

**Metabolitos sanguíneos, rendimiento en componentes de la canal y costo del alimento consumido adicionado con zeolita para pollos de engorda**

**ADRIAN RAMOS PINTO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ZOOTECNIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**Subdirección de Posgrado**



**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Junio, 2013.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCION DE POSGRADO

Metabolitos sanguíneos, rendimiento en componentes de la canal y  
costo del alimento consumido adicionado con zeolita para pollos de  
engorda

TESIS  
POR:

ADRIAN RAMOS PINTO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como  
requisito parcial para optar al grado de:

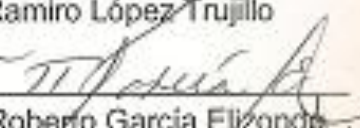
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

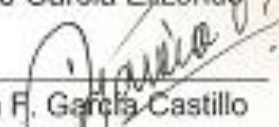
Asesor principal:


  
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor:

  
Dr. Roberto García Elizondo

Asesor:

  
Dr. Ramón F. García Castillo

  
Dr. Fernando Ruiz Zárate  
Subdirector de Posgrado

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.  
Junio, 2013.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco de corazón a Dios por su existencia en mi vida. Por cuidar de mí y estar con mígo en los momentos de soledad, por darme la dicha de despertar cada día de mi vida con salud y así tratar de aprender de mis errores y de las cosas de cada día.*

*A mi “ALMA TERRA MATER” la noble institución que me formo como profesionista y a los profesores que con paciencia y dedicación forjaron mi aprendizaje día a día, gracias.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Por el apoyo económico durante estos dos años indispensables para concluir esta etapa de mi formación profesional.*

*A mis asesores:*

*Dr. Ramiro López Trujillo. Por el desinteresado empeño de velar por el buen funcionamiento del programa de Posgrado en Zootecnia. Por la oportunidad de trabajar con usted y por el tiempo invertido en la realización de este trabajo.*

*Dr. Roberto García Elizondo. Por compartir sus conocimientos y por el tiempo dedicado para que yo pudiera concluir este trabajo.*

*Dr. Ramón F. García castillo. Por la paciencia en la revisión de este trabajo.*

*A la L.C.N Laura Maricela Lara López. Encargada del laboratorio de producción animal, por su tiempo compartido y el apoyo en el análisis químico de metabolitos.*

*Al T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel encargado del laboratorio de nutrición animal y alimentos, por el apoyo en el análisis bromatológico de las dietas y por su amistad.*

*A mis amigos de cuarto les doy mi más sincero agradecimiento por su amistad, apoyo y confianza en estos años:*

*Marícar  
Fabián  
Agustín*

*A mis compañeros de la generación de M.C en Zootecnia: Ing. Ana, Ing. Tere, Ing. Angélica, Ing. Mayra, Ing. Karina, Ing. Cyntia, Mvz. Oscar, Ing. Fabio, Ing. Soto, Mvz. Humberto, Ing. Típa, Ing. Rendí, Ing. Hilarío, Mvz. Israel, Ing. Amaurí, Dr. Bulmaro, M.C. Carlos, Ing. Antonio e Ing. Rosendo. Gracias por su amistad, sinceridad, confianza y conocimientos compartidos*

## DEDICATORIAS

*A mi hijo:*

*Elían Ikaí. Por los bellos momentos que he perdido a tu lado, por ti  
mis fuerzas se duplican.*

*A mi esposa:*

*Ruth. Por ser noble y paciente, por la alegría que me das y por  
amarme como yo te amo.*

*A mis padres humildemente les dedico este trabajo con amor,  
admiración y respeto:*

*Isabelino Ramos Jiménez. Por el orgullo de ser tu hijo.*

*Irma Pinto López. Te amo infinitamente madre.*

*A mis hermanas y hermano con mucho amor:*

*Rosí Jacqueline, Isabel, Deysi y Jesús Jafet*

*A mis abuelos con respeto y mucho cariño:*

*Rosa, †Charo, Tomas, †Juan*

*A la familia:*

*Quitcehuatl Medina*

*A todos mis tíos, tías, sobrinos, sobrinas y cuñados sin excepción de alguno, pido una disculpa por no mencionarlos y aclaro que son muy importantes para mí y que por su amor, consejos y comprensión he llegado a terminar una etapa profesional más en mi vida. Gracias.*

*Es lícito dudar si los contrarios existen y también  
dudar si la <<contrariedad>> misma vulgar, será  
tal vez concepto subjetivo, visual, aproximado,  
desde algún rincón, debajo en alto o vista de sapo  
(Nietzsche)*

---

## RESUMEN

# **Metabolitos sanguíneos, rendimiento en componentes de la canal y costo del alimento consumido adicionado con zeolita para pollos de engorda**

Por:

Adrian Ramos Pinto

Maestría en Ciencias en Zootecnia

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio, 2013.

**Dr. Ramiro López Trujillo- Asesor principal**

**Palabras clave:** metabolitos sanguíneo, rendimiento en canal, costo del alimento, pollos de engorda.

Se evaluó el efecto de 0, 2.5 y 3.5 % de zeolita natural (clinoptilolita) en la dieta de 108 pollos de engorda de la Línea Ross de 1 día de edad sin sexar fueron evaluados en un experimento de 42 d. los niveles de metabolitos en suero sanguíneo, rendimiento en componentes de la canal y costo del alimento consumido fueron evaluados. Las aves se vacunaron contra la enfermedad de Marek y Newcastle y los alimentos y el agua de bebida fueron ofrecidos *ad libitum*. Se utilizó un diseño de bloques al azar para el análisis de las variables respuestas. Los resultados mostraron que la inclusión de clinoptilolita en la dieta, aumentó los niveles de glucosa y urea ( $P \leq 0.05$ ) y colesterol ( $P < 0.001$ ) en el suero sanguíneo, pero proteínas totales y creatinina fueron estadísticamente similares ( $P \geq 0.05$ ). Tampoco se encontró diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre



tratamientos para el peso en la canal, partes seccionada principal (pechuga, pierna y muslo), secundaria (alas, rabadilla) y menudencias (corazón, hígado, molleja y patas). Tampoco los tratamientos tuvieron efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) en la disminución del costo del alimento consumido. Se concluyó que la clinoptilolita no tiene efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) sobre el rendimiento en componentes de la canal y costo del alimento consumido; sin embargo, aumentó el nivel de algunos metabolitos en el suero sanguíneo.

## ABSTRACT

### **Blood metabolites, performance in carcass components and cost of feed consumed added with broilers**

By:

Adrian Ramos Pinto

Master of Science in Animal Science

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico. June, 2013.

**Dr. Ramiro López Trujillo- Senior advisor**

**Keywords:** blood metabolites, carcass yield, cost of food, broilers.

The effect of 0, 2.5 and 3.5% of natural zeolite (clinoptilolite) in the diet of 108 broilers Ross Line 1 day old unsexed were evaluated in an experiment of 42 d. Metabolites levels in blood serum, performance in carcass components and cost of food consumed were evaluated. The birds were vaccinated against Marek's disease and Newcastle and food and drinking water were provided *ad libitum*. We used a randomized block design for analysis of the response of variables. The results showed that inclusion of clinoptilolite in the diet, increases levels of glucose and urea ( $P \leq 0.05$ ) and cholesterol ( $P \leq 0.001$ ) in blood serum; but total protein and creatinine were statistically similar ( $P \geq 0.05$ ), There was also no significant difference ( $P \geq 0.05$ ) in any of the treatments in the carcass weight, main sectioned parts (breast, leg and thigh), secondary (wings, rump) and giblets (heart, liver, gizzard and legs). None of the treatments had significant effect ( $P \geq 0.05$ ) in reducing the cost of food consumed. It was concluded that

clinoptilolite has not significant ( $P \geq 0.05$ ) effect on carcass components and cost of food consumed; however, it increased the level of some metabolites in blood serum.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xiii
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia de la producción del pollo de engorda .....	3
Situación y perspectiva de la producción de pollo de engorda.....	3
Los aditivos en la industria avícola.....	4
Propiedades de la Zeolita .....	5
Características de las zeolitas .....	7
El efecto de la zeolita en el comportamiento productivo.....	7
El efecto de la zeolita en el medio ambiente .....	10
Hipótesis.....	13
III. MATERIALES Y METODOS .....	14
Descripción del Área de Estudio.....	14
Ubicación.....	14
Clima .....	14
Materiales .....	14
Métodos .....	15
Variables calculadas.....	16
Metabolitos en sangre .....	16
Rendimiento en componentes de la canal .....	17
Costo alimenticio .....	17
Análisis estadístico.....	17
IV. RESULTADOS .....	18
Metabolitos en suero sanguíneo.....	18
Rendimiento en componentes de la canal .....	19
Costo alimenticio de los incrementos de peso .....	19
V. DISCUSIÓN .....	20
VI. CONCLUSIONES.....	23

VII.	LITERATURA CITADA.....	24
VIII.	APÉNDICE .....	29

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Análisis bromatológico de las dietas ofrecidas en la etapa de iniciación y de engorda.....	15
3.2	Métodos utilizados para la determinación de metabolitos en suero sanguíneo.....	16
4.1	Promedios del contenido de metabolitos en suero sanguíneo en pollos alimentados con dietas conteniendo zeolita.....	18
4.2	Porcentajes rendimiento en canal, partes seccionadas primarias (pechuga, pierna-muslo), secundarias (alas-rabadilla) y menudencias (corazón, hígado, molleja y patas) de pollos alimentados con dietas conteniendo zeolita.....	19
4.3	Costo alimenticio por kilogramo de incremento de peso de pollos alimentados con dietas conteniendo zeolita.....	19
8.1	Análisis de varianza para proteínas totales.....	29
8.2	Análisis de varianza para glucosa.....	29
8.3	Análisis de varianza para colesterol.....	30
8.4	Análisis de varianza para creatinina.....	30
8.5	Análisis de varianza para urea.....	30
8.6	Análisis de varianza para rendimiento de la canal.....	31
8.7	Análisis de varianza para rendimiento parte seccionada primaria (pechuga, pierna-muslo).....	31
8.8	Análisis de varianza para rendimiento parte seccionada secundaria (alas-rabadilla).....	31
8.9	Análisis de varianza para rendimiento menudencia (corazón, hígado, molleja y patas).....	32

8.10	Análisis de varianza para costo del alimento consumido.....	32
------	---	----

## I. INTRODUCCION

La avicultura es una de las principales actividades pecuarias en México, debido a su participación en la producción de proteína de origen animal de alta calidad para la alimentación humana y contribuye a la economía mediante la generación de fuentes de empleo e ingresos (Medina *et al.*, 2012).

La producción del pollo de engorda en México representa el 24 % del valor de la producción pecuaria, además aporta el 47 % de la producción nacional de carnes, es la 5ª. avicultura productora de carne a nivel mundial y genera 178 mil empleos directos (SAGARPA, 2007-2012).

El estudio de las especies menores en este caso el pollo de engorda, exige indagar más alternativas para que estos aprovechen y hagan más eficiente el alimento que se les ofrece. Por ello se justifica el estudio de la zeolita como aditivo en la alimentación animal.

Las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos con una estructura infinita. Dos de sus propiedades atribuidas en nutrición animal son: su capacidad reversible de ganar y perder agua y de ser capaz de intercambiar de forma selectiva una variedad de cationes en su estructura sin sufrir cambios importantes en la misma (Shariatmadar, 2008).

Lon-Wo y Cárdenas (1996) menciona que las zeolitas incrementan el rendimiento y productividad de las explotaciones avícolas y disminuyen los costos de producción. Sin embargo, Willis *et al.* (1982) afirman que existe variabilidad en un mismo tipo de zeolita en base a su origen geográfico y estos influyen en los resultados al aplicarlas en nutrición animal.



Con base a lo anterior se planteo como objetivo, evaluar el efecto de la inclusión de zeolita en la dieta de pollos de engorda sobre metabolitos sanguíneos, rendimiento en componentes de la canal y costo del alimento consumido.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **Importancia de la producción del pollo de engorda**

La avicultura tiene importancia desde el punto de vista económico, pero evidentemente también lo es desde el punto de vista social, ya que la proteína que aportan en carne y huevo son las más accesibles en el mercado. Para conseguir esto, la avicultura se ha tecnificado de manera estricta, lo que le ha permitido mantener precios accesibles al consumidor. Uno de los factores más importantes para lograrlo es sin duda la nutrición, ya que esta representa del 60-70 por ciento de los costos de producción (Cuca *et al.*, 1996).

La demanda de proteína de origen animal es uno de los grandes problemas del presente y del futuro, ante el crecimiento demográfico en todo el mundo y el desarrollo desigual de los países, lo cual constituye un reto a la humanidad que deberá dar respuesta a la situación alimenticia cada vez más difícil de los países subdesarrollados. Es la producción avícola una de las ramas que deberá jugar un papel decisivo en este sentido en los años venideros, pues el pollo de engorda se caracteriza por una buena precocidad, altos rendimientos y grandes posibilidades de elevar los niveles de productividad (López y Escalante, 1982).

### **Situación y perspectiva de la producción de pollo de engorda**

Orozco *et al.* (2004) evaluaron los costos de producción en la cría de pollos de engorde en Venezuela. Reportaron que el 71.20 % de los costos de producción lo representan los costos de alimentación, el 13.50% la adquisición de los insumos (pollitos) y el 9.05% por el pago del personal.

En una proyección base que realizó SAGARPA (2009-2018) a nivel nacional, el inventario inicial de aves se estimó en 304 millones de aves en el 2009. Se calculó para ese mismo año que el número de aves en sacrificio sea alrededor de 1.5 mil millones y se espera que ese nivel se mantenga constante a lo largo del escenario base. Por otro lado consideraron que el consumo per cápita de carne de pollo incrementó de 3 mil toneladas en 2009 a 3.27 en 2018. También se estima que las importaciones incrementen de 309 mil toneladas a 392 mil toneladas durante el periodo de estudio.

### **Los aditivos en la industria avícola**

McDonald (2006) menciona que los aditivos son ingredientes administrados a los animales para hacer más eficiente los nutrientes y ejercer sus efectos en el sistema digestivo o en las células de las paredes del mismo. Shimada (2005) de acuerdo con lo anterior menciona que su uso mejora de algún modo la apariencia, vida en bodega, aceptación, ingestión y metabolismo de los alimentos aunque su uso no sea esencial en la nutrición animal. Algunos aditivos son: acidificantes, aglutinantes, agonistas beta-adrenérgicos, amortiguadores del pH, antibióticos, y antimicrobianos, antioxidantes, enzimas, esteroides anabólicos, hormonales, ionoforos y manipuladores de la fermentación ruminal, isoácidos, micóticos, parasitocidas y coccidiostato, pigmentantes, probióticos, quelantes, saborizantes y odorizantes.

El uso de enzimas (alfa-amilasas, xilanasas y proteasas) como aditivo en dietas a base de maíz y sorgo + pasta de soya para pollos de engorda, mejoran la ganancia de peso o la conversión alimenticia en dietas estándares y con menor contenido de PC y EM (Cortes *et al.*, 2002)

Hidalgo *et al.* (2009) menciona que al utilizar la vinaza como aditivo en pollos de engorda, se mejora el peso vivo de los animales y el consumo no difiere entre los tratamientos. También mejora la conversión lo que evidencia mayor aprovechamiento de los nutrientes por el ave.

Domínguez *et al.* (2011) en un trabajo obtuvieron un aditivo microbiano por fermentación de los residuos del pastificio compuesto por almidón (79,96%) y proteínas (11,96%) utilizando *Aspergillus niger* y *Saccharomyces cerevisiae* para evaluar el efecto de inclusión en la dieta de pollos de engorda y mencionan que la producción de aditivos microbianos a partir de la fermentación conjunta de *A. niger* y *S. cerevisiae* de los desechos del pastificio es una tecnología limpia, técnicamente viable y su uso es factible en la alimentación del pollo de engorda.

La evaluación del efecto pigmentante al adicionar 80 ppm de xantofilas amarilla de flor de cempasúchil a dietas de pollos de engorda se logra una pigmentación de la piel acorde al mercado mexicano (Martínez *et al.*, 2004).

El uso de la zeolita en la alimentación del pollo de engorde tiene efectos benéficos en el aumento de peso corporal, conversión alimenticia, resistencia a enfermedades gastrointestinales y disminución de la mortandad (Mohebodini, 2008).

### **Propiedades de la Zeolita**

A partir del descubrimiento de las zeolitas, han sido clasificadas 40 clases naturales y otras más han sido sintetizadas en laboratorios. Las zeolitas naturales más utilizadas en la nutrición animal son la clinoptilolita y la modernita. Sin embargo, existen otras zeolitas naturales de interés, como son: chabacitaerionita, faujasita, ferrierita, heulandita, laumantita y filipsita (Olguín, 2010).

Sardi *et al.* (2002) mencionan que la zeolita está formada por compuestos inorgánicos cristalinos naturales o sintéticos propios de dicho mineral, caracterizándose por su intercambio catiónico, su capacidad de hidratación y deshidratación y adsorción.

Las zeolitas son catalizadores que poseen propiedades importantes que no poseen los catalizadores tradicionales amorfos; sus cavidades ofrecen un área superficial interna muy grande pudiendo albergar hasta 100 veces más moléculas que una cantidad equivalente de catalizador amorfo (Obregón, 2001).

Calderón (2004) menciona que las zeolitas tienen una estructura que forman cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas con gran libertad de movimiento que permite el intercambio iónico y la deshidratación reversible. Las zeolitas tienen una estructura básica que consta de una armazón de aluminosilicatos compuesto de tetraedros de  $(\text{Si,Al})\text{O}_4$ , cada oxígeno está compartido entre dos tetraedros.

Ramous y Gounzales (1997) mencionan que son minerales no metálicos de origen volcánico que pertenecen al grupo de los aluminosilicatos. Se caracterizan por un alto poder de adsorción e intercambio catiónico y debido a esto son superiores a cualquier otro producto natural similar utilizado como suplemento en nutrición animal.

Las zeolitas son aluminosilicatos compuestos principalmente por aluminio, silicio, hidrógeno, oxígeno, hidratos de sodio, calcio, magnesio y potasio. Poseen infinitas estructuras tridimensionales que le dan la capacidad de ganar y perder agua reversiblemente y de cambiar algunos cationes por otros. Tienen cargas negativas de manera natural y poseen alta capacidad de intercambio iónico (Mumpton y Fishman, 1977).

Las zeolitas naturales son minerales que en su estructura contienen una infinidad de canales y gracias a esto se le atribuye sus propiedades inherentes: capacidad de hidratación- deshidratación, intercambio catiónico y como proceso físico la adsorción (ACPA, 2009).

## **Características de las zeolitas**

Hidratación: atracción de moléculas de agua a iones de la superficie de partículas de arcilla (Troeh y Thompson, 2005).

Adsorción: Es un fenómeno resultante de las fuerzas cohesivas y adhesivas que ocurren entre moléculas o iones (Hillel, 2004).

Intercambio cationico: Es un proceso que implica el movimiento de un absorbato por un absorbente (Essington, 2003).

## **El efecto de la zeolita en el comportamiento productivo**

Karamanlis *et al.* (2008) realizaron un experimento para evaluar el efecto de clinoptilolita sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la cama de pollos broilers. Se sometieron a investigación 5200 pollos de un día de edad de la línea Cobb 500, alimentados *ad libitum* con una dieta que contenía 2% de zeolita. Se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre las medias de crecimiento de los diferentes grupos de pollos que fueron alimentados con zeolita y colocados en cama de aserrín o aserrín y zeolita; así como los que fueron alimentados con la dieta basal y con cama de aserrín y zeolita, crecieron a una tasa más rápida ( $P \leq 0.05$ ), en comparación con el testigo. La incorporación de clinoptilolita en la alimentación y en la cama de pollos broilers tuvo efecto positivo en el crecimiento de las aves y calidad de su cama.

Lema (2008) menciona que al adicionar 4 % de zeolita en una dieta balanceada para pollo de engorda; el incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se ven favorecidos.

Al-Nesser *et al.* (2011) evaluaron la inclusión de 0, 1, 1.5 y 2% de zeolita (clinoptilolita) en la dieta de pollos de engorda, para demostrar la eficacia de reducir la Salmonella y sus efectos en el rendimiento de producción. El experimento se realizó en verano e invierno. Los resultados demostraron que la

inclusión de zeolita (clinoptilolita) en la dieta de pollos de engorde, disminuyó los niveles de Salmonella ( $P \leq 0.05$ ), en la estación de verano e invierno. Se encontró también que la zeolita (clinoptilolita) tuvo efecto positivo en los parámetros de producción pero solo en la temporada de invierno. Con este experimento demostraron la importancia del uso de la zeolita (clinoptilolita) como aditivo en la dieta de pollos de engorda; como parte de un programa integral para el control de Salmonella en la nave.

Safaei *et al.* (2010) estudiaron los efectos de diferentes niveles de caolín, bentonita y zeolita sobre el rendimiento del pollo de engorda en seis semanas. Se utilizaron 448 pollos machos de la línea Ross 308 de un día de edad. Los tratamientos fueron testigo, 1.5 y 3% de caolín, bentonita y zeolita en la dieta. Encontraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos con 3% de zeolita y bentonita para ganancia de peso durante la primera semana. Para el consumo de alimento se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en la quinta semana, usando 1.5% de zeolita y 3% de bentonita. La conversión alimenticia fue diferente significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con la adición de 3% de caolín en la primera y segunda semana y 3% de zeolita en la primera semana. Los resultados demostraron que la adición de minerales silicatos en la dieta, mejoró su rendimiento productivo.

La adición de zeolita en la cama de pollos de engorda tuvo efecto en el aumento de peso y disminución de la mortalidad (Morante, 2004).

### **El efecto de la zeolita en la producción de carne**

En pollos de engorda, la inclusión de zeolita natural en la dieta brinda mejoras productivas, reflejadas en una mayor eficiencia metabólica, en la utilización de los nutrientes, disminución o eliminación de enfermedades gastrointestinales y de efectos tóxicos de micotoxinas contaminantes de alimentos; también ha demostrado mejorar la calidad de la canal y promueve mejores rendimientos (Smith y James, 1980; González *et al.*, 1996).

Calderón (2004) menciona que al adicionar 10 % de zeolita tipo clinoptilolita o mordenita en la nutrición de las aves, estas mostraron un rápido crecimiento y una disminución en la cantidad y costo del alimento; también menciona que trabajos realizados indican que la absorción natural de zeolitas deja moléculas de nutrientes retenidas en el sistema digestivo por más tiempo.

Christaki *et al.* (2006) experimentaron con 60 pollos de engorda sin sexar de la línea Ross 308, para evaluar el efecto de zeolita y linaza en la deposición de grasa corporal. Se plantearon 5 tratamientos (A, B, C, D y E). El tratamiento A sirvió como testigo; en los tratamientos B y C las aves fueron alimentadas con dietas que contenían 3 y 10% de linaza; los animales en los tratamientos D y E fueron alimentados con 3% de linaza mas 2% de zeolita natural y 10% de linaza mas 2% de zeolita natural. La adición de zeolita natural en la dieta aumento significativamente ( $P \leq 0.05$ ) el peso del muslo en carne. Además la almohadilla de grasa abdominal se redujo significativamente ( $P \leq 0.001$ ) en los tratamientos donde se añadió zeolita natural en las dietas. Los resultados de este estudio sugiere que la inclusión de zeolita natural en la dieta combinado con linaza, reduce la grasa abdominal y beneficia el depósito de grasa corporal en pollos de engorda.

Acosta *et al.* (2005) mencionan que el consumo de proteína fue menor en las aves que consumieron zeolita pero la conversión proteica fue similar a la de las aves que no se les suministro zeolita. Estos resultados muestran que la zeolita tiene influencia en el aprovechamiento de los nutrientes, pues las aves obtuvieron similares ganancias de tejido muscular consumiendo menos proteína.

Strakova *et al.* (2008) sometieron a investigación 400 pollos de engorda sexados, hibrido Ross 308 de 1- 40 días de edad adicionando 0.5, 1.5 y 2.5% de zeolita tipo clinoptilolita en la dieta, para evaluar comportamiento productivo, calidad de la canal y deposición de calcio y fosforo en los huesos. Sus resultados demostraron que al adicionar 2.5% de clinoptilolita en la dieta, hay



mejor comportamiento productivo y mejor utilización de los nutrientes, sin presentar acumulación de minerales en los huesos.

Mumpton (1984) menciona que en los últimos años la aplicación de zeolitas naturales de tipo clinoptilolita en alimentación animal ha producido un promedio de ganancia de peso, eficiencia en la alimentación, calidad del huevo en gallinas ponedoras y mejor acabado en pollos de engorde, en cuanto a la calidad de la carne y mejor peso del pollo, también se ha reconocido una reducción de la toxicidad por metales pesados y micotoxinas en la dieta.

Lon-Wo *et al.* (1987) realizaron un experimento con 1680 pollos de 7 a 50 días de edad, utilizando dietas que contenían 5 % de zeolita de diferentes tipos. Los resultados mostraron diferencias significativas entre yacimientos y tipos de zeolitas para los parámetros productivos de estudio. Concluyeron que la clinoptilolita se debe utilizar en las dietas de los pollos de engorda, específicamente en la etapa de acabado.

Leach *et al.* (1990) mencionan que las zeolitas son eficientes en dietas con bajo contenido de calcio y existe probabilidad de ayudar en dietas con deficiencias de otros minerales. Podría imaginarse que la utilización de una cantidad adecuada de zeolita puede reducir la utilización de estos minerales en la dieta de las aves.

### **El efecto de la zeolita en el medio ambiente**

Rodríguez y Rodríguez (1997) mencionan que desde el punto de vista del control ambiental, las zeolitas son importantes para la eliminación de contaminantes y además la gran mayoría de los autores coinciden en la superioridad de las zeolitas naturales puesto que estas tienen bajo costo de extracción y acondicionamiento para el intercambio, disponibilidad de grandes volúmenes y excelente estabilidad a los procesos químicos y térmicos que permite su reacción y utilización en varios ciclos.

Tatar *et al.* (2012) realizaron un experimento con 300 pollos de engorda de la línea Ross sin sexar, para evaluar el efecto de perlita y zeolita. Los resultados del experimento mostraron efectos benéficos de la perlita en la humedad de la cama y la zeolita en el nitrógeno de las heces y finalmente la salud y bienestar de los pollos de engorda.

Çabuk *et al.* (2004) realizaron un experimento para evaluar el efecto de la suplementación dietética de *Yucca schidigera* y zeolita natural en pollos de engorda. Evaluaron el rendimiento, concentración de amoníaco en la nave, humedad de la cama, materia seca fecal y ceniza bruta fecal. Sometieron a investigación 960 pollos sexados utilizando una dieta testigo, 15 g de zeolita natural/kg en la dieta y 120 mg de *Y. schidigera*/kg en la dieta. Encontraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos para los pesos de las aves de 21-42 días de edad, siendo el tratamiento con 120 mg de *Y. schidigera*/kg en la dieta el más alto; seguido por el testigo. El índice de conversión no se vio afectado por la suplementación de *Y. schidigera* y zeolita natural de 21-42 días de edad y no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para el consumo de alimento entre los tratamientos. La concentración de amoníaco en la nave disminuyó significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con la adición de *Y. schidigera* y zeolita natural en la dieta. La materia fecal seca y ceniza bruta fecal se redujeron significativamente ( $P \leq 0.05$ ) con la adición de *Y. schidigera* y zeolita natural. Por otro lado no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para la materia seca de la cama entre los tratamientos

El uso de zeolita en la dieta para las aves incrementa la eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno. Además, la alta capacidad de adsorción de amoníaco, sulfuro de amoníaco, sulfuro de hidrogeno y otros gases hace que tienda a disminuir la concentración de estas sustancias en las emisiones procedentes de las deyecciones (Castro, 2002).

Morante (2004) menciona que la zeolita actúa como un adsorbente natural de humedad y amoníaco y se crea un ambiente adecuado para el desarrollo de las aves.

Lon-Wo *et al.* (2010) realizaron una investigación con 270 gallinas ponedoras de 34 semanas de edad. Durante 20 días se alojaron en jaulas metálicas a razón de 3 aves por grupo. Las condiciones de manejo fueron similares con suministro de agua a voluntad y alimento controlado. Se utilizó 0 y 3% de zeolita (clinoptilolita) en la dieta. Los resultados mostraron que los niveles de nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y la base húmeda en las excretas de las gallinas alimentadas con zeolitas fueron superiores al testigo. Estos resultados demuestran mayor retención de nitrógeno total en la gallinaza de las aves que recibieron zeolita, debido a su alta capacidad de intercambio catiónico, pueden atrapar en su estructura  $\text{NH}_4$  y otros iones cargados. Todo indica que no se impide la conversión del ácido úrico en amoníaco, si no que la zeolita lo retiene en su estructura y reduce su volatilización.

Lema (2008) menciona que al adicionar 4 % de zeolita en una dieta balanceada para pollo de engorda; se reduciéndose la presencia de amoníaco en el ambiente.

También eliminan olores indeseables en las instalaciones, se emplea en las camas avícolas y se reportan beneficios al medio ambiente principalmente del nitrógeno residual del metabolismo proteico de los animales. De igual manera estas camas se utilizan también para la producción de compost y abonos orgánicos reduciendo el empleo de fertilizantes sintéticos (ACPA, 2009).

## **Hipótesis**

Ho. El efecto de la zeolita en los metabolitos de la sangre (proteínas totales, glucosa, colesterol, creatinina y urea), será igual comparado con el testigo.

Ho. El efecto de la zeolita en el rendimiento en canal, parte seccionada primaria, secundaria y menudencias será igual comparado con el testigo.

Ho. El costo alimenticio para pollos de engorda con la inclusión de zeolita, será igual comparado con el testigo.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **Descripción del Área de Estudio**

#### **Ubicación**

La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Laboratorio de Alfalfa perteneciente al Departamento de Producción Animal ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

#### **Clima**

El clima de esta región varía de muy seco a semicalido con un invierno fresco, extremo. La temperatura media anual oscila entre los 12 y 18 °C con periodos de lluvias invernales menor al 18 % del total (García, 1987).

#### **Materiales**

El experimento se realizó del 21 de mayo al 01 de julio del 2012 y se sometieron a experimento un total de 108 pollitos sin sexar de un día de edad.

Los pollitos tenían un peso inicial promedio de 50 gr a los cuales se les proporcionó alimento y agua *ad libitum* de acuerdo al tratamiento expuesto a estudio. En el Cuadro 3.1 se presenta el análisis bromatológico de la dieta usada durante el experimento.

*Cuadro3.1. Análisis bromatológico de las dietas ofrecidas en la etapa de iniciación y de engorda en base a MS.*

<b>Determinación (%)</b>	<b>Nivel de zeolita (%)</b>		
	<b><u>Iniciación</u></b>		
	<b>0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.5</b>
Humedad	9.85	10.10	10.15
Materia seca	90.15	89.90	89.85
Cenizas	6.83	7.14	7.25
Proteína Cruda	18.09	16.99	15.08
Extracto Etéreo	3.08	2.91	2.57
Fibra Detergente Neutro	30.24	25.95	35.124
	<b><u>Engorda</u></b>		
Humedad	9.77	10.37	10.72
Materia seca	90.23	89.63	89.28
Cenizas	5.76	6.93	7.16
Proteína Cruda	15.76	13.84	12.13
Extracto Etéreo	5.00	4.92	4.67
Fibra Detergente Neutro	30.33	28.14	36.14

### **Métodos**

La caseta se desinfecto 14 días antes de la llegada de los pollitos, se utilizo como desinfectante jabón y cloro y se lavaron: pisos, paredes, corraletas, comederos y bebederos. A los 7 días de su desinfección se les puso una cama de aserrín de aproximadamente 4 cm de espesor y con un atomizador se le aplico cloro diluido en agua para desinfectar el aserrín. También se cambiaron los focos de 70 wats que servirían como una fuente de calor en los primeros días de vida de los pollitos.

Los pollitos eran de la línea Ross los cuales ya venían vacunados contra la enfermedad de Marek y a los siete días se aplico una vacuna preventiva contra Newcastle.

Durante la llegada de los pollitos se escogieron de manera homogénea 12, se pesaron y se ingresaron en cada jaula la cual contaba con bebederos que contenían agua con un 2 % de azúcar y el alimento se les proporciono tres horas después de haber ingresado a las jaulas.

El alimento se les cambiaba cada dos días y se pesaba y se anotaba lo ofrecido y rechazado. Las unidades experimentales (12 pollitos), se pesaron cada siete días durante las primeras tres semanas, y en la etapa de engorda a los 21 y 42 días.

En la segunda y tercer semana se aplico un antibiótico al agua de bebida ya que empezaron a mostrar signos de diarrea.

### **Variables calculadas**

Las variables que se evaluaron en el experimento fueron: metabolitos en suero de la sangre, rendimiento en componentes de la canal y costo alimenticio.

### **Metabolitos en sangre**

Al final del experimento se obtuvo una muestra de 12 pollos por tratamiento, estos estuvieron en ayuno durante tres horas antes de recolectar la sangre. En el Cuadro 3.2 se muestran las variables y el método utilizado.

*Cuadro 3.2. Métodos utilizados para la determinación de metabolitos en suero sanguíneo.*

<b>Variable</b>	<b>Método</b>
Proteínas totales	Biuret modificado
Glucosa	GOD-PAP
Colesterol	CHOD-PAP
Creatinina	Jaffe sin desproteínización
Urea	Berthelot modificado

## **Rendimiento en componentes de la canal**

Al finalizar el experimento se eligieron al azar 12 pollos por cada tratamiento, que posteriormente se sacrificaron previo ayuno de tres horas para obtener el peso vivo al sacrificio y peso de la canal y posteriormente el rendimiento de la canal, de las partes seccionadas primarias (pechuga, pierna-muslo) y el de las partes seccionadas secundarias (alas, rabadilla) (Suárez *et al.*, 2004). También se tomaron en cuenta las menudencias (corazón, hígado, molleja y patas).

## **Costo alimenticio**

Se calculo el costo de las dietas por medio de la siguiente fórmula.

$$\text{Costo alimenticio} = \text{Conversión alimenticia} \times \text{Costo de la dieta}$$

## **Análisis estadístico**

Los 108 pollitos se dividieron en tres tratamientos y tres repeticiones con 12 pollitos cada una usando como herramienta un diseño de bloques al azar para su análisis.



## IV. RESULTADOS

### Metabolitos en suero sanguíneo

En el Cuadro 4.1 se reportan los promedios por tratamiento de la concentración de metabolitos en suero sanguíneo. No se encontró diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre tratamientos para proteínas totales. Sin embargo, para glucosa se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), siendo 2.5 % superior a 3.5 y 0% y el 3.5 superior a 0%. Para colesterol se encontró diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.001$ ), siendo 2.5 superior a 3.5 y 0% y el 3.5 superior a 0%. Ninguno de los tratamientos tuvo efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) sobre creatinina. Con respecto a urea se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos, siendo 2.5 superior a 3.5 y 0% de zeolita y 3.5 superior a 0%.

*Cuadro 4.1. Promedios del contenido de metabolitos en suero sanguíneo en pollos alimentados con dietas conteniendo zeolita.*

Variable	Nivel de zeolita (%)			Probabilidad P>F
	0	2.5	3.5	
Proteínas totales (g/dl)	3.98 <sup>a</sup>	4.26 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	0.3260
Glucosa (mg/dl)	131.89 <sup>b</sup>	255.53 <sup>a</sup>	151.63 <sup>ab</sup>	0.0163*
Colesterol (mg/dl)	167.25 <sup>b</sup>	272.83 <sup>a</sup>	209.75 <sup>ab</sup>	0.001985**
Creatinina (mg/dl)	3.24 <sup>a</sup>	2.99 <sup>a</sup>	2.88 <sup>a</sup>	0.7918
Urea (g/dl)	199.75 <sup>b</sup>	340.17 <sup>a</sup>	274.58 <sup>ab</sup>	0.05223*

<sup>a,b</sup> Promedios con igual literal en hilera no son estadísticamente diferentes ( $P \geq 0.05$ ).

## Rendimiento en componentes de la canal

No se detecto efecto del nivel de inclusión de zeolita en la dieta ( $P \geq 0.05$ ) sobre el rendimiento en canal ni sobre partes seccionadas primaria, secundaria y menudencias (Cuadro 4.2).

*Cuadro 4.2 Porcentajes rendimiento en canal, partes seccionadas primarias (pechuga, pierna-muslo), secundarias (alas-rabadilla) y menudencias (corazón, hígado, molleja y patas) de pollos alimentados con dietas conteniendo zeolita.*

Variable	Nivel de zeolita (%)			Probabilidad
	0	2.5	3.5	P>F
Rendimiento en canal (%)	75.89 <sup>a</sup>	76.98 <sup>a</sup>	77.82 <sup>a</sup>	0.3756
Partes seccionadas primarias (%)	56.87 <sup>a</sup>	55.34 <sup>a</sup>	55.86 <sup>a</sup>	0.7746
Partes seccionadas secundarias (%)	33.60 <sup>a</sup>	34.18 <sup>a</sup>	33.81 <sup>a</sup>	0.9420
Menudencias (%)	9.53 <sup>a</sup>	10.48 <sup>a</sup>	10.32 <sup>a</sup>	0.4856

<sup>a,b</sup> Promedios con igual literal en hilera no son estadísticamente diferentes ( $P \geq 0.05$ ).

## Costo alimenticio de los incrementos de peso

Los costos de producción, por concepto de alimentación, no tuvieron efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) por los niveles de zeolita probados (Cuadro 4.3).

*Cuadro 4.3 Costo alimenticio por kilogramo de incremento de peso de pollos alimentados con dietas conteniendo zeolita.*

Variable	Nivel de zeolita (%)			Probabilidad
	0	2.5	3.5	P>F
Costo alimenticio (Pesos)	15.44 <sup>a</sup>	14.95 <sup>a</sup>	15.46 <sup>a</sup>	0.4873

<sup>a,b</sup> Promedios con igual literal en hilera no son estadísticamente diferentes ( $P \geq 0.05$ ).

## V. DISCUSIÓN

Se asume que la razón por la cual se encontró diferencia significativa en la inclusión de zeolita en la dieta sobre algunos metabolitos en suero sanguíneo, al lento paso de las moléculas de nutrientes por el tracto gastrointestinal por ende las enzimas catalizan por más tiempo el sustrato en la fase luminal, trayendo como consecuencia la formación de mas polímeros de cadena corta y por lo tanto mayor actividad enzimática en la fase membranosa, rompiendo los polímeros en monómeros previo a su absorción. También se observó que las partículas de zeolita mezcladas con los gránulos grandes del alimento no eran homogéneas, pues la mayor cantidad de zeolita se mezclaba con el residuo (polvo) del alimento, quedando en la parte baja del comedero y dificultándose para el consumo de las aves y esto pudo haber sido la razón por la cual no se encontró efecto significativo en componentes de la canal y costo del alimento consumido.

Smith y James (1980) y Gonzales *et al.* (1996) mencionan que en pollos de engorda la inclusión de zeolita natural en la dieta, brinda mejoras productivas, reflejadas en una mayor eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes.

Safaei *et al.* (2011) experimentaron con 320 pollos broiler de un día de edad alimentados con (1.5 y 3%) de zeolita en la dieta para medir la concentración de proteínas totales, urea, creatinina, colesterol, triglicéridos, tiroxina, tirotrópina y la hormona del crecimiento. Encontraron que proteínas totales, glucosa y la hormona del crecimiento incrementaron significativamente en pollos alimentados con zeolita, pero no encontraron diferencia en niveles de urea, creatinina, colesterol, tiroxina y tirotrópina.

Acosta *et al.* (2005) utilizaron 1400 pollos de engorda híbrido comercial EB-34 de 1 a 42 días de edad, suministrando 0 y 1% de zeolita tipo clinoptilolita a una dieta tradicional de maíz, soya y harina de pescado en un sistema de alimentación trifásico con diferentes momentos de cambio de las dietas de inicio para crecimiento (14 ó 21) y de crecimiento para finalización (30 ó 35 d). La inclusión de zeolita no mejoró el peso vivo pero sí la conversión alimenticia, con un menor consumo de alimento y de proteína, mayor rendimiento en canal y menor deposición de grasa abdominal. También encontraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en el costo de alimentación/peso vivo en diferentes esquemas de alimentación. Estos resultados determinaron una interacción significativa favorable, en cuanto al uso de la zeolita y a los esquemas de alimentación, los cuales cambian a los 21 días para los indicadores económicos, con menor costo por tonelada de canal, pechuga y pierna más muslo. También sugieren que con el cambio de la dieta de inicio a los 21 días, independientemente del momento de cambio para acabado y con el uso de zeolita, se puede obtener mayor rendimiento en carne de clase A y canales más magras.

Sin embargo, Méndez (2012) concluye que la adición de zeolita tipo clinoptilolita no afecta el perfil metabólico en pollos de engorda.

Prvulovic *et al.* (2008) sometieron a investigación 300 pollos broiler de 1-42 días con 5% de zeolita en la dieta y reportaron que los índices bioquímicos hematológicos no fueron afectados.

Eleroğlu *et al.* (2011) realizaron una investigación para evaluar el efecto de Ca-zeolita en los huesos y algunas variables de la sangre. Utilizaron un total de 240 pollos de un día de edad sin sexar de la línea Ross 308, sometidos a experimentación durante 42 días con 0, 1, 3 y 5% de zeolita en la dieta. La inclusión de Ca-zeolita no tuvo efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ), sobre la concentración de glucosa, colesterol y proteínas totales. De los 21-42 días de

edad tampoco se encontró efecto significativo en las características de la tibia (peso de la tibia, ceniza, volumen, peso específico y contenido de Ca y P).

Méndez (2012) adiciono 0, 3 y 6% de zeolita tipo clinoptilolita en la dieta y no encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en el comportamiento de la canal.

Eleroglu y Yalcin (2012) realizaron un experimento con el objetivo de determinar la influencia de Ca-zeolita natural que consistía principalmente de clinoptilolita y mordenita como aditivo en la alimentación de pollo de engorda. Sometieron a estudio un total de 240 aves de la línea Ross 208 de un día de edad adicionando 0, 1, 3 y 5% de Ca-zeolita en la dieta para evaluar el consumo de agua y algunas características de la canal. No se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en el uso de diferentes niveles de Ca-zeolita para el consumo de agua/consumo de alimento y características de la canal.

## VI. CONCLUSIONES

La inclusión de zeolita en la dieta de pollos de engorda tiene efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) sobre glucosa y urea y ( $P \leq 0.001$ ) para colesterol en suero sanguíneo. Sin embargo, no se encontró diferencia entre los tratamientos ( $P \geq 0.05$ ) para proteínas totales y creatinina.

La inclusión de zeolita en la dieta de pollos de engorda no tiene efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) sobre el rendimiento en canal, partes seccionadas primaria, secundaria y menudencias. Sin embargo, la adición de zeolita en la dieta no mostro resultados negativos, encontrándose diferencia numérica a favor de los tratamientos con zeolita.

La inclusión de zeolita en la dieta de pollos de engorda no tiene efecto significativo ( $P \geq 0.05$ ) sobre el costo alimenticio de los incrementos de peso. Sin embargo, su uso no mostro resultados negativos, encontrándose diferencia numérica a favor de 2.5 % de zeolita en la dieta.

## VII. LITERATURA CITADA

- Acosta, A., E. Lon-Wo y O. Dieppa. 2005. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) y de diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento productivo del pollo de ceba. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 39 (3): 319-325.
- ACPA (Asociación Cubana de Producción Animal). 2009. Zeolitas Naturales. Su uso impostergable en el sector agropecuario. *Artículos Técnicos*. p. 49
- Al-Nasser, A., S. F. Al-Zenki, A. E. Al-Saffar, F. K. Abdullah, A. E. Al-Bahouh y M. Mashaly. 2011. Zeolite as a feed additive to reduce Salmonella and improve production performance in broilers. *Journal of Poultry Science* 10(6):448-454.
- Çabuk, M., A. Alçiçek, M. Bozkurt y S. Akkan. 2004. Effect of *Yucca schidigera* and natural zeolite on broiler performance. *International Journal of Poultry Science* 3(10):651-654.
- Calderón V., M. del C. 2004. Mineralogía, petrografía y química de las rocas volcánicas zeolitizadas del estado de Oaxaca: implicación económica. Tesis. Maestría. Instituto Politécnico nacional. México. p.10, 57.
- Castro, M. 2002. Mineral of the century has promising properties. Department of Monogastric Animals, Institute of Animal Science, Habana, Cuba 6 (1):26-27.
- Christaki, E. V., P. Florou-paneri C., P. Fortomaris D., A. Tserveni-Gousi S. y A. Yannakopoulos. 2006. Effects of dietary inclusion of natural zeolite and flaxseed on broiler chicken's body fat deposition in an extended fattening period. *Arch. Geflügelk.* 70(3):106-111.
- Cortes C. A., R. Águila S. y E. Ávila G. 2002. La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. *Veterinaria México*. 33(1):1-9.
- Cuca G., M., E. Ávila G. y A. Pro M. 1996. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. p. 1.

- Domínguez G., A. Bertsch., C. Mazzani., O. Luzón y V. de Basilio. 2011. Obtención de un aditivo microbiano producto de la fermentación de los desechos del pastificio por *Aspergillus niger* y *Saccharomyces cerevisiae* y su evaluación nutricional en pollos de engorde. Rev. Científica. 21(1):72-79.
- Eleroğlu, H. y H. Yalcin. 2012. Dietary effects of Ca-zeolite supplementation on water consumption and carcass characteristics of broilers. Journal of Animal and Veterinary advances 11(1):43-51.
- Eleroğlu, H., H. Yalçın y A. Yıldırım. 2011. Dietary effects of Ca-zeolite supplementation on some blood and tibial bone characteristics of broilers. South African Journal of Animal Science 41(4):319-330.
- Essington, E., M. 2003. Soil and water chemistry. An integrative approach. Ed. CRC Press. Boca Raton. pp. 399-442.
- García, E. 1987. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ta. Edición. Sin editorial. México. 217.
- González, L. M., M. Valdivia y E. Lon-Wo. 1996. Saccharine and zeolite in broiler feeding. Cuban J. Agric. Sci. 30:309-313.
- Hidalgo K., B. Rodríguez., M. Valdivie y M. Febles. 2009. Utilización de la vinaza de destilería como aditivo para pollos en ceba. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola. 43(3):281-284.
- Hillel, D. 2004. Introduction to environmental soil physics. Ed. Elsevier Academic Press. Amsterdam. pp. 427-484.
- Karamanlis, X., P. Fortomaris, G. Arsenos, I. Dosis, D. Papaioannou, C. Batzios y A. Kamarianos. 2008. The effect of natural zeolite (clinoptilolite) on the performance of broiler chickens and the quality of their litter. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 21(11):1642-1650.
- Leach, R.H., B. S. Heinrichs y J. Burdette. 1990. Broiler chickens fed low calcium diets. 1) Influence of Zeolite on growth rate and parameters of bone metabolism. Poultry Science 69: 1534-1543.
- Lema G., J. R. 2008. Utilización de zeolitas naturales y esquemas de alimentación con ahorro de proteína dietética para la alimentación de pollos de ceba con impacto ambiental favorable. Tesis Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 144.
- Lon-Wo, E. y M. Cárdenas. 1996. Estrategia de uso de las zeolitas naturales en dietas para gallinas ponedoras ligeras. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola 30(3):313-316.



- Lon-Wo, E., A. Acosta y M. Cárdenas. 2010. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) en la dieta de la gallina ponedora. Su influencia en la liberación de amoníaco por las deyecciones. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 44: 389-392.
- Lon-Wo, E., F. Pérez y J. Gonzáles. 1987. Inclusión de 5 % de zeolita (clinoptilolita) en dietas para pollo de ceba en condiciones de producción. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 21(2):169-173.
- López, S. y A. Escalante. 1982. Comportamiento del pollo de engorde B-6 en dependencia de la densidad de cría x metro cuadrado de superficie de piso. *Rev. Cubana de Ciencia Avícola* 9:153-160.
- Martínez P. M., A. Cortes C. y E. Ávila G. 2004. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. *Rev. Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 42(1):105-111.
- McDonald, P., RA Edwards., JFD Greenhalgh y CA Morgan. 2006. *Nutrición animal*. Ed. Acribia. 6ta. Ed. España. pp. 523-534.
- Medina C., J.C., M. J. Rejón A., E. R. Valencia H. 2012. Análisis de rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. *Rev. Mexicana de Agronegocios*30:909-919
- Méndez A., B. 2012. Utilización de zeolita en la alimentación de cerdos, pollos de engorda, y ovinos para disminuir la emisión de N al ambiente. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. pp.37.
- Miazzo, R., C.A.R. Rosa., E.C. de Queiroz C., C. Magnoli, S.M. Chiacchiera, G. Palacio, M. Saenz, A. Kikot, E. Basaldella y A. Dalceros. 2000. Efficacy os Synthetic Zeolite to Reduce the Toxicity of Aflatoxin in Broiler Chicks. *Poultry Science* 79:1-6.
- Mohebodini, H. 2008. Zeolite as a additive in broiler chickens diets. Irán International Zeolite Conference. Tehran-Iran.
- Morante C., F.E. 2004. Las zeolitas de la costa de Ecuador (Guayaquil): Geología, caracterización y aplicaciones. Tesis Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. pp. 380.
- Mumpton, F. A y P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolite in animal science and aquaculture. *Journal of Animal Science* 45:1118-1203.
- Mumpton, F. A. 1984. El rol de las zeolitas naturales en la agricultura y acuicultura. Westview Press Bulder. USA. p. 3-27.

- Obregón G., R. 2001. Investigación de la actividad y selectividad de catalizadores del tipo zeolita en la alquilación de tolueno. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 11.
- Olguín G., M. 2010. Zeolitas Características y Propiedades. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Depto. de Química, pp. 18-1027.
- Oliver, M.D. 1989. Effect of feeding clinoptilolite (Zeolite) to three strain of laying hens. *British Poultry Science* 30: 115-121.
- Orozco C., R., R. Meleán R. y G. Romero M. 2004. Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Rev. Venezolana de Gerencia* 9(28):1-27.
- Prieto, P., D. Rodríguez y A. Rubio. 2004. Una nota sobre la utilización de una zeolita natural cubana en el tratamiento de la diarrea en cerditos lactantes. *Rev. Computadorizada de Producción Porcina* 11(1):49- 53.
- Prvulovic, D., D. Kojic., G. L. Grubor y S. Kosarcic. 2008. The effects of dietary inclusion of hydrated aluminosilicate on performance and biochemical parameters of broiler chickens. *Turk. J. Vet. Anima. Sci.* 32(3):183-189.
- Ramous, A.G y E. Gounzales 1997. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs: a review. *Animal Feed Science and Technology* 65: 197-206.
- Rodríguez, F, G. e I. Rodríguez I. 1997. Eliminación de metales tóxicos mediante zeolitas naturales. 5ta. Conferencia Internacional sobre Zeolitas Naturales. Universidad de la Habana e Inst. Superior Minero Metalúrgico. Cuba. p. 225-230.
- Safaei, K. M., F. Boldaji, B. Dastar y S. Hassani. 2010. Effect of different levels of kaolin, bentonite and zeolite on broilers performance. *Journal of Biological Sciences* 10(1):58-62.
- Safaei, K. M., Y. Jafariahngari y A. Baharlouei. 2011. An evaluation on the effects of dietary kaolin and zeolite on broilers blood parameters, T4, TSH and growth hormones. *Pakistan Journal of Nutrition* 10(3):233-237.
- SAGARPA. Proyecciones para el sector agropecuario de México. 2009-2018. pp. 51.
- SAGARPA. Programa Nacional Pecuario. 2007-2012. pp. 22.
- Sardi, L., G. Martelli y P. Parisini. 2002. The effects of clinoptilolite on piglet and heavy pig production. *J. Anim. Sic.* 1:103 –111.

- Shariatmadar, F. 2008. The application of zeolite in poultry production. *World's Poultry Science Journal* 64:76-84.
- Shimada M., A. 2005. *Nutrición animal*. Ed. Trillas. México. pp. 221-230.
- Smith, T. K. y L. J. James. 1980. Mycotoxins in animal feeds. An update. *Feedstuffs* 52: 30-31.
- Straková, E., R. Pospíšil, P. Suchý, L. Steinhauser y I. Herzig. 2008. Administration of clinoptilolite to broiler chickens during growth and its effect on the growth rate and bone metabolism indicators. *Rev. Acta Veterinaria. Brno.* 77:199-207.
- Suárez G., L., J.M. Fuentes R., M. Torres H. y S. López D. 2004. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. *Rev. Agraria- Nueva Época* 1(3): 24-30.
- Tatar, A., F. Boldaji, B. Dastar, S. Hassani y S. Yaliçn. 2012. Effects of dietary supplementation with perlite and zeolite on performance, litter quality and carcass characteristics of broilers from 7-42 days of age. *Journal of Applied and Basic Sciences* 3(6):1148-1154.
- Troeh, F., R. y L. M. Thompson. 2005. *Soils and soil fertility*. Ed. Blackwell Publishing. 6 ed. USA. pp.441-468.
- Willis, W.L., C. L. Quarles y D. J. Fagerberg. 1982. Evaluation of zeolites fed to male broiler chickens. *Poultry Science* 61:438-442.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro 8.1.-Análisis de varianza para proteínas totales.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	11	28.726	2.6114	0.8005	0.6388
Tratamiento	2	7.700	3.8498	1.1801	0.3260
Error	22	71.770	3.2623		

**CV: 47.49**

**Cuadro 8.2.-Análisis de varianza para glucosa.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	11	62548	5686.2	0.9709	0.4988
Tratamiento	2	58479	29.239.4	4.9927	0.0163*
Error	22	128841	5856.4		

**CV: 45.1**

**Cuadro 8.3-Análisis de varianza para colesterol.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	11	80817	7347	1.8150	0.112764
Tratamiento	2	67734	33867	8.3663	0.001985**
Error	22	89057	4048		

**CV: 29.37**

**Cuadro 8.4-Análisis de varianza para creatinina.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	11	26.612	2.41929	1.4354	0.2261
Tratamiento	2	0.795	0.39768	0.2360	0.7918
Error	22	37.079	1.68540		

**CV: 42.71**

**Cuadro 8.5-Análisis de varianza para urea.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	11	147883	13444	0.7685	0.66641
Tratamiento	2	118472	59236	3.3861	0.05223*
Error	22	384870	17494		

**CV: 48.72**

**Cuadro 8.6- Análisis de varianza para rendimiento en canal.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	2	2.3365	1.1682	0.5245	0.6277
Tratamiento	2	5.6287	2.8144	1.2635	0.3756
Error	4	8.9098	2.2275		

**CV= 1.94**

**Cuadro 8.7- Análisis de varianza para parte seccionada primaria (pechuga, pierna-muslo).**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	2	14.774	7.3870	1.1129	0.4128
Tratamiento	2	3.617	1.8085	0.2725	0.7746
Error	4	26.550	6.6374		

**CV= 4.60**

**Cuadro 8.8- Análisis de varianza para parte seccionada secundaria (alas-rabadilla).**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	2	8.5614	4.2807	1.0149	0.4401
Tratamiento	2	0.5113	0.2557	0.0606	0.9420
Error	4	16.8716	4.2179		

**CV: 6.06**

**Cuadro 8.9-Análisis de varianza para menudencias (corazón, hígado, molleja y patas)**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	2	0.8440	0.42201	0.4715	0.6548
Tratamiento	2	1.5572	0.77858	0.8700	0.4856
Error	4	3.5798	0.89495		

**CV: 9.36**

**Cuadro 8.10- Análisis de varianza para costo alimenticio.**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Valor</b>	<b>PR (&gt;F)</b>
Bloque	2	0.05738	0.02869	0.0968	0.9098
Tratamiento	2	0.51252	0.25626	0.8649	0.4873
Error	4	1.18510	0.29628		

**CV: 3.56**