

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, METABOLITOS  
SANGUÍNEOS Y NITRÓGENO FECAL EN CERDOS CON  
DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITA EN EL ALIMENTO**

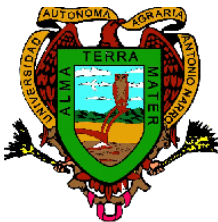
**CARLOS EDUARDO CRUZ MORALES**

**TESIS**

*Presentada como Requisito Parcial para*

*Obtener el grado de:*

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**Subdirección de Posgrado**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

**Febrero de 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, METABOLITOS SANGUÍNEOS Y  
NITRÓGENO FECAL EN CERDOS CON DIFERENTES NIVELES DE  
ZEOLITA EN EL ALIMENTO

TESIS POR:  
CARLOS EDUARDO CRUZ MORALES

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y  
aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

COMITÉ EN PARTICULAR

Asesor Principal:

  
Dr. Roberto García Elizondo

Asesor:


  
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor:

  
Dr. Fernando Ruiz Zarate

Asesor:

  
Dr. Ramón F. García Castillo

  
Dr. Fernando Ruiz Zarate  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Febrero de 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme una beca para la realización de esta maestría, la cual es parte esencial en mi formación profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

A la empresa ZEOMEX por apoyarnos con zeolita para la realización del proyecto.

Al Dr. Roberto García Elizondo por su apoyo en la asesoría de este trabajo y por sus sabios consejos brindados durante la realización del mismo.

Al Dr. Ramiro López Trujillo por sus valiosos consejos brindados y por la confianza brindada en la realización de mis estudios.

Al Dr. Fernando Ruiz Zarate por su amistad y disposición para la asesoría de este trabajo.

Al Dr. Ramón F. García Castillo por su colaboración y apoyo para la revisión de la tesis.

Al M.C Bulmaro Méndez Arguello por sus consejos, su apoyo incondicional y por la asesoría técnica brindada durante la realización del trabajo de campo, así como en la revisión del escrito y por brindarme su amistad durante mi estancia en la maestría.

Al Ing. Ernesto Torres García por darme la oportunidad de realizar esta investigación en las instalaciones de la granja porcina de la Universidad, así como por su asesoría técnica brindada durante la realización del trabajo experimental.

A la L.C.N. Laura Maricela Lara López por brindarme su apoyo incondicional, por sus atinados consejos y por transmitirme sus conocimientos, y sobre todo por ser mi amiga.

Al T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel por su apoyo y disposición para realizar parte del análisis bromatológico de las dietas utilizadas.

Al futuro Ing. Gustavo Cruz Rodríguez por ser parte del proyecto y por su apoyo durante todo el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en la realización de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

### **A dios**

Por darme la vida, la fuerza necesaria y la paciencia para ser mejor día a día y terminar mis estudios.

### **A mis padres**

Narcedalia Morales Núñez  
Adrián Cruz Hernández

### **A mis hermanos**

Manuel, Pablo, Mauricio, Adriana, Marleidy y Ángel

### **A mi futura esposa**

Jesús Angélica Ruiz Cruz

### **A mis abuelitos**

Matilde Núñez Calymayor  
Ramón Morales Arce Q.P.D.

### **A mis tíos**

Fabio, Silvia, Belly, Iris, Yaneth, Sonia, Ana Karen, Reyni, Pedro

### **A mis amigos**

Dalia, Dulce, Josué, Jonathan, Yanin, Gustavo, Ramón, Rosalba, Porfirio, Yorfe, Hipólito, Erika, Paulo, Eddy, Brenda

A todas estas personas tan importantes en mi vida, les agradezco con todo mi amor y cariño, el apoyo que me han brindado en mi vida y sobre todo por ser mis amigos y estar siempre en esos momentos tan importantes, gracias por hacer que la vida sea más fácil y darme una esperanza de luz cuando creía que el camino se me terminaba. A todos ustedes les agradezco inmensamente.

## COMPENDIO

### COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, METABOLITOS SANGUÍNEOS Y NITRÓGENO FECAL EN CERDOS CON DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITA EN EL ALIMENTO

POR

**CARLOS EDUARDO CRUZ MORALES**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Enero, 2012**

**Dr. Roberto García Elizondo – Asesor –**

**Palabras clave:** alimentación, cerdos, zeolita, etapas de producción, comportamiento productivo, metabolitos sanguíneos, excreción de nitrógeno

Debido a que la alimentación animal es el factor principal que representa los mayores costos de producción y en la actualidad se buscan nuevas alternativas de alimentación con el fin de mejorar la eficiencia productiva de los cerdos con los menores costos posibles de alimentación, se consideró importante la realización de la presente investigación, con el fin de evaluar el efecto de tres niveles diferentes de zeolita (0, 3 y 6%) en la dieta de cerdos en tres etapas de producción (iniciación, crecimiento y finalización) sobre el comportamiento productivo (incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), metabolitos sanguíneos (colesterol, creatinina, glucosa, proteínas totales, urea) y la excreción de nitrógeno (N) en las heces. Cerdos (n=54), 27 machos castrados y 27 hembras, provenientes de cruza

comerciales: Landrace, Duroc y Hampshire.- se sometieron a tres tratamientos con tres repeticiones (tres machos y tres hembras por tratamiento), para lo cual los animales fueron distribuidos al azar, las fuentes de variación fueron: sexo, tipo racial (características fenotípicas) y peso inicial las cuales se controlaron por bloqueo. Las variables evaluadas fueron comportamiento productivo (incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), metabolitos sanguíneos (colesterol, creatinina, glucosa, proteínas totales y urea) y la excreción de N en heces. En cada etapa se registro el peso inicial y final de los cerdos con el objetivo de determinar el incremento de peso. El alimento antes de ser ofrecido se peso y se registro, posteriormente cada semana se midió el rechazo para poder determinar el consumo de alimento. La conversión alimenticia se determino en base al consumo de alimento e incremento de peso. De acuerdo a la disponibilidad de los ingredientes y los tiempos en los cuales se evaluó cada repetición se utilizaron dos tipos de dietas, en las primeras dos repeticiones de la etapa de inicio se ofreció una dieta a base se sorgo-soya, mientras que en la tercera fue a base de maíz-soya. En la etapa de crecimiento, únicamente en la primera repetición se utilizó la dieta a base de sorgo-soya y para la etapa de finalización solamente se utilizó la dieta a base de maíz-soya. Un diseño de bloques al azar con sub-muestreo ayudó en el análisis estadístico donde las variables respuesta fueron: incremento de peso, metabolitos y excreción de nitrógeno. Para el consumo de alimento y conversión alimenticia, fue un diseño de bloques al azar. Para la determinación del análisis de metabolitos sanguíneos y la excreción de N, se realizaron muestreos sanguíneos y de heces al final de cada etapa de dos

machos y dos hembras de cada uno de los tratamientos. No se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para las variables de incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Los niveles de concentración en suero sanguíneo de glucosa, colesterol, creatinina, proteínas totales y urea no presentaron efecto significativo ( $P>0.05$ ) en la etapa de iniciación, lo cual indica que la zeolita no afectó ninguna de estas variables, sin embargo en la etapa de crecimiento se encontró efecto significativo ( $P<0.05$ ) para el caso de proteínas totales. Se encontró efecto significativo ( $P<0.05$ ) para urea en la etapa de finalización. La concentración de urea disminuyó al incrementar los niveles de zeolita en la dieta de los cerdos, lo cual indica que la zeolita permite una mejor utilización de los nutrientes contenidos en el alimento, especialmente del N. Esta mayor eficiencia de utilización del N permitió que en los cerdos que recibieron dietas con zeolita, disminuyera la excreción de N, encontrándose efecto significativo ( $P<0.05$ ) en las tres etapas de producción, la disminución más notable se obtuvo en aquellos cerdos que recibieron la dieta con 6% de zeolita. La zeolita tiene respuestas muy variadas en la alimentación de cerdos, la cual depende de diversos factores, principalmente de las condiciones ambientales.

## ABSTRACT

### PRODUCTIVE PERFORMANCE, BLOOD METABOLITES AND FECAL NITROGEN IN PIGS WITH DIFFERENTE LEVELS OF SEOLITE IN THE FEED

BY

CARLOS EDUARDO CRUZ MORALES

MASTER OF SCIENCE IN ZOOTECHNY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. January, 2012

Dr. Roberto García Elizondo – Asesor –

**Key words:** feeding, pigs, zeolite, stages production, productive performance, blood metabolites, nitrogen excretion

Because of feed is the main factor that accounts for the higher costs of production and currently looking for new feed alternatives to improve swine production efficiency, the present investigation was to evaluate the effect of three different levels of zeolite (0, 3 and 6%) in the diet of pigs in three production stages (initiation, growth and finalization) on productive performance (body weight changes, feed intake and feed conversion), blood metabolites levels (cholesterol, creatinine, glucose, total protein, urea) and excretion of nitrogen (N) in the feces. Pigs (n=54) were used, 27 castrated males and 27 females, from commercial crosses: Landrace, Duroc and Hampshire. There were three treatments with three replicates (three males and three females per treatment), for which the animals were randomly distributed sources of variation considered as sex, race and initial weight of which were controlled by blocking.



The variables evaluated were productive performance (weight gain, feed intake and feed conversion), blood metabolites (cholesterol, creatinine, glucose, total protein and urea) and N excretion in feces. At each stage, record initial and final weight of pigs in order to determine the weight gain. The offered food before being weighed and record, then, weekly rejection was measured to determine feed intake. Feed conversion was determined based on food consumption and weight gain. According to the availability of ingredients and the times in which each repetition was evaluated using two types of diets, in the first two repetitions of the starting phase the provided was sorghum-soybean, while in the third was a corn-soybean. In the growth stage, only the first occurrence was used diet of sorghum-soybean and the final stage was used only diet of corn-soya. A randomized block with sub-sampling helped statistical analysis where the response variables were: weight gain, metabolites and nitrogen of excretion. For feed intake and feed conversion was a randomized block design. For the determination of the analysis of blood metabolites and excretion of N, Blood samples were taken and feces at the end of each stage of two males and two females of each treatment. There were no significant differences ( $P>0.05$ ) for the variables of weight gain, feed intake and feed conversion. The concentration levels in blood serum glucose, cholesterol, creatinine, total protein and urea showed no significant effect ( $P>0.05$ ) in the initiation stage, indicating that the zeolite does not affect any of these variables, however in growth stage was found significant ( $P<0.05$ ) in the case of total protein. We found significant ( $P<0.05$ ) for urea in the stage of completion. The concentration of urea decreased by increasing levels of zeolite in the diet of pigs, indicating that the

zeolite enables better utilization of nutrients contained in food, especially N. This increasing efficiency of utilization of N in pigs fed diets with zeolite, decreased excretion of N, being significant ( $P < 0.05$ ) in the three stages of production, the most notable decrease was obtained in those pigs given the diet with 6% of zeolite. Zeolite has a wide variety of responses in the feeding of pigs, which depends on several factors, mainly on environmental conditions.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Características generales de la producción porcina en México.....	4
Generalidades de las zeolitas.....	5
Situación actual del manejo alimenticio de los cerdos y de sus excreciones ..	6
Utilización de la zeolita para reducir la contaminación ambiental.....	8
Utilización de zeolita en dietas para cerdos.....	10
Hipótesis.....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
Localización del área de estudio .....	16
Metodología.....	16
Análisis químicos.....	18
Análisis bromatológico de las dietas.....	19
Análisis estadístico .....	20
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	21
Comportamiento productivo.....	21
Perfil metabólico .....	24
Análisis de la excreción de N en las heces.....	27
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	29
<b>5. RESUMEN</b> .....	30
<b>6. LITERATURA CITADA</b> .....	32
<b>7. APENDICE</b> .....	39

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
2.1.	Principales características que definen a los diversos sistemas de producción orcina.....	4
2.2.	Comportamiento productivo y excreción de N en cerdos alimentados con zeolita o distintos aminoácidos sintéticos.....	14
3.1.	Ingredientes base de las dietas utilizadas en las tres etapas de producción.....	17
3.2.	Métodos utilizados para la determinación de los metabolitos sanguíneos en cerdos.....	18
3.3.	Análisis bromatológico de las dietas ofrecidas en las tres etapas de producción (maíz-soya) en base a materia seca.....	19
3.4.	Análisis bromatológico de las dietas de iniciación y crecimiento (sorgo-soya) en base a materia seca.....	20
4.1.	Comportamiento productivo de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de zeolita en la dieta.....	21
4.2.	Concentración de metabolitos en suero sanguíneo (mg/dl) de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de zeolita en la dieta.....	25
4.3.	Excreción de N en heces de cerdos alimentados con diferentes niveles de zeolita en la dieta.....	27
9.1.	Análisis de varianza para incremento de peso en cerdos en la etapa de iniciación.....	39
9.2.	Análisis de varianza para incremento de peso en cerdos en la etapa de crecimiento.....	39
9.3.	Análisis de varianza para incremento de peso en cerdos en la etapa de finalización.....	40
9.4.	Análisis de varianza para consumo de materia seca de cerdos en la etapa de iniciación.....	40
9.5.	Análisis de varianza para consumo de materia seca de cerdos en la etapa de crecimiento.....	40

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
9.6.	Análisis de varianza para consumo de materia seca de cerdos en la etapa de finalización.....	41
9.7.	Análisis de varianza para conversión alimenticia de cerdos en la etapa de iniciación.....	41
9.8.	Análisis de varianza para conversión alimenticia de cerdos en la etapa de crecimiento.....	41
9.9.	Análisis de varianza para conversión alimenticia de cerdos en la etapa de finalización.....	42
9.10.	Análisis de varianza para la concentración de colesterol en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.....	42
9.11.	Análisis de varianza para la concentración de colesterol en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.....	42
9.12.	Análisis de varianza para la concentración de colesterol en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.....	43
9.13.	Análisis de varianza para la concentración de creatinina en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.....	43
9.14.	Análisis de varianza para la concentración de creatinina en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.....	43
9.15.	Análisis de varianza para la concentración de creatinina en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.....	44
9.16.	Análisis de varianza para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.....	44
9.17.	Análisis de varianza para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.....	44
9.18.	Análisis de varianza para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.....	45
9.19.	Análisis de varianza para la concentración de proteínas totales en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.....	45
9.20.	Análisis de varianza para la concentración de proteínas totales en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.....	45

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
9.21.	Análisis de varianza para la concentración de proteínas totales en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.....	46
9.22.	Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.....	46
9.23.	Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.....	46
9.24.	Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.....	47
9.25.	Análisis de varianza para la excreción de nitrógeno en heces de cerdos en la etapa de iniciación.....	47
9.26.	Análisis de varianza para la excreción de nitrógeno en heces de cerdos en la etapa de crecimiento.....	47
9.27.	Análisis de varianza para la excreción de nitrógeno en heces de cerdos en la etapa de finalización.....	48
9.28.	Dietas a base de sorgo-soya utilizadas en las tres etapas de producción.....	48
9.29.	Dietas a base de maíz-soya utilizadas en las tres etapas de producción.....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina ha evolucionado de forma constante a través de los años en todos los aspectos, tanto en producción, procesamiento y comercialización de la carne y de sus derivados. La gran demanda de productos como la carne de cerdo y el competitivo mercado hace necesaria la permanente incorporación de nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad del producto y hacer más eficiente la producción (Castoria *et al.*, 2005).

La producción porcina en el país también es importante porque extensas áreas agrícolas son utilizadas para la producción de insumos para la alimentación de los cerdos, como el sorgo, maíz y en menor medida soya. Además, es una de las actividades pecuarias que mayor impacto tiene en el ambiente, debido a la cantidad y tipo de residuos que genera (Scialabba, 1994; Steinfeld, 1998).

Aunado a esto, los sistemas de producción porcina están sometidos a mayores exigencias tanto nutricionales, económicas como productivas. Lo que conlleva a nuevas alternativas de alimentación para mejorar la producción y la rentabilidad de la unidad de producción (Cabrera, 2000). Se ha determinado que los mayores costos de producción recaen en la alimentación de los cerdos

para su engorda, lo que representa entre el 75-85% de los costos totales (Pérez y Torres, 2001).

Así, los constantes esfuerzos para producir alimentos de origen animal para satisfacer las necesidades alimenticias del ser humano, de forma más eficiente y con los menores costos posibles, propician la búsqueda de mejores combinaciones de los nutrientes ya conocidos como de nuevos aditivos, sin afectar el valor nutritivo de las dietas (Meléndez y Rodríguez, 2005).

Los cerdos consumen alimentos con alto valor proteico, pero son ineficientes transformadores y desperdician un alto porcentaje de proteínas y micronutrientes presentes en el alimento. En el caso del nitrógeno, el 70% de lo consumido por el animal es excretado (Van Horn *et al.*, 2003).

En los últimos años se ha utilizado la zeolita en la alimentación porcina obteniendo resultados satisfactorios en la nutrición de cerdos, ya que ayuda a mejorar la conversión alimenticia, así como la absorción intestinal de los nutrientes. Esto debido a que disminuye la velocidad de tránsito del alimento por el tracto digestivo (Rodríguez *et al.*, 2001).

La importancia del presente estudio radica en la utilización de la zeolita para mejorar el comportamiento productivo de los animales, metabolitos sanguíneos y disminuir la excreción de N en heces.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de tres niveles de zeolita (0, 3 y 6 %) en dietas de cerdos en las



etapas de inicio, crecimiento y finalización, sobre el comportamiento productivo (incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), metabolitos sanguíneos (proteínas totales, creatinina, glucosa, colesterol y urea) y la excreción de N en heces.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### Características generales de la producción porcina en México

La producción porcina es una actividad muy importante que se encuentra relacionada con el desempeño de la economía del país y proporciona bienes de consumo (carne), por lo cual es una opción para satisfacer las necesidades alimenticias de nuestro país (Ruiz, 2006).

Ortiz y Pérez (2003) mencionan que en México se distinguen tres sistemas de producción, los cuales están caracterizados por su nivel tecnológico (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Principales características que definen a los diversos sistemas de producción porcina.

Rasgos	Sistemas de Producción		
	Intensivo	Semi-Intensivo	De Traspatio
Nivel tecnológico	Alto	Medio	Bajo
Cerdos vendidos <sup>1</sup>	18-22	16-18	<16
Días al mercado	150-170	170-180	>180
Peso a la venta (kg)	95-105	90-100	70-90
Conversión alimenticia	2.8-3.2	3.2-4.0	>4.0

<sup>1</sup> Animales vendidos anualmente por cerda  
Fuente: Ortiz y Pérez (2003)

## Generalidades de las zeolitas

Las zeolitas fueron descubiertas en 1756 por Fredrick Cronstedt. Pertenecen a los aluminosilicatos alcalinos, poseen una estructura infinita atravesada por una infinidad de canales y poros que hacen de este mineral un verdadero tamiz (Castro, 1996).

Estas características determinan en gran medida sus propiedades más importantes como son su capacidad de intercambio catiónico, absorción como proceso físico y la capacidad de hidratación-deshidratación que la involucra en infinidad de aplicaciones en la producción animal (Sardi *et al.*, 2001).

Se ha logrado clasificar 40 clases de zeolitas naturales, dentro de las más importantes se encuentran la modernita, huelandita, filipsita y la clinoptilolita (Sand y Mumpton, 1978).

De acuerdo con Castro (2002), entre las aplicaciones más importantes se encuentran las siguientes:

- Mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes y la tasa de crecimiento.
- Control de problemas gastrointestinales.
- Control de olores indeseables dentro de las instalaciones.
- Secuestrante de micotoxinas.
- Mejora la utilización de las fuentes de proteína.

## **Situación actual del manejo alimenticio de los cerdos y de sus excreciones**

La producción porcina nacional se basa bajo sistemas intensivos, donde la principal característica de alimentación es basada en la utilización de insumos externos. Actualmente, los recursos naturales en el país presentan un nivel de deterioro elevado, por lo que es de gran importancia la búsqueda de prácticas que permitan mejorar la utilización y el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en los insumos utilizados en la alimentación animal (Mariscal, 2007).

La importancia de la producción porcina en México, no solo radica en la generación de bienes de consumo y de ofertas laborales, sino también porque extensas áreas agrícolas son dedicadas a la producción de insumos para la alimentación porcina, sorgo, maíz y otros forrajes a menor escala como la soya. Además, genera una compleja cadena de producción, transformación, industrialización y comercialización de productos (alimentos balanceados, medicinas, carnes), aunque ocasiona un impacto importante en el ambiente por la cantidad de residuos que resulta (Scialabba, 1994; Steinfeld, 1998).

Una de las etapas más críticas en la vida productiva de los cerdos es el destete, porque se enfrentan a los cambios de dieta (líquida a sólida) donde se debe tener sumo cuidado para no hacerlo de forma brusca porque se presentan problemas de incidencia de diarreas, la cual es la principal causa de muerte en esta etapa (Pluske, 2009). Además de que se presentan otros factores fisiológicos y psicológicos estresantes como son: un sistema enzimático poco

desarrollado, separación de la madre, adaptación a otro ambiente (Pluske *et al.*, 1997).

Como cualquier sistema de producción pecuaria, la producción porcina genera productos de valor económico y alimenticio para el ser humano, pero también una serie de residuos que no pueden ser asimilados de forma total por la naturaleza, con lo cual la sociedad sin desearlo tiene que lidiar con ellos. Los residuos porcinos afectan de forma directa los recursos agua, suelo y aire, pero también generan factores de perturbación para la sociedad, como malos olores y plagas (Molina, 1997).

Dentro de los principales componentes contaminantes del ambiente, se encuentran el Nitrógeno (N) y el fósforo, su acumulación en el ambiente afectan la calidad del agua y del suelo, provocando efectos negativos en el suelo para realizar funciones vitales como la nutrición de las plantas (Giuffré *et al.*, 2003).

Anteriormente, el estiércol generado por la producción porcina era utilizado como fertilizante ya que estas eran ricas en nutrientes, con el objetivo de mantener la productividad de cultivos sostenibles y los destinados para la ganadería. Sin embargo, en la actualidad la producción porcina ha superado las necesidades de nutrientes de los cultivos en las explotaciones lo que puede ocasionar problemas ambientales (Leung, 2004).

La mayor parte del N alimenticio se encuentra en forma de proteína, péptidos o aminoácidos, cuando existe un exceso en el organismo, este no

puede ser retenido y es eliminado a través de las heces y orina (Ferket *et al.*, 2002).

Además de éstos, existen otros compuestos nitrogenados que son desechados a través de las heces y orina, tales como aminos biogénicos, creatinina y ácido hipúrico. Las fuentes de N excretadas en las heces son menos volátiles que el N urinario, ya que el primero se encuentra unido químicamente dentro de proteínas y otros compuestos (Hartog y Sijtsma, 2007).

Las excretas de los cerdos se caracterizan principalmente porque tienen un alto contenido de N en forma de proteína cruda (24%), lo cual le confiere la posibilidad de usarlas como una fuente alternativa de alimentación animal. Su uso podría ayudar a solucionar de forma significativa el problema de la contaminación ambiental (Pérez *et al.*, 2002).

Van Horn *et al.* (1994) mencionan que los animales excretan al ambiente a través de la orina y las heces entre 60 y 80% del N y fósforo que consumen. La producción de amoníaco en exceso por parte de las granjas porcinas ocasionan una serie de efectos negativos, como la disminución en la productividad y de la resistencia a enfermedades en animales (Coma y Bonet, 2004).

### **Utilización de la zeolita para reducir la contaminación ambiental**

Las nuevas tecnologías aplicadas en la nutrición animal buscan reducir al máximo el impacto generado por la producción porcina al ambiente, con la finalidad de evitar la degradación de los recursos renovables como el agua, aire

y el suelo (Morse, 1995). Cromwell y Coffey (1995) mencionan que un cerdo hacia el final de la fase de engorde solo retiene el 39% del N proporcionado con la dieta.

La excreción de N y NH<sub>3</sub> en los cerdos puede reducirse mediante la utilización de fuentes de proteína altamente digestibles (Cervantes *et al.*, 2009), reduciendo el contenido de proteína en la dieta (Opapeju *et al.*, 2008) y mediante la manipulación de los ingredientes que componen la dieta, tales como la utilización de la zeolita (Giannetto *et al.*, 2000).

Le Bellego *et al.* (2001), Zamora *et al.* (2006), Trujillo *et al.* (2007) realizaron investigaciones en cerdos reduciendo el nivel de proteína en la dieta, y con esto disminuir el consumo excesivo de N para disminuir la excreción de N.

Las zeolitas además de mejorar la respuesta productiva de los animales, se destacan por su acción como desodorante ambiental y son una alternativa alimenticia para tratar las heces fecales, esta característica se debe a su gran capacidad para capturar el N amoniacal (Castro y Lon-Wo, 1991; Cabuk *et al.*, 2004).

La zeolita mejora la utilización de los nutrientes, en especial del N, esto ayuda a disminuir su excreción fecal (Mumpton y Fishman, 1977).

Castro *et al.* (2004) reportan que la disminución del contenido de proteína adicionada con el 4.5% de zeolita permite mejorar la utilización de la proteína

contenida en la dieta, lo que ayuda a disminuir la excreción de N, permitiendo reducir el impacto ambiental que generan los residuos porcinos.

### **Utilización de zeolita en dietas para cerdos**

La utilización de la zeolita en dietas para cerdos, tiene respuestas variables. Algunos de los factores que pueden influir en sus efectos en la fisiología animal pueden ser las condiciones ambientales y el nivel nutricional (Elliot y Edwards, 1991; Bailey *et al.*, 2006).

La zeolita actúa como un amortiguador en el estómago, por la capacidad selectiva de sus iones; el N puede ser almacenado en el sistema digestivo, y es liberado de forma gradual a través del intercambio de cationes de sodio y potasio, los cuales se derivan de la saliva que entra al estómago. Por lo que el animal recibe mayores beneficios de los nutrientes contenidos en el alimento, ya que estos son retenidos en el tracto digestivo por mayores periodos de tiempo antes de ser excretados tempranamente (Rivera, 2005).

La zeolita ayuda a mejorar la utilización de los nutrientes contenidos en el alimento, porque permite una tasa de paso más lenta del alimento a través del tracto digestivo, con lo cual existe un mayor tiempo de exposición a la acción microbiana en el intestino delgado (Prvuloviae *et al.*, 2009). Además, son también efectivos como portadores de lenta liberación para muchos medicamentos (Dyer *et al.*, 2000; Cerri *et al.*, 2004).



Según Moya (2000), la zeolita en la dieta de los cerdos actúa como un estimulante de crecimiento y ayuda a disminuir las diarreas en los lechones antes del destete, además de que les ayuda a recuperar peso y disminuir la tasa de mortalidad. Mismos resultados fueron reportados por Peet-Swering *et al.* (2000) al señalar que el empleo de zeolita en las dietas de cerdos disminuye favorablemente las diarreas, debido al efecto desintoxicante que posee este material al transportar al exterior del tracto digestivo las enterotoxinas vertidas por la microflora natural de esta zona.

Meléndez y Rodríguez (2005) reportan como nivel óptimo el 6% en las etapas de iniciación y finalización. Por su parte Méndez (2009) reporta que obtuvo mejores resultados con un nivel del 2% de inclusión de zeolita en la dieta, resultados similares fueron reportados por Kyriakis *et al.* (2002) al mejorar los incrementos de pesos de los cerdos.

Oguz y Kurtoglu (2000) reportan que un nivel de 1.5% de zeolita en la dieta de cerdos en la etapa de iniciación, es eficaz para mejorar el incremento de peso y salud de los animales, disminuyendo la presencia de diarreas. Por su parte, Leung (2004) reporta mejores incrementos de peso y mayor eficiencia en la conversión alimenticia al utilizar un nivel de 4%.

Prvuloviae *et al.* (2009) evaluaron la adición de ATN (Antitoxic Nutrient: 90% clinoptilolita y 83% de montmorillonita) en dietas para cerdos a base de maíz-harina de soya. Se adicionó 5 g de ATN/kg, en la cual no se encontró efecto aparente sobre el consumo de alimento, pero disminuyó el cambio de

peso corporal y la ganancia de peso con respecto a la dieta control. Mencionan también que la adición de ATN no tuvo influencia en las concentraciones de creatinina y nitrógeno ureico en el suero sanguíneo de los animales.

Los valores en las concentraciones de metabolitos sanguíneos pueden verse afectados cuando los animales se someten a un estrés crónico (Stookey y Gonyou, 1994) y cuando la manipulación de las muestras obtenidas no es la correcta (Merck, 2000).

El nivel de glucosa sanguínea refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del animal. Méndez (2009), menciona que la inclusión de zeolita en la dieta de cerdos afectó las concentraciones de metabolitos (glucosa, urea, creatinina y proteínas totales) en suero sanguíneo. La zeolita permite reducir la concentración de creatinina y urea, lo que indica una mejor utilización del N de la dieta.

La adición de 2% de zeolita en dietas para cerdos con un peso de 7.1 kg, permite reducir los niveles de urea y creatinina en la sangre, por lo tanto también se reduce en la orina (Zannotti *et al.*, 1999). Alexopoulos *et al.* (2007) reportan que la disminución de las concentraciones de urea se puede atribuir a que la zeolita posee una alta capacidad de capturar iones de amonio. Gómez *et al.* (2002) reportan que al mejorar la eficiencia de la utilización de la proteína se mejora la respuesta productiva y se disminuye la concentración de urea en la sangre, ya que los cerdos requieren menor cantidad de energía para la síntesis de urea necesaria para eliminar el N.

Alexopoulos *et al.* (2007) evaluaron en 48 cerdos de 25 a 161 días de edad, el efecto de la adición del 2% de zeolita en la dieta, en parámetros bioquímicos y hematológicos; encontraron que en las etapas de crecimiento y finalización las concentraciones de urea y colesterol en sangre disminuyeron; y la concentración de glucosa aumento considerablemente. Prvulovic *et al.* (2007) reportan que una disminución de las concentraciones de colesterol en suero sanguíneo pueden atribuirse al incremento de la excreción de la bilis unida a los compuestos lipídicos del bolo alimenticio, disminuyendo la absorción en el intestino.

Estudios realizados en la digestión anaeróbica usando zeolita natural sobre el procesamiento de los desechos de la granja en cerdos, se encontró que bajo condiciones experimentales, la zeolita posee una capacidad alta para la inmovilización de microorganismos en anaerobiosis y además de que permite reducir la concentración de  $\text{NH}_3$  en los desechos de la granja (Montalvo *et al.*, 2005).

Thielemans y Bodart (1983) reportan que la inclusión de zeolita en dietas de los cerdos, permite incrementar la retención de N al final de la engorda en comparación con el grupo control. Castro *et al.* (2004) reportan que obtuvieron la misma respuesta al incluir zeolita en dietas para cerdos en la etapa de engorda (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Comportamiento productivo y excreción de N en cerdos alimentados con zeolita o distintos aminoácidos sintéticos.

	Control	Zeolita	Lisina y Metionina
% Proteína bruta	18.5	16.5	16.5
Comportamiento productivo			
Peso inicial kg	25.5	25.3	25.5
Peso final kg	51.0	49.9	49.5
Consumo kg/día	72.2	72.2	72.2
Ganancia g/día	735	727	632
Conversión alimenticia	2.38	2.85	3.35
Balance de Nitrógeno (N) g/día			
Consumo de N	43.2	38.4	38.4
N en excretas	6.03	4.04	4.76
N en orina	21.40	8.05	12.60
N total excretado	27.43	12.09	17.36

La dieta fue Soya-Maíz, 4.5% zeolita, 0.28% Lisina y 0.20% Metionina.

Fuente: Castro *et al.* (2004)

Uno de los aspectos importantes a considerar dentro de las salas de manejo de los cerdos es la calidad del aire, ya que a través de la respiración se elimina CO<sub>2</sub> y en combinación con las deyecciones se generan gases amoniacales (Elwinger y Svensson, 1996). Estos gases emitidos al ambiente dentro de las salas donde se alojan los cerdos, pueden afectar la salud de los animales y propiciar la aparición de enfermedades respiratorias (Castro *et al.*, 2004).

## **Hipótesis**

La zeolita mejora el comportamiento productivo y perfil metabólico de los cerdos en las etapas de iniciación, crecimiento y finalización, así como la utilización metabólica del N, lo que permite disminuir su excreción en las heces.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en la granja porcina y en el laboratorio de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La Universidad se encuentra entre los 25° 22' N y 101° 01' O, con una altitud de 1742 m. La temperatura promedio anual es de 16.7 °C y la precipitación media anual de 417 mm (García, 1973).

#### **Metodología**

Se evaluaron tres etapas de producción: iniciación, crecimiento y finalización. Las cuales estuvieron determinadas por el peso de los animales y el tipo de dieta ofrecida.

Se utilizaron 54 cerdos (27 machos castrados y 27 hembras) todos ellos cruzas comerciales de las razas Landrace, Yorkshire y Duroc. El peso promedio para la primera etapa fue de  $11\pm 2$  kg, de  $30\pm 2$  kg para la segunda etapa y de  $60\pm 2$  kg para la tercera etapa, la cual se concluyó con un peso promedio 95 kg.

El diseño de los tratamientos se realizó de acuerdo a las etapas de producción y niveles de inclusión de zeolita (0=T1, 3=T2 y 6%=T3), con tres repeticiones para cada tratamiento. Los animales fueron bloqueados por peso

inicial, sexo y tipo racial (características fenotípicas) y se distribuyeron al azar en nueve corrales (tres machos y tres hembras).

La duración del experimento fue aproximadamente de 116 días, con un periodo de adaptación a la dieta de 15 días (dieta pre-inicio). Los animales fueron desparasitados y vitaminados al inicio de cada etapa.

Las variables estudiadas fueron: consumo de alimento (MS), incremento de peso, conversión alimenticia, concentración de metabolitos en suero sanguíneo (colesterol, creatinina, glucosa, proteínas totales y urea) y concentración de N en heces.

De acuerdo a la disponibilidad de los ingredientes y los tiempos en que se obtuvo cada repetición del experimento, se utilizaron dos tipos de dietas (Cuadro 3.1.). La incorporación de la zeolita fue de forma manual (pala) en sustitución a la dieta, es decir, se retiraba del alimento la misma cantidad de zeolita que se agregaba al alimento.

Cuadro 3.1. Ingredientes base de las dietas utilizadas en las tres etapas de producción

Etapa	Repetición		
	1	2	3
Iniciación	sorgo-soya	sorgo-soya	maíz-soya
Crecimiento	sorgo-soya	maíz-soya	maíz-soya
Finalización	maíz-soya	maíz-soya	maíz-soya

El alimento se ofreció a libre acceso, el cual se retiraba cada 7 días con la finalidad de medir el rechazo y determinar el consumo de alimento por corral. El

peso de cada animal se registró al inicio y fin de cada etapa para calcular el incremento diario de peso por etapa.

El muestreo sanguíneo se realizó al final de cada etapa, obtenidas de la vena cava anterior de dos machos y dos hembras al azar de cada repetición, utilizando agujas vacutainer de 0.8 x 38 ml en tubos de vacío de vidrio. Posteriormente se centrifugó a 2500 rpm por 10 minutos para separar el suero sanguíneo y se congeló para su posterior análisis. El muestreo de heces se realizó de dos machos y dos hembras, se hizo de forma directa manipulando el recto del animal.

### Análisis químicos

Los metabolitos (colesterol, creatinina, glucosa, proteínas totales y colesterol) se determinaron en suero por espectrofotometría y de acuerdo a las instrucciones del “kit” correspondiente y la concentración de N en heces, de acuerdo a los siguientes métodos que se muestran en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Métodos utilizados para la determinación de los metabolitos sanguíneos en cerdos.

Variable	Método
Proteínas totales	Biuret modificado
Creatinina	Jaffe sin desproteinización
Urea	Berthelot modificado
Colesterol	CHOD-PAP
Glucosa	GOD-POD (Glucosa-Oxidasa-Peroxidada)
N en heces	A.O.A.C. (1997)



### Análisis bromatológico de las dietas

El análisis bromatológico realizado a las dietas utilizadas en las tres etapas de producción fue de acuerdo a la metodología propuesta por la A.O.A.C (1997) (Cuadros 3.3 y 3.4).

Cuadro 3.3. Análisis bromatológico de las dietas ofrecidas en las tres etapas de producción (maíz-soya) en base a materia seca.

Determinación	Zeolita (%)		
	0	3	6
	Iniciación		
Humedad (%)	7.86	7.92	7.99
M.S.T (%)	92.14	92.08	92.01
Cenizas (%)	6.15	9.61	8.91
Proteína Cruda (%)	16.14	15.68	15.37
Fibra Cruda (%)	2.80	4.84	3.50
Extracto Etéreo (%)	3.5	3.4	3.3
E.L.N (%)	71.41	66.47	68.92
	Crecimiento		
Humedad (%)	9.18	9.38	8.99
M.S.T (%)	90.82	90.62	91.01
Cenizas (%)	6.22	8.19	9.26
Proteína Cruda (%)	16.86	16.41	16.02
Fibra Cruda (%)	3.62	5.92	6.10
Extracto Etéreo (%)	3.8	3.4	3.7
E.L.N (%)	69.50	66.08	64.92
	Finalización		
Humedad (%)	9.91	9.31	8.29
M.S.T (%)	90.09	90.69	91.71
Cenizas (%)	10.01	10.78	10.62
Proteína Cruda (%)	16.67	16.08	15.74
Fibra Cruda (%)	2.95	4.60	5.59
Extracto Etéreo (%)	5.1	3.5	4.8
E.L.N (%)	65.27	65.04	63.25

(M.S.T) Materia Seca Total

(E.L.N) Extracto Libre de Nitrógeno

Cuadro 3.4. Análisis bromatológico de las dietas de iniciación y crecimiento (sorgo-soya) en base a materia seca.

Determinación	Zeolita (%)		
	0	3	6
	Iniciación		
Humedad (%)	9.10	8.94	8.67
M.S.T (%)	90.90	91.07	91.33
Cenizas (%)	12.64	11.07	11.99
Proteína Cruda (%)	16.69	16.01	15.65
Fibra Cruda (%)	5.26	5.16	4.47
Extracto Etéreo (%)	2.8	3.3	3.4
E.L.N (%)	62.61	64.46	64.49
	Crecimiento		
Humedad (%)	9.65	9.74	9.38
M.S.T (%)	90.35	90.26	90.62
Cenizas (%)	10.86	9.50	9.68
Proteína Cruda (%)	16.79	16.16	16.09
Fibra Cruda (%)	6.53	6.79	6.14
Extracto Etéreo (%)	4.4	4.2	4.3
E.L.N (%)	61.42	63.35	63.79

(M.S.T) Materia Seca Total  
(E.L.N) Extracto Libre de Nitrógeno

### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados estadísticamente para cada etapa de producción. Para incremento de peso, metabolitos en suero sanguíneo y concentración de N en heces, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con sub-muestras. Para consumo de alimento y conversión alimenticia se utilizó un modelo de bloques al azar (Steel y Torrie, 1980).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Comportamiento productivo

El comportamiento productivo (incremento de peso, consumo alimento (MS) y conversión alimenticia) de los cerdos alimentados en las diferentes etapas de producción con diferentes niveles de inclusión de zeolita en las dietas (0, 3 y 6%) se muestran en el cuadro 4.1.

Cuadro 3.1. Comportamiento productivo de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de zeolita en la dieta.

Variable	Zeolita (%)			P>F
	0	3	6	
	Iniciación			
Incremento de peso (kg/día)	0.542 <sup>a</sup>	0.558 <sup>a</sup>	0.495 <sup>a</sup>	0.089
Consumo MS (kg/día)	1.319 <sup>a</sup>	1.361 <sup>a</sup>	1.327 <sup>a</sup>	0.847
Conversión alimenticia	2.529 <sup>a</sup>	2.528 <sup>a</sup>	2.769 <sup>a</sup>	0.089
	Crecimiento			
Incremento de peso (kg/día)	0.707 <sup>a</sup>	0.711 <sup>a</sup>	0.716 <sup>a</sup>	0.446
Consumo MS (kg/día)	2.517 <sup>a</sup>	2.547 <sup>a</sup>	2.511 <sup>a</sup>	0.866
Conversión alimenticia	3.717 <sup>a</sup>	3.697 <sup>a</sup>	3.548 <sup>a</sup>	0.856
	Finalización			
Incremento de peso (kg/día)	0.934 <sup>a</sup>	0.949 <sup>a</sup>	0.987 <sup>a</sup>	0.525
Consumo MS (kg/día)	3.435 <sup>a</sup>	3.507 <sup>a</sup>	3.492 <sup>a</sup>	0.887
Conversión alimenticia	3.770 <sup>a</sup>	3.766 <sup>a</sup>	3.566 <sup>a</sup>	0.448

<sup>a,b</sup> Promedios con igual literal dentro de filas no son significativos (P>0.05)

\*P<0.05

La inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos no tuvo efecto significativo ( $P>0.05$ ) sobre el incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en las tres etapas de producción. Resultados similares fueron reportados por Kyriakis *et al.* (2002) y Papaioannou *et al.* (2004). Por su parte Méndez (2009) al trabajar con cerdos con pesos de 13 a 99 kg, utilizando diferentes niveles de zeolita (0, 2 y 4%) reporta que el 2% de zeolita en la dieta permite mejorar la conversión alimenticia sin incrementar el consumo de alimento. Lo anterior podría atribuirse a que la zeolita tiene una alta afinidad por los compuestos nitrogenados, por lo que puede participar en la adsorción de componentes nocivos derivados de la actividad microbiana específicamente del amoníaco, un pasaje mas lento del alimento ingerido a través del tracto gastrointestinal y un tiempo de retención más prolongado, conjuntamente con una actividad microbiana incrementada en el intestino delgado puede propiciar una mejor utilización de la proteína y por lo tanto influir en la ganancia de peso (Prvuloviae *et al.*, 2009).

Por su parte, Castro e Iglesias (1989), realizaron un experimento en cerdos utilizando diferentes niveles de zeolita (0, 3 y 6%), donde reportan que la inclusión de zeolita en la dieta mejoró el incremento de peso de los cerdos, obteniendo mejores resultados con el 3%. Por el contrario, Leung (2004) al utilizar niveles de zeolita de 0, 2, 4 y 6%, reporta que los cerdos que recibieron dietas con 4% de zeolita mostraron mejores incrementos de peso. Por su parte, Meléndez y Rodríguez (2005) utilizando estos mismos niveles mencionan que el 6% fue mejor para dicha variable, aunque ambos coinciden que tanto el

consumo de alimento y conversión alimenticia se mejora con la utilización de zeolita en la dieta de los cerdos. Caso contrario a lo reportado en el presente estudio, pero similar a lo reportado por Castro *et al.* (2008) quien reporta mejores incrementos de peso al utilizar un nivel del 6% en la dieta de los cerdos.

Rodríguez *et al.* (2001) reportan que la inclusión de zeolita (0 y 5%) en la dieta de cerdos no tuvo efecto significativo en el incremento de peso y el consumo de alimento con respecto al testigo. Respuestas similares fueron reportadas por Sardi *et al.* (2001) y López *et al.* (2004) al incluir niveles de 2 y 3% respectivamente en dietas de cerdos. Sin embargo, Shurson *et al.* (1984) observaron que la inclusión de 2.5, 5 y 7.5% de zeolita en la dieta de los cerdos causa una disminución en la utilización de la proteína.

Los consumos de materia seca de los cerdos en las tres etapas de producción son similares a los reportados por el NRC (1998). Se encontró que al incluir la zeolita en la dieta de los cerdos el consumo de alimento se incrementa ligeramente, debido a que se presenta una “dilatación” de la energía, por lo que los cerdos consumen más para compensar esta falta de energía (Pond *et al.*, 1988; Poulsen y Oksbjerg, 1995 y Yannakopoulos *et al.*, 2000).

Opuestos a estos resultados, otros autores reportan que el consumo de alimento y la conversión alimenticia no se ven afectada por la inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos (Elliot y Edwards, 1991; Bailey *et al.*, 2006).

La zeolita en la alimentación porcina puede presentar respuestas variables (Bailey *et al.*, 2006; Alexopoulos *et al.*, 2007). Mientras que Castro e Iglesias (1989), mencionan que a pesar de la respuesta variable que tiene la zeolita en la alimentación de los cerdos, su utilización ha permitido obtener una mayor eficiencia en el comportamiento productivo de los animales.

### **Perfil metabólico**

La concentración de metabolitos en suero sanguíneo de los cerdos alimentados con diferentes niveles de zeolita en las diferentes etapas de producción se muestra en el cuadro 4.2. Los resultados del presente experimento son superiores a los reportados por Méndez (2009), sin embargo los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites normales reportados por Merck (2000).

En la etapa de iniciación no se encontró efecto significativo ( $P > 0.05$ ) en la concentración de metabolitos sanguíneos, esto indica que la inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos no afectó la concentración de colesterol, creatinina, glucosa, proteínas totales y urea en el suero sanguíneo. Estos resultados son similares a los reportados por Méndez (2009) quien reporta que niveles de 2 y 4% no afectan los metabolitos en el suero sanguíneo de los cerdos.

En la etapa de crecimiento se encontró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) para la concentración de proteínas totales, mostrando una respuesta cuadrática. La inclusión de zeolita no afectó los niveles de colesterol, creatinina, glucosa y urea.

Cuadro 3.2. Concentración de metabolitos en suero sanguíneo (mg/dl) de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de zeolita en la dieta.

Etapa	Zeolita (%)			P>F
	0	3	6	
	Iniciación			
Colesterol	122.33 <sup>a</sup>	114.67 <sup>a</sup>	102.33 <sup>a</sup>	0.270
Creatinina	2.16 <sup>a</sup>	2.27 <sup>a</sup>	2.30 <sup>a</sup>	0.163
Glucosa	106.99 <sup>a</sup>	100.57 <sup>a</sup>	102.13 <sup>a</sup>	0.843
Prot. totales	6.44 <sup>a</sup>	6.71 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	0.135
Urea	32.71 <sup>a</sup>	28.77 <sup>a</sup>	31.78 <sup>a</sup>	0.188
	Crecimiento			
Colesterol	93.08 <sup>a</sup>	124.67 <sup>a</sup>	119.92 <sup>a</sup>	0.107
Creatinina	2.32 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>	2.21 <sup>a</sup>	0.083
Glucosa	97.28 <sup>a</sup>	94.11 <sup>a</sup>	96.63 <sup>a</sup>	0.898
Prot. Totales	6.42 <sup>b</sup>	7.36 <sup>a</sup>	6.86 <sup>ab</sup>	0.003*
Urea	36.16 <sup>a</sup>	34.72 <sup>a</sup>	36.31 <sup>a</sup>	0.786
	Finalización			
Colesterol	162.79 <sup>a</sup>	169.08 <sup>a</sup>	178.58 <sup>a</sup>	0.628
Creatinina	2.26 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	0.426
Glucosa	115.31 <sup>a</sup>	113.72 <sup>a</sup>	115.17 <sup>a</sup>	0.864
Prot. totales	7.57 <sup>a</sup>	7.16 <sup>a</sup>	7.22 <sup>a</sup>	0.975
Urea	36.38 <sup>a</sup>	30.98 <sup>ab</sup>	28.28 <sup>b</sup>	0.016*

<sup>a,b</sup> Promedios con igual literal dentro de filas no son significativos (P>0.05)

\*P<0.05

La concentración de proteínas totales incrementó en los cerdos que recibieron la dieta con 3% de zeolita, posteriormente disminuyó con el 6%. Similares resultados fueron reportados por Méndez (2009) al evaluar tres niveles de zeolita (0, 2 y 4%) en la dieta de los cerdos, menciona que al aumentar el nivel de zeolita incrementó la concentración de proteínas totales en los cerdos. Contrario a estos resultados Prvulovic *et al.* (2007) reportan que los niveles de concentración de proteínas totales disminuyen con la inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos. Los incrementos en los niveles de proteínas totales pueden deberse a que la zeolita disminuye la velocidad de paso del alimento en el tracto digestivo con lo cual se incrementa la actividad microbiana,

lo que permite una mayor utilización de las proteínas (Prvuloviae *et al.*, 2009). Gómez *et al.* (2002) menciona que conforme los cerdos van creciendo sus necesidades de aminoácidos disminuyen, sin embargo el consumo de alimento se incrementa, lo que provoca una mayor degradación de los aminoácidos excedentes y por tanto se puede presentar un incremento en los niveles de proteínas totales.

En la etapa de finalización, se encontró un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) para la concentración de urea mostrando una respuesta lineal. La zeolita no afectó los niveles de colesterol, creatinina, glucosa y proteínas totales. La concentración de urea en los cerdos disminuyó al incrementar los niveles de zeolita en la dieta. Resultados similares fueron reportados por Alexopoulos *et al.* (2007) en un estudio realizado en 48 cerdos de 25 a 161 días de edad, evaluaron el efecto de la adición del 2% de zeolita en la dieta, en parámetros bioquímicos y hematológicos; encontraron que la concentración de urea disminuyó con zeolita. Mismos resultados fueron reportados por Méndez (2009) al evaluar tres niveles de zeolita (0, 2 y 4%) en la dieta de cerdos. La disminución de la concentración de urea en el suero sanguíneo de los cerdos en la etapa de finalización, puede atribuirse a que la zeolita permite una mejor utilización de los nutrientes del alimento especialmente del N, lo que conlleva a que disminuya la necesidad de eliminarlo (Sardi *et al.*, 2001; Martínez *et al.*, 2008 y Figueroa *et al.*, 2002). Gómez *et al.* (2002) reportan que al mejorar la eficiencia de la utilización de la proteína se mejora la respuesta productiva y se disminuye la concentración de urea en la sangre, ya que los cerdos requieren



menor cantidad de energía para la síntesis de urea necesaria para eliminar el N. Prvulovic *et al.* (2012) mencionan que la capacidad de la zeolita para capturar iones de amonio en el tracto digestivo reduce su absorción y por lo tanto también se reduce la conversión del amonio a urea, lo que disminuye los niveles de concentración de urea en la sangre.

### Análisis de la excreción de N en las heces

Los resultados del análisis de la excreción de N en heces de cerdos alimentados con inclusión de zeolita en la dieta en las tres etapas de producción se muestran en el cuadro 4.3. La inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) la excreción de N en las heces en las tres etapas de producción.

Cuadro 3.3. Excreción de N en heces de cerdos alimentados con diferentes niveles de zeolita en la dieta.

Etapa	Zeolita (%)			P>F
	0	3	6	
	% N en heces			
Inicio	1.53 <sup>a</sup>	1.32 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>	<.0001*
Crecimiento	1.49 <sup>a</sup>	1.31 <sup>ab</sup>	1.21 <sup>b</sup>	0.005*
Finalización	1.39 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.07 <sup>c</sup>	<.0001*

<sup>a,b</sup> Promedios con igual literal dentro de filas no son significativos ( $P > 0.05$ )

\* $P < 0.05$

La disminución de la excreción de N en las heces mostro una respuesta lineal de acuerdo a los niveles de zeolita en la dieta en las tres etapas de producción, al incrementar los niveles de inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos disminuyó la excreción de N en las heces.

Estos resultados son similares a los reportados por Zimmerman (1996), al trabajar con cuatro niveles de zeolita 0, 2, 4 y 8% en la dieta de cerdos con pesos de 23 a 99 kg, en el cual al incrementar los niveles de zeolita la excreción de N disminuyó. La disminución de la excreción de N se puede atribuir a que la zeolita permite incrementar la eficiencia de la utilización de los compuestos proteicos (Castro, 2003).

Por su parte, Ly y Castro (1977) mencionan que la zeolita permite mejorar la eficiencia de la utilización metabólica del nitrógeno, esto puede ayudar a reducir el nivel de proteína en la dieta sin afectar el comportamiento productivo, lo que a su vez permite reducir la emisión del N al medio ambiente a través de las excretas. Reportan que un nivel del 5% de zeolita permite incrementar la retención del N.

Giannetto *et al.* (2000) mencionan que el incremento en la retención de N al incluir zeolita en la dieta se debe a la alta capacidad de intercambio catiónico por parte de la zeolita, lo que permite atrapar en su estructura porosa al amoníaco y liberarlo conforme el organismo lo necesita. Sin embargo, esta mayor retención de N no se reflejó en mayores incrementos de peso, esto podría atribuirse a que cuando los animales son alimentados en grupo se estresan al pelear por el alimento y esto reduce la capacidad del cerdo para depositar proteína muscular (Chapple, 1993).

#### **4. CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones del presente estudio se puede concluir que la inclusión de zeolita en la dieta de los cerdos no afectó de manera significativa ( $P>0.05$ ) el comportamiento productivo de los cerdos en las tres etapas de producción.

En la etapa de crecimiento la zeolita afectó ( $P<0.05$ ) los niveles de concentración de proteínas totales, mientras que en la etapa de finalización los niveles de urea en el suero sanguíneo fue menor en los cerdos que consumieron dietas con zeolita. Lo cual permitió que en las tres etapas de producción el nivel de excreción de N disminuyera notablemente en los cerdos que consumieron dietas con zeolita. Los cerdos que consumieron dietas con 6% de zeolita excretaron menor cantidad de N en las heces con respecto a los demás animales. Sin embargo, esto no se reflejó en el incremento de peso y conversión alimenticia de los cerdos.

## 5. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la utilización de la zeolita en la alimentación de cerdos se utilizaron 54 animales (27 machos castrados y 27 hembras) provenientes de cruza comerciales pertenecientes a la granja porcina de la Universidad autónoma Agraria Antonio Narro. Se evaluaron tres etapas de producción (iniciación, crecimiento y finalización), en las cuales las variables de estudio fueron: incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, perfil metabólico (colesterol, creatinina, glucosa, proteínas totales y urea) y la excreción de N en las heces. De acuerdo a la disponibilidad de los ingredientes y los tiempos en que se estableció cada repetición de los tratamientos, se utilizaron dos tipos de dietas (sorgo-soya y maíz-soya). El diseño de los tratamientos se realizó de acuerdo a las etapas de producción y los niveles de inclusión de zeolita en la dieta (0, 3 y 6%). El experimento tuvo una duración 116 días, en los cuales se realizaron muestreos para la recolección de sangre y heces para el análisis de metabolitos y excreción de N, respectivamente. Se consideró fuentes de variación como el sexo, tipo racial (características fenotípicas) y peso inicial, dichas fuentes de variación fueron controladas por bloqueo. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó un diseño bloques al azar con sub-muestreos para evaluar

el incremento de peso, metabolitos sanguíneos y excreción de N en heces. Para el consumo de alimento y conversión alimenticia se utilizó un diseño de bloques al azar. No se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para las variables de incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Los niveles de concentración en suero sanguíneo de glucosa, colesterol, creatinina, proteínas totales y urea no presentaron efecto significativo ( $P>0.05$ ) en la etapa de iniciación, lo cual indica que la zeolita no afectó ninguna de estas variables. Sin embargo en la etapa de crecimiento se encontró efecto significativo ( $P<0.05$ ) para el caso de proteínas totales y en la etapa de finalización se encontró efecto significativo ( $P<0.05$ ) para urea. La concentración de urea disminuyó al incrementar los niveles de zeolita en la dieta de los cerdos, lo cual indica que la zeolita permite una mejor utilización de los nutrientes contenidos en el alimento, especialmente del N. Esta mayor eficiencia de utilización del N permitió que en los cerdos que recibieron dietas con zeolita, disminuyera la excreción de N, esta respuesta se obtuvo en las tres etapas de producción, la disminución más notable se obtuvo en aquellos cerdos que recibieron la dieta con 6% de zeolita. La zeolita tiene respuestas muy variadas en la alimentación de cerdos, la cual depende de diversos factores, principalmente de las condiciones ambientales.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alexopoulos, C., D. S. Papaioannou, P. Fortomaris, C. S. Kyriakis, T. Goussu, A. Yannakopoulos y S. C. Kyriakis. 2007. Experimental study on the effect of in feed administration of a clinoptilolita rich tuff on certain biochemical and hematological parameters of growing and fattening pigs. *Livestock Sci.* 111:230-241
- A.O.A.C. 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> edition. Washington, D. C. pp. 1018
- Bailey, C. A., G. W. Latimer, A. C. Barr, W. L. Wigle, A. U. Haq, J. E. Balthrop y L. F. Kuben. 2006. Efficacy of montmorillonite clay (NovaSil PLUS) for protecting full-term broilers from aflatoxicosis. *J. Appl. Poult. Res.* 15:198
- Cabrera, J. 2000. Evaluación de cuatro niveles de óxido de zinc como promotor del crecimiento para cerdos en la etapa de inicio. Tesis Licenciatura. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. pp. 14-15
- Cabuk, M., A. Alcicek, M. Bozkurt y S. Akkan. 2004. Effect of *Yucca Schidigera* and Natural Zeolite on Broiler Performance. *Int. J. Poult. Sci.* 10:651-654
- Castoria, R., G. Lima, R. Ferracane y A. Ritieni. 2005. Occurrence of mycotoxin in farro simples from southern Italy. *J. Food. Prot.* 68:416-420
- Castro, L. Z. 1996. Efectos de la Zeolita en la adsorción de principios nutritivos en medios biológicos. Trabajo de Diploma. Universidad de la Habana, Facultad de Biología, La Habana, Cuba. pp. 33
- Castro, M. 2002. Mineral of the century has promising properties. *Feed Tech.* 6:26
- Castro, M. 2003. Las zeolitas Naturales. Un importante producto de la naturaleza para la producción animal. Seminario avanzado sobre zeolitas y materiales microporosos. VI Conferencia Nacional de zeolitas y materiales microporosos. 10-14 marzo 2003. Instituto de Materiales y Reactivos. Universidad de la Habana.

- Castro, M., C. Gallego, M. Martínez, A. Acosta y E. Lon-Wo. 2004. Las zeolitas y su efecto ante la contaminación ambiental. Datos preliminares. En: Conferencia "Protan". Camagüey, Cuba.
- Castro, M. y E. Lon-Wo. 1991. Las zeolitas naturales cubanas. Sus aplicaciones en cerdos y en aves. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 25:213
- Castro, M. y M. Iglesias. 1989. Efecto de la zeolita en dietas tradicionales para cerdos en ceba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 23:273
- Castro, M., M. Martínez, L. Ayala, Y. Rodríguez, L. Savon, E. Adrien y J. Castañeda. 2008. Efecto de la zeolita natural en la prevención de problemas respiratorios en cerdos de preceba. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 42:177-179
- Cerri, G., M. de' Gennaro, M. C. Bonferoni y C. Caramella. 2004. Zeolites in biomedical application: Zn-exchanged clinoptilolite-rich rock as active carrier for antibiotics in antiacne topical therapy. *Appl. Clay Sci.* 27:141-150
- Cervantes, M., W. C. Sauer, A. Morales, B. Araiza, S. Espinoza y J. Yáñez. 2009. Manipulación nutricional del cerdo para disminuir la contaminación. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* 16:13-22
- Chapple, R. P. 1993. Effects of stocking arrangement on pig performance. In: E. S. Batterham, editor. *Manipulating pig production IV.* Attwood, Victoria, Australia: Australian Pig Sci. Assoc. 87-104
- Coma, J. y J. Bonet. 2004. Producción ganadera y contaminación ambiental. XX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España. pp. 237-243
- Cromwell, G. L. y R. D. Coffey. 1995. Nutrient management from feed to field. En: *The world Pork Exposition Seminar, Meeting the Challenges of Pork Production*, Indianapolis. Des Moines. pp. 22
- Dyer, A., S. Morgan, P. Wells y C. Williams. 2000. The use of zeolites as slow release anthelmintic carriers. *J. Helminth.* 74:137
- Elliot, M. A. y Jr. H. M. Edwards. 1991. Comparison of the effects of synthetic and natural zeolite on laying hen and broiler chicken performance. *Poult. Sci.* 70:2115-2130
- Elwinger, K. y L. Svensson. 1996. Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emissions from broiler houses. *J. agric. Eng. Res.* 64:197-208

- Figuroa, V. J. L., A. J. Lewis, P. S. Miller, R. L. Fischer, R. S. Gómez y R. M. Diedrichsen. 2002. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 80:2911-2919
- Ferret, P. R., E. Van Heugten, T. A. Van Kempen y R. Ángel. 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *J. Anim. Sci.* 80:168-182
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. 2ª edición. Instituto de Geografía UNAM. México.
- Giannetto, G. P., A. R. Montes y G. F. Rodríguez. 2000. Zeolitas, características, propiedades y aplicaciones industriales. Ed. innovación Tecnológica. Facultad de Ingeniería UCU. pp. 351
- Giuffré, L., S. Ratto y C. Pascale. 2003. Contaminación de suelos. En: Giuffré, L. (ed.). Impacto ambiental de agro ecosistemas. 2a ed. Ed. FAUBA, Buenos Aires, Argentina. pp. 49-83
- Gómez, S., A. J. Lewis, P. S. Miller y H. Y. Chen. 2002. Growth performance, diet apparent digestibility, and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. *J. Anim. Sci.* 80:644-653
- Hartog, L. D. y R. Sijtsma. 2007. Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción de cerdos. *Rev. Tierras de Castilla y León: Ganadería.* 140:32-43.
- Kyriakis, S. C., D. S. Papaioannou, C. Alexopoulos, Z. Polizopoulou y E. D. Tzika. 2002. Experimental studies on safety and efficacy of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff in sows: a review of research in Greece. *Microporous and Mesoporous Materials.* 55:65-74
- Le Bellego, L., J. Van Milgen, S. Dubois y J. Noblet. 2001. Energy of low-protein diets in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 79:1259-1271
- Leung, S. 2004. The effect of clinoptilolite properties and supplementation levels on swine performance. MSc. Thesis. McGill University Montreal. Quebec, Canadá. pp. 38-65
- López, V. H., E. Velázquez y C. Zamorano. 2004. Evaluación de la inclusión del zoad (zeolita natural) en los concentrados para alimentación de cerdos precebos y lechones en la zona de Uraba Antioqueño. Municipio De Carepa. pp. 5



- Ly, J. y M. Castro. 1977. Total and ileal digestibility in pigs fed diets containing a Cuban natural zeolite. In: Digestive Physiology in Pigs (J.P. Laplace, A. Barbeau y C. Février, editors). European Association of Animal Production (EAAP) Publication No. 88. Saint Gilles. pp. 595-597
- Mariscal, L. G. 2007. Tratamiento de excretas de cerdos. Producción Animal. FAO. pp. 1-9
- Martínez, A. M., J. L. Figueroa, J. E. Trujillo, V. Zamora, J. L. Cordero, M. T. Sánchez y L. Reyna. 2008. Respuesta productiva y concentración de urea en plasma de cerdos en crecimiento alimentados con dietas sorgo-pasta de soya con baja proteína. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Iguala, Guerrero, México. pp. 27-38
- Meléndez, V. M. y J. Rodríguez. 2005. Evaluación de tres niveles de zeolita como promotor natural del crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados. Tesis. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. pp. 17-24
- Méndez, A. B. 2009. Utilización de zeolita en la alimentación de cerdos para abasto. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 17-24
- Merck, 2000. Guía de referencia: Bioquímica sérica (criterios de valoración). Manual de Merck de veterinaria. Quinta edición. Grupo Editorial Océano. Barcelona, España. pp. 2454-2455.
- Molina, J. R. 1997. Utilización de la cerdaza en la alimentación animal. Una alternativa para disminuir la contaminación ambiental. Memorias Segundo Seminario Manejo y Reciclaje de Residuales Porcinos. Querétaro, México. pp. 2-18
- Montalvo, S., F. Díaz, L. Guerrero, E. Sánchez y R. Borja. 2005. Effect of particle size and doses of zeolite addition on anaerobic digestion processes of synthetic and piggery wastes. Process Biochemistry. 40:1475-1481
- Morse, D. 1995. Environmental considerations of livestock producers. J. Anim. Sci. 73:2733-2740
- Moya, L. F. 2000. La importancia del control de diarreas en lechones. Cerdos Swines. 3:36-37
- Mumpton, F. A. y P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. J. Anim. Sci. 45:1188-1203
- N.R.C. 1998. National Research Council. Nutrient requirements of swine. 10<sup>th</sup> Ed. National Academy Press, Washington, D.C. pp. 110-123

- Oguz, H., y V. Kurtoglu. 2000. Effect of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. *Brit. Poult. Sci.* 41:512-517
- Opapeju, F. O., M. Rademacher, G. Blank y C. M. Nyachoti. 2008. Effect of low-protein amino acid supplemented diets on the growth performance, gut morphology, organ weights and digest characteristics of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 2:1457-1464
- Ortiz, R. y R. E. Pérez. 2003. Produce Michoacán. Proyecto para la tipificación de los diversos sistemas de producción porcina en el estado de Michoacán, México. Fundación Produce Michoacán.
- Papaioannou, D. S., C. S. Kyriakis, C. Alexopoulos, E. D. Tzika, Z. S. Polizopoulou y S. C. Kyriakis. 2004. A field study on the effect of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff, alone or in combination with certain antimicrobials, on the health status and performance of weaned, growing and finishing pigs. *Res. Vet. Sci.* 76:19–29
- Peet-Shwering, C. M. C. Van Der y L. A. Hartog. 2000. Manipulation of pigs diets to minimize the environment impact on pig production in the Netherlands. *Pigs News and information.* 21:53-58
- Pérez, A. C., E. Valencia y J. Santos. 2002. Engorda de toretes con una dieta integral de excretas frescas de cerdo, melaza y pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*). *Rev. Biomed.* 13:94-99
- Pérez, H. J. R. y P. F. Torres. 2001. Evaluación del Marango (*Moringa oleífera Lam*) como una alternativa en la alimentación de cerdos de engorde. Tesis Licenciatura. Managua, Nicaragua. pp. 1-3
- Pluske, R. J. 2009. Efecto del nivel de proteína y la inclusión en la dieta de aditivos seleccionados sobre el rendimiento de los cerdos después del destete. Animal Research Institute. Murdoch University. Australia. pp. 119-130
- Pluske, R. J., D. Hampson y I. Williams. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pigs. *Livestock Prod. Sci.* 51:215-236
- Pond W. G., J. T. Yen y V. H. Varel. 1988. Copper and clinoptilolite supplementation to diets for growing pigs. *Nutr. Rep. Int.* 37:795–803
- Poulsen H. D. y N. Oksbjerg. 1995. Effects of dietary inclusion of a zeolite (clinoptilolite) on performance and protein metabolism of young growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 53:297–303

- Prvuloviæ, D., S. Kosareiae, M. Popoviae y G. L. Gordana. 2009. Efecto de los aluminosilicatos hidratados dietéticos en el crecimiento y los indicadores sanguíneos de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43:61-64
- Prvulovic, D., A. J. Galovic, B. Stanitic, M. Popovic y G. GruborLajsic. 2007. Effects of a clinoptilolita supplement in pig diets on performance and serum parameters. *Czech J. Anim. Sci.* 52:159-164
- Prvulovic, D., S. Kosarcic, M. Popovic, D. Dimitrijevic and G. Grubor-Lajsic. 2012. The influence of hydrated aluminosilicate on biochemical and haematological blood parameters, growth performance and carcass traits of pigs. *J. Anim. Sci.* 11:134-140
- Rivera, M. M. 2005. La zeolita en la alimentación de ovinos: parámetros ruminales y producción de gas *in vitro*. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México. pp. 3-12
- Rodríguez, A., C. González, L. Díaz, E. Hurtado y H. Vecchionacce. 2001. Efecto de la incorporación de lípidos y zeolita en dietas para cerdos sobre la digestibilidad total aparente. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. Maracay, Venezuela. 40-45:1-6
- Ruiz, R. 2006. Principales factores que afectan la reproducción del cerdo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- Sand, L. S. y F. A. Mumpton. 1978. Natural Zeolites: Occurrence, properties and uses. Pergamon Oxford. pp. 451-462
- Sardi, L., G. Martelli, P. Parisini, E. Cessi y A. Mordenti. 2001. The effects of clinoptilolite on piglet and heavy pig production. *J. Anim. Sci.* 1:103-111
- Scialabba, N. 1994. Los residuos del ganado y el medio ambiente. Taller Internacional de Residuos Periurbanos del Ganado en China. CCEICR, Beijing. FAO. Roma.
- Shurson, G. C., P. K. Ku, E. R. Miller y M. T. Yokoyama. 1984. Effects of zeolite A or Clinoptilolite en diets of growing swine. *J. Anim. Sci.* 59:1536-1545
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A. Biometrical Approach. 2th ed. McGraw-Hill book Co. New York.
- Steinfeld, H. 1998. Livestock environment interactions in industrial production systems. Livestock and the Environment. International Conference. FAO. World Bank. I.A.C. Wageningen the Netherlands.

- Stookey, J. M. y H. W. Gonyou. 1994. The effect of regrouping on behavioral and production parameters in finishing swine. *J. Anim. Sci.* 72:2802-2811
- Thielemans, M. F. y C. Bodart. 1983. Zeolite in the feeding of growing-finishing pigs. 2. Effect on the digestibility of nutrients. *Rev. Agric.* 36:1145-1151
- Trujillo, C. J., V. J. Figueroa, A. M. Martínez, Z. V. Zamora, M. J. Cordero, T. M. Sánchez, G. M. Cuca y R. M. Cervantes. 2007. Concentración de urea en plasma y respuesta productiva de cerdos en iniciación alimentados con dietas sorgo-pasta de soya bajas en proteína. *Agrociencia.* 41:597-607
- Van Horn, H. H., A. C. Wilkie, W. J. Powers y R. A. Nordstedt. 1994. Components of Dairy Manure Management Systems. *J. Dairy Sci.* 77:2008-2030
- Van Horn, H. H., G. L. Newton, R. A. Nordstedt, E. C. French, G. Kidder, D. A. Graetz y C. F. Chombliss. 2003. Dairy manure management: strategies for recycling nutrients to recover fertilizer value and avoid environment pollution. Circular 1016. University of Florida, Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. U.S.A. pp. 29
- Yannakopoulus, A., A. Tserveni-Gousi, A. Kassoli-Four-Naraki, A. Tsirambides, K. Michailidis, A. Filippidis, y U. Lutat. 2000. Effects of dietary clinoptilolite-rich tuff on the performance of growing-finishing pigs. In: Natural zeolites for the third millenium. Eds Coela, C. and Mumpton, F.A. N Napoli, Italy: De Frede Editore. pp. 471-481
- Zamora, V., J. L. Figueroa, G. Borbolla y L. Reyna. 2006. Avances en los requerimientos de aminoácidos para lechones: arginina, glutamina/glutamato. Seminario: Avances en la nutrición de cerdos. Unidad de congresos del campus Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Zannotti, M., R. Capalbo, L. Malagutti y F. Sciaraffa. 1999. Use of clinoptilolite in piglet's diet and the effect on nitrogen metabolism. Proceedings of the A.S.P.A. XIII Congress: Piacenza, Italy.
- Zimmerman, D. 1996. Effects of clinoptilolite on growth performance and carcass composition of growing-finishing pigs and on fecal nitrogen and phosphorus content. Iowa State University Swine Research Report.

## 7. APENDICE

Cuadro 7.1. Análisis de varianza para incremento de peso en cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.338	0.028	3.244	
Bloques	2	0.135	0.067	7.761	0.001*
Tratamientos	2	0.045	0.022	2.572	0.089
Tratamiento*bloque	4	0.008	0.002	0.224	0.923
Zeolita	2	0.045	0.022	2.572	0.089
Peso inicial	1	0.127	0.127	14.565	0.001*
Sexo	1	0.007	0.007	0.817	0.372
Tipo Racial	2	0.039	0.019	2.222	0.122
Error	40	0.348	0.009		
C. Total	52	0.686			

Cuadro 7.2. Análisis de varianza para incremento de peso en cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.407	0.034	3.914	
Bloques	2	0.064	0.032	3.695	0.034*
Tratamientos	2	0.014	0.007	0.824	0.446
Tratamiento*bloque	4	0.045	0.011	1.286	0.292
Zeolita	2	0.014	0.007	0.824	0.446
Peso inicial	1	0.241	0.241	27.835	<.0001*
Sexo	1	0.070	0.070	8.110	0.007*
Tipo Racial	2	0.039	0.019	2.224	0.122
Error	39	0.338	0.009		
C. Total	51	0.745			

Cuadro 7.3. Análisis de varianza para incremento de peso en cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.366	0.030	1.881	
Bloques	2	0.130	0.065	4.009	0.026*
Tratamientos	2	0.021	0.011	0.656	0.525
Tratamiento*bloque	4	0.057	0.014	0.878	0.486
Zeolita	2	0.021	0.011	0.656	0.525
Peso inicial	1	0.026	0.026	1.600	0.213
Sexo	1	0.122	0.122	7.559	0.009*
Tipo Racial	2	0.009	0.005	0.283	0.755
Error	39	0.632	0.0162		
C. Total	51	0.998			

Cuadro 7.4. Análisis de varianza para consumo de materia seca de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	4	0.157	0.039	3.072	
Bloque	2	0.153	0.076	5.970	0.063
Tratamiento	2	0.004	0.002	0.174	0.847
Zeolita	2	0.004	0.002	0.174	0.847
Error	4	0.051	0.013		
C. Total	8	0.208			

Cuadro 7.5. Análisis de varianza para consumo de materia seca de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	4	0.279	0.070	8.673	
Bloque	2	0.276	0.138	17.196	0.011*
Tratamiento	2	0.002	0.001	0.149	0.866
Zeolita	2	0.002	0.001	0.149	0.866
Error	4	0.032	0.008		
C. Total	8	0.0311			

Cuadro 7.6. Análisis de varianza para consumo de materia seca de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	4	0.467	0.117	3.325	
Bloque	2	0.459	0.229	6.525	0.055
Tratamiento	2	0.009	0.004	0.124	0.887
Zeolita	2	0.009	0.004	0.124	0.887
Error	4	0.141	0.035		
C. Total	8	0.608			

Cuadro 7.7. Análisis de varianza para conversión alimenticia de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	4	0.426	0.107	19.765	
Bloque	2	0.376	0.188	34.833	0.003*
Tratamiento	2	0.051	0.025	4.696	0.089
Zeolita	2	0.051	0.025	4.696	0.089
Error	4	0.022	0.005		
C. Total	8	0.448			

Cuadro 7.8. Análisis de varianza para conversión alimenticia de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	4	0.068	0.017	0.413	
Bloque	2	0.055	0.027	0.664	0.564
Tratamiento	2	0.013	0.007	0.162	0.856
Zeolita	2	0.013	0.007	0.162	0.856
Error	4	0.165	0.041		
C. Total	8	0.234			

Cuadro 7.9. Análisis de varianza para conversión alimenticia de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	4	0.154	0.039	0.912	
Bloque	2	0.071	0.035	0.834	0.498
Tratamiento	2	0.084	0.042	0.990	0.448
Zeolita	2	0.084	0.042	0.990	0.448
Error	4	0.169	0.042		
C. Total	8	0.323			

Cuadro 7.10. Análisis de varianza para la concentración de colesterol en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	10968.089	914.007	0.978	
Bloques	2	1298.604	649.302	0.695	0.509
Tratamientos	2	2587.961	1293.980	1.385	0.270
Tratamiento*bloque	4	4760.537	1190.134	1.274	0.309
Zeolita	2	2587.961	1293.980	1.385	0.270
Peso inicial	1	251.804	251.804	0.270	0.609
Sexo	1	1710.908	1710.908	1.831	0.189
Tipo Racial	2	1315.420	657.710	0.704	0.505
Error	23	21489.467	934.325		
C. Total	35	32457.556			

Cuadro 7.11. Análisis de varianza para la concentración de colesterol en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	23028.304	1919.03	1.387	
Bloques	2	1971.134	985.567	0.712	0.501
Tratamientos	2	6840.822	3420.41	2.471	0.107
Tratamiento*bloque	4	6117.411	1529.35	1.105	0.378
Zeolita	2	6840.822	3420.41	2.471	0.107
Peso inicial	1	148.833	148.333	0.108	0.746
Sexo	1	5967.522	5967.52	4.312	0.049
Tipo Racial	2	114.428	57.214	0.041	0.960
Error	23	31832.59	1384.03		
C. Total	35	54860.89			



Cuadro 7.12. Análisis de varianza para la concentración de colesterol en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	23147.597	1928.97	1.340	
Bloques	2	9043.948	4521.97	3.282	0.056
Tratamientos	2	1309.152	654.576	0.475	0.628
Tratamiento*bloque	4	6286.63	1571.66	1.141	0.362
Zeolita	2	1309.152	654.576	0.475	0.628
Peso inicial	1	240.375	240.375	0.174	0.680
Sexo	1	2348.197	2348.19	1.704	0.205
Tipo Racial	2	651.787	325.89	0.237	0.791
Error	23	31694.63	1378.03		
C. Total	35	54842.23			

Cuadro 7.13. Análisis de varianza para la concentración de creatinina en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.259	0.022	0.846	
Bloques	2	0.035	0.018	0.694	0.510
Tratamientos	2	0.100	0.050	1.962	0.163
Tratamiento*bloque	4	0.031	0.008	0.303	0.873
Zeolita	2	0.100	0.050	1.962	0.163
Peso inicial	1	0.008	0.008	0.318	0.579
Sexo	1	0.010	0.010	0.384	0.542
Tipo Racial	2	0.011	0.005	0.207	0.814
Error	23	0.586	0.025		
C. Total	35	0.845			

Cuadro 7.14. Análisis de varianza para la concentración de creatinina en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.465	0.039	1.946	
Bloques	2	0.190	0.095	4.776	0.018*
Tratamientos	2	0.110	0.055	2.773	0.083
Tratamiento*bloque	4	0.094	0.023	1.174	0.348
Zeolita	2	0.110	0.055	2.773	0.083
Peso inicial	1	0.006	0.006	0.281	0.601
Sexo	1	0.012	0.012	0.606	0.444
Tipo Racial	2	0.020	0.010	0.490	0.619
Error	23	0.458	0.020		
C. Total	35	0.923			

Cuadro 7.15. Análisis de varianza para la concentración de creatinina en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.575	0.048	1.452	
Bloques	2	0.292	0.146	4.420	0.024*
Tratamientos	2	0.059	0.029	0.887	0.426
Tratamiento*bloque	4	0.088	0.022	0.667	0.622
Zeolita	2	0.059	0.029	0.887	0.426
Peso inicial	1	0.042	0.042	1.263	0.273
Sexo	1	0.031	0.031	0.941	0.342
Tipo Racial	2	0.006	0.003	0.085	0.919
Error	23	0.760	0.033		
C. Total	35	1.335			

Cuadro 7.16. Análisis de varianza para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	5388.398	449.033	0.906	
Bloques	2	3819.890	1909.945	3.851	0.036*
Tratamientos	2	171.154	85.577	0.173	0.843
Tratamiento*bloque	4	608.398	152.099	0.307	0.871
Zeolita	2	171.154	85.577	0.173	0.843
Peso inicial	1	96.427	96.426	0.194	0.663
Sexo	1	15.358	15.358	0.031	0.862
Tipo Racial	2	73.770	36.885	0.074	0.929
Error	23	11406.078	495.916		
C. Total	35	16794.476			

Cuadro 7.17. Análisis de varianza para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	9329.934	777.494	1.471	
Bloques	2	1085.322	542.661	1.027	0.374
Tratamientos	2	114.017	57.009	0.108	0.898
Tratamiento*bloque	4	7089.40	1772.35	3.354	0.027
Zeolita	2	114.017	57.009	0.108	0.898
Peso inicial	1	90.869	90.869	0.172	0.682
Sexo	1	32.966	32.966	0.062	0.805
Tipo Racial	2	3336.85	1668.42	3.157	0.061
Error	23	12154.87	528.47		
C. Total	35	21484.80			

Cuadro 7.18. Análisis de varianza para la concentración de glucosa en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	1242.91	103.576	0.628	
Bloques	2	219.507	109.754	0.665	0.524
Tratamientos	2	48.609	24.305	0.147	0.864
Tratamiento*bloque	4	322.256	109.754	0.665	0.524
Zeolita	2	48.609	24.305	0.147	0.864
Peso inicial	1	321.090	321.090	1.945	0.176
Sexo	1	563.917	563.917	3.417	0.077
Tipo Racial	2	221.564	110.782	0.671	0.521
Error	23	3796.203	165.052		
<b>C. Total</b>	<b>35</b>	<b>5039.111</b>			

Cuadro 7.19. Análisis de varianza para la concentración de proteínas totales en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	5.051	0.421	2.153	
Bloques	2	2.437	1.218	6.232	0.007*
Tratamientos	2	0.854	0.427	2.185	0.135
Tratamiento*bloque	4	1.356	0.339	1.734	0.177
Zeolita	2	0.854	0.427	2.185	0.135
Peso inicial	1	0.335	0.335	1.714	0.203
Sexo	1	0.300	0.300	1.532	0.228
Tipo Racial	2	0.593	0.297	1.518	0.240
Error	23	4.497	0.196		
<b>C. Total</b>	<b>35</b>	<b>9.547</b>			

Cuadro 7.20. Análisis de varianza para la concentración de proteínas totales en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	10.188	0.849	2.257	
Bloques	2	2.294	1.147	3.049	0.067
Tratamientos	2	5.518	2.759	7.335	0.003*
Tratamiento*bloque	4	0.425	0.106	0.283	0.886
Zeolita	2	5.518	2.759	7.335	0.003*
Peso inicial	1	0.209	0.209	0.555	0.464
Sexo	1	1.337	1.337	3.554	0.072
Tipo Racial	2	0.436	0.218	0.579	0.568
Error	23	8.652	0.376		
<b>C. Total</b>	<b>35</b>	<b>18.840</b>			

Cuadro 7.21. Análisis de varianza para la concentración de proteínas totales en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	27.444	2.287	2.633	
Bloques	2	1.341	0.671	0.772	0.474
Tratamientos	2	0.044	0.022	0.025	0.975
Tratamiento*bloque	4	2.478	0.620	0.713	0.591
Zeolita	2	0.044	0.022	0.025	0.975
Peso inicial	1	1.588	1.588	1.828	0.190
Sexo	1	0.835	0.835	0.961	0.337
Tipo Racial	2	9.927	4.963	5.713	0.010*
Error	23	19.981	0.869		
C. Total	35	47.425			

Cuadro 7.22. Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	697.823	58.152	2.417	
Bloques	2	74.196	37.098	1.542	0.235
Tratamientos	2	86.612	43.306	1.800	0.188
Tratamiento*bloque	4	73.005	18.251	0.759	0.563
Zeolita	2	86.612	43.306	1.800	0.188
Peso inicial	1	247.029	247.029	10.269	0.004
Sexo	1	49.541	49.541	2.059	0.165
Tipo Racial	2	14.818	7.109	0.308	0.738
Error	23	553.307	24.057		
C. Total	35	1251.13			

Cuadro 7.23. Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	591.255	49.271	1.076	
Bloques	2	32.871	16.435	0.359	0.702
Tratamientos	2	22.241	11.120	0.243	0.786
Tratamiento*bloque	4	274.629	68.657	1.500	0.235
Zeolita	2	22.241	11.120	0.243	0.786
Peso inicial	1	214.516	214.516	4.686	0.041*
Sexo	1	133.782	133.782	2.922	0.101
Tipo Racial	2	3.587	1.793	0.039	0.962
Error	23	1052.98	45.782		
C. Total	35	1644.232			

Cuadro 7.24. Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	658.297	54.858	1.676	
Bloques	2	30.031	15.016	0.459	0.638
Tratamientos	2	328.90	164.45	5.025	0.016*
Tratamiento*bloque	4	108.44	27.111	0.828	0.521
Zeolita	2	328.90	164.45	5.025	0.016*
Peso inicial	1	31.180	31.180	0.953	0.339
Sexo	1	20.643	20.643	0.631	0.435
Tipo Racial	2	41.310	20.655	0.631	0.541
Error	23	752.70	32.726		
C. Total	35	1410.99			

Cuadro 7.25. Análisis de varianza para la excreción de nitrógeno en heces de cerdos en la etapa de iniciación.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.573	0.048	3.432	
Bloques	2	0.002	0.001	0.078	0.925
Tratamientos	2	0.398	0.199	14.297	<.0001*
Tratamiento*bloque	4	0.073	0.011	0.769	0.557
Zeolita	2	0.398	0.199	41.297	<.0001*
Peso inicial	1	0.0003	0.0003	0.025	0.876
Sexo	1	0.001	0.001	0.109	0.745
Tipo Racial	2	0.031	0.015	1.110	0.347
Error	23	0.320	0.014		
C. Total	35	0.893			

Cuadro 7.26. Análisis de varianza para la excreción de nitrógeno en heces de cerdos en la etapa de crecimiento.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.768	0.064	2.357	
Bloques	2	0.100	0.050	1.845	0.181
Tratamientos	2	0.368	0.184	6.770	0.005*
Tratamiento*bloque	4	0.082	0.021	0.759	0.563
Zeolita	2	0.368	0.184	6.770	0.005*
Peso inicial	1	0.000	0.000	0.000	0.999
Sexo	1	0.001	0.001	0.050	0.825
Tipo Racial	2	0.048	0.024	0.883	0.427
Error	23	0.624	0.027		
C. Total	35	1.392			

Cuadro 7.27. Análisis de varianza para la excreción de nitrógeno en heces de cerdos en la etapa de finalización.

<b>F.V.</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>P &gt; F</b>
Modelo	12	0.748	0.062	6.28	
Bloques	2	0.010	0.005	0.521	0.601
Tratamientos	2	0.578	0.289	30.748	<.0001*
Tratamiento*bloque	4	0.026	0.006	0.679	0.613
Zeolita	2	0.578	0.289	30.748	<.0001*
Peso inicial	1	0.011	0.011	1.207	0.283
Sexo	1	0.001	0.001	0.100	0.755
Tipo Racial	2	0.040	0.020	2.116	0.143
Error	23	0.216	0.009		
C. Total	35	0.964			

Cuadro 9.28. Dietas a base de sorgo-soya utilizadas en las tres etapas de producción.

<b>Ingredientes (kg)</b>	<b>Iniciación</b>	<b>Crecimiento</b>
Sorgo molido	685	795
Pasta de soya	230	175
Calcio 38%	10	10
Vit-AA-Min 100 Forte VP MID	75	-
Vit-AA-Min 35 Forte VP MID	-	20
Klinofeed	3	-
Total	1003	1000

Cuadro 9.29. Dietas a base de maíz-soya utilizadas en las tres etapas de producción.

<b>Ingredientes (kg)</b>	<b>Iniciación</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Finalización</b>
Maíz molido	650	770	750
Pasta de soya	235	180	210
Grasa animal	25	20	10
Vit-AA-Min 100 Forte VP MID	90	-	-
Vit-AA-Min 35 Forte VP MID	-	30	30
Klinofeed	3	-	-
Total	1003	1000	1000