánica ¹	85.8a	77.5b	73.3c	67.7d	1.2 ***
Contenido celular	87.8a	83.2b	79.1c	75.1d	1.0 ***
ELN	91.7a	87.9b	81.2c	74.7d	0.9 ***
CS	96.0a	92.8ab	88.9bc	87.3c	1.7 ***

¹ Para definiciones ver texto*** P<0.001

abcd Medias sin letra en común en la misma línea difieren significativamente (P<0.05) según Duncan (1955)

Se encontró que al aumentar el nivel dietético de Saccharina, disminuyó muy significativamente (P<0.001) la digestibilidad de la ceniza, la MO, el contenido celular, el ELN y la CS. El análisis de regresión determinó que esta disminución fue lineal y significativa para el contenido celular (r², 0.999; P<0.001), el ELN (r², 0.986; P<0.01), los CS (r², 0.976; P<0.01) y con la misma tendencia para la MO (r², 0.981; P<0.10).

Se estimó que la digestibilidad de la MO, el contenido celular, el ELN y los CS de la Saccharina fue de 55.6, 63.6 y 81.6% respectivamente.

Los índices de digestibilidad de las distintas fracciones de la pared celular vegetal se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Digestibilidad de fracciones de la pared celular vegetal en dietas de saccharina para cerdos.

Digestibilidad, %	Saccharina en dieta, %				ES±
	0	20	40	60	
Fibra cruda	45.9	46.2	46.0	45.8	3.1
FND	48.5	50.8	47.3	45.3	2.3
FAD	43.9	49.7	44.2	40.2	2.8
Lignina	34.2	31.1	30.4	29.7	4.0
Celulosa	47.9ab	53.3a	46.8ab	42.4b	2.5 *
Hemicelulosa	53.5	51.4	53.5	53.1	4.5

* P<0.05

ab Medias sin letra en común en la misma línea difieren significativamente (P<0.05) según Duncan (1955)

Se observó que salvo en la digestibilidad de la celulosa no hubo efecto de tratamiento (P>0.10) en esta medida para las distintas fracciones de la pared celular vegetal. Por otra parte el análisis de regresión indicó una tendencia muy débil (P>0.10), hacia una disminución lineal de la digestibilidad de la fibra cruda (r², 0.466), la FND (r², 0.541), la FAD (r², 0.300), la lignina (r², 0.854), la celulosa (r², 0.439) y la hemicelulosa (r², 0.014). Se estimó que la digestibilidad de las fracciones de la pared celular vegetal en la Saccharina fue 45.0, 42.3, 38.9, 31.4, 39.6 y 52.2% en ese mismo orden.

La tabla 4 muestra los datos referentes a los índices fermentativos fecales.

Se encontró que el pH fecal aumentó muy significativamente (P<0.001) en proporción directa con el del nivel de Saccharina en dieta. Por otra parte la inclusión creciente de este ingrediente en la fórmula alimentaria decreció la concentración fecal de AGCC pero elevó evidentemente su excreción diaria, aunque sin efecto significativo (P>0.10) en

ambos casos. Esta misma influencia se observó en la excreción fecal diaria de NH₃ (P<0.001) y también en la concentración de este compuesto (P<0.01).

Tabla 4. Índices fermentativos fecales en cerdos alimentados con dietas de Saccharina.

	Saccharina, %				
	0	20	40	60	ES±
pH fecal	6.70a	7.28b	7.55bc	7.75c	0.43 ***
Concentración, mmol/100 g MS					
AGCC	15.33	12.35	11.41	10.72	5.00
NH ₃	13.52a	17.21ab	20.14bc	24.91c	6.00 **
Excreción diaria, mmol/kg MS ingerida					
AGCC	27.38	28.97	33.75	40.12	14.10
NH ₃	23.54a	42.44ab	62.39b	92.28c	19.48 ***

* P<0.01; *** P<0.001 abc Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí (P<0.05) significativamente (Duncan 1955)

En la tabla 5 se muestra la matriz de correlación entre índices fermentativos y de digestibilidad.

Tabla 5. Matriz de correlación entre índices fermentativos y de digestibilidad en cerdos alimentados con dietas de Saccharina.

	DMO	DFC	CAGCC	CNH3	FAGCC	FNH3
DMO	1.000					
DFC	0.005	1.000				
CAGCC	0.226	-0.170	1.000			
CNH3	-0.612	-0.008	-0.156	1.000		
FAGCC	-0.395	-0.102	0.745	0.231	1.000	
FNH3	-0.826	0.009	-0.166	0.924	0.365	1.000

P<0.05 para r>0.349 DMO y DFC representan la digestibilidad de la materia orgánica y fibra cruda; CAGCC Y CNH3 representan la concentración de AGCC y NH3; FAGCC y FNH3 representan la excreción fecal varia de AGCC y NH3, respectivamente

Se halló que la digestibilidad de la MO fue inversamente proporcional (P<0.05) a la concentración fecal de amoníaco y a la excreción fecal diaria de este metabolito y de los AGCC. La ecuación de pronóstico del flujo fecal diario de AGCC (r², 0.156; P<0.01) fue: FAGCC = 92.199 - 0.790 DMO (ES_b= ± 0.335) En lo referente al flujo fecal diario de NH₃, también se relacionó significativamente (r², 0.525; P<0.001) con la digestibilidad del N, NH₃ = 375.992 - 4.342 DN (ES_b= ±0.754)

No se encontró interdependencia alguna (P>0.10) entre la digestibilidad de la fibra cruda y ninguno de los índices fermentativos fecales que se midieron. Tampoco fue significativo (P>0.10) la relación entre la digestibilidad de la fibra cruda y la de la energía (r, 0.029) o la de la MO (r, 0.005). Como información complementaria en la tabla 6 se presentan los datos correspondientes a la excreción fecal de agua.

Tabla 6. Excreción fecal de agua en cerdos alimentados con dietas de Saccharina.

	Saccharina, %				
	0	20	40	60	ES±
MS fecal, %	33.75a	27.97b	25.98b	25.33b	2.63 ***
Excreción diaria, g/kg MS ingerida					
Heces fecales	507.9a	882.0b	1316.1c	1554.7c	224.4 ***
Agua fecal	334.6a	637.4b	899.7c	1180.9d	147,5 ***

*** P<0.001 abcd Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí (P<0.05) significativamente (Duncan 1955).

La concentración fecal de la MS cayó visiblemente (P<0.001) como consecuencia de elevar el porcentaje de Saccharina en la dieta. Igualmente la excreción de agua casi se

cuadruplicó y la de heces frescas se triplicó al pasar de una dieta con 0 % de Saccharina, a otra con 60 %. En ambos índices este efecto fue altamente significativo ($P < 0.001$).

DISCUSION

Índices digestivos: Está bien establecido que la inclusión creciente de una fuente fibrosa en la dieta de los cerdos determina una caída en la digestibilidad de los distintos nutrientes en el alimento (ver Low 1985). Por consiguiente los resultados de este experimento no son una excepción, y justifican por completo la depresión en la digestibilidad del N y la energía, que se informó en su momento (Ly et al 1991). Por otra parte, merece destacarse que la inclusión de niveles hasta 60% de Saccharina en la dieta no influyó negativamente en las distintas fracciones de la pared celular vegetal y sí en el contenido celular y otras fracciones presumiblemente de más fácil digestión. Estos datos se alinean con los de Farrell (1973) y Kuan et al (1983) cuando proporcionaron a los cerdos aproximadamente la mitad de la dieta con harina de alfalfa y con los de Keys et al (1970) quienes suministraron a los animales hasta un 60% de harina de heno de una gramínea. En contraste Kass et al (1980) hallaron que al elevar el nivel de alfalfa hasta un 60% en la dieta decreció considerablemente la digestibilidad de la FND, la FAD, la hemicelulosa y la celulosa. Es difícil interpretar entonces los resultados concernientes a la digestibilidad de la Saccharina, puesto que esta no proviene de una leguminosa, sino de tallos de una gramínea que se somete a un proceso de fermentación en fase sólida. En conexión con ello, en este tipo de fenómeno debe liberarse NH_3 en una de las etapas iniciales de la fermentación, lo que pudiera en cierta medida solubilizar la lignina presente en la caña de azúcar. Es sabido que las pajas de cereales, ricas en polisacáridos lignificados de la pared celular aumentan su digestibilidad al ser tratados con NH_3 (Sundstol y Coxworth 1984), probablemente relacionada con modificaciones en los enlaces entrecruzados del ácido ferúlico en las paredes de las células vegetales (Kondo et al 1992).

Otro aspecto que merece ser resaltado consiste en el hecho de que las fracciones que disminuyeron su digestibilidad por el hecho de incorporar Saccharina a la dieta, también decrecieron su proporción en el alimento por el mismo motivo (ver tabla 1). Por otra parte, parece evidente que los cerdos alimentados con altas proporciones de Saccharina en la ración aumentan su capacidad de digestión de las distintas fracciones de la pared celular. Sin embargo esto no se ve reflejado en los índices de digestibilidad debido a que en proporción consumo: excreción fecal se mantiene casi constante.

Índices fermentativos: Parece bien establecido que los AGCC hacen una contribución pequeña pero importante al metabolismo energético del cerdo (Dierick et al 1989). Estos metabolitos provienen fundamentalmente del ataque microbiano de las distintas fracciones fibrosas del alimento, y en dietas como las que incluyen niveles crecientes de Saccharina, el aumento de su excreción fecal implica pérdidas energéticas para el animal. En este experimento se mostró que este fenómeno fue así, y en consonancia con la disminución en la digestibilidad de la materia orgánica dietética (Jentsh et al 1990; Ly y Macías 1994).

En contraste con el efecto negativo que puede resultar del incremento en la excreción fecal de AGCC y el de NH_3 puede indicar cierto ahorro energético para el animal, al no ser absorbido en el intestino grueso para después ser eliminado como urea por la vía urinaria (ver Partridge 1982). Esta serie de eventos podría estar minimizada en los cerdos alimentados con altos niveles de Saccharina, de acuerdo con el aumento de la emisión fecal del amoníaco, que se cuadruplicó al pasar el nivel de Saccharina en dieta de un 0% a un 60% (ver tabla 4). Esto pudiera explicar, el que sea marcada la diferencia en la eliminación urinaria de N en cerdos alimentados con ambos tipos de dieta (Ly et al 1991). Por otra parte en este sentido quedó establecido que un aumento en la excreción fecal diaria de NH_3 puede estar vinculado con un decremento en la digestibilidad boca-recto del cerdo.

BIBLIOGRAFIA

AOAC, 1980. Official Methods of Analysis (13ava Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Dierick NA, IJ Vervaeke, DI Demeyer y JA Decuypere, 1989. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Anim Feed Sci Technol.* 23:141-167

Duncan DB, 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42

Elías A, P Lezcano, O Lezcano, J Cordero y L Quintana, 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 24:1-12

Farrell DJ, 1973. Digestibility by pigs of the major chemical components of diets high in plant cell-wall constituents. *Anim Prod.* 16:43-49

Goering HK, PJ van Soest, 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications) ARS, USDA Agric Handbook No 379. Washington, DC

Jentsch W, V Hennig, J Wunsche, H Wittenburg y 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

Kass MI, PJ van Soest, WG Pond, B Lewis y RE McDowell, 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. *J Anim Sci.* 50:175-191

Keys Jr JE, PJ van Soest y EP Young, 1970. Effect of increasing dietary cell-wall content on the digestibility of hemicellulose and cellulose in swine and rats. *J Anim Sci.* 31:1172-1177

Kondo T, T Ohshita y T Kyuma, 1992. Comparison of characteristics of soluble lignins from untreated and ammonia-treated wheat straw. *Anim Feed Sci Technol.* 39:253-263

Kuan KK, G Stanogias y AC Dunkin, 1983. The effect of proportion of cell-wall material from lucerne leaf meal on apparent digestibility, rate of passage and gut characteristics in pigs. *Anim Prod.* 36:201-209

Low AG, 1985. Role of dietary fibre in pigs diets. In: *Recent Advances in Animal Nutrition* (W Haresign y DE Cole ed) Butterworths. London p 87-112

Ly J, P Lezcano, M Castro, CP Díaz y J Díaz, 1991. Niveles de Saccharina y balance de N y energía en cerdos alimentados con dietas de cereales. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 25:177-181

Ly J y M Macías, 1994. Salvado de trigo biotransformado por larvas de moscas (*Mosca domestica* spp) en dietas para cerdos. Digestión de la pared celular e índices fermentativos fecales. *Zootec Cuba* 4(1): (en imprenta)

Partridge I, 1982. Energy utilization from fibre digestion . In: *Physiologie Digestive chezle Porc* (JP Laplace, T Corring y A R,rat ed). Les Colloques de l'INRA No 12 p 217-223

Sundstol F y EM Coxworth, 1984. Ammonia treatment. In: Straw and other Fibrous By-products as Feed, (F Sundstol y EM Coxworth ed.) Elsevier. Amsterdam p 196-247

Van Soest RI, 1963. Determination of acid detergent fiber and acid detergent lignin. J Assoc Official Anal Chem. 46:829-