



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Y GESTIÓN DE
PROYECTOS**

Informe del trabajo experimental para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**EVALUACIÓN DE LA BENTONITA COMO ADITIVO EN LA
ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE DE LA
GRANJA SAN PATRICIO, PUERTO LIMÓN, 2015.**

Autor

LUIS JEFFERSON MORALES TOLEDO

Director

Dr. MARCO VINICIO ACOSTA JÁCOME, MSc.

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Junio – 2016

EVALUACIÓN DE LA BENTONITA COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE DE LA GRANJA SAN PATRICIO, PUERTO LIMÓN, 2015.

Dr. Marco Vinicio Acosta Jácome *MSc.* _____

DIRECTOR

APROBADO

Ing. Daniel Anzules *MSc.* _____

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Iván Jacinto Naranjo Santamaria *MSc.* _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Holger Cristobal Salcán Guaman *MSc.* _____

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo, de de

Autor: LUIS JEFFERSON MORALES TOLEDO

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**Título: EVALUACIÓN DE LA BENTONITA COMO
ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN
LA ETAPA DE ENGORDE DE LA GRANJA SAN
PATRICIO, PUERTO LIMÓN, 2015.**

Fecha: JUNIO, 2016

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor, el mismo que no ha sido plagiado.



LUIS JEFFERSON MORALES TOLEDO
C.I. 172427387-3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR

Santo Domingo, dede

Ing. Daniel Anzules, *MSc.*

COORDINADOR DE LA FACULTAD

CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS

Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el estudiante **LUIS JEFFERSON MORALES TOLEDO**, cuyo título es **EVALUACIÓN DE LA BENTONITA COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE DE LA GRANJA SAN PATRICIO, PUERTO LIMÓN, 2015**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,



Dr. Marco Acosta, *MSc.*

DIRECTOR

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres HERNAN Y LUISA por haberme dado la vida, educación, consejos y sobre todo por brindarme su apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional, quienes con esfuerzo y sacrificio me ayudaron a culmiar esta meta.

A mi hermano DARWIN quien fue el que inculcó a seguir esta gran carrera de Ingenieria Agropecuaria y siempre me brindo su apoyo incondicional.

También a mis familiares, amigos, con quienes compartí momentos imborrables durante la experiencia de llegar a ser un Ingeniero Agropecuario.

A todos ellos que me entendieron y colaboraron para llegar a concluir esta tan anhelada meta.

Jefferson Morales

Agradecimiento

Agradezco a DIOS, por haberme guiado a lo largo de mis estudios y darme sabiduría para lograr culminar con éxito mi carrera.

Mi gratitud a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTE, por haberme abierto sus puertas y brindarme sus conocimientos.

Este logro se debe mucho a los profesores, que con sus enseñanzas supieron inculcar valores no solo para ser un profesional, si no también por forjarnos un carácter ético y moral para poder desenvolvernos en nuestro diario vivir.

Jefferson Morales

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

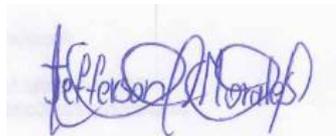
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172427387-3
APELLIDOS Y NOMBRES:	Morales Toledo Luis Jefferson
DIRECCIÓN:	Cooperativa Aquepí
EMAIL:	jeffm_07@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2754-908
TELÉFONO MOVIL:	0997848421

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la bentonita como aditivo en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde de la granja San Patricio, Puerto Limón, 2015.
AUTOR:	Morales Toledo Luis Jefferson
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Junio – 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Dr. Marco Vinicio Acosta Jacome <i>MSc.</i>
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
RESUMEN:	En esta investigación se evaluó el efecto de la utilización de diferentes dosis de bentonita en la alimentación de cerdos en etapa de engorde sobre su comportamiento productivo. Se realizó en la granja San Patricio ubicada en Puerto Limón - Santo Domingo, se aplicó un diseño completamente al azar con arreglos factoriales A X B de cuatro repeticiones con observaciones en el tiempo. Se utilizaron 32 cerdos de la raza Landrace –

	<p>Belga (16 machos y 16 hembras), con 16 unidades experimentales para la aplicación de niveles de bentonita, los tratamientos fueron 0%, 1%, 3% y 5%. Para la determinación del efecto de las diferentes dosis, se utilizaron las pruebas estadísticas de análisis de varianza y la prueba de significación de polinomios ortogonales. Los mejores resultados en todas las variables evaluadas, se vieron con la inclusión del 5%, y la menos efectiva fue con la dosis del 1%. Se determinó que con el uso del 5% de bentonita, se obtuvo el mayor índice de Beneficio – Costo con \$ 1,33 dólares, a diferencia del tratamiento testigo que alcanzó un índice de Beneficio – Costo de \$ 1,22 dólares. Mediante el análisis de regresión se determinó que a medida que se incrementa la dosis de bentonita, los parámetros productivos en cerdos en etapa de engorde son más eficientes, gracias a los efectos benéficos de la arcilla, se obtuvo una mayor absorción de los nutrientes contenidos en el alimento, Por lo expuesto se recomienda, la inclusión del 5% de bentonita en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Bentonita, etapa de engorde, comportamiento productivo, unidad experimental, análisis de varianza, polinomios ortogonales y análisis de regresión.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>In this research the effect of using different doses of bentonite in feed for pigs in fattening stage on their productive performance was evaluated. It was held at the San Patricio farm located in Puerto Limon - Santo Domingo, a design was applied completely randomized with factorial arrangement A x B four repetitions with observations over time. 32 Landrace pigs were used - Belgian (16 males and 16 females) with 16 experimental units for applying bentonite</p>

	<p>levels, treatments were 0%, 1%, 3% and 5%. To determine the effect of different doses, statistical tests and analysis of variance and the significance test of orthogonal polynomials were used. The best results in all variables were seen with the inclusion of 5%, and the less effective was with the dose of 1%. It was determined that with the use of 5% of bentonite, the highest rate Benefit – Cost was obtained which was \$ 1.33, unlike the control treatment that reached a rate Benefit - Cost of \$ 1.22. By regression analysis it was determined that as the amount of bentonite increases, the production parameters in pigs in fattening stage are more efficient. Thanks to the beneficial effects of clay, increased absorption of nutrients found in the food was obtained. For the exposed before, the inclusion of 5% of bentonite in feed for pigs in fattening stage is recommended.</p>
KEYWORDS	Bentonite, fattening stage, productive behavior, experimental unit, variance analysis, orthogonal polynomials and regression analysis.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

LUIS JEFFERSON MORALES TOLEDO

C.I. 172427387-3

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **MORALES TOLEDO LUIS JEFFERSON**, C.I. 172427387-3 autor del proyecto titulado: **EVALUACIÓN DE LA BENTONITA COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE DE LA GRANJA SAN PATRICIO, PUERTO LIMÓN, 2015**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo,.....



f: _____

MORALES TOLEDO LUIS JEFFERSON

C.I. 172427387-3

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.	II
Responsabilidad del autor	III
Aprobación del Director.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Formulario de registro bibliográfico	VII
Declaración y autorización.....	X
Índice de contenido	XI
Índice de tablas.....	XII
Índice de figuras	XIII
Resumen.....	XIV
Abstract	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
IV. CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de alimento para cerdos de engorde.....	4
Tabla 2. Ganancia diaria de peso obtenida por efecto del uso de distintas dosis de bentonita.....	5
Tabla 3. Consumo de alimento obtenida por efecto del uso de distintas dosis de bentonita.....	11
Tabla 4. Consumo diario de alimento obtenida por efecto del uso de distintas dosis de bentonita.....	11
Tabla 5. Egresos Totales	16
Tabla 6. Ingresos Totales	16
Tabla 7. Total bentonita y alimento consumido.....	17
Tabla 8. Egresos por cada tratamiento	17
Tabla 9. Ingresos por cada tratamiento	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de la edad de los animales sobre la ganancia de peso.	6
Figura 2. Comportamiento de la ganancia de peso acumulada cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita.	7
Figura 3. Comportamiento del efecto del uso de dosis de bentonita sobre la conversión alimenticia.	8
Figura 4. Comportamiento de la edad de los animales sobre la conversión alimenticia	9
Figura 5. Comportamiento de la conversión alimenticia acumulada cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita.....	10
Figura 6. Comportamiento de la edad de los animales sobre el consumo de alimento.	12
Figura 7. Comportamiento del consumo de alimento acumulado cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita.	13
Figura 8. Comportamiento del efecto del uso de dosis de bentonita sobre el promedio de peso de los animales.	14
Figura 9. Comportamiento de la edad de los animales sobre el promedio de peso. ..	15
Figura 10. Comportamiento del promedio de peso acumulado cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita.	16

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto de la utilización de diferentes dosis de bentonita en la alimentación de cerdos en etapa de engorde sobre su comportamiento productivo. Se realizó en la granja San Patricio ubicada en Puerto Limón - Santo Domingo, se aplicó un diseño completamente al azar con arreglos factoriales A X B de cuatro repeticiones con observaciones en el tiempo. Se utilizaron 32 cerdos de la raza Landrace – Belga (16 machos y 16 hembras), con 16 unidades experimentales para la aplicación de niveles de bentonita, los tratamientos fueron 0%, 1%, 3% y 5%. Para la determinación del efecto de las diferentes dosis, se utilizaron las pruebas estadísticas de análisis de varianza y la prueba de significación de polinomios ortogonales. Los mejores resultados en todas las variables evaluadas, se vieron con la inclusión del 5%, y la menos efectiva fue con la dosis del 1%. Se determinó que con la utilización del 5% de bentonita, se obtuvo el mayor índice de Beneficio – Costo con \$ 1,33 dólares, a diferencia del tratamiento testigo que alcanzó un índice de Beneficio – Costo de \$ 1,22 dólares. Mediante el análisis de regresión se determinó que a medida que se incrementa la dosis de bentonita, los parámetros productivos en cerdos en etapa de engorde son más eficientes, gracias a los efectos benéficos de la arcilla, se obtuvo una mayor absorción de los nutrientes contenidos en el alimento, Por lo expuesto se recomienda, la inclusión del 5% de bentonita en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde

Palabras claves: bentonita, etapa de engorde, comportamiento productivo, unidad experimental, análisis de varianza, polinomios ortogonales y análisis de regresión.

ABSTRACT

In this research the effect of using different doses of bentonite in feed for pigs in fattening stage on their productive performance was evaluated. It was held at the San Patricio farm located in Puerto Limon - Santo Domingo, a design was applied completely randomized with factorial arrangement A x B four repetitions with observations over time. 32 Landrace pigs were used - Belgian (16 males and 16 females) with 16 experimental units for applying bentonite levels, treatments were 0%, 1%, 3% and 5%. To determine the effect of different doses, statistical tests and analysis of variance and the significance test of orthogonal polynomials were used. The best results in all variables were seen with the inclusion of 5%, and the less effective was with the dose of 1%. It was determined that with the use of 5% of bentonite, the highest rate Benefit – Cost was obtained which was \$ 1.33, unlike the control treatment that reached a rate Benefit - Cost of \$ 1.22. By regression analysis it was determined that as the amount of bentonite increases, the production parameters in pigs in fattening stage are more efficient. Thanks to the beneficial effects of clay, increased absorption of nutrients found in the food was obtained. For the exposed before, the inclusion of 5% of bentonite in feed for pigs in fattening stage is recommended.

Keywords: bentonite, fattening stage, productive behavior, experimental unit, variance analysis, orthogonal polynomials and regression analysis

I. INTRODUCCIÓN

Los elevados costos de los balanceados comerciales reducen la rentabilidad de los pequeños porcicultores, y se han visto obligados a buscar e implementar nuevas alternativas alimentarias para elaborar su propio balanceado a menor costo cuyo rubro representa de un 60 % a 85 % de los costos totales de producción. Pero la formulación de los balanceados caseros tiende a tener una baja digestibilidad debido a que muchas veces la velocidad de pasaje del alimento por el tracto digestivo es muy rápida y no existe una buena absorción de nutrientes y por lo tanto no favorece una mejor digestión de los mismos (Rivas, 2011).

En los últimos tiempos se ha puesto gran interés en incrementar cada vez más la eficiencia de la producción animal. Para ello, conjuntamente con las mejoras introducidas por la genética se ha tratado que los animales aprovechen al máximo los nutrientes suministrados con los alimentos para lograr un mejor crecimiento y una menor conversión. Durante décadas se han utilizado los aditivos en la producción animal por los efectos benéficos que producen en indicadores fisiológicos, productivos y de salud. De esta forma, se logran disminuir los costos e incrementar la eficiencia en los sistemas productivos (Castro, 2005).

Los beneficios de la bentonita como aditivo en la alimentación animal son: incrementa la capacidad de absorción de nutrientes, reduce la velocidad de pase intestinal, actúa como promotor del crecimiento y como atrapador de toxinas, adsorbe el exceso de agua y hace que los excrementos sean menos húmedos, así los lechos permanecen más tiempo limpios y se reduce la probabilidad de epidemias y la proliferación de moscas y parásitos, influyendo positivamente en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

Su uso permite el eficiente uso de nutrientes de los alimentos convencionales y no convencionales, consecuentemente, el incremento de la tasa de crecimiento animal, el control de problemas entéricos y olores indeseables en las instalaciones productivas (García, 2015).

El aporte de pequeñas cantidades de bentonita entre 1 % al 5 % en la alimentación de monogástricos reporta: incremento de la ganancia de peso final, mejora la conversión alimenticia, reduce los costos de alimentación (Dávalos, 2012).

Dávalos (2012), afirmó que los niveles de 2 % a 2,5 % de la dieta, mejora la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia. En su trabajo experimental con 225 cerdos destetados, la ganancia de peso fue incrementada en un 8 % y la eficiencia alimenticia en 7 %. Y reportó además la reducción en la incidencia de diarreas en aquellos cerdos de bajo peso. Y concluye que el efecto positivo de la bentonita se deba a sus características físicas, que permiten absorber compuestos nocivos que están dentro del intestino del animal y de esta manera evitar su absorción o contacto con la pared intestinal. Estos compuestos pueden ser amoníaco, aflatoxinas y varias enterotoxinas bacterianas

Los pequeños poricultores podrían obtener beneficios por el uso de la bentonita como aditivo en la alimentación en especial en la etapa de engorde, gracias a la arcilla se podría disminuir los costos de alimentación, el animal aprovecharía más los nutrientes aportados y por efecto de la bentonita se disminuiría la velocidad de pasaje por el tracto digestivo y se obtendría una mejoría en la ganancia de peso y eficiencia alimentaria.

Los pequeños poricultores pueden implementar el uso de bentonita en balanceados caseros, por los beneficios antes mencionados.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dosis de bentonita en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde sobre su comportamiento productivo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio del estudio

Esta investigación se realizó en la Granja San Patricio, ubicada en Puerto Limón - Santo Domingo. A una altitud de 244 msnm, en las coordenadas geográficas 0° 15' 56" S y 79° 16' 49" O.

Diseño experimental

Los tratamientos fueron ejecutados en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. Una hembra y un macho se consideró como una unidad experimental. Los tratamientos consistieron en las dosis de bentonita: 0 %, 1 %, 3 % y 5 %. El trabajo experimental se realizó con un total de 32 animales con un peso entre 45 a 50 kg. (Dávalos, 2012).

El área experimental fue de 36 m², dividida en 4 corrales en las instalaciones de engorde de 3 m de ancho por 3 m de largo cada corral.

Manejo de los cerdos

Se utilizaron cerdos de la raza Landrace - Belga. Los 32 animales ingresaron a los 100 d de edad a los corrales de engorde con las vacunas respectivas y previamente desparasitados, se trabajó con 16 hembras y 16 machos los últimos previamente castrados, permanecieron hasta los 150 d y se evaluaron todas las variables en un periodo de 50 d.

En el experimento cada tratamiento contó con bebederos y comederos automáticos, el agua fue suministrada a su voluntad y el alimento fue previamente pesado, la cantidad fue la misma para todos los tratamientos, fue mezclado con las diferentes dosis de bentonita y se les suministró a los animales.

Para suministrar el alimento a los cerdos se tomó en cuenta la siguiente tabla de consumo:

Tabla 1. Consumo de alimento para cerdos de engorde (Campabadal, 2010).

Peso del cerdo (kg)	Cantidad (kg/día)	Edad (días)
45 a 60	2,60	100 a 110
61 a 70	2,80	111 a 120
71 a 80	3,10	121 a 130
81 a 90	3,50	131 a 140
91 a 100	3,80	141 a 150
Promedio	3,16	

Medición de variables

La ganancia de peso se midió a los 100 d, 115 d, 130 d, 150 d, y la ganancia de peso total fue el peso a los 150 d menos el de los 100 d. El consumo de alimento fue la diferencia entre el alimento suministrado menos el alimento sobrado, se midió diariamente. La conversión alimenticia fue la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso, se midió cada 15 d. El porcentaje de morbilidad fue la relación entre los animales enfermos y el total de animales. El porcentaje de mortalidad fue la relación entre los animales muertos y el total de animales.

Los pesos de los animales y alimento consumido se midió con una balanza digital. Los animales vivos, enfermos y muertos fueron contabilizados en el registro.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con la prueba F del análisis de varianza; se utilizó un diseño completamente al azar con arreglos factoriales A X B con observaciones en el tiempo; donde el factor A fueron los animales y el factor B fueron las dosis de bentonita. La prueba estadística que se usó es un análisis de varianza con el 5 % de probabilidad, en caso de haber diferencias significativas se hizo la prueba de polinomios ortogonales ya que tanto las dosis de bentonita y la edad de los animales son factores cuantitativos, y con los polinomios se pudieron realizar un modelo de regresión para una mejor interpretación de los análisis estadísticos. El análisis se realizó con el programa estadístico InfoStat versión 2014 (Rodríguez, 2012).

III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ganancia diaria de peso

No hubo diferencia significativa ($P= 0,5568$) en la interacción entre las dosis de bentonita y la edad de los animales. Tampoco hubo diferencia significativa ($P= 0,0759$) en el efecto del uso de dosis de bentonita sobre la ganancia diaria de peso.

Tabla 2. Ganancia diaria de peso obtenida por efecto del uso de distintas dosis de bentonita. Santo Domingo, Ecuador

Dosis de bentonita	Ganancia diaria de peso (kg)
5	0,74 a
3	0,67 a
0	0,66 a
1	0,65 a

^a Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

No hubo diferencias significativas entre tratamientos por el efecto de dosis de bentonita sobre la ganancia diaria de peso, sin embargo se destacó que con dosis de 5% de inclusión de bentonita en el alimento, los animales obtuvieron un mejor promedio, de $0,74 \text{ kg día}^{-1}$, mientras que la dosis menos efectiva fue del 1% con un promedio de $0,65 \text{ kg día}^{-1}$.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se ha demostrado que con el nivel alto de inclusión de bentonita en la alimentación de cerdos en etapa de engorde, se obtienen buenos parámetros productivos, en este caso en la ganancia diaria de peso, esto podría ser, por la capacidad de reducir la velocidad de pase intestinal, así los animales pudieron ganar más peso.

Esto concuerda con los resultados obtenidos en la investigación realizada por Dávalos (2012), donde comparó la inclusión de dosis de bentonita de 2 a 2,5% en cerdos destetados reportando como resultado un incremento del 8% en la ganancia de peso, obteniendo una mejoría en la eficiencia alimenticia del 7%.

Por su parte Nicolalde (2012), manifiesta que al incluir zeolitas naturales en dosis altas en la alimentación en cerdos en etapa de engorde, se obtiene una ganancia de peso más eficiente, reportó un promedio de $0,61 \text{ kg día}^{-1}$.

De igual manera Meléndez (2009), establece que al incluir zeolitas naturales en niveles altos en alimentación en cerdos en fase de acabado, se obtienen buenos resultados en la ganancia de peso, con la dosis del 6% reportó un promedio de $0,75 \text{ kg día}^{-1}$. Casi igual al obtenido en el presente estudio con la dosis del 5%, reportando un promedio de $0,74 \text{ kg día}^{-1}$.

Por otro lado si se observó diferencia significativa ($P < 0,0001$) en la edad de los animales sobre la ganancia de peso (Fig.1).

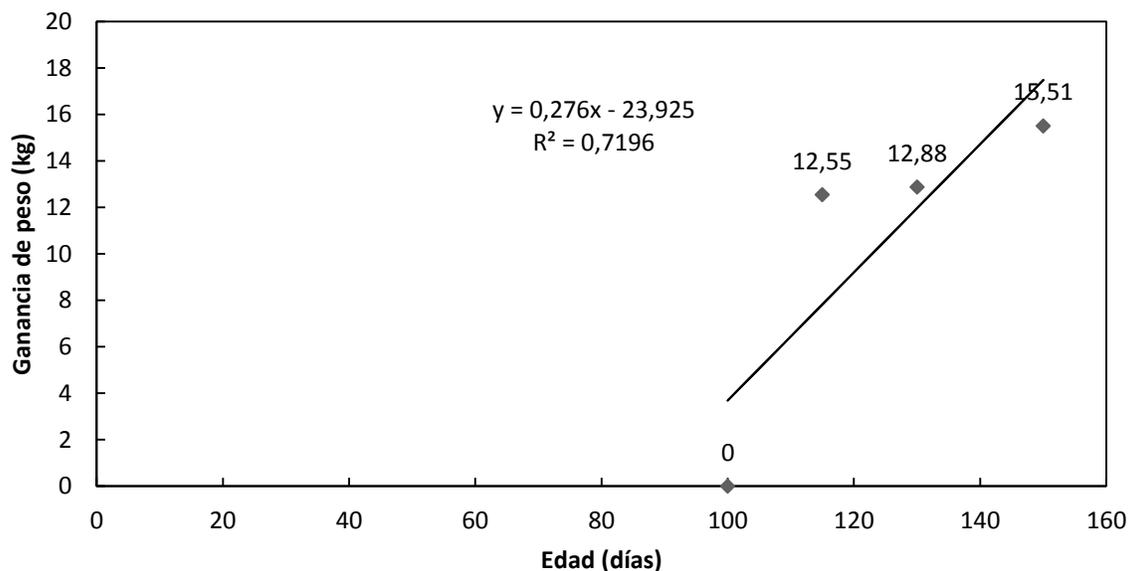


Fig. 1. La ganancia de peso tuvo un comportamiento lineal ($P < 0,0001$) en función de la edad; por cada día de vida del animal, la ganancia de peso se incrementó en $0,28 \text{ kg}$. Santo Domingo, Ecuador.

Ganancia de peso acumulada cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita (Fig.2).

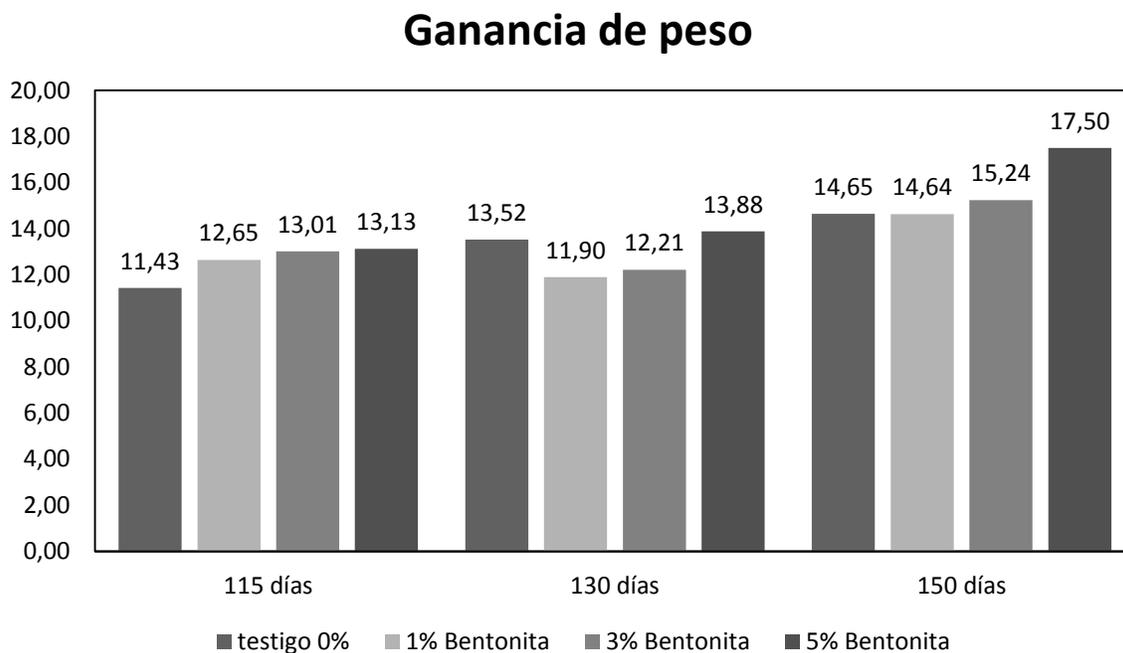
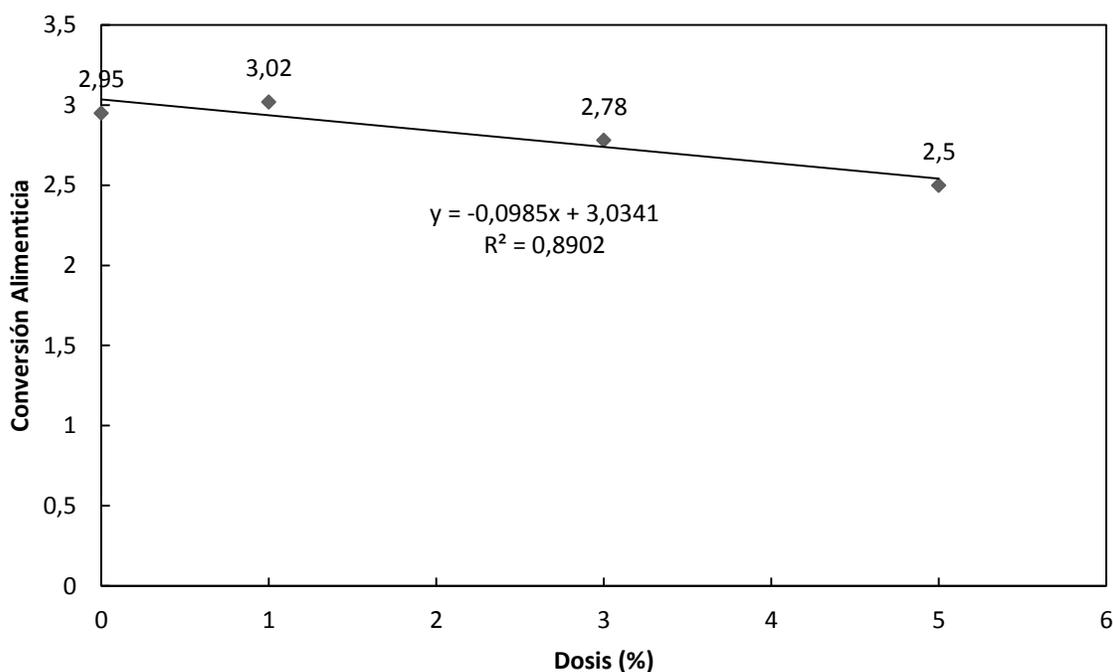


Fig. 2. Con la dosis del 5% de bentonita se pudo obtener un mayor incremento de peso (kg) en los diferentes días de evaluación, mientras que la dosis con la que los animales ganaron menos peso fue la del 1%. Santo Domingo, Ecuador

Conversión Alimenticia

No hubo diferencia significativa ($P= 0,6546$) en la interacción entre las dosis de bentonita y la edad de los animales.

Por otro lado si hubo diferencia significativa ($P= 0,0419$) en el efecto del uso de dosis de bentonita sobre la conversión alimenticia (Fig. 3).



(Fig. 3). La conversión alimenticia tuvo un comportamiento lineal ($P= 0,0115$) en función de las dosis; mientras mayor fue la dosis, el índice de conversión alimenticia disminuyó en $-0,09$ unidades. Santo Domingo, Ecuador

Mediante el análisis de regresión determinamos que mientras mayor sea la dosis de bentonita el animal puede mejorar la conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos en el presente experimento en base a la conversión alimenticia, son similares a los determinados por Castro (2005), en donde utilizó zeolitas naturales en cerdos en etapa de engorde, reportó resultados muy efectivos en dosis altas, afirmó un promedio de 3,9 unidades en dosis de 6%.

Esto puede ser, a que la bentonita presente en el sistema digestivo de los animales en la etapa de engorde absorben una parte de los nutrientes ingeridos en sus cavidades, reteniéndolos por un cierto tiempo y, posteriormente, los van dosificando poco a poco, razón por la cual el animal aprovecha mejor el alimento consumido.

También se observó diferencia significativa ($P < 0,0001$) en la edad de los animales sobre la conversión alimenticia (Fig.4).

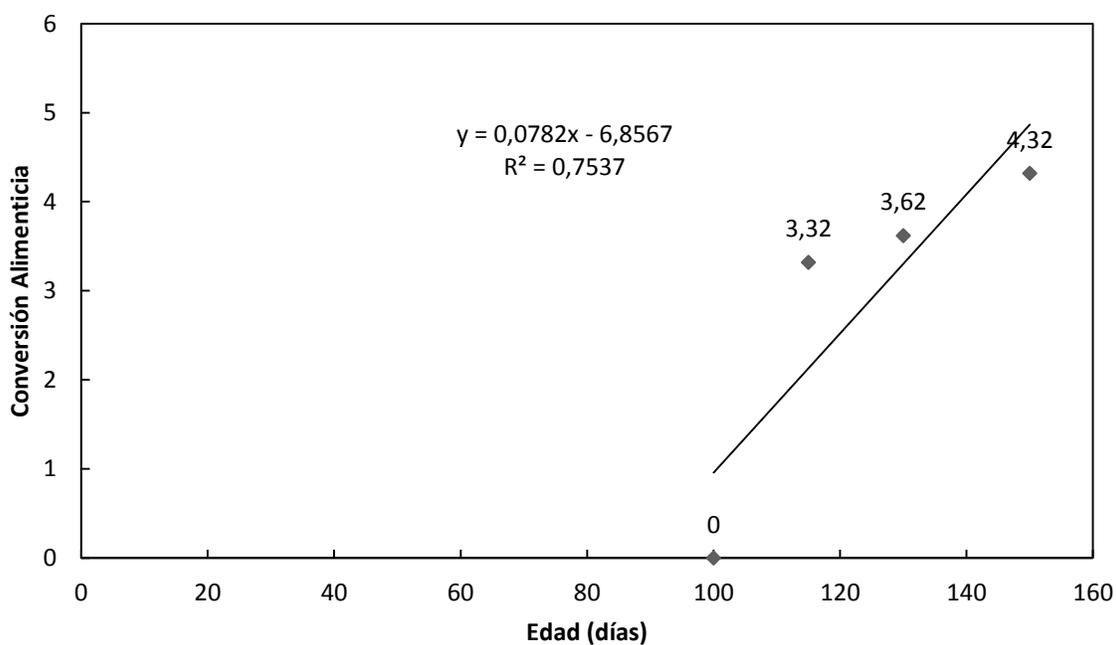


Fig. 4. La conversión alimenticia tuvo un comportamiento lineal ($P < 0,0001$) en función de la edad; por cada día de vida del animal, la conversión alimenticia se incrementó en 0,08 unidades. Santo Domingo, Ecuador

Conversión alimenticia acumulada cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita (Fig. 5).

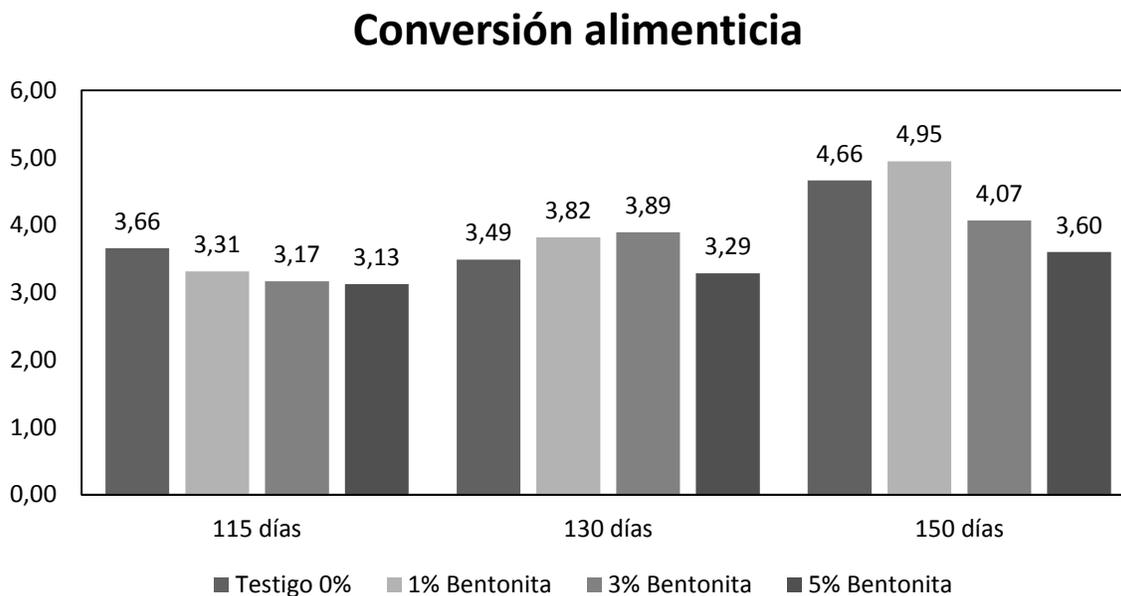


Fig. 5. Con la dosis del 5% de bentonita se pudo obtener una mejor conversión alimenticia en los diferentes días de evaluación, mientras que la dosis con la que los animales convirtieron menos carne fue con la del 1%. Santo Domingo, Ecuador

Consumo de alimento

No hubo diferencia significativa ($P= 0,5366$) en el efecto del uso de dosis de bentonita sobre el consumo de alimento

Tabla 3. Consumo de alimento obtenida por efecto del uso de distintas dosis de bentonita. Santo Domingo, Ecuador

Dosis de bentonita (%)	Consumo alimento (kg) (quincenal)
0	38,71 a
1	38,46 a
3	37,45 a
5	37,29 a

^a Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 4. Consumo diario de alimento obtenida por efecto del uso de distintas dosis de bentonita. Santo Domingo, Ecuador

Dosis de bentonita (%)	Consumo alimento (kg) (diario)
0	2,58 a
1	2,56 a
3	2,50 a
5	2,49 a

^a Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

El consumo diario de alimento, no difirió estadísticamente en los tratamientos evaluados en la presente investigación por efecto de las dosis de bentonita, sin embargo se aprecia diferencias numéricas de baja consideración, así se puede establecer, que con la dosis con la que más consumieron alimento fue la del 0% con un promedio de $2,58 \text{ kg día}^{-1}$, mientras que la dosis con la que menos consumieron alimento fue la del 5% con un promedio de $2,49 \text{ kg día}^{-1}$.

Los resultados obtenidos en el presente experimento en base al consumo de alimento coinciden con investigaciones realizadas por Nicolalde (2012), utilizó zeolitas para mejorar parámetros productivos en cerdos en las etapas de desarrollo y engorde. Usó dosis de 0%,

2%, 4% y 6% añadidas al balanceado normal, en donde no obtuvo diferencias significativas entre las dosis de zeolita y el consumo de alimento. Lo cual podemos concluir que las diferentes dosis tanto de la bentonita como de la zeolita no influyen estadísticamente en el consumo de alimento en los cerdos en la etapa de engorde.

Por otro lado si se observó diferencia significativa ($P < 0,0001$) en la edad de los animales sobre el consumo de alimento (Fig. 6).

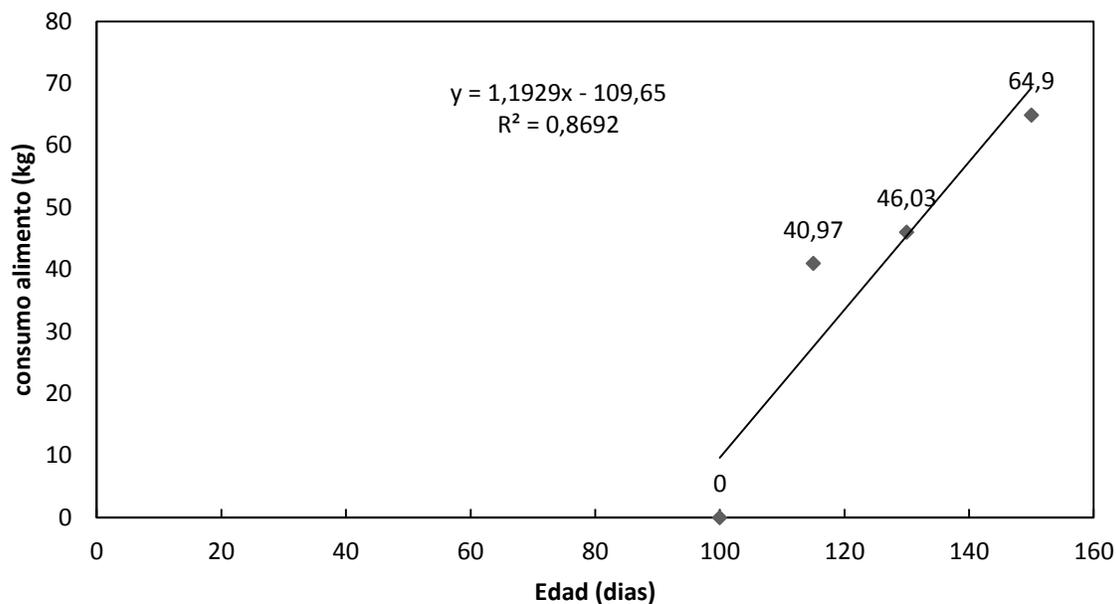


Fig. 6. El consumo de alimento tuvo un comportamiento lineal ($P < 0,0001$) en función de la edad; por cada día de vida del animal, el consumo de alimento se incrementó en 1,19 kg. Santo Domingo, Ecuador

Consumo de alimento acumulado cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita (Fig. 7).

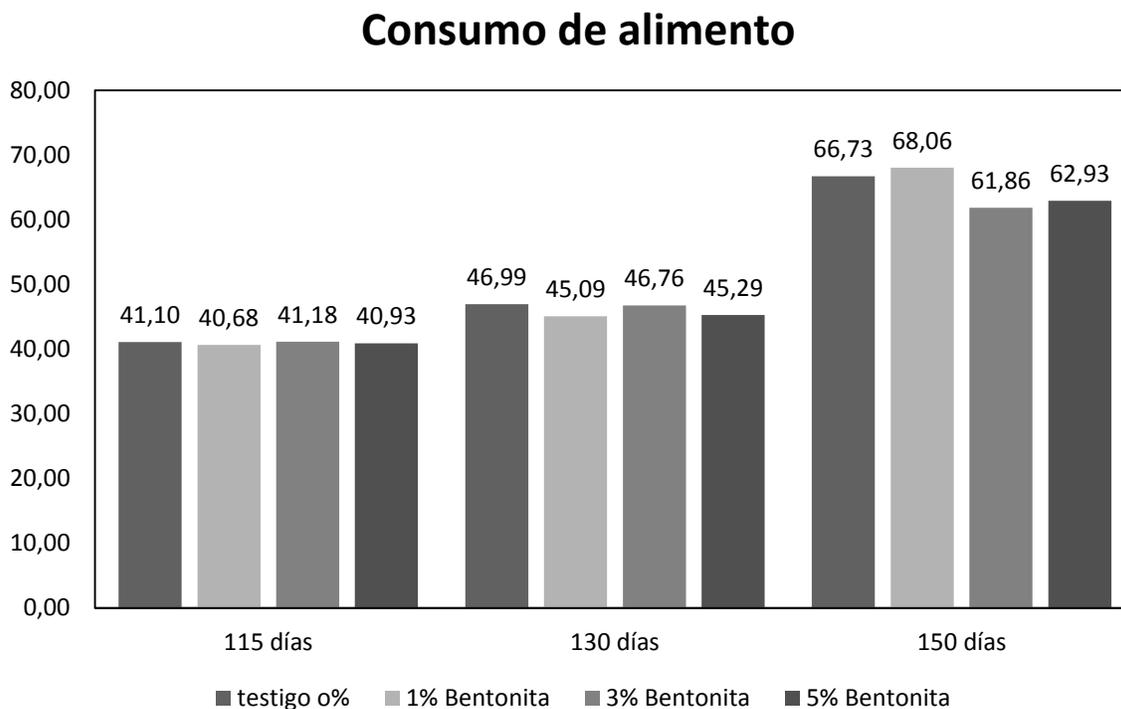


Fig. 7. Con la dosis del 0% de bentonita se pudo determinar que hubo un mayor consumo de alimento en los diferentes días de evaluación, mientras que la dosis con la que los animales consumieron menos alimento fue con la del 5%. Santo Domingo, Ecuador

Promedio de peso de los animales durante todo el experimento

No hubo diferencia significativa ($P= 0,0756$) en la interacción entre las dosis de bentonita y la edad de los animales.

Sin embargo si se observó diferencia significativa ($P= 0,0002$) en el efecto del uso de dosis de bentonita sobre el promedio de peso de los animales (Fig. 8).

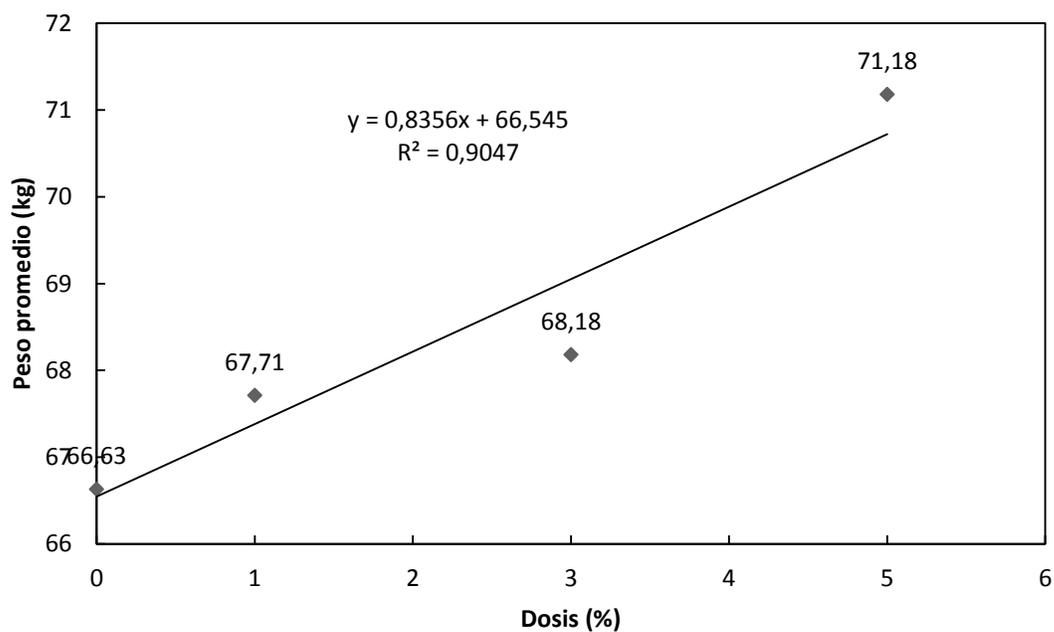


Fig. 8. El promedio de peso de los animales tuvo un comportamiento lineal ($P<0,0001$) en función de las dosis; mientras mayor fue la dosis, el promedio de peso se incrementó en 0,83 kg. Santo Domingo, Ecuador

Por otro lado también se observó diferencia significativa ($P < 0,0001$) en la edad de los animales sobre el promedio de peso (Fig. 9).

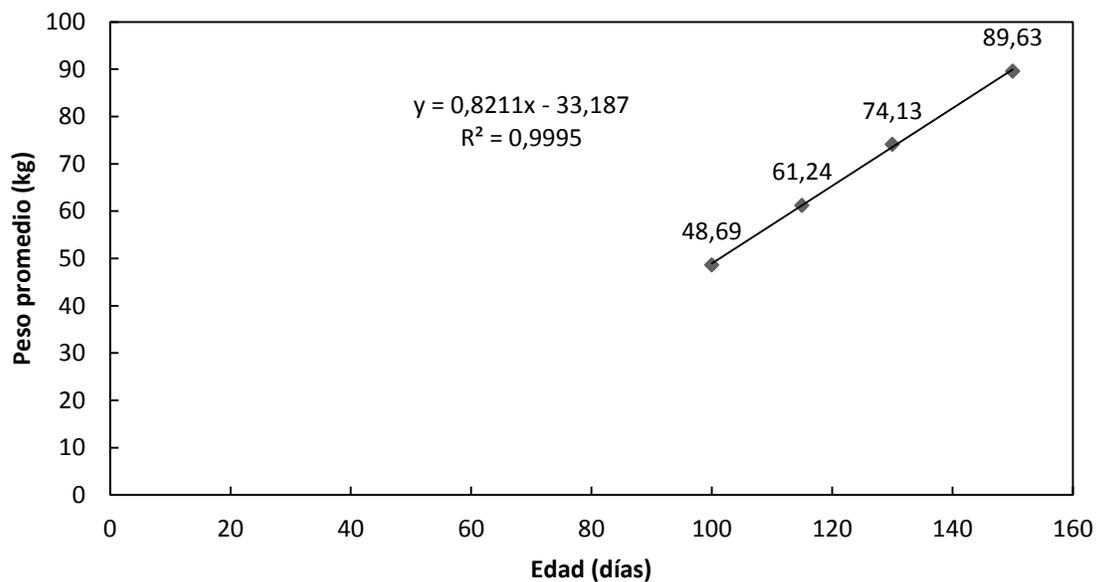


Fig. 9. El promedio de peso de los animales tuvo un comportamiento lineal ($P < 0,0001$) en función de la edad; por cada día de vida del animal, el promedio de peso se incrementó en 0,82 kg. Santo Domingo, Ecuador

Peso promedio acumulado cada 15 días con las diferentes dosis de bentonita (Fig. 10).

s

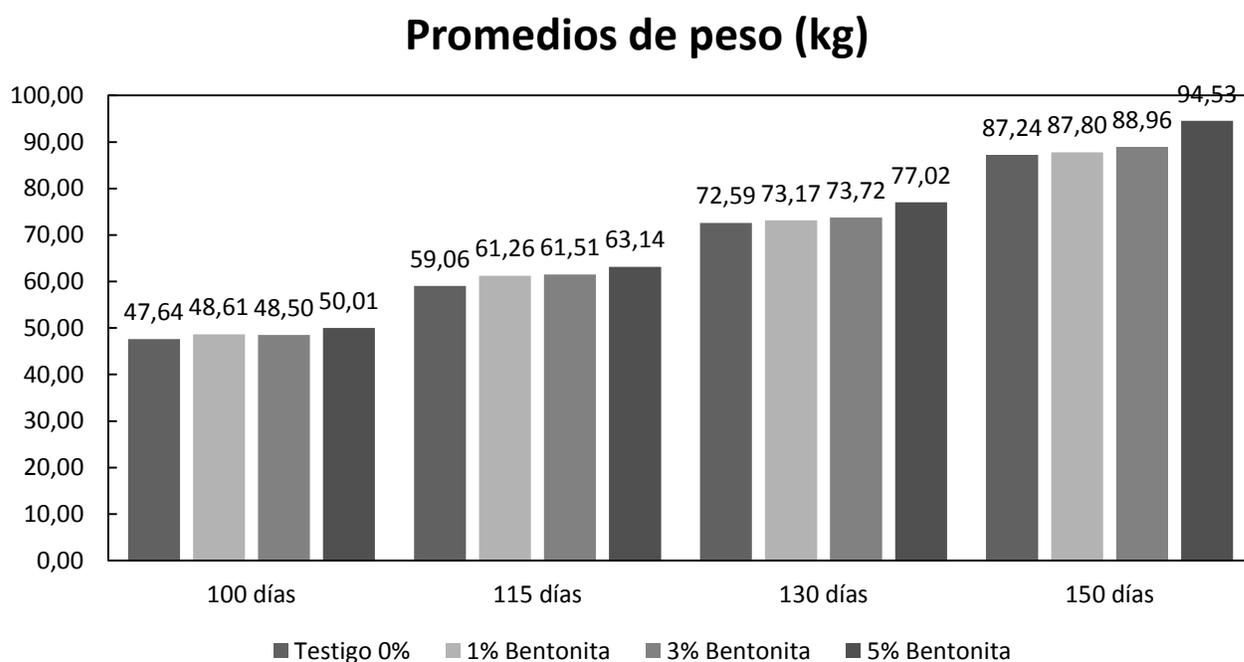


Fig. 10. El peso inicial para los cerdos a los 100 días de edad presentó promedios de: 47,64; 48,61; 48,50 y 50,01 kg. Para los tratamientos de 0%, 1%, 3% y 5% de bentonita respectivamente. No presentando diferencias significativas. Luego en cada etapa de evaluación podemos interpretar que si influyó las dosis de bentonita en el promedio de peso, al finalizar el experimento (150 días) los animales alcanzaron promedios de peso de: 87,24; 87,80; 88,96 y 94,53 kg. Para los tratamientos de 0%, 1%, 3% y 5% de bentonita respectivamente. Obteniendo un mejor promedio de peso aplicando la dosis del 5% de bentonita y el tratamiento que alcanzó el menor promedio de peso fue el testigo 0%. Santo Domingo, Ecuador

Morbilidad

Los animales no presentaron ningún tipo de problemas de salud durante el experimento, gracias a un buen manejo realizado.

Mortalidad

No se presentó mortalidad durante el experimento.

Análisis Económico

Costos aproximados del experimento

Tabla 5. Egresos

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Balanceado engorde	Saco 40 kg	116	18,50	2146
Bentonita	Saco 45 kg	3	6	18
Costo cerdos	Animales de 100 días	32	110	3520
Total				5684

Tabla 6. Ingresos

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Venta de animales	Animales de 150 días	32	226,77	7256,65
Total				7256,65

Análisis Beneficio/Costo

$$\text{Beneficio/ Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales \$}}{\text{Egresos Totales \$}}$$

$$\text{Beneficio/ Costo} = \frac{7256,65\$}{5684 \$} = 1,28 \$$$

Tabla 7. Total bentonita y alimento consumido

Tratamientos	T 0%	T 1%	T 3%	T 5%	Total
Alimento (Kg)	1238,52	1230,58	1221,76	1193,15	4884,01
Alimento en Sacos (40 kg)	30,96	30,76	30,54	29,83	122,10
Bentonita (kg)	0	12,31	36,65	59,66	108,62
Bentonita sacos (45 kg)	0	0,27	0,81	1,33	2,41

Análisis Beneficio/ Costo por tratamiento

Tabla 8. Egresos por cada tratamiento

Tratamientos	T 0%	T 1%	T 3%	T 5%
\$ Costo alimento en sacos (40 kg)	572,76	569,06	564,99	551,86
\$ Costo Bentonita en sacos (45 kg)	0	1,64	4,89	7,95
\$ Costo animales	880	880	880	880
Total \$	1452,76	1450,70	1449,88	1439,81

Tabla 9. Ingresos por cada tratamiento

Tratamientos	T 0%	T 1%	T 3%	T 5%
\$ Costo de total cerdos por tratamiento	1765,74	1777,07	1800,55	1913,29
Análisis Beneficio/ Costo	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,24	\$ 1,33

IV. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en la presente investigación se pudo determinar, que los animales tratados con el 5% de inclusión de bentonita en su alimentación en etapa de engorde, alcanzaron los mejores promedios productivos en cuanto a Peso Final y Ganancia diaria de peso, con promedios de 94,53 kg y 0,74 kg día^{-1} respectivamente.

Se estableció que el mejor índice de conversión alimenticia fue con la dosis del 5% de inclusión de bentonita en la alimentación de cerdos en etapa de engorde, con la dosis de 5% los animales necesitaron un promedio de 2,50 kg de alimento para convertir 1 kg de carne, mientras que la dosis menos efectiva fue la del 1%, el animal necesitó un promedio de 3,02 kg de alimento para convertir 1 kg de carne.

Mediante la utilización del 5% de bentonita se obtuvo el mayor índice de Beneficio - Costo con 1,33 dólares, lo que quiere decir que por cada dólar invertido con la inclusión de bentonita en la alimentación de cerdos en etapa de engorde, se tiene un beneficio neto de 0,33 centavos, a diferencia del tratamiento testigo que alcanzó un índice de Beneficio – Costo de 1,22 dólares.

RECOMENDACIONES

Realizar otras investigaciones, donde se evalúe niveles de bentonita superiores a los utilizados en el presente estudio, con el fin de determinar el nivel máximo de utilización de esta arcilla en la dieta de los cerdos en la etapa engorde.

Se recomienda continuar con este trabajo de investigación durante las demás etapas productivas en cerdos, así nos permitiría conocer que efectos se podrían presentar por el uso de esta arcilla.

REFERENCIAS

- Campabadal, C. (2009). *Guía Técnica para Productores de Cerdos*. (en línea) San José-Costa Rica. Consultado el 12 de Abril del 2016. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cerdos_alimen_merc.pdf
- Castro, M. (2005). *Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos*. (en línea) San José de las Lajas - Cuba. Consultado el 25 de Noviembre del 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017842007.pdf>
- Dávalos, E. (2012). *Usos de la Bentonita en la alimentación animal*. Escuela De Ingeniería Zootécnica: (en línea) Riobamba - Ecuador. Consultado el 18 de Noviembre del 2015. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/118235604/BENTONITA>
- García, Y. (2015). *Uso de aditivos en la alimentación animal 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal*. (en línea) San José de las Lajas - Cuba. Consultado el 25 de Noviembre del 2015. Disponible en: <http://www.ciencia-animal.org/revista-cubana-de-ciencia-agricola/articulos/T49-N2-A2015-P173-Y-G-Hdez.pdf>
- Meléndez, 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*. (en línea) Manabí-Ecuador. consultado el 25 de Mayo del 2016. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2355/1/4696.pdf>
- Nicolalde, L. (2012). *Utilización de diferentes niveles de zeolita natural en la alimentación de cerdos en las etapas de crecimiento y engorde*. (en línea) Riobamba-Ecuador. Consultado el 29 de Abril del 2016. Disponible en: <http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1575/1/17T0854.pdf>
- Rivas, C. (2011). *Formulación De Balanceados Y Nutrición Animal*. Universidad Politecnica Estatal del Carchi: (en línea) Carchi - Ecuador. Consultado el 18 de Noviembre del 2015. Disponible en: <http://es.slideshare.net/quitocampeon/formulacion-de-balanceados>
- Rodríguez, R. (2012). *Uso de palmiste en la alimentación de cerdos en la etapa de engorde*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: (en línea) Quevedo - Ecuador. Consultado el 16 de Diciembre del 2015. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/592/1/T-UTEQ-0137.pdf>