

Fermentación anaeróbica de malta y pasta de arroz sobre parámetros productivos de cerdos en crecimiento

José Carvajal y Esmeralda Martínez

Abstract

The use of imported raw materials (soybean and corn) increases the productivity of the pigs, but a negative impact on production costs for its high prices. The purpose was to study alternative power sources that reduce the use of imported raw materials. The objective was to evaluate the effect of diets based on fermented malt brewery 70% and 30% rice pasta on productive performance of growing pigs. The trial was arranged in a completely randomized design, with six treatments and three replicates. The treatments were: 0, 20, 30, 40, 50 and 60% fermented diets. For statistical analysis, variance analysis with a significance of 5% was performed and the mean separation Tukey's test, and the partial budget analysis was used to determine the most effective cost diet. The results indicate that significant differences among treatments in the variables body weight, the witness (69.90 kg) was similar to T2 and T3 (64.62 and 66.29 kg) and greater than T4, T5 and T6 (62.41, 56.10 and 54.37 kg). The same occurred with the variable gain weight, there was significant difference, the witness (822.57 kg) was found to be similar to T2 and T3 (705.20 and 742.12 kg). Similarly the feed conversion resulted with significant differences, T4, T5 and T6 (4.09, 3.99 and 3.15 kg / kg) were similar and higher than the control, T2 and T3 (2.35, 2.93 and 2.85 kg / kg). This suggests that growing pigs assimilate favorably up to 30% diet without affecting the production parameters. The diet with 30% fermented malt proved be more profitable than the others (cost RD \$ 29.78 / kg and profitability of RD \$ 38.22 / kg).

Keywords: Byproduct brewery, anaerobic fermentation, silage.

Resumen

El uso de materias primas importadas (soya y maíz) incrementa la productividad de los cerdos, pero impacta negativamente sobre los costos de producción por sus altos precios. El propósito de este estudio es evaluar fuentes alternativas de alimentación que disminuyan el uso materias primas importadas. El objetivo fue evaluar el efecto de dietas a base de fermentado con 70% malta de cervecería y 30% pasta de arroz sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento. El estudio se organizó en un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron: 0, 20, 30, 40, 50 y 60% de fermentado en las dietas. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza con una significancia de un 5% y para la separación de medias se utilizó el test de Tukey y el análisis de presupuesto parcial para determinar la dieta más rentable. Los resultados indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos en la variable peso corporal, el testigo (69.90 Kg) resultó similar al 20% y 30% (64.62 y 66.29 Kg) y superior al 40%, 50% y 60% (62.41, 56.10 y 54.37 Kg). En la variable ganancia de peso, hubo diferencia significativa, el testigo (822.57 Kg) resultó ser similar al 20% y 30% (705.20 y 742.12 Kg). De igual manera la conversión alimenticia resultó con diferencias significativas, 40%, 50% y 60% (4.09, 3.99 y 3.15 kg/kg) resultaron similares y superiores al testigo, 20% y 30% (2.35, 2.93 y 2.85 kg / kg). Esto sugiere que los cerdos en crecimiento asimilan favorablemente hasta un 30% de fermentado en la dieta sin que se afecten los parámetros productivos. La dieta con 30% de fermentado resultó de mayor rentabilidad que las demás (costo de RD\$29.78/kg y rentabilidad de RD\$38.22/ kg).

Palabras clave: Subproducto de cervecería, fermentación anaeróbica, ensilaje.

INTRODUCCIÓN

La utilización de alimento concentrado en la crianza porcina incrementa la productividad, pero impacta negativamente sobre los costos unitarios de producción, debido al uso de materias primas importadas (soya y maíz). Estos insumos alimenticios importados presentan relativamente altos precios, lo que se traduce en elevadas erogaciones de divisas. La alimentación representa entre el 70 y el 80% de los costos de producción de una granja porcina (IDIAF 2007).

Los países en vía de desarrollo que están localizados en zonas tropicales y subtropicales, no poseen las condiciones climáticas, ni avances tecnológicos que les permitan cosechas productivas de cereales y fuentes proteicas convencionales (Figuroa 1990), cuando lo producen, los índices de productividad son de dos a tres veces menores que lo de países desarrollados (FAO, 1993). Para mejorar la rentabilidad en la producción de cerdos u otras especies deben desarrollar estrategias que integren sus recursos naturales con tecnologías

¹ Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), Km 24 Autopista Duarte. Municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste.

que permitan el desarrollo agropecuario de acuerdo con las características socio-económicas de cada lugar.

La República Dominicana dispone de abundante subproductos del café, del cacao, de la cervecería, del arroz, del trigo, del tomate, cítricos, avícolas, coco y palma africana, entre otros, son como alternativas alimenticias para sustituir parcialmente los cereales y soya en la elaboración de dietas alimenticias para cerdos. Sin embargo, estos recursos alimenticios en condiciones normales no tienen la misma calidad nutricional que la soya y el maíz. Sin embargo, la fermentación anaeróbica, permite elevar la calidad nutricional de los subproductos mejorando su asimilación, permitiendo producir alimentos balanceados más económicos.

Las fermentaciones en estado sólido han sido utilizadas ampliamente en el reciclaje de materiales voluminosos a través de tecnologías sencillas, con la que se logra incrementar los valores proteicos, mejorando el balance de aminoácidos y la digestibilidad de las materias primas empleadas (Rodríguez *et al* 2001).

Peñaloza *et al.* (1985), comprobó que el proceso de fermentación sólida usando *Aspergillus niger*, reduce significativamente los niveles de cafeína, polifenoles y fibra, a la vez que aumenta su contenido de proteínas verdaderas en pulpa de café. Resultados similares fueron encontrados por Molina *et al.* (1995), al comparar la pulpa de café fermentada en estado sólido y la no fermentada.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dietas alimenticias en cerdos a partir la inclusión de diferentes niveles de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz sobre el comportamiento productivo y económico en etapa de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Producción Animal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), ubicado en el kilómetro 24 de la Autopista Duarte, Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, República Dominicana. Ecológicamente se encuentra en la zona de vida de sabana, con un pH del suelo entre 5.4 a 5.9. Geográficamente se localiza en la latitud de 18° 31' N longitud de 70° 05' O y una altitud de 90 metros sobre el nivel medio del mar. Con temperatura media anual de 25°C. y precipitación promedio de 1,800 mm por año.

El estudio duró 45 días. Se utilizaron 54 cerdos con un peso promedio inicial de 32.89 kilos. La unidad experimental fue de 3 cerdos, se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones.

El fermentado que se utilizó en el experimento fue una mezcla de 70% de malta de cervecería y 30% de pasta de arroz (cilindro o pulidura de arroz), Tabla 1. Esta

mezcla se seleccionó de un estudio previo de calidad de fermentado, con diferentes niveles de malta y pasta de arroz, con un contenido de proteína similar y de menor costo y además se incluyó 1.36 kilogramos de un inóculo a base lactobacilos llamado Vitafert por cada 45.45 kilogramos de dicha mezcla. El Vitafert es un producto que se obtiene por fermentación, en estado líquido, de una mezcla de excreta de gallinas (gallinaza), urea, sales minerales y otros sustratos ricos en bacterias lácticas y levaduras (Calderón *et al* 2005), Tabla 2.

La malta es el material resultante del proceso de fabricación de cerveza mediante la fermentación de los hidratos de carbono contenidos en la cebada, por la acción de ciertas levaduras, Romagosa (1979).

La pasta de arroz es un subproducto que se obtienen en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. Según FEDNA (2003), la pasta de arroz, polvo de arroz o pulidura está constituido por la almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen. Representa el 8% del peso del grano.

Se estudiaron seis tipos de alimentos con diferentes niveles de inclusión de fermentado a base de malta de cervecería y pasta de arroz (0, 20, 30, 40, 50 y 60%) , Tabla 3.

Los tratamientos utilizados consistieron en seis dietas formuladas según los requerimientos nutricionales de los cerdos en la etapa de engorde, de acuerdo la tabla de NRC (1998), que se describen a continuación:

T1= testigo, dieta tradicional a base de maíz y soya, alimento con 0% de inclusión de fermentado.

T2 = alimento con 20% de inclusión de fermentado

T3 = alimento con 30% de inclusión de fermentado

T4 = alimento con 40% de inclusión de fermentado

T5 = alimento con 50% de inclusión de fermentado

T6 = alimento con 60% de inclusión de fermentado

Los animales se identificaron mediante el sistema de aretes el manejo del experimento. Fueron pesados y desparasitados al inicio experimento, sometidos a un período de adaptación al consumo de las dietas por siete días. El alimento se suministró *ad libitum*.

Análisis de los datos

Previo al análisis se comprobaron las supuestos de distribución normal del error (QQPlat) y homogeneidad de varianza (Lascue).

Se realizaron análisis de varianzas (ANAVA) para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. En los casos que arrojo diferencias significativas, las medias se separaron con la prueba de Tukey. El peso inicial de los

Tabla 1: Características bromatológica del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz, en base fresca

Categoría	%
Materia seca	44.86
Proteína cruda	7.78
Grasa cruda	5.08
Fibra cruda	5.33
Ceniza	3.53
Calcio	0.11
Fósforo	0.84

Fuente: Laboratorio Universidad Instituto Superior Agropecuario, ISA (2009)

Tabla 2: Composición de la mezcla para la obtención de 200 litros de Vitafert

Componentes	Composición (kg)
Gallinaza	25.00
Melaza	25.00
Urea	1.20
Sulfato Amonio	0.40
Soya	4.00
Afrecho de trigo	8.00

Calderón *et al.* 2005

Tabla 3: Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)	T6 (%)
Harina de Maíz	60.75	58.24	52.53	44.29	35.20	26.11
Harina de Soya	29.04	16.45	14.33	12.09	9.80	7.50
Grasa Amarilla	2.45	-	-	1.04	2.43	3.82
Afrecho Trigo	5.00	2.72	0.55	-	-	-
Fermentado	-	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00
Antibióticos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Lisina	0.03	0.19	0.27	0.34	0.42	0.49
Metionina	-	-	-	-	0.02	0.03
Fersafo	0.76	0.46	0.38	0.30	0.20	0.11
Premezcla VI/MI	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oxido de zinc	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Sulfato de cobre	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Carbonato de calcio	1.03	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

*Fermentado utilizado en base seca

cerdos se utilizó como covarianza. El procesamiento de los datos se realizó con InfoStat (Di Rienzo, 2010). Se realizó un estudio económico de cada tratamiento mediante un Análisis de Presupuestos Parciales utilizando como gastos variable el costo de los insumos alimenticios utilizados en el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza realizado a la variable peso corporal, los resultados indican que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El testigo resultó con peso final similar a los tratamientos con 20% y 30% de inclusión de fermentado, y además resultó superior a los tratamientos de 40, 50 y 60% de inclusión, con un peso promedio de 69.90 kilogramos. En cuanto al aumento total de peso durante el periodo del estudio, los tratamientos testigo, 20 y 30% de inclusión resultaron similares con 37.02, 31.73 y 33.40 kilogramos, respectivamente; pero el testigo resultó superior a los tratamientos 40, 50 y 60% de inclusión. De igual manera, con relación a la variable ganancia de peso media diaria, el testigo no arrojó diferencias significativas con los tratamientos 20 y 30% de inclusión, con ganancias de 822.57, 705.20 y 742.12 gramos por día; pero sí de manera positiva con los tratamientos de 40, 50 y 60%. En la variable consumo de alimento, el tratamiento testigo no presentó diferencia significativa con los tratamientos de 20, 30, 40 y 50 % de inclusión de fermentado, pero sí resultó diferente y superior al consumo del 60% de inclusión de fermentado. Con relación a la variable conversión alimenticia ocurrió todo lo contrario, el tratamiento con 60% resultó similar a los tratamientos de 20, 30, 40 y 50% de inclusión; pero diferente y superior al tratamiento testigo. Sin embargo, el tratamiento tes-

tigo resultó similar al de 20, 30 y 40% de inclusión, es decir, que los tratamientos con 50 y 60% necesitaron mayor cantidad de alimento para producir un kilogramo de peso vivo que el tratamiento testigo.

El consumo durante el periodo del estudio con un mínimo de 1.71 kilogramos/día y un máximo de 1.95 kilogramos/día. El consumo de alimento es similar a los recomendado por Campabadal *et al.* (2000), hasta el tratamiento de 40% de inclusión, con una media de 1.93 kg/día. Además, en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia resultaron diferente a lo recomendado en los tratamientos de 50 y 60% . Los resultados de los tratamientos testigo, 20, 30 y 40% son similares a los reportados por Campabadal (2000).

El análisis económico al que fueron sometidos los parámetros productivos indican que los tratamientos con 20, 30, y 40% de inclusión del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz resultaron ser de menor costo de producción y de mayor rentabilidad que los tratamientos testigo, y de 50 y 60% de inclusión. En cambio, los tratamientos con mayores costos de producción y de menor rentabilidad fueron los de 50 y 60% de inclusión del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz. Los tratamientos de 30 y 40% de inclusión resultaron con rentabilidad similares, Tabla 5. Esto sugiere que las inclusiones de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz estudiada es bien aceptada por los cerdos en la etapa de crecimiento hasta un 40% de inclusión. Estos datos obtenidos reafirman la factibilidad de reemplazar la harina de soya y de maíz por el fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en la etapa de crecimiento de cerdos.

Tabla 4. Datos obtenidos de parámetros productivos en cerdos de crecimiento como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería y pasta de arroz.

Parámetros Productivos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Peso inicial (kg)	32.44	33.33	33.11	33.22	32.11	33.11 ^{NS}
Peso final (kg)	69.90 ^a	64.62 ^{ab}	66.29 ^{ab}	62.41 ^{bc}	56.10 ^{cd}	54.37 ^d
Ganancia media diaria (g)	822.57 ^a	705.20 ^{ab}	742.12 ^{ab}	656.05 ^{bc}	515.88 ^{cd}	488.39 ^d
Aumento de peso (kg)	37.02 ^a	31.73 ^{ab}	33.40 ^{ab}	29.52 ^{bc}	23.21 ^{cd}	21.98 ^d
Consumo total (kg)	87.32 ^a	87.82 ^a	87.52 ^a	84.07 ^{ab}	81.54 ^{ab}	77.06 ^b
Consumo diario (kg)	1.94 ^a	1.95 ^a	1.94 ^a	1.87 ^{ab}	1.81 ^{ab}	1.71 ^b
Conversión alimenticia (kg/kg)	2.35 ^b	2.76 ^{ab}	2.62 ^{ab}	2.85 ^{ab}	3.55 ^a	3.59 ^a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 5: Análisis económico de los parámetros productivos obtenidos en cerdos de crecimiento como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería y pasta de arroz.

Datos Económicos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costo kg de alimento (RD\$/Kg)	17.59	14.17	13.49	13.10	12.89	12.63
Consumo Total (kg)	86.32	93.18	94.99	93.00	91.60	87.90
Consumo (kg/día)	1.92	2.07	2.11	2.07	2.04	1.95
Tiempo de estudio (días)	45	45	45	45	45	45
Conversión alimenticia (kg/kg)	2.35	2.76	2.62	2.85	3.55	3.59
Costos que varían (RD\$/kg)	41.25	39.15	35.41	37.28	45.73	45.35
Beneficio bruto (RD\$/kg)	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Beneficios netos/kg (RD\$)	38.75	40.85	44.59	42.72	34.27	34.65

CONCLUSIONES

1. La utilización de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en la alimentación de cerdos de crecimiento produce resultados biológicos y económicos positivos; ya que este no afecta los parámetros productivos hasta un nivel de inclusión de un 40%.
2. El tratamiento con 30% de inclusión produjo una reducción de la utilización de la soya y el maíz en un 50.65 y 13.53%, respectivamente, lo que demuestra la buena calidad y asimilación de la proteína y energía del fermentado.
3. No se produjo variación significativas en cuanto al consumo de materia seca a excepción del tratamiento con 60% inclusión de fermentado, pero sí en la conversión promedio de alimentación entre los tratamientos.
4. El tratamiento de 30% de inclusión de fermentado produjo mayor rentabilidad que los demás, pero similar al 40%

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, si los precios de la soya y el maíz se mantienen sin variaciones se recomienda la utilización de 30% de inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz para la alimentación de cerdo en crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), por el apoyo financiero para la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- Calderón, J.; Elías, A.; Valdivié M. 2005. Dinámica de la fermentación en estado sólido de la camas de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con vitafer. Revista Electrónica de Veterinaria.
- Campabadal, C.; Navarro, H. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. Asociación Americana de Soya-ASA-México D.F., 280p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT), 1993. Anuario de producción. V 46. FAO. Roma, IT.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, ES), 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds). Madrid, ES. 423 pp.
- Figueroa, V. 1990. La caña de azúcar como base de la producción porcina en el trópico. In: Taller Regional sobre Utilización de los Recursos Alimenticios en la Producción Porcina en América Latina y el Caribe (Editores: Vilda Figueroa and J Ly) Instituto de Investigación Porcina; Habana, CU.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2007. Resultados de Investigaciones en Producción Animal. Santo Domingo, DO. Primera Edición. 103p.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2010, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Molina, M.; Lechuga, R.; Bressani, R. 1990. Valor nutritivo de la pulpa de café sometida a fermentación sólida usando *aspergillus niger* en pollos y cerdos. *Agronomía Mesoamericana*, 1:79-82.

National Research Council. 1998. *Nutrient Requirements of Swine* version 2.03.

Pérez, R. 1997. *Feeding pigs in the tropics*. FAO Animal Production and Health Paper 132. Roma, IT. 185p.

Peñaloza, W.; Molina, M.; Gomez-Brenes, R.; Bressani, R. 1985. Solid-state fermentation: An alternative to improve the nutritive value of coffee pulp. *Appl. Environ. Microbiol.* 49:388-393.

Rodríguez, Z; Elías, A; Bocourt, R.; Nuñez, O. 2001. Efecto de niveles de nitrógeno ureico en la síntesis proteica durante la fermentación de mezcla de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata* Lam.). *Rev cubana. Cienc. Agric.* 35:29.

Romagosa, V. 1979. *Subproductos de la industria cervecera en la alimentación del ganado*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Madrid, ES.