

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



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto dietético de zeolita natural en el comportamiento productivo de los
cerdos de engorde**

Estudiantes

José Antonio Ramos García

Jesser Leonel Galvez Vidal

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc.

Yordan Martínez, D.Sc.

Honduras, mayo 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO ACOSTA

Directora departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Localización	10
Materiales	10
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	11
Resultados y Discusión.....	12
Consumo de Alimento	12
Ganancia Diaria de Peso	12
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	13
Peso Final	14
Rendimiento de la Canal.....	15
Análisis de Costos.....	16
Conclusiones	17
Recomendaciones.....	18
Referencias.....	19
Anexos.....	21

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Efecto de la inclusión de Zeolita en el consumo de alimento (g/día/cerdo) para cerdos en las etapas de desarrollo y final del engorde	12
Cuadro 2 Efecto de la inclusión de Zeolita en cerdos en la ganancia diaria de peso (g/día/cerdo) para la etapa de desarrollo y final del engorde	13
Cuadro 3 Efecto de la inclusión de Zeolita en cerdos en el índice de conversión alimenticia para la etapa de desarrollo y final del engorde	14
Cuadro 4 Peso final de los cerdos entre los diferentes tratamientos de zeolita aplicados	15
Cuadro 5 Efecto de la inclusión de zeolita en el rendimiento de la canal en cerdos de engorde	15
Cuadro 6 Costo por kilogramo de peso vivo ganado en dieta con inclusión de zeolita (\$/kg).....	16

Índice de Anexos

Anexo A Formulación de dietas para los tratamientos y costos en la etapa de desarrollo.....21

Anexo B Formulación de dietas para los tratamientos y costos en la etapa final22

Resumen

La zeolita es una arcilla aluminosilicada que ayuda a optimizar los nutrientes contenidos en el suplemento dietario, debido a que son retenidos en el tracto digestivo del animal por mayor periodo de tiempo antes de ser excretados, asimismo disminuyendo las diarreas, incrementando la ganancia de peso y reduciendo el contenido amoniacal. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos sobre el desempeño productivo en la etapa de desarrollo y final del engorde. Se utilizaron 133 cerdos de las razas Yorkshire, Duroc, Landrace y cruzamientos entre estas mismas. Se evaluaron tres tratamientos dietéticos, grupo control (T1) formulada con una dieta basal, inclusión de 2.5% (T2) y 5% (T3) de zeolita en la dieta base. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) mediante el programa Statistical Analysis System (SAS) basado en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) sobre la variable consumo de alimento con una media de (2707.06 g/cerdo/día). Ganancia diaria de peso (775.53 g/cerdo/día), índice de conversión alimenticia (3.6) y rendimiento de la canal (71.6%). Los pesos alcanzados durante todo el experimento no presentaron diferencias entre los tratamientos. La suplementación con zeolita natural no modificó ninguna de las variables evaluadas en este proyecto.

Palabras clave: aditivo, arcilla, porcino.

Abstract

Zeolite is an aluminosilicate clay that helps to optimize the nutrients contained in the dietary supplement, because they are retained in the animal's digestive tract for a longer period before being excreted, decreasing diarrhea, increasing weight gain and reducing ammonia content. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of zeolite in the diet of pigs on the productive performance in the developmental and finishing stages of fattening. A total of 133 pigs of Yorkshire, Duroc, Landrace and crossbred breeds were used. Three dietary treatments were evaluated: control group (T1) formulated with a basal diet, inclusion of 2.5% (T2) and 5% (T3) of zeolite in the base diet. A randomized complete block design (BCA) was used using the Statistical Analysis System (SAS) program based on 3 treatments with 3 replicates each. No significant differences ($P > 0.05$) were found on the variable feed intake with a mean of (2707.06 g/pig/day). Daily weight gain (775.53 g/pig/day), feed conversion index (3.6) and carcass yield (71.6%). The weights achieved throughout the experiment showed no differences between treatments. Supplementation with natural zeolite did not modify any of the variables evaluated in this project.

Key words: additive, clay, swine.

Introducción

La porcicultura es el arte de criar cerdos y para tener éxito se debe seleccionar los mejores reproductores para iniciar una buena explotación. La buena crianza de los cerdos es sinónimo de buenas prácticas de manejo de los animales para garantizar los mejores resultados en la granja (Castillo 2015). El consumo de carne de cerdo en Honduras se ha incrementado en un 11.1 por ciento en los últimos cinco años, afirmó el presidente de la Asociación Nacional de Porcicultores de Honduras (SDE 2019). En el país no hay formación de operarios básicos en porcicultura y menos de personal calificado con conocimiento y destreza para ser capataces o administradores de este tipo de fincas (ESA Consultores 2001). En cambio, la porcicultura se ha impulsado recientemente en los últimos años y el conocimiento sobre la tecnificación por parte del productor es muy baja en algunos de los casos, así como el uso de tecnologías alternativas que ayuden a mejorar el aprovechamiento de la alimentación. Si bien conocemos, los cerdos en su dieta consumen una gran cantidad de proteínas y energía, pero el cerdo tiene la desventaja de no asimilar en su totalidad estos nutrientes, por lo tanto, un alto porcentaje de estos son desperdiciados, en especial los contenidos en granos y oleaginosas, lo que ha obligado a los productores a incrementar la cantidad de aminoácidos en las dietas para alcanzar buenos resultados en ganancias de peso, en las etapas de crecimiento y engorde de cerdos (Nicolalde Garcés 2008). Actualmente uno de los nuevos aditivos usados en las dietas de los animales han sido las zeolitas naturales, donde se han establecido a las mismas como mejoradores de la digestibilidad en las dietas de monogástricos, así como en la prevención de enfermedades de los órganos digestivos actuando como antibiótico natural, específicamente en el caso de los cerdos (Meléndez Vera 2009).

La zeolita comprende un grupo de aluminosilicatos cristalinos e hidratados de aluminio, con cationes alcalinos y alcalinotérreos, y con una ordenación tridimensional (tectosilicatos) donde predomina una estructura abierta que le aporta una gran capacidad para incorporar y ceder agua y cationes, sin cambios importantes en el edificio cristalino (Costafreda Mustelier 2014). De esta forma, el almacenamiento del alimento en la estructura de la zeolita permite un mejor desempeño en la adsorción de nutrientes, gracias a que este puede estar un mayor tiempo en el proceso digestivo y así

ser aprovechado de una forma más eficiente. Mumpton (1999) señala que las zeolitas son aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos, formados principalmente por hidrogeno, oxígeno, aluminio y silicio, que posee infinitas estructuras tridimensionales (poros) que le dan la capacidad de ganar y perder agua reversiblemente y de intercambiar algunos cationes constituyentes, las cuales se han utilizado en experimentos de nutrición para cerdos con resultados satisfactorios. Este mineral aparece en forma natural en rocas volcánicas y comprende un grupo de cuarenta aluminosilicatos. Entre ellos predominan por su aparición consecutiva y su diversidad de aplicación, la clinoptilolita y la mordenita (Martínez et al. 2004).

Los cerdos en crecimiento (pos-destete) y el empleo de la zeolita natural permite incrementar la eficiencia de utilización de la energía y la proteína. Por estos resultados es posible recomendar el uso de este mineral como una eficaz ayuda para mejorar la utilización de los productos y subproductos provenientes de la industria azucarera que se emplean en la alimentación animal (Nicolalde Garcés 2008). Entre los beneficios que brinda la zeolita Maigua Uvidia (2007) menciona el mejoramiento de la eficiencia de la utilización de los nutrientes, el mejoramiento en la tasa de crecimiento, el control de los problemas entéricos (diarreas y úlceras), controla los olores indeseables en las instalaciones, previene la contaminación y desarrollo de hongos durante el almacenamiento de granos y piensos, además secuestra las micotoxinas que pueden estar presentes en el alimento y el tubo digestivo de los animales. Las micotoxinas de mayor importancia a nivel mundial son aflatoxinas, zearalenona, tricotecenos, ocratoxina A, fumonisinas y ergotamina (Sala Echave et al. 2008).

El objetivo de esta investigación consiste en evaluar la inclusión de zeolita natural en la dieta de los cerdos para la etapa de desarrollo y final sobre el consumo de alimento, ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, peso final y el rendimiento de la canal.

Materiales y Métodos

Localización

El estudio se llevó a cabo en la granja porcina educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del río Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras a 32 km al sureste de Tegucigalpa, con una altura de 785 msnm, la temperatura promedio es de 27 °C, una precipitación anual de 1100 milímetros. Este estudio se realizó entre los meses de noviembre y diciembre del año 2021.

Materiales

Se utilizaron 133 cerdos de las razas Landrace, Yorkshire, Duroc y cruzamientos entre estas mismas, para la etapa de desarrollo (105 a 140 días de edad) y final (141 a 161 días de edad) del engorde. Se distribuyeron en 9 corrales de 15m² con dimensiones de 3 × 5 m, con bebederos de chupete y comederos de tolva de acero inoxidable, donde cada corral se tomó como una unidad experimental, de este modo cada tratamiento consta de 3 repeticiones. La alimentación se realizó ad-libitum.

Tratamientos Evaluados

Tratamiento #1: Los cerdos recibieron una dieta convencional utilizada en la granja porcina educativa, el cual fue tomado como tratamiento control.

Tratamiento #2: Los cerdos recibieron el alimento de la dieta convencional, asimismo se le agregó 2.5% de zeolita para las etapas de desarrollo y final del engorde.

Tratamiento #3: Los cerdos recibieron el alimento de la dieta convencional, agregándole a esta 5% de zeolita en las etapas de desarrollo y final del engorde.

VARIABLES EVALUADAS

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Los cerdos fueron pesados al inicio y al final de cada etapa de alimentación.

Consumo Diario de Alimento (CDA)

El alimento fue proporcionado de manera ad-libitum y fue pesado diariamente, además se pesó el rechazo al finalizar cada etapa evaluada.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Se obtuvo mediante la división del consumo diario de alimento sobre la ganancia diaria de peso de los cerdos.

Peso Final

Se pesaron los cerdos al finalizar las fases de alimentación.

Rendimiento en Canal

Se obtuvo mediante la división del peso de la canal caliente sobre el peso del animal vivo.

Análisis de Costos

se obtuvo mediante el costo total del consumo entre la ganancia de peso total de cada etapa.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones respectivamente, donde se consideró cada corral como una unidad experimental. Asimismo, los datos se analizaron haciendo uso del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), en el cual se realizó un análisis de varianzas. De igual forma todos los análisis fueron realizados con un nivel de significancia del 95%, donde las variables porcentuales fueron transformadas con la función de arc-seno, se analizaron los resultados mediante el procedimiento GML del Sistema de Análisis Estadístico (SAS 2013).

Resultados y Discusión

Consumo de Alimento

Los tratamientos no presentaron diferencias significativas en el consumo de alimento en la etapa de desarrollo y la etapa final del engorde ($P>0.05$). En el documento de Nicolalde Garcés (2008), comenta que se evaluaron diferentes niveles de zeolita en cerdos de crecimiento y engorde, el cual indica que no hay diferencias significativas en el consumo de alimento, lo que concuerda con el presente proyecto. La media para la etapa desarrollo fue de 2508.44 g/cerdo/día mientras que para la etapa final fue de 2905.70 g/cerdo/día (Cuadro 1).

El consumo de alimento del cerdo puede ser muy variable, tal como lo indican Peralta Landeta y Suin Miranda (2018), señalando que en la etapa final el cerdo tiende a aumentar su consumo, también se puede agregar que el consumo está influenciado por diversos factores, siendo estos; ambientales, nutricionales y fisiológicos, que interfieren en el desempeño de los cerdos en las diferentes etapas (Campabadal 2009).

Cuadro 1

Efecto de la inclusión de Zeolita en el consumo de alimento (g/día/cerdo) para cerdos en las etapas de desarrollo y final del engorde

Tratamientos	Desarrollo	Final
Control	2562.1 ± 273.5	2813.9 ± 675.8
Zeolita 2.5%	2594.0 ± 81.5	3035.2 ± 402.0
Zeolita 5%	2369.2 ± 266.7	2867.9 ± 699.2
Valor de P	0.46	0.89
C.V %	8.98	20.90

Nota. C.V: Coeficiente de variación.

Ganancia Diaria de Peso

Los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) para la variable ganancia diaria de peso en la etapa desarrollo y final (Cuadro 2), lo que coincide con lo argumentado por Méndez Argüello (2009), donde demuestra que la zeolita no influyó en la ganancia diaria de peso. Estos resultados pueden ser ocasionados por varios factores, así como lo señalan Prvulovic et al.

(2007), donde indican que el tipo de zeolita, su pureza, especie, tamaño de la partícula junto con la fase de crecimiento de los animales y las condiciones ambientales, influyen para que se obtengan efectos favorables o no en los cerdos. En el experimento de Prvulovic et al. (2007), donde se evaluaron dos niveles de inclusión de zeolita, el primero con 0% y segundo con 5%, en el cual se reflejan efectos positivos solo para la etapa de crecimiento; mientras que para la etapa de finalización la zeolita afectó negativamente los incrementos de peso. Por otro lado, Nicolalde Garcés (2008) utilizó niveles de inclusión de 0, 2, 4 y 6% en la alimentación y encontró que utilizando 6 % de inclusión en la dieta mejora la ganancia de peso diaria.

También Rocha et al. (2012), evaluaron siete niveles de inclusión (0,0-0,0; 1,0-0,5; 1,0-1,0; 2,0-1,0; 2,0-2,0; 3,0-1,5; 3,0-3,0) en la etapa de crecimiento y final, el cual reportan que no se encontraron significancia, resultados similares a los encontrados en este estudio.

Cuadro 2

Efecto de la inclusión de Zeolita en cerdos en la ganancia diaria de peso (g/día/cerdo) para la etapa de desarrollo y final del engorde

Tratamientos	Desarrollo	Final
Control	703.7 ± 65.1	796.4 ± 107.5
Zeolita 2.5%	738.8 ± 9.5	839.3 ± 199.5
Zeolita 5%	604.5 ± 199.9	970.5 ± 161.7
Valor de P	0.42	0.43
C.V %	17.81	18.50

Nota. C.V: Coeficiente de variación.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). En el estudio realizado por Nicolalde Garcés (2008), donde evaluó tres niveles de zeolita más el control (0, 2, 4 y 6%) y en el cual los niveles con 6% presentaron los mejores índices de conversión alimenticia, debido a que las zeolitas presentes en el sistema digestivo de los animales en la etapa de crecimiento, absorben una parte de los nutrientes ingeridos en sus cavidades, de manera que los retiene por cierto periodo de tiempo para posteriormente dosificarlos pausadamente, razón por la cual el animal aprovecha la alimentación ingerida de una forma más eficiente. Por otro

lado, en el experimento que realizo Méndez Argüello (2009) en el cual se hizo uso de dos niveles de inclusión de zeolita correspondientes a 2% y 4%, se le encontró efectos positivos con la inclusión de 2% la cual mejoró la conversión alimenticia, pero no aumenta el consumo. En cuanto a la inclusión de 4% de zeolita, se observó incremento en el consumo, pero la conversión alimenticia se ve afectada negativamente.

Cuadro 3

Efecto de la inclusión de Zeolita en cerdos en el índice de conversión alimenticia para la etapa de desarrollo y final del engorde

Tratamientos	Desarrollo	Final
Control	3.6 ± 0.1	3.5 ± 0.7
Zeolita 2.5%	3.5 ± 0.1	3.6 ± 0.5
Zeolita 5%	4.1 ± 1.0	3.2 ± 0.8
Valor de P	0.4	0.7
C.V %	14.7	19.2

Nota. C.V: Coeficiente de variación.

Peso Final

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico para la variable del peso final durante el engorde, indica que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). Si bien el peso final que se obtuvo durante el engorde muestra una distribución de medias muy similares entre los tratamientos. Caso contrario al estudio de Nicolalde Garcés (2008), donde utilizó 6% de zeolita en cerdas en la etapa de engorde y obtuvo mejores parámetros productivos en comparación con el tratamiento testigo con un promedio de 90.63 kg y 82.50 kg. Sin embargo, Castro et al. (2008) realizaron un estudio utilizando 6% de zeolita en la etapa de crecimiento, en el cual obtuvieron diferencias significativas con respecto al control.

Cuadro 4

Peso final de los cerdos entre los diferentes tratamientos de zeolita aplicados

Tratamientos	Desarrollo	Final
Control	79.2 ± 4.0	95.1 ± 4.1
Zeolita 2.5%	79.5 ± 4.0	96.3 ± 7.4
Zeolita 5%	73.1 ± 10.6	92.6 ± 7.4
Valor de P	0.49	0.78
C.V %	9.0	6.8

Nota. C.V: Coeficiente de variación.

Rendimiento de la Canal

Los resultados obtenidos indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro 5). Así mismo, Defang y Nikishov (2009) realizaron un estudio donde evaluaron la inclusión de 3, 4 y 5% de zeolita, demuestran con la inclusión de 3% de zeolita que hubo mejor rendimiento de la canal en comparación con el tratamiento control. Sin embargo, Urías Estrada (2017) argumenta que al utilizar 0.5% no hay diferencias significativas entre el tratamiento control, además una de las causas probables puede ser la dosis baja. Por otra parte, Nicolalde Garcés (2008), evaluó el rendimiento de la canal en cerdas York-Landrace, las cuales presentaron diferencias numéricas considerables, así mismo en las cerdas tratadas con niveles de inclusión de 0, 2, 4, y 6% de zeolita los rendimientos fueron crecientes, donde obtuvo parámetros de 76.00, 76.41, 76.50 y 76.53% para cada nivel de inclusión de la zeolita respectivamente.

Cuadro 5

Efecto de la inclusión de zeolita en el rendimiento de la canal en cerdos de engorde

Tratamientos	Rendimiento de la canal (%)
Control	70.01 ± 1.1
Zeolita 2.5%	70.09 ± 1.5
Zeolita 5%	73.50 ± 2.7
Valor de P	0.51
Coeficiente de variación. (%)	1.80

Análisis de Costos

En la etapa de desarrollo la dieta con inclusión del 2.5% de zeolita fue la que dio mejores resultados, el cual se necesita 1.71 \$. para producir un kilogramo de peso vivo. En la etapa final del engorde la inclusión de 5% de zeolita en la dieta fue la que mejor resultado presentó, donde se necesitan 1.43 \$. para producir un kilogramo de peso vivo.

Cuadro 6

Costo por kilogramo de peso vivo ganado en dieta con inclusión de zeolita (\$/kg)

Tratamientos	Desarrollo	Final
Control	1.78	1.72
Zeolita 2.5%	1.71	1.77
Zeolita 5%	1.91	1.43

Nota: Tasa de cambio: 1 USD= Lps 24.40.

Conclusiones

La inclusión de zeolita natural en la dieta de los cerdos en la etapa de engorde no modificó la ganancia diaria de peso, el índice de conversión alimenticia, ni el consumo de alimento y peso final.

El uso de zeolita natural no tuvo efecto sobre el rendimiento de la canal.

En la etapa de desarrollo es más barato producir un kilogramo de peso vivo con la inclusión de 2.5% de zeolita.

En la etapa final es más barato producir un kilogramo de peso vivo con la inclusión de 5% de zeolita.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar 2.5% de zeolita natural en la etapa de desarrollo y 5% para la etapa final.

Realizar análisis de heces para determinar el porcentaje de amonio excretado por los cerdos.

Determinar el efecto de la zeolita natural como secuestrante de micotoxinas.

Referencias

- Campabadal C. 2009. Guía para La Alimentación de Cerdos. [sin lugar]: PITTA CERDOS; [actualizado el 21 de may. de 2017.000Z; consultado el 21 de may. de 2022.372Z]. <https://es.scribd.com/document/348968058/Guia-Para-La-Alimentacion-de-Cerdos>.
- Castillo R. 2015. Agricultura e Innovación: Claves para el éxito en la porcicultura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [actualizado 2015; consultado el 20 de may. de 2022]. <https://blogzamorano.wordpress.com/page/2/>.
- Castro M, Martínez M, Ayala L, Rodríguez Y, Savón L, Adrien E, Castañeda J. 2008. Efecto de la zeolita natural en la prevención de problemas respiratorios en cerdos de preceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*; [consultado el 20 de abr. de 2022]. 42(2):177–179. Español. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015494010>.
- Costafreda Mustelier J. 2014. Tectosilicatos con características especiales: Las Zeolitas Naturales: Rocas y minerales industriales. Madrid, España: Fundación Gómez-Pardo Madrid 2011 (11/60734). ISBN: 978-84-694-4481-8; [consultado el 23 de abr. de 2022].
- Defang HF, Nikishov AA. 2009. Effect of dietary inclusion of zeolite on performance and carcass quality of grower-finisher pigs; [consultado el 21 de may. de 2022]. 21(6). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd21/6/defa21090.htm>.
- ESA Consultores. 2001. Producción y Comercialización de Carne de Cerdo en Honduras: Capacitación y recursos humanos. ESA Consultores; [consultado el 21 de may. de 2022]. 1–82. <http://www.esa.hn/publicaciones-y-estudios.html>.
- Maigua Uvidia W. 2007. Efecto de la Zeolita Natural en la Contaminación Ambiental con Nitrogeno en la Catedra de Cerdas Gestantes. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. spa; [consultado el 19 de abr. de 2022].
- Martínez M, Castro M, Hidalgo K, Ayala L, Pérez R, Hernández L, Báez L. 2004. La utilización efectiva de la zeolita natural para el control de las diarreas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*; [consultado el 27 de abr. de 2022]. 38(4):395–398. Español. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017793008>.
- Meléndez Vera M. 2009. Evaluación de tres niveles de zeolita como promotor natural de crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados [Tesis de grado]. [sin lugar]: Escuela Superior Politécnica del Litoral. spa; [consultado el 20 de abr. de 2022]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2355>.
- Méndez Argüello B. 2009. Utilización de zeolita en la alimentación de cerdos para abasto [Tesis de maestría]. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Español; [consultado el 23 de abr. de 2022]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/3931>.
- Mumpton FA. 1999. La roca magica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proc Natl Acad Sci U S A*; [consultado el 19 de abr. de 2022]. 96(7):3463–3470. eng. doi:10.1073/pnas.96.7.3463.
- Nicolalde Garcés LR. 2008. Utilización de Diferentes Niveles de Zeolitas Naturales en la Alimentación de Cerdos en las Etapas de Crecimiento y Engorde [Tesis de grado]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. spa; [consultado el 23 de abr. de 2022]. <http://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1575>.

- Peralta Landeta K, Suin Miranda A. 2018. Evaluación de tres fórmulas alimenticias en las etapas de desarrollo y engorde en cerdos de la raza Landrace Belga [Tesis pregrado para el título de Ingeniería Agropecuaria]. Santo Domingo, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.ESPESD. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. spa; [consultado el 23 de abr. de 2022]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15779>.
- Prvulovic D, Jovanovic-Galovic A, Stanic B, Popovic M, Grubor-Lajsic G. 2007. Effects of a clinoptilolite supplement in pig diets on performance and serum parameters. *Czech Journal of Animal Science*; [consultado el 23 de mar. de 2022]. 52(No. 6):159–166. doi:10.17221/2317-CJAS.
- Rocha GC, Donzele JL, Oliveira, Rita Flávia Miranda de, Silva, Francisco Carlos de Oliveira, Kiefer C, Brustolini PC, Pereira CMC, Alebrante L. 2012. Avaliação dos níveis de zeólita em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação. *R. Bras. Zootec*; [consultado el 22 de abr. de 2022]. 41:111–117. pt. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/QRpF993t99J8ZK4TCBbv9Gy/?lang=pt>. doi:10.1590/S1516-35982012000100017.
- Sala Echave R, Reguera Díaz G, Pérez-Llano B, García-Casado P. 2008. La Genética Actual: Micotoxinas y su impacto en la producción porcina. *Albéitar*; [consultado el 21 de may. de 2022]. 1–48. <https://www.yumpu.com/es/document/read/49461160/aalbeitar-112qxd>.
- [SDE] Secretaria de Desarrollo Económico. 2019. Producción de cerdo crece 11,1% con apoyo del Gobierno. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 20 de mar. de 2019+00:00; consultado el 21 de may. de 2022]. <https://sde.gob.hn/2019/03/20/produccion-de-cerdo-crece-111-con-apoyo-del-gobierno/>.
- Urías Estrada J. 2017. Efecto de la adición de diferentes niveles de clinoptilolita (zeolita) en la digestión y utilización de nutrientes, comportamiento productivo y características de la canal en rumiantes consumiendo dietas de finalización [Tesis de Doctorado]. Avenida Álvaro Obregón sin número, Colonia Nueva Mexicali, Baja California, México: Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. spa; [consultado el 21 de may. de 2022]. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/handle/20.500.12930/1791>.

Anexos

Anexo A

Formulación de dietas para los tratamientos y costos en la etapa de desarrollo

Ingredientes	Control	Zeolita 2.5%	Zeolita 5%	\$/kg
Harina de maíz	50.18	50.28	46.98	0.41
Aceite crudo de palma	4.00	4.50	4.80	1.03
Semolina de arroz	20.00	20.00	20.00	0.35
Harina de Soya	20.10	20.00	20.50	0.61
Carbonan Ca	1.40	1.40	1.40	0.14
L-Lisina	0.33	0.33	0.32	2.70
Zeolita	0.000	2.500	5.000	0.49
Melaza	3.00	0.00	3.00	0.13
DL-Metionina	0.100	0.100	0.100	4.91
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.15
L-Treonina	0.090	0.090	0.090	3.28
Vit. cerdos	0.30	0.30	0.30	7.54
TOTAL	100.00	100.00	100.00	
Costo total lps	22.14	22.75	23.13	

Anexo B*Formulación de dietas para los tratamientos y costos en la etapa final*

Ingredientes	Control	Zeolita 2.5%	Zeolita 5%	\$/kg
Harina de maíz	53.67	54.19	50.66	0.41
Aceite crudo de palma	4.00	4.00	4.80	1.03
Semolina de arroz	10.00	10.00	10.00	0.35
Harina de soya	26.30	26.30	26.50	0.61
Carbonato Ca	1.03	1.01	1.01	0.14
BIOFOS	0.54	0.54	0.55	1.35
L-Lisina	0.50	0.50	0.50	2.70
Zeolita	0.000	2.500	5.000	0.49
Melaza	3.00	0.00	0.00	0.13
DL-Metionina	0.065	0.065	0.075	4.91
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.15
L-Treonina	0.100	0.100	0.110	3.28
Vit. cerdos	0.30	0.30	0.30	7.54
TOTAL	100.00	100.00	100.00	
Costo total lps	22.35	23.83	24.20	