

Efecto del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo de cerdos en engorde

José Carvajal¹

Con el propósito de estudiar fuentes alternativas locales de alimentación que sustituyan materias primas tradicionales, a base de concentrados, se evaluó el efecto de diferentes dietas a base de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo y económico de cerdos en etapa de engorde. Los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro replicas. Los tratamientos estudiados fueron 0, 20, 30, 40, 50 y 60% de inclusión de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz en las dietas. Las variables estadísticas evaluadas fueron procesadas a través de un análisis de varianza ($P < 0.05$), utilizando el paquete estadístico InfoStat. Se realizó un estudio económico de las dietas mediante un análisis de presupuestos parciales. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variables estudiadas (peso corporal, aumento de peso, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia). La dieta con 60% de inclusión de fermentado anaeróbico de malta de cervecería y pasta de arroz resultó más económica y de mayor beneficio neto, costo que varían de RD\$28.34 y un beneficio neto de RD\$39.66/kilogramo. Los resultados sugieren que los cerdos en la etapa de engorde aceptan favorablemente hasta un 60% de inclusión de fermentado en la dieta sin afectar significativamente las variables productivas de los animales. El uso de fermentado de malta y pasta de arroz es una alternativa alimenticia para los cerdos porque permite obtener rendimientos productivos similares a los tradicionales, a base de concentrados, y disminuir los costos de producción.

Palabras clave: subproductos, fermentación anaeróbica, alimentación alternativa, ensilaje.

INTRODUCCIÓN

La alimentación representa entre el 70 y el 80% de los costos de producción de una granja porcina (IDIAF 2007). La utilización de alimentos concentrados en la crianza porcina incrementa la productividad y la vulnerabilidad alimenticia de la República Dominicana. Los insumos alimenticios importados generalmente presentan precios altos, el maíz, por ejemplo, para la República Dominicana registro un aumento del 2006 al 2011 del 141.50%, al pasar de US\$135.00 a US\$326.00 la tonelada métrica; afectando directamente los costos unitarios de producción, que se traducen en elevadas erogaciones de divisas, negativas para la economía nacional.

Generalmente, 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 (Figueroa 1990), y cuando las producen, los índices de productividad son de dos a tres veces menores que países desarrollados (FAO 1993). El rendimiento promedio del maíz en los trópicos es de 1 800 kg/ha (Paliwal *et al.* 2001) y en las zonas templadas es de 7 000 kg/ha (CIMMYT 1994). Los países del trópico, para mejorar la rentabilidad en la producción de cerdos deben desarrollar estrategias que integren sus recursos naturales con tecnologías que permitan el desarrollo agropecuario de acuerdo con las características socio-económicas locales.

En la República Dominicana se dispone de subproductos agrícolas, tales como: café, cacao, cervecería, arroz, trigo, tomate y cítricos, entre otros, que pueden ser utilizados como al-

¹ Investigador en producción animal. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Centro de Producción Animal, kilómetro 24 Autopista Duarte, municipio de Pedro Brand, Santo Domingo Oeste, DO. Teléfono: 809-559-8763 y fax: 809-559-7792. Correo electrónico: jcarvajal@idiaf.gov.do

alternativas alimenticias para sustituir parcialmente los cereales y la soya en la elaboración de dietas alimenticias para cerdos. Estos recursos alimenticios, en condiciones normales, no tienen la misma calidad nutricional que la soya y el maíz, sin embargo, hay procesos, como la fermentación anaeróbica, que permiten elevar la calidad nutricional de los subproductos haciendo, por ejemplo, las proteínas y las minerales más asimilables por los animales y ofreciendo la oportunidad de 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 lo que se logran 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), comprobaron que el proceso de fermentación sólida usando el hongo *Aspergillus niger* Tiegh, reduce significativamente los niveles de cafeína, polifenoles y fibra, a la vez que aumenta su contenido de proteínas verdaderas en pulpa de café. Similares resultados 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 a partir del uso de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en el comportamiento productivo y económico de cerdos en la etapa de engorde.

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. Geográficamente se localiza en la latitud de 18° 34' N y longitud de 70° 05' O, con una altitud de 90 m.s.n.m. Temperatura media anual de 25°C y precipitación promedio de 1,800 mm por año.

El estudio tuvo una duración de 30 días y se utilizaron 48 cerdos con un peso promedio inicial de 72.77±5.59 kilogramos. Las unidades expe-

rimentales estuvieron compuestas por 2 cerdos, Figura 1. En un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.



Figura 1. Cerdos utilizados en el ensayo de alimentación con diferentes niveles de inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz.

El fermentado utilizado en el experimento fue una mezcla de 70% de malta de cervecería y 30% de pasta de arroz (cilindro o pulidura de arroz), Figura 2. Adicionalmente, se incluyó 1.36 kilogramos de un inóculo a base lactobacilos por cada 45.36 kilogramos de dicha mezcla. El inóculo 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 1. Una muestra de este fermentado después de 21 días de elaborado se envió al laboratorio, para determinar sus características nutricionales, Tabla 2.



Figura 2. Elaboración de fermentado de 70% de malta de cervecería y 30% de pasta de arroz.

La malta, Figura 3, 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).

Tabla 1. Composición de la mezcla para la obtención de 200 litros del inóculo (Vitafert)

Componentes ¹	Composición (kg)	Precio/kg (RD\$)	Total (RD\$) ²
Gallinaza	25.00	1.41	35.27
Melaza de caña	25.00	8.82	220.46
Urea	1.20	26.46	31.75
Sulfato Amonio	0.40	30.86	12.35
Harina de Soya	4.00	16.53	66.14
Afrecho de trigo	8.00	6.61	52.91
Yogurt	2.00	33.25	66.50
Mano de obra	1.00		50.00
Costo tanque ⁻¹			535.37
Costo qq ⁻¹			133.84

Fuente: Calderón *et al.* 2005

Tabla 2. Análisis bromatológico del fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz

Categoría	Valores Obtenidos, %
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 ISA (2009)



Figura 3. Malta de cervecería

La pasta de arroz, Figura 4, es un subproducto que se obtiene en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para consumo humano. La pasta de arroz está constituida por la

almendra harinosa, la capa de aleurona y el germen; representa el 8% del peso del grano, FED-NA (2003).



Figura 4. Pasta de arroz

Los tratamientos utilizados consistieron en seis dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de fermentado a base de malta de cervecería y pasta de arroz con 0, 20, 30, 40, 50 y 60%, Tabla 3, formulados según los requerimientos nutricionales de los cerdos en la etapa de engorde, de acuerdo a requerimientos NRC (1998), los cuales 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 para un mejor manejo del experimento. Además, se pesaron y desparasitaron al inicio experimento y fueron sometidos a un período de adaptación al consumo de las dietas por siete días. El alimento se suministró *ad libitum*.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existen diferencias entre los tratamientos. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la separación de medias con la prueba de Tukey. El peso inicial de los cerdos se utilizó como variable para un análisis de covarianza. El procesamiento de los datos se realizó con ayuda del programa de análisis estadístico InfoStat Versión, 2008 (Di Rienzo 2008). Se realizó un estudio económico de los tratamientos mediante un análisis de presupuestos parciales (Reyes 2001), utilizando los costos que varían y los costos de los insumos alimenticios utilizados en el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables peso corporal, aumento de peso total, ganancia de peso diaria y conversión alimenticia no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) (Tabla 4). Estos datos indican que la inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz hasta en un 60% no afectaron las variables productivas de los cerdos en eta-

Tabla 3: Composición de las dietas experimentales

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)	T6 (%)
Harina de Maíz	66.15	55.10	51.21	47.27	38.06	28.85
Harina de Soya	20.12	12.81	11.35	9.90	7.65	5.40
Grasa Amarilla	1.54	-	0.33	0.68	2.11	3.55
Afrecho Trigo	10.00	10.00	5.00	-	-	-
Fermentado ¹	-	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00
Lisina	0.04	0.20	0.27	0.34	0.41	0.48
Fosfato Monodivale	0.41	0.03	-	-	-	-
Premezcla Vit. y Min. de cerdos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oxido Zinc	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Sulfato Cobre	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Carbonato Calcio	0.94	1.06	1.04	1.01	0.97	0.92
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

¹Fermentado utilizado en base seca

pa de engorde, ni su capacidad de ingestión. Los resultados de las variables productivas obtenidas durante este estudio, fueron similares a Campadal (2001), de 3.10 y 3.50 Kg día⁻¹ para la ingestión de alimento. En caso de la ganancia de peso resultó superior con 800 y 900 g día⁻¹ (Figuras 5 y 6).

El análisis económico indica que el tratamiento con 60% de inclusión del fermentado a base de malta de cervecería y pasta de arroz resultó de menor costo de producción y de mayor beneficio neto, con un costo de alimentación para producir un kilogramo de peso vivo de RD\$28.34 y un beneficio neto por cada kilogramo de peso aumentado de RD\$39.66, Figura 6. Sin embargo, a pesar de obtener pesos corporales y aumen-

tos similares, el tratamiento sin la inclusión de fermentado resultó mayor costo de producción y menor beneficio neto, con un costo de RD\$41.59 por kilogramos de peso producido y un beneficio neto de RD\$26.41 por cada kilogramo de peso obtenido, Tabla 5. Estos resultados sugieren que los niveles de inclusión de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz estudiados son aceptados por los cerdos en la etapa de engorde y no aumenta el tiempo de salida de los animales al mercado. Estos datos confirman 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 engorde de cerdos, Figura 7.

Tabla 4. Variables productivas en cerdos de engorde como respuesta a la inclusión de diferentes niveles de fermentados a base de malta de cervecería y pasta de arroz.

Variables productivas	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Peso inicial (kg ⁻¹)	72.25	73.63	70.13	75.50	72.13	73.00 ^{NS}
Peso corporal final (kg ⁻¹)	100.75	102.56	100.71	102.96	101.18	102.16 ^{NS}
Ganancia diaria (g ⁻¹)	932.32	992.99	931.31	1006.32	946.91	979.52 ^{NS}
Aumento de peso (kg ⁻¹)	27.98	29.79	27.94	30.19	28.41	29.39 ^{NS}
Consumo total (kg ⁻¹)	95.19	98.29	98.79	99.95	95.34	92.56 ^{NS}
Consumo diario (kg ⁻¹)	3.17	3.28	3.29	3.33	3.18	3.09 ^{NS}
Conversión alimenticia (kg kg ⁻¹)	3.57	3.38	3.62	3.34	3.39	3.26 ^{NS}

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

Tabla 5: Análisis económico de los parámetros productivos obtenidos en cerdos de engorde 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 de alimento (kg RD\$ ⁻¹)	11.65	9.91	9.61	9.31	9.00	8.70
Consumo (kg día ⁻¹)	3.17	3.28	3.29	3.33	3.18	3.09
Tiempo de estudio (días)	30	30	30	30	30	30
Conversión alimenticia (kg kg ⁻¹)	3.57	3.38	3.62	3.34	3.39	3.26
Costos que varían (RD\$ kg ⁻¹)	41.59	33.53	34.88	30.97	30.59	28.34
Beneficio bruto (RD\$ kg ⁻¹)	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00
Beneficios netos (RD\$ kg ⁻¹)	26.41	34.47	33.12	37.03	37.41	39.66

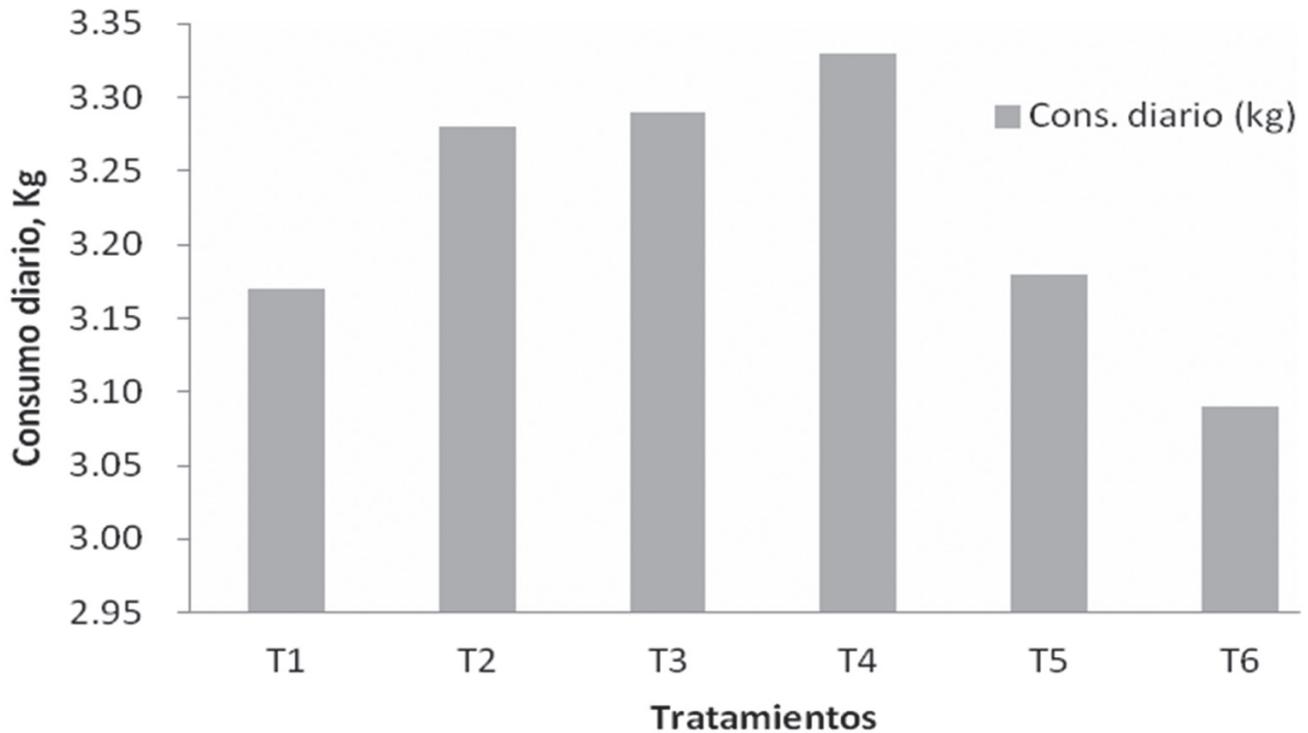


Figura 5. Comportamiento del consumo de alimento de dietas a base de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en cerdos en engorde

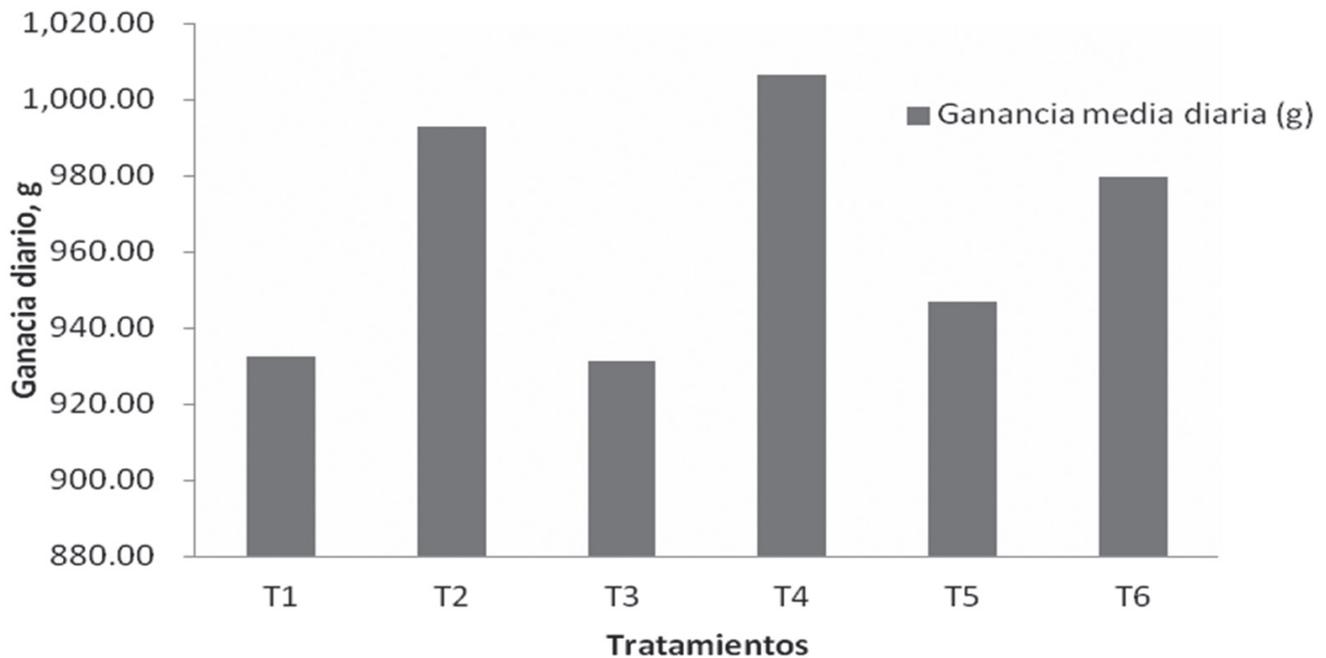


Figura 6. Comportamiento de la ganancia de peso de los cerdos en engorde al consumir alimento a base de alimento fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz

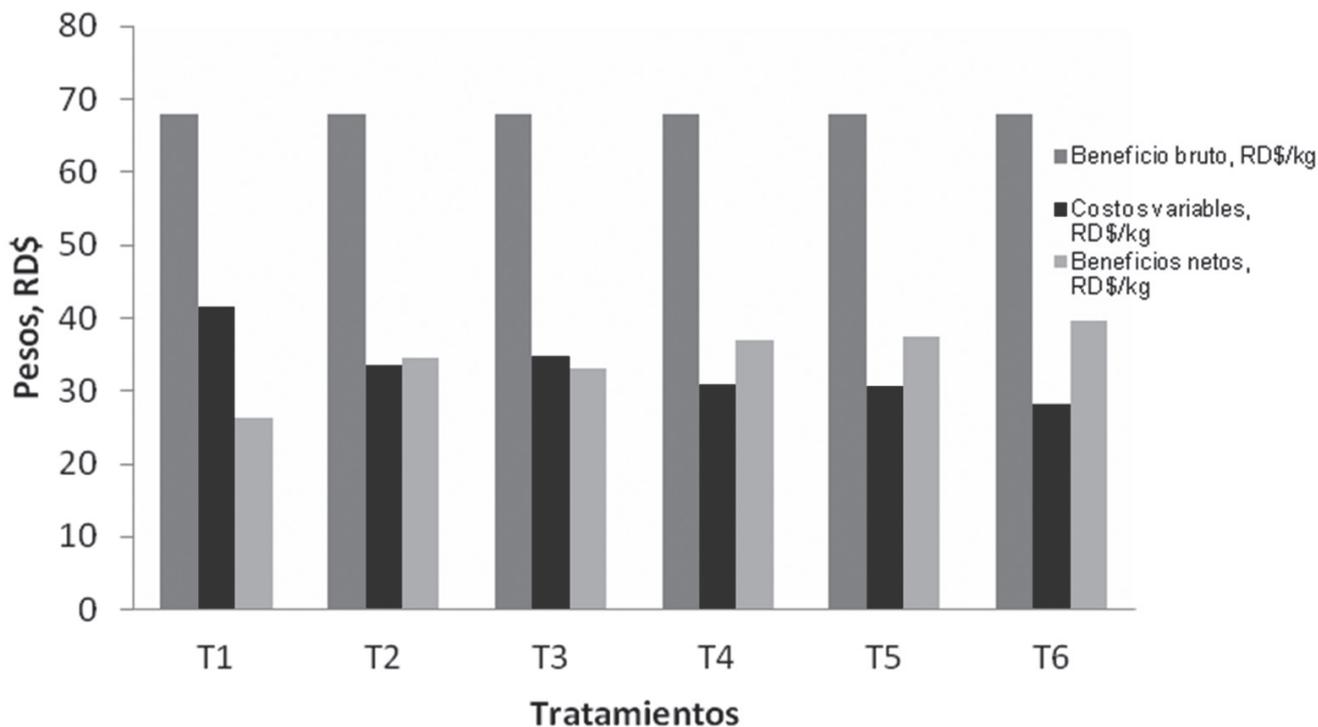


Figura 7. Relación de beneficios y costos de los cerdos en engorde al consumir dietas a base de alimento fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz

CONCLUSIONES

La utilización de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en la alimentación de cerdos de engorde produce resultados biológicos y económicos positivos. Estos no afectaron significativamente las variables productivas de los animales y el estudio económico arrojó bajos costos de producción y mayores beneficios netos.

El tratamiento con 60% de inclusión de fermentado, redujo la utilización de la soya y de maíz en un 73.16 y 56.39%, respectivamente, sin afectar el rendimiento de los cerdos. Esto demuestra la buena calidad y asimilación de la proteína y energía del fermentado.

La utilización del fermentado no afectó la capacidad de ingestión de alimentos de los cerdos en la etapa de engorde, no se produjeron variaciones en el consumo de materia seca y ni en conversión alimenticia entre los tratamientos.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda la inclusión de hasta un 60% de fermentado de malta de cervecería y pasta de arroz en dietas balanceadas para cerdos de engorde, debido a que resultó con menor costo y mayor beneficio neto, con similar ganancia de peso y consumo de alimento que los demás tratamientos. Además, permite una mayor utilización de subproductos, contribuyendo así a mitigar el impacto negativo que estos provocan al medio ambiente.

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.; Valdiviá, M. 2005. Dinámica de la fermentación en estado sólido de la camas de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con vitafert. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET - ISSN 1695-7504
- Campabadal, C.; Navarro, H. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. Asociación Americana de Soya-ASA-México D.F., México, MX. 280p.
- CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, MX). 1994. 1993/94 world maize facts and trends. Mexico, MX.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. *InfoStat, versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1993. Anuario de producción. 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 p.
- Figuroa, 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 Figuroa and J Ly). Instituto de Investigación Porcina. La Habana, CU.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2007. Resultados de Investigaciones en Producción Animal. Santo Domingo, DO. Primera Edición. 103 p.
- Molina, M.; Lechuga, R.; Bressani, R. 1990. Valor nutritivo de la pulpa de café sometida a fermentación sólida usando *Aspergillus niger* Tiegh en pollos y cerdos. Agronomía Mesoamericana, volumen 1. San José, CR.
- NRC. (National Research Council, US). 1998. Nutrient Requirements of Swine version 2.03. Washington, US.
- Paliwal, R.; Granados, G.; Lafitte, H.; Violic, A. 2001: El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, IT. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM> .
- Peñaloza, W.; Molina. M.R.; Gómez-Brenes. R.; Bressani, R. 1985. Solid-state fermentation: an alternative to improve the nutritive value of coffee pulp. Appl. Environ. Microbiol 49:388-393.
- Pérez, R. 1997. Feeding pigs in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper 132. Roma, IT. 185 p.
- Reyes, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala, GT.
- 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. Primera edición. Madrid, ES.