

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Alimentos alternativos para cerdos: Semolina de arroz, Harina de
palmiste y DDGS. Revisión bibliográfica**

Estudiante

Roger Andrei Dundur Serrano

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, noviembre 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	10
Criterios de Búsqueda	10
Criterios de Selección de Artículos	10
Resultados y Discusión.....	11
Capítulo 1	11
Alimentación Animal.....	11
Alimentación Porcina	11
Nutrientes Básicos en la Alimentación de Cerdos	12
Parámetros Productivos.....	13
Capítulo 2	14
Semolina de Arroz.....	14
Capítulo 3	17
Harina de Palmiste	17
Capítulo 4	20
Granos de Destilería con Solubles, DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles).....	20
Conclusiones	23

Recomendaciones..... 24

Referencias..... 25

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Rendimiento de lechones destetados alimentados con una dieta a base de semolina de arroz extruida	15
Cuadro 2 Rendimiento de los cerdos alimentados con raciones que contienen subproductos de arroz en la etapa de terminación	16
Cuadro 3.....	18
Cuadro 4 Desempeño de cerdos en fase de crecimiento y acabado utilizando harina de palmiste en las dietas.....	18
Cuadro 5 Ganancia de peso de cerdos con la inclusión de harina de palmiste en la etapa de engorde	19
Cuadro 6 Rendimiento de crecimiento de los lechones destetados alimentados con tratamientos dietéticos.....	20
Cuadro 7 Rasgos de desempeño de cerdos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) durante 3 fases	22
Cuadro 8 Peso vivo promedio al inicio y al finalizar las fases de alimentación de cerdos con DDGS en etapas de crecimiento y finalización	22

Resumen

La industria porcina está creciendo a medida que la demanda de carne de cerdo incrementa. El problema que tiene la mayoría de los porcicultores es el costo de alimentación. Por lo cual, la mayoría opta por utilizar nuevas alternativas en las dietas de sus cerdos. Las opciones varían dependiendo de la zona. Este trabajo se realizó con la finalidad de analizar los distintos porcentajes de inclusión de tres alimentos alternativos, semolina de arroz, harina de palmiste y DDGS, en las dietas de los cerdos. Durante el estudio se encontraron distintos límites en el porcentaje de inclusión para los tres tipos de alimentos debido a su alto contenido de fibra. Se puede incluir hasta un 50% de semolina arroz a la dieta de cerdos de engorde sin afectar su rendimiento. Se hallaron también los beneficios que puede tener la inclusión de 20% de harina de palmiste puede reducir considerablemente las diarreas en cerdos en etapa de destete. Los DDGS pueden ser incluidos hasta un 35% sin afectar el rendimiento de los cerdos, sin embargo, para obtener una grasa de calidad se debe eliminar los DDGS en las dietas 4 semanas antes de la cosecha.

Palabras clave: alimentación, alternativas, destete, dieta, fibra, inclusión, industria porcina

Abstract

The pork industry is growing as the demand for pork increases. The problem that most pig farmers have is the cost of feeding. Therefore, most choose to use new alternatives in the diets of their pigs. Options vary depending on the area. This work was carried out to analyze the different percentages of inclusion of three alternative foods, rice bran, palm kernel flour and DDGs, in the diets of pigs. During the study, different limits were found in the inclusion percentage for the three types of food due to their high fiber content. Up to 50% rice bran can be included in the diet of fattening pigs without affecting their performance. It was also found the benefits that the inclusion of 20% palm kernel flour can significantly reduce diarrhea in weaning pigs. DDGs can be included up to 35% without affecting pig performance, however, to obtain quality fat, DDGs must be eliminated from diets 4 weeks before harvest.

Keywords: alternatives, feeding, fiber, diet, inclusion, swine industry, weaning

Introducción

La porcicultura continúa en crecimiento a medida que la población y la demanda de carne de cerdo crece. Según la OCDE y FAO (2017), el consumo de carne de cerdo ha aumentado rápidamente en América Latina en los últimos años impulsado por el aumento de la producción interna, la calidad y los precios relativamente favorables lo que ha posicionado la carne de cerdo como una de las preferidas. Uno de los problemas más grandes que tiene el poricultor en América Latina es el costo de alimentación, el mismo que equivale aproximadamente entre 60% y 80% de los costos totales de producción (PIC 2019). El alto precio que tienen los granos básicos en los cuales están basadas la mayoría de las dietas, maíz y soya, varían de precio según la época del año, esto hace fluctuar las ganancias que pueden llegar a tener, en especial los pequeños poricultores. Debido a esto los productores buscan alimentos alternativos con materias primas no tradicionales como yuca, batata, caña de azúcar, así también como productos de los residuos de cosechas o subproductos de los procesos agroindustriales tales como la semolina de arroz, harina de palmiste y granos de destilería (DDGS) (Evan et al. 2019).

Los subproductos de la agroindustria causan un impacto negativo al medio ambiente, pero también pueden ser aprovechados para utilizarlos como alimento alternativo para animales, de esta manera se reduce el impacto al medio ambiente y se tiene un alimento a costo competitivo que puede ser utilizado en las dietas de distintos animales de granja (Cáceres Mendoza y Pineda Núñez 2020).

La semolina de arroz es un subproducto con alto valor nutricional, que tiene diversos estudios en dietas de animales de granja. Son utilizadas solo en dietas para animales no así para humanos. Sus propiedades nutricionales son 12-22% de lípidos, 11-17% de proteína, 6-14% de fibra y de un 8-17% de cenizas, con estas propiedades se puede considerar una buena alternativa para la alimentación de animales (Barberena Baltodano 2020).

La harina de palmiste (PKE – Palm Kernel Expeller) es un subproducto de la extracción de aceite de la palma africana y se comercializa en tres presentaciones: torta de palmiste o “expeller”

que es el residuo del proceso de prensado del palmiste; harina de palmiste donde el palmiste es molido y se usan solventes (hexano) para separar el aceite y “pellets” de palmiste que consiste en harina de palmiste procesada en peletizadora que se presenta puro a los animales (Pantzaris y Jaaffar Ahmad 2002). La harina de palmiste “expeller” tiene entre un 8 y 10% de grasa. La producida con solventes, posee un valor proteico un poco mayor y menos tendencia a volverse rancia, pero su valor energético es menor. Ambos productos son de valor nutritivo muy variable dependiendo de la cantidad de fibra que se extrae o se mezcla, y del tipo y condiciones del proceso. Su uso en piensos para porcinos se limita a las etapas adultas y se prefiere productos que contengan menos de 18% de fibra bruta (<18% FB) (FEDNA 2015).

Los granos de destilería con solubles, DDGS por sus siglas en inglés (Distillers Dried Grains with Solubles), son un subproducto de la destilación de alcohol etílico que se produce por la fermentación de ciertos granos como maíz, trigo, cebada, sorgo y centeno en plantas de molino seco (Abd El-Hac et al. 2015). Estos granos contienen ingredientes como almidón, proteínas, celulosa, ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, grasas, sustancias aromatizantes del vino, compuestos fenólicos, compuestos nitrogenados y compuestos heterocíclicos (Wang X et al. 2019).

Materiales y Métodos

Criterios de Búsqueda

Para realizar la revisión de literatura se buscaron artículos científicos escritos en inglés o español. Se seleccionaron aquellos que en su resumen hacían referencia a las temáticas abordadas sobre Alimentación Porcina, inclusión de DDGS en dietas de cerdos, inclusión de semolina de arroz en dietas de cerdos e inclusión de harina de palmiste en dietas de cerdos. Se utilizaron las bases de datos: Pubmed, Springer, Scielo, Science-Direct, Wiley Online Library, AGORA y Elsevier, con el fin de obtener información confiable y de alto valor científico.

Criterios de Selección de Artículos

Los artículos que se seleccionaron para esta revisión fueron aquellos que cumplieron con los siguientes criterios: que sean relevantes, importantes, sobresalientes para el tema; con contenido bibliográfico y estadístico, prefiriendo autores conocidos, especializados y publicaciones recientes, que sean artículos informativos y académicos; se da prioridad a los artículos respaldados por instituciones u organizaciones internacionales en idioma castellano o inglés.

Resultados y Discusión

Capítulo 1

Alimentación Animal

Según Moreno Osorio y Molina Restrepo (2017), un plan de alimentación animal debe centrarse en la mejora continua de las condiciones para los animales, que cumpla con los requerimientos nutricionales del animal (cantidad y calidad) y lograr un buen rendimiento, los cuales se evidencian en los parámetros de producción y reproducción (peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso, producción de leche e intervalo entre partos), así también como en la salud y el bienestar animal.

Alimentación Porcina

La alimentación de los porcinos es una de las prácticas más importantes que se debe de realizar en una granja porcina, ya que de ella depende no solo el rendimiento de los cerdos, sino también la rentabilidad de la granja (Campabadal 2009). La alimentación de cerdos con base a concentrados se ha recomendado como una de las mejores formas de alimentar los cerdos. Sin embargo, debido a los altos costos de las materias primas como el maíz y soya principalmente, los costos de producción son elevados para los países en vías desarrollo (Gómez et al. 2015). La alimentación porcina tiene que ser una dieta que proporcione los niveles nutricionales según la genética, la etapa fisiológico-productiva, el estado de salud de los animales y de la granja de producción porcina, condiciones climáticas donde está establecida la granja y el tipo de manejo de esta. Cada país tiene sus normas acerca de la calidad y fabricación de cada alimento para las distintas etapas de los cerdos (Bernal Marcelo et al. 2019). Conocer acerca de las necesidades de los cerdos en sus diferentes etapas o pesos, puede mejorar la elaboración de dietas, y así proporcionar una mejor calidad de alimento al animal.

Nutrientes Básicos en la Alimentación de Cerdos

Los cerdos requieren seis clases generales de nutrientes: agua, carbohidratos, grasas, proteínas (aminoácidos), minerales y vitaminas. La energía, aunque no es un nutriente específico, es un componente nutricional importante y se deriva principalmente de la oxidación de carbohidratos y grasas. Los antibióticos, agentes quimioterapéuticos, suplementos microbianos (prebióticos y probióticos), enzimas y otros aditivos alimenticios a menudo se agregan a las dietas de los cerdos para aumentar la tasa y la eficiencia de ganancia de peso, mejorar la digestibilidad y para otros fines, pero no se consideran nutrientes (Cromwell 2015).

Agua: El cerdo debe disponer de agua potable. Algunos parámetros son importantes para asegurar la potabilidad y palatabilidad del agua: ausencia de materiales flotantes, aceites y grasas, sabores, olores, coliformes y metales pesados; pH entre 6,4 y 8,0; niveles máximos de 0,5 ppm de cloro libre, 110 ppm (CaCO₃) de dureza, 20 ppm de nitrato, 0,1 ppm de fósforo, 600 ppm de calcio, 25 ppm de hierro, 0,05 ppm de aluminio y 50 ppm de sodio; temperatura por debajo de 20 ° C (Embrapa 2003). El consumo de agua debe ser a voluntad del animal y la cantidad de consumo de agua varía dependiendo de la etapa del cerdo. Un cerdo de engorde contiene 60-65% de agua de su peso vivo. Es de vital importancia que el animal no se quede sin agua ya que puede causar varios problemas como, la pérdida de apetito, estrés por deshidratación, en las cerdas lactantes la poca producción de leche, etc. Se debe tener en cuenta la calidad del agua al igual que la cantidad. Es por eso por lo que la disposición de agua deber ser de vital importancia para el cerdo (Acosta Sosa 2018; Palomo Yague 2021).

Energía: La necesidad energética de un cerdo de engorde es la suma de la necesidad de mantenimiento (funciones fisiológicas, regulación de la temperatura corporal, actividad muscular, etc.), más la de producción. La energía de los alimentos puede ser medida en calorías (cal), Kilocalorías (Kcal) y también en Jules (J). La energía de estos alimentos primero ingresa como Energía Bruta (E.B), esta energía no es considerada en las dietas ya que el cerdo elimina parte mediante la materia fecal y

lo demás queda a disposición del cerdo, que es la Energía Digerible (E.D.). Parte de esta energía igual es eliminada por la orina y gases (metano), y lo resultante es la Energía Metabolizable (E.M). Parte de la energía metabolizable se pierda por medio del incremento calórico de los procesos metabólicos (ingestión y digestión de los alimentos), quedando como resultante la Energía Neta (Pooli 2018).

Proteína: Las proteínas están formadas por unidades simples llamados aminoácidos, estos están ligados en largas cadenas. Estas cadenas están comprendidas por cientos o miles de aminoácidos en secuencias específicas. Estas forman los músculos y también las uñas, pezuñas, pelos, piel, etc. Existen 20 aminoácidos para la formulación de músculo, de los cuales 9 son llamados esenciales porque los animales no pueden sintetizar y el resto son llamados “no esenciales” ya que los animales si pueden sintetizarlo. En los cerdos se reconocen 12 aminoácidos esenciales que deben ser imprescindibles en las dietas: lisina, metionina, cistina, triptófano, treonina, leucina, isoleucina, valina, histidina, arginina, fenilalanina y tirosina. Si el cerdo tiene un potencial genético específico para formar tejido magro, cierta tasa diaria, la dieta debe aportar energía y aminoácidos necesarios para que esto suceda. Cuando el suministro de aminoácidos es insuficiente, se reduce la formación de tejido magro y aumenta la formación de grasa corporal. Si la proteína es excesiva, la energía de la ración se utilizará incorrectamente y se traducirá en una reducción de la eficiencia alimenticia (Caravaca Rodríguez 2001; Tcano 2021). La Lisina es el aminoácido más estudiado en nutrición animal, debido a que es un limitante para la alimentación de los cerdos. La lisina es extremadamente esencial para la síntesis de proteína. La lisina debe estar incluida en un 100% del nivel recomendado en todas las etapas (García Castillo et al. 2010).

Parámetros Productivos

Para medir la eficiencia en el crecimiento de los cerdos, desde el destete (\approx 6 kg de peso) hasta la cosecha (\approx 90 a 130 kg), se usan 3 parámetros básicos: 1.- Ganancia Diaria de Peso (GDP). 2.- Consumo Diario de Alimento (CDA). 3.- Conversión Alimenticia (C.A.).

La Conversión Alimenticia (C.A.) es un índice o relación entre dos números, indica cuánto de un número corresponde al otro; es decir, cuántos kilogramos de alimento consume el cerdo para ganar un kilogramo de peso. Se calcula, para un periodo de tiempo determinado, al dividir el total de kg de alimento consumidos por el cerdo, entre el total de kg ganados. Los kg de peso ganado se obtienen de la resta: Peso final - Peso de inicio (Aguila 2020).

$$C.A. = \text{Peso del alimento consumido (kg)} / [\text{Peso final (kg)} - \text{Peso Inicial(kg)}]$$

Capítulo 2

Semolina de Arroz

La semolina, salvado o afrechillo de arroz, es obtenido por el proceso de pulido del arroz previamente descascarado. Se compone de diferentes estructuras del grano: pericarpio, testa, aleurona y a menudo incluye al germen y partículas del endosperma (grano blanco); además de una contaminación variable con cáscara molida (Gallinger et al. 2003). Tiene un color cremoso, una textura de harina pajosa y una estructura ligeramente grasosa (Velásquez Pinto 1999; Centeno-Mora 2016).

La semolina no solo se puede incorporar a la dieta de los cerdos por su menor costo sino por sus bondades y beneficio para la salud de los mismos; disminuye los biomarcadores inflamatorios en el suero sanguíneo y coadyuva en las funciones de la barrera intestinal, ayuda a controlar la diarrea por rotavirus y mejora la respuesta a la vacuna (Yang et al. 2014; Fan et al. 2020).

Puede ser normal o integral (Full Fat) conteniendo 14 a 25% de grasa o desengrasada (Defatted) conteniendo menos de 5% de grasa (Casas y Stein 2016). La semolina normal, es susceptible a volverse rancia (Goffman y Bergman 2003); alimentar cerdos con semolina rancia en etapa de finalización, tiene efectos negativos en su crecimiento y calidad (Chae y Lee 2002). Otro problema es que a menudo es adulterada con harina de cascara de arroz, lo que disminuye su contenido de proteína cruda (Gómez et al. 1978).

El proceso de cocción por extrusión además de evitar la rancidez tiene el potencial de mejorar la digestibilidad y la absorción de la semolina de arroz al solubilizar su alto contenido de fibra, desactivar los factores anti nutricionales como el ácido fítico, el inhibidor de tripsina y la hemaglutinina y estabilizar las actividades de las enzimas lipolíticas. Cuarenta y ocho cerdos destetados Large White x Landrace se asignaron aleatoriamente a tres tratamientos que consistían en un control (T1) con un nivel de inclusión del 30% de semolina cruda; T2 con 30% de semolina extruida a 100 ° C y T3 con 30% de semolina extruida a 120 ° C. El peso corporal final y la ganancia de peso fueron significativamente ($P < 0.05$) más altos en cerdos con T3 en comparación con el grupo de control (Adebiyi et al. 2018).

Cuadro 1

Rendimiento de lechones destetados alimentados con una dieta a base de semolina de arroz extruida

Indicador	T1	T2	T3	SEM	Valor P
Peso inicial (kg)	11.87	12.47	12.93	0.13	0.1906
Peso final (kg)	18.25	19.42	19.94	0.05	0.0001
Ganancia de peso (kg)	6.38	6.95	7.01	0.11	0.0143
Consumo (kg)	24.5	25.04	24.67	0.19	0.2024
ICA	3.85	3.6	3.52	0.06	0.0228

Nota. Tomado de Adebiyi et al. (2018).

La inclusión de semolina no debe superar un 30% de las dietas para lechones recién destetados, para una degradación y metabolismo óptimos (Geoffrey Nkwocha A. et al. 2017).

Para evaluar el efecto de la sustitución de maíz por semolina en fase de finalización, se utilizaron 40 cerdos Landrace x Large White x Pietrain castrados y hembras de 18 semanas y 67 kg de promedio y una dieta base (82.25 maíz y 15.57 soya). El tratamiento con 100% de sustitución afectó la ganancia diaria de peso y el peso de la canal, pero el tratamiento con 50% no afectó a ninguno de los parámetros medidos al igual que, Tenório Fireman et al. (2000), que incluyó 50% de semolina en la dieta de cerdos en etapas de crecimiento y finalización, no mostraron diferencias con la dieta de maíz y soya en cuanto a conversión alimenticia, pero el consumo del pienso con semolina fue menor,

por lo tanto, se debe esperar más tiempo para llegar al mismo peso vivo final; pero el menor costo de la semolina lo justifica (Nery et al. 2010).

Cuadro 2

Rendimiento de los cerdos alimentados con raciones que contienen subproductos de arroz en la etapa de terminación

	Tratamientos					CV
	RB	RA	RA50	RSI	RSI50	
Peso inicial (kg)	69,56	69,45	71,20	60,21	64,91	7,7
Peso final (kg)	90,97	92,45	92,50	77,88	85,89	5,8
Consumo diario	2,54	2,37	2,45	2,45	2,53	5,5
Ganancia diaria de peso (kg)	1,02	1,10	1,01	0,84	0,99	10,6
Conversión alimenticia	2,49	2,16	2,42	2,91	2,53	11,7

Nota. Tomado de Nery et al. (2010). RB: Ración Básica. RA: ración reemplazada el 100% de maíz con arrocillo. RA50: ración reemplazada el

50% de maíz con arrocillo. RSI: ración reemplazada el 100% de maíz con semolina integral. RSI50: ración reemplazada el 50% de maíz con semolina integral.

Capítulo 3

Harina de Palmiste

La harina de palmiste es el residuo de la extracción del aceite de la semilla de la palma africana (*Elaeis guineensis*) que se cultiva en zonas tropicales (FEDNA 2015).

Como todo fruto de palma, la nuez de la palma africana está protegida por una corteza muy dura, similar al hueso del durazno, la que se rompe o muele para extraer el aceite. El contenido de esta corteza molida en la harina hace subir su contenido en fibra y bajar considerablemente su valor energético. Por lo que es preferible harinas con un contenido en fibra lo más bajo posible (FEDNA 2015).

Tiene más proteína bruta que los cereales (alrededor del 15%). La digestibilidad de la proteína en monogástricos es pobre (50-65%), por motivo de su alto nivel de fibra. El perfil de la proteína en aminoácidos esenciales es mediocre, presentando una concentración alta en metionina (1.8% sobre PB) pero baja en lisina (2.9 %PB) y treonina (3.0 %PB) (FEDNA 2015).

Su contenido en calcio y fósforo es parecido al de otras harinas de oleaginosas. En cambio, la digestibilidad del P es baja. Su contenido en hierro es alto, y es especialmente alto su contenido en manganeso (200 mg/kg) (FEDNA 2015).

En la porcicultura tiene desventajas su baja palatabilidad, alto contenido en fibra y bajo valor proteico, pero se emplea a niveles moderados en la etapa final de cebo (pues genera una grasa consistente y blanca) y también en cerdas gestantes (FEDNA 2015).

Arturo Samuel Gómez et al. (2007), evaluaron la inclusión de 0, 10 y 20% de harina de palmiste en cerdos; no tuvo efecto negativo en los parámetros evaluados de ganancia de peso diario, consumo de alimento y conversión alimenticia. Concluyendo que incluir menos de 20% de harina de palmiste a la dieta de los cerdos es una buena alternativa para los cerdos en etapa de finalización.

Cuadro 3*Rendimiento promedio de cerdos en fase de ceba alimentados con torta de palmiste*

Criterios	T1	T2	T3	Promedio tratamiento
Duración periodo (días)	60	60	60	60
Peso inicial kg	56.3	60.8	57.6	58.2
Peso final kg	94	93.2	89.7	92.3
Consumo total/ animal kg	158.9	142.9	129.1	143.7
Consumo día/ animal kg	2.6	2.4	2.2	2.4
Incremento peso kg	37.7	32.4	32.2	34.1
Ganancia peso/ animal/ día g	627.2	540.5	536.8	569.2
Conversión alimenticia	4.2	4.4	4	4.2

Nota. Tomado de Arturo Samuel Gómez et al. (2007)

Alava Hidalgo (2006), evaluó tres niveles de palmiste en las fases de crecimiento y acabado en la que concluyó que los cerdos que fueron alimentados con el 25 % de palmiste alcanzaron el peso de 90 kg en menor tiempo (70 días), seguido por el tratamiento de 15 % (72 días) y el 35 % (77 días). Los resultados indicaron que una inclusión del 25% de palmiste registró numéricamente su mayor aumento diario de peso de 0.93 kg, el mayor consumo promedio de alimento fue 2.93 kg correspondiente al tratamiento con 0 % y una conversión alimenticia promedio de 3.46 perteneciente al tratamiento con 0 % de palmiste.

Cuadro 4*Desempeño de cerdos en fase de crecimiento y acabado utilizando harina de palmiste en las dietas*

Criterios	Palmiste			
	0%	15%	25%	35%
Número de cerdos	5	5	5	5
Duración experimento en días	77	72	70	73
Peso promedio inicial kg	24.6	24.6	24.6	24.6
Peso promedio final kg	89.7	92.2	91.2	90.1
Aumento promedio diario kg	0.848	0.901	0.937	0.875
Consumo promedio diario kg	2.93	2.77	2.71	2.7
Eficiencia alimentaria	3.46	3.07	2.95	3.1

Nota. Tomado de Alava Hidalgo (2006)

Rodríguez Zambrano (2012), evaluó 3 diferentes tratamientos (20, 30 y 40%) de inclusión de harina de palmiste en la dieta de cerdos de engorde. Donde se evaluó las variables de ganancia de

peso, conversión alimenticia y consumo de alimento diario, los cuales no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. La ganancia de peso se evaluó en etapas de 15 días donde no hubo diferencias significativas siendo la inclusión de 40% de harina palmiste la mayor con 370.77 g/día y 20% de harina de palmiste la menor con 306.45 g/día. Concluyó que el usar 40% de harina de palmiste no tiene ningún efecto negativo en el cerdo por lo cual es recomendable usar esta cantidad para la dieta de los cerdos en etapa de engorde.

Cuadro 5

Ganancia de peso de cerdos con la inclusión de harina de palmiste en la etapa de engorde

Tratamientos	Días				Total
	15	30	45	60	
Palmiste 20%	280.97	295.1	223.22	427.52	306.45
Palmiste 30%	219.43	355.63	249.7	412.38	309.29
Palmiste 40%	329.15	472.92	302.67	378.33	370.77
CV (%)	7.28	14.25	6.2	6.49	22.19

Nota. Tomado de Rodríguez Zambrano (2012)

En un experimento de 6 semanas, la inclusión de 20% de palmiste expeller en la dieta de lechones recién destetados no tuvo efectos negativos sobre el rendimiento del crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes respecto a la dieta normal basada en maíz y harina de soya. Más bien redujo la frecuencia de diarrea (15% vs 25%) durante las primeras 2 semanas después del destete (Seo J et al. 2015). Se necesitan más experimentos para confirmar los resultados de Seo y otros en cuanto a la disminución de la diarrea post destete con el uso de palmiste en las dietas.

Cuadro 6

Rendimiento de crecimiento de los lechones destetados alimentados con tratamientos dietéticos

	DCB	HP	Error estándar	Valor p
Peso inicial (kg)	6.87	7.02	0.24	0.67
Peso final (kg)	22.09	23.1	0.45	0.13
Consumo (kg)	83.31	92.3	1.19	<0.05
GDP (g/d)	362.33	382.87	7.09	0.05
CPD (g/d)	495.89	549.39	7.09	<0.05
PG/AC (g/g)	0.731	0.689	0.014	0.11

Nota. Tomado de Seo J et al. (2015). DCB: Dieta Control Base. HP: DCB con 20% de Harina de Palmiste. GDP: Ganancia diaria de peso. CPD:

Consumo promedio diario. PG/AC: relación peso ganado/ alimento consumido.

Capítulo 4

Granos de Destilería con Solubles, DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles)

El coproducto más común de la producción de etanol es Granos de destilería con solubles, DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles) que por definición contiene todos los residuos de los granos usados en la destilación y el 70% de los solubles condensados producto de la fermentación. Si no se adicionan los solubles, el producto se denomina DDG. Si el grano es descascarado y se le quita el germen antes de la fermentación, el producto se llama alto en proteína (HP-DDGS) que tiene menos grasa y menos fibra, pero más proteína. Si los solubles no se adicionan, se obtienen granos de destilería de alta proteína (Widmer et al. 2007). Si el aceite es extraído del DDGS, se obtiene DDGS desgrasado que contiene menos energía (Jacela et al. 2007). Si se quita la fibra al DDGS obtenemos DDGS Mejorado, que tiene 10% menos polisacáridos no almidonados (Soares et al. 2008).

La implementación de DDGS en las dietas porcinas podrían contribuir a la sostenibilidad ambiental cuando se utiliza la disponibilidad de los aminoácidos sintéticos, ya que de esta manera se reducen los niveles de proteína cruda en la dieta, satisfaciendo los requisitos de aminoácidos esenciales y reduciendo el nitrógeno del estiércol. Una ventaja de los DDGS es su alto contenido de fósforo y digestibilidad. La formulación de un alimento para cerdos y aves sobre una base de fósforo

digerible y fitasa puede reducir el contenido de fósforo en el estiércol. Además, las dietas de DDGS en cerdos pueden reducir sustancialmente las emisiones de amoníaco y sulfuro de hidrógeno en el estiércol. Los DDGS demuestran que pueden reducir el potencial de acidificación y eutrofización hasta un 22% comparado con harina de soja, maíz y otras dietas con coproductos (Jerry Shurson 2019).

Los DDGS pueden ser incorporados en las dietas de los cerdos en cualquiera de sus etapas. Resumieron diez experimentos para evaluar la dieta de los lechones destetados que contenían hasta un 30% de DDGS. En todos los experimentos realizados se muestra que no hay cambios en el Ganancia de peso en comparación con una dieta control sin consumo de DDGS, tampoco afectó en la mortalidad. Estos resultados indican que los DDGS se pueden incluir de forma eficaz en las dietas hasta un 30% en lechones de 14 a 21 días después del destete, sin afectar negativamente la ganancia de peso o mortalidad de los cerdos. Sin embargo, la grasa de la canal de los cerdos alimentados con dietas que contienen DDGS tienen un valor de yodo mayor que la grasa de la canal de los cerdos no alimentados con DDGS. Por lo tanto, puede ser necesario eliminar los DDGS de las dietas de los cerdos de engorde en las últimas 3 a 4 semanas antes del sacrificio para lograr la calidad de grasa de cerdo deseada. Las cerdas lactantes también pueden ser alimentadas con dietas que contengan hasta un 30% de DDGS (Stein y Shurson 2009). Un experimento realizado por Greiner et al. (2015), tuvieron como resultado que incluir dietas de 40 a 50% de DDGS pueden afectar en la reducción del consumo del alimento de la cerda y reducción de la camada. Lo recomendado sería de 30% de inclusión de DDGS en las dietas de cerdas lactantes. Otro experimento realizado por Cromwell et al. (2011), tuvo resultados en cuales la inclusión de 45% de DDGS en la dieta de cerdos en etapa de finalización tuvo menor ganancia de peso que el anterior experimento, pero no tuvo tanta relevancia como para no incluir 45% de DDGS en las dietas. Concluye que se pueden incluir 45% de DDGS en las dietas sin tener efectos negativos significativos en cuanto al crecimiento y calidad de la carne del cerdo.

Cuadro 7

Rasgos de desempeño de cerdos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS)

durante 3 fases

Etapa	DDGS %				CV	Probabilidad
	0%	15%	30%	45%		
Peso corporal (kg)						
Inicial	32.6	32.7	32.4	32.5	1.1	0.5
Final de la fase 1	60.4	60.7	59.8	59.7	2.59	0.003
Final de la fase 2	91.7	91.5	90	90	2.8	0.02
Final de la fase 3 ¹	119.2	120.1	117.6	117	2.95	0.02
Final de la Fase 3 ²	120.4	121.6	120.6	119.3	2.44	0.18

Nota. Tomado de Cromwell et al. (2011)

Se realizó un experimento con 4 tratamientos en cerdos en la etapa de crecimiento y finalización, donde se incluyeron tratamientos de 0 a 45% de DDGS. En el cual no hubo ninguna diferencia significativa en cuanto al peso vivo de los cerdos. Lo que indica que los cerdos pueden ser alimentados con inclusión de DDGS hasta de 45% sin afectar en el desempeño del cerdo en cuanto aumento de peso (Suarez del Cerro et al. 2019).

Cuadro 8

Peso vivo promedio al inicio y al finalizar las fases de alimentación de cerdos con DDGS en etapas de crecimiento y finalización

Peso vivo (kg)	Tratamientos				EE	p-valor
	D0	D15	D30	D45		
Inicial	47.21	46.93	48	47.14	0.42	0.32
Fin Crecimiento	72.21	72.1	71.86	70.43	1.09	0.64
Fin Terminación	107.86	107.5	106.64	105.79	1.3	0.68

Nota. Tomado de Suarez del Cerro et al. (2019) . Medias ajustadas. EE: error estándar.

Conclusiones

Se puede realizar una inclusión de hasta 50% de semolina de arroz en las dietas de los cerdos de finalización y tiene beneficios en la salud del cerdo.

Entre el 20 al 25% de la adición de harina de palmiste en la etapa de engorde no afecta el rendimiento de los cerdos.

La inclusión de 35% de DDGS no afecta las propiedades nutricionales en las dietas porcinas, sin embargo, en la etapa de finalización 3 a 4 semanas antes de la cosecha, es necesario eliminar los DDGS para lograr la calidad de grasa deseada.

Los coproductos deberían ser usados por la mega tendencia global de producir de manera sustentable. Usar coproductos tiene doble incentivo: económico y medioambiental al no dejar los coproductos como desechos.

Recomendaciones

Analizar otro tipo de subproductos para la dieta porcina.

Realizar un análisis de costo para determinar la rentabilidad de cada dieta.

Realizar otros estudios incluyendo la harina de palmiste en las dietas de los cerdos en la etapa de destete, para determinar su eficiencia en las diarreas.

Realizar estudios utilizando enzimas que ayuden en la digestión de la fibra para la dieta de los porcinos.

Referencias

- Abd El-Hac ME, Alagawany M, Ragab Fara M, Dhama K. 2015. Use of Maize Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS) in Laying Hen Diets: Trends and Advances. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10(11):690–707. doi:10.3923/ajava.2015.690.707.
- Acosta Sosa MA. 2018. Instalaciones porcinas: Orientado al pequeño y mediano productor del NEA y NOA. 1ª ed. Colonia Benítez, Chaco: Ediciones INTA. 106 p. ISBN: 978-987-521-893-2; [consultado el 16 de jun. de 2021]. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-instalaciones_porcinas/51-instalaciones_porcinas.pdf.
- Adebiyi OA, Sodeke M, Adeleye OO, Adejumo IO. 2018. Effects of extruded rice bran based diets on the performance, intestinal microbiota and morphology of weaned pigs. *Agricultura Tropica et Subtropica*; [consultado el 6 de oct. de 2021]. 51(1):13–19. <https://sciendo.com/pdf/10.2478/ats-2018-0002>. doi:10.2478/ats-2018-0002.
- Aguila R. 2020. La incomprendida conversión alimenticia. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 6 de oct. de 2021; consultado el 6 de oct. de 2021]. <https://www.porcicultura.com/destacado/La-incomprendida-conversion-alimenticia>.
- Alava Hidalgo El. 2006. Evaluación de tres niveles de palmiste en reemplazo de las fuentes tradicionales de energía en dietas de crecimiento y acabado en cerdos [Tesis de grado]. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. spa; [consultado el 16 de sep. de 2021]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13474>.
- Arturo Samuel Gómez, Carlos Iván Benavidez, Cludia Milena Diaz. 2007. Evaluación de torta de palmiste (*elaeis guineensis*) en alimentación de cerdos de ceba. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*. 5(1):54–63. spa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117630>.
- Barberena Baltodano JJ. nov. 2020. Efecto de la semolina de arroz en la productividad y características de la canal de pollos de engorde [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 32 p; [consultado el 24 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6856/1/CPA-2020-T018.pdf>.
- Bernal Marcelo AR, Álvarez Lazo DA, Buendía Quispe BF. 2019. Evaluación de alternativas alimenticias para cerdos en crecimiento en el Valle de Oxapampa, Pasco. *Avances*; [consultado el 7 de jul. de 2021]. 21(3):356–366. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/454/1498>.
- Cáceres Mendoza A, Pineda Núñez Y. nov. 2020. Efecto de la inclusión de subproductos agroindustriales como alternativa dietética sobre los parámetros productivos en cerdos de engorde [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 24 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6823/1/CPA-2020-T024.pdf>.
- Campabadal C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sistema Unificado de Información Institucional. 44 p; [consultado el 1 de jun. de 2021]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Caravaca Rodriguez F. 2001. Introducción a la Alimentación y Racionamiento Animal. Venezuela: [sin editorial]; [consultado el 20 de jun. de 2021]. 18 p. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf.

- Casas GA, Stein HH. 2016. Effects of full fat or defatted rice bran on growth performance and blood characteristics of weanling pigs. *Journal of Animal Science*. 94(10):4179–4187. eng. doi:10.2527/jas.2016-0565.
- Centeno-Mora O. 2016. Estimación de proteína en semolina de arroz, mediante aplicación de regresiones en el infrarrojo cercano. *Agronomía Mesoamericana*. 27(2):367. doi:10.15517/am.v27i2.21153.
- Chae BJ, Lee SK. 2002. Rancid Rice Bran Affects Growth Performance and Pork Quality in Finishing Pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 15(1):94–101. en. doi:10.5713/ajas.2002.94.
- Cromwell G. 2015. Requisitos nutricionales de los cerdos - Manejo y nutrición - Manual Veterinario. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado 2021; consultado el 6 de oct. de 2021]. <https://www.msddvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-pigs/nutritional-requirements-of-pigs>.
- Cromwell GL, Azain MJ, Adeola O, Baidoo SK, Carter SD, Crenshaw TD, Kim SW, Mahan DC, Miller PS, Shannon MC. 2011. Corn distillers dried grains with solubles in diets for growing-finishing pigs: a cooperative study. *Journal of Animal Science*. 89(9):2801–2811. eng. doi:10.2527/jas.2010-3704.
- Embrapa. 2003. Producción de cerdos. Brasil: [sin editorial]; [actualizado el 23 de ago. de 2006; consultado el 27 de sep. de 2021]. <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/nutricao.html>.
- Evan T, Cabezas A, La Fuente J de, Carro MD. 2019. Efecto de la inclusión de subproductos agroindustriales en la alimentación de corderos de cebo. Madrid, España: [sin editorial]. ISBN: 978-84-09-10960-9. <http://oa.upm.es/id/eprint/65032/contents>.
- Fan L, Huang R, Wu C, Cao Y, Du T, Pu G, Wang H, Zhou W, Li P, Kim SW. 2020. Defatted Rice Bran Supplementation in Diets of Finishing Pigs: Effects on Physiological, Intestinal Barrier, and Oxidative Stress Parameters. *Animals*. 10(3):449. eng. doi:10.3390/ani10030449.
- [FEDNA] Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2015. Harina de extracción de palmiste. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 24 de may. de 2021; consultado el 24 de may. de 2021]. <http://www.fundacionfedna.org/node/440>.
- Gallinger C, Suarez D, Barrera R, Azcona J, Shang M. 2003. Salvado de arroz: valor nutritivo y uso potencial en alimentos de parrilleros. [sin lugar]: [sin editorial]. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/68-gallinger.pdf.
- García Castillo R, Malacara Álvarez O, Salinas Chavira J, Torres Hernández M, Fuentes Rodríguez J, Kawas Garza JR. 2010. Efecto de la suplementación de lisina sobre la ganancia de peso y características cárnicas y de la canal en cerdos en iniciación. *Revista Científica*; [consultado el 24 de sep. de 2021]. XX(1):61–66. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95915974009.pdf>.
- Geoffrey Nkwocha A., Anukam K. U., O. I. Prudent. 2017. Growth Performance of Weaner Pigs Fed Enzyme Supplemented High Fibre Diets. *International Journal of Innovative Research and Development*; [consultado el 13 de oct. de 2021]. 6(9). en. http://www.internationaljournalcorner.com/index.php/ijird_ojs/article/view/139706/98217.
- Goffman FD, Bergman C. 2003. Relationship Between Hydrolytic Rancidity, Oil Concentration, and Esterase Activity in Rice Bran. *Cereal Chemistry*. 80(6):689–692. doi:10.1094/CCHEM.2003.80.6.689.

- Gómez E, Silva J, Inés A. 2015. Evaluación de una dieta alternativa para alimentación de cerdos en ceba con dos niveles de inclusión. *Innovando en la U*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. (7). <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/innovando/article/view/3920/3295>.
- Gómez GG, Alvarado F, Chamorro M. J, Maner JH. 1978. Utilización de las puliduras (polvillo) de arroz en raciones para cerdos en crecimiento y acabado. [sin lugar]: CIAT (Serie; Es-29); [consultado el 13 de oct. de 2021]. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?iscript=miagro.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007363>.
- Greiner L, Neill C, Allee GL, Wang X, Connor J, Touchette K, Usry JL. 2015. The feeding of dried distillers' grains with solubles to lactating sows. *Journal of Animal Science*. 93(12):5718–5724. eng.
- Jacela JY, Sulabo RC, Thaler RC, DeRouchey JM, Tokach MD, Goodband RD, Nelssen JL, Dritz SS. 2007. Amino acid digestibility and energy content of corn distillers meal for swine. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 0(10). doi:10.4148/2378-5977.6999.
- Jerry Shurson. 2019. Environmental impacts of feeding DDGS to pigs. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 19 de dic. de 2019; consultado el 25 de sep. de 2021]. <https://www.nationalhogfarmer.com/nutrition/environmental-impacts-feeding-ddgs-pigs>.
- Moreno Osorio F, Molina Restrepo D. 2017. En la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. 1ª ed. Colombia: FAO. 36 p. (Manual Técnico Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA)); [consultado el 1 de jun. de 2021]. <https://www.fao.org/3/a1564s/a1564s.pdf>.
- Nery VLH, Soares, Rita da Trindade Ribeiro Nobre, Chiquieri J. 2010. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo subprodutos de arroz. *Zootecnia Tropical*; [consultado el 13 de oct. de 2021]. 28(1):43–49. en. <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/64427>.
- [OCDE] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editores. 2017. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026. Paris: OCDE. ISBN: 978-92-64-28077-9. <https://www.fao.org/3/i7465s/i7465s.pdf>.
- Palomo Yague A. 2021. Necesidades nutricionales para cerdos de engorde. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 16 de jun. de 2021]. 6 p. http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criasalud/1/cys_1_Necesidades_nutricionales.pdf.
- Pantzaris T, Jaaffar Ahmad M. 2002. Aspectos técnicos y económicos de la harina de palmiste como alimento para animales. *Palmas*; [consultado el 24 de may. de 2021]. 23(1):53–61. http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/TORTA_DE_PALMISTE_WWW.pdf.
- [PIC] Pig Improvement Company. 2019. Análisis de la industria porcina Latinoamericana. [sin lugar]. 19 p. PIC- Análisis de la industria Porcina en Latinoamérica Informe no. 17; [consultado el 24 de may. de 2021]. <https://latam.pic.com/wp-content/uploads/sites/19/2019/06/ANALISIS-INDUSTRIA-PORCINA-dic2019.pdf>.
- Pooli M. 2018. Necesidades nutricionales de los cerdos. Argentina: [sin editorial]; [actualizado el 13 de sep. de 2018; consultado el 19 de jun. de 2021]. <https://infopork.com/2018/09/necesidades-nutricionales-de-los-cerdos/>.

- Rodríguez Zambrano RF. 2012. Uso de palmiste en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. spa; [consultado el 25 de sep. de 2021]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/592>.
- Seo J, Kim W, Kim J, Kim JK, Kim SC, Jang Y, Jang K, Kim K, Kim B, Park S, et al. 2015. Effects of Palm Kernel Expellers on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Blood Profiles of Weaned Pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 28(7):987–992. eng. doi:10.5713/ajas.14.0842.
- Soares J, Stein H, Pettigrew J, Singh V. 2008. Digestible energy and metabolizable energy in distillers dried grains with solubles (DDGS) and enhanced DDGS. *Journal of Animal Science*; [consultado el 5 de oct. de 2021]. 86:522. <https://cutt.ly/rRLd1qy>.
- Stein HH, Shurson GC. 2009. Board-invited review: the use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *Journal of Animal Science*. 87(4):1292–1303. eng. doi:10.2527/jas.2008-1290.
- Suarez del Cerro M, Panichelli D, Franco R, Iglesias B. 2019. DDGS de Maíz en Crecimiento y Terminación de Cerdos y su Efecto sobre la Calidad de la Carne sobre la Calidad de la Carne. Argentina: INTA Ediciones (Investigación, Desarrollo e Innovación). <http://www.ciap.org.ar/sitio/archivos/burlandaacabiocba.pdf>.
- Tcano M. 2021. Porcinos alimentación de cerdos en engorde para obtener máximo rendimiento de tejido magro. Argentina: [sin editorial]; [actualizado 2021; consultado el 24 de sep. de 2021]. <https://cutt.ly/nRk7NQA>.
- Tenório Fireman FA, López J, Kyonara Barbosa A, Tenorio Fireman A. 2000. Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*; [consultado el 12 de oct. de 2021]. 8(1):18–23. ES;EN;PT;es;en; pt. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/228.
- Velásquez Pinto EE. dic. 1999. Efecto del uso de diferentes niveles de semolina de arroz en la dieta de gallinas ponedoras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 30 p; [consultado el 14 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2714/1/T1077.pdf>.
- Wang X, Wang S, Huang S, Zhang L, Ge Z, Sun L, Zong W. 2019. Purification of Polyphenols from Distiller's Grains by Macroporous Resin and Analysis of the Polyphenolic Components. *Molecules*. 24(7):1–17. eng. doi:10.3390/molecules24071284.
- Widmer MR, McGinnis LM, Stein HH. 2007. Energy, phosphorus, and amino acid digestibility of high-protein distillers dried grains and corn germ fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*. 85(11):2994–3003. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17644788/>. doi:10.2527/jas.2006-840.
- Yang X, Wen K, Tin C, Li G, Wang H, Kocher J, Pelzer K, Ryan E, Yuan L. 2014. Dietary rice bran protects against rotavirus diarrhea and promotes Th1-type immune responses to human rotavirus vaccine in gnotobiotic pigs. *Clinical and vaccine immunology: CVI*. 21(10):1396–1403. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25080551/>. doi:10.1128/CVI.00210-14.

