

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**UTILIZACIÓN DE ZEOLITA (CLINOPTILOLITA) EN LA
ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDA EN ETAPA DE
INICIACIÓN**

Por:

ENRIQUE MEJÍA ONOFRE

TESIS

**Presentado como requisito parcial para
Obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**UTILIZACIÓN DE ZEOLITA (CLINOPTILOLITA) EN LA
ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDA EN ETAPA DE
INICIACIÓN**

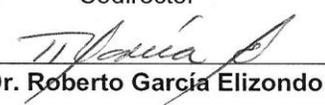
Tesis presentada por Enrique Mejía Onofre como requisito parcial
para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista
ante el comité de asesoría siguiente:

Director



Dr. Ramiro López Trujillo

Codirector



Dr. Roberto García Elizondo

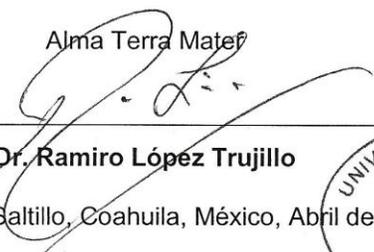
Asesor



MC. Lorenzo Suárez García

El Coordinador de la División de Ciencia Animal

Alma Terra Mater



Dr. Ramiro López Trujillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2013



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, por darme la mejor bendición del hombre que es la familia y por haberme dado la sabiduría y fortaleza para que fuera posible alcanzar este logro en mi vida profesional, formando así una más de mis metas en la vida.

A mi Alma Terra Mater por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente en ella y adoptarme como un hijo.

A mis padres porque siempre han sido el cimiento de mi formación y por el apoyo y cariño incondicional que cada día de mi vida me brindan.

A mis asesores:

Dr. Ramiro López Trujillo, por su paciencia y apoyo al brindarme su sagrado tiempo para la revisión de este trabajo.

Dr. Roberto García Elizondo, por sus conocimientos brindados y el apoyo en la revisión del presente trabajo.

M.C. Lorenzo Suarez García, por el apoyo con sus conocimientos en esta área de investigación zootécnica para el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Bulmaro Méndez Arguello, por el enorme apoyo a la realización de este trabajo desde su inicio hasta consolidarlo, por su amistad y por sus buenos consejos.

Al T.A. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel, por su paciencia y colaboración en los trabajos de laboratorio afines de este trabajo.

Y a todas las personas que colaboraron y estuvieron junto a mí en el transcurso de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre conmigo y por darme fortaleza para enfrentar los problemas y adversidades de la vida.

A mis Padres, Fortunato Mejía Cruz y Faviana Onofre Vivas, por el gran sacrificio que hicieron de darme estudio, por darme a manos llenas todo lo necesario sin esperar nada a cambio, por ese amor incondicional que solo ellos saben dar y porque creo que tanto a mí como a ellos les queda esa gran satisfacción de este logro obtenido en mi vida; y no me queda más que darles las gracias con todo el amor que se merecen.

A mis Hermanos, Rolando, Reyes y Lucia, porque siempre han sido constantes en su apoyo hacia mí, por ser mis amigos, por buscar un bienestar de nuestra familia y porque entre los cuatro hemos aprendido a darle la mejor sonrisa a la vida a pesar de las adversidades, los amo hermanos.

A toda la Familia Mejía y Familia Onofre, en general les doy las gracias por contribuir de una manera u otra en mi vida y desarrollo profesional; le doy gracias a Dios porque ustedes son lo mejor que El me regalo.

Al Amor de mi Vida, Asbel Vuelvas Nolasco, por todo su amor, cariño y comprensión que me ha dado, por estar conmigo en los momentos más felices y difíciles de mi vida, porque juntos hemos aprendido a formar una familia que es lo más sagrado; por eso y mucho más te doy las gracias, te amo nena.

A mis Amigos, Elías, Toño, Facundo, Dianita, Yesenia, Deysi, kary, y a toda la generación 112 de zootecnia; También a mis Amigos de toda la vida: Hugo (gringo), Hector (motor), Angel Bulmaro (Big Ben); y a todos los que me faltaron por nombrar les doy las gracias por formar parte de mi vida.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA

El suscrito Enrique Mejía Onofre, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 288522 y autor de la presente tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicada por otros autores y utilizada en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redacta según su criterio y apreciación de tal manera que no se ha incurrido en el copiado y pegado.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entendiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto, eximo de toda responsabilidad relacionado al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATENTAMENTE:



Enrique Mejía Onofre

Tesista de Licenciatura/UAAAN

ÍNDICE

| | |
|--|-------------|
| INDICE DE CUADROS | VII |
| INDICE DE FIGURAS | VIII |
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2.1 PRODUCCIÓN DE CARNE DE POLLO EN MÉXICO..... | 3 |
| 2.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL POLLO DE ENGORDA | 7 |
| 2.3 ETAPAS DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS DE ENGORDA | 11 |
| 2.4 ADITIVOS UTILIZADOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL (NO RUMIANTES)..... | 12 |
| 2.5 ÁCIDOS ORGÁNICOS..... | 13 |
| 2.6 ADITIVOS FITOGÉNICOS | 13 |
| 2.7 ZEOLITAS..... | 14 |
| 2.8 CLASES DE ZEOLITAS..... | 16 |
| 2.9 ZEOLITA TIPO CLINOPTILOLITA | 17 |
| 2.10 UTILIZACIÓN DE ZEOLITA EN LA PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDA | 18 |
| 2.11 HIPÓTESIS | 20 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 21 |
| 3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO..... | 21 |
| 3.2 MATERIALES..... | 21 |
| 3.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO | 22 |
| 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 23 |
| 4. RESULTADOS | 24 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 25 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 27 |
| 7. RESUMEN..... | 28 |
| 8. LITERATURA CITADA | 29 |
| 9. APÉNDICE..... | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|-----------|
| Cuadro 2.1 Clasificación nutricional de aminoácidos fisiológicamente esenciales para el pollo..... | 9 |
| Cuadro 2.2 Programa de alimentación en pollo de engorda en 3 fases | 12 |
| cuadro 2.3 Listado de plantas y su composición en sustancias beneficiosas | 14 |
| Cuadro 2.4 Zeolitas, mas importantes, formula representativa y propiedades..... | 16 |
| Cuadro 3.1. Análisis bromatológico de la dieta de iniciación en base a ms..... | 22 |
| Cuadro 4.1 Comportamiento productivo de pollos de engorda, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de zeolita en etapa de iniciación | 24 |
| Cuadro 9.1 Análisis de varianza para incremento de peso | 34 |
| Cuadro 9.2 Análisis de varianza para el consumo de alimento | 34 |
| Cuadro 9.3 Análisis de varianza para conversión alimenticia..... | 34 |
| Cuadro 9.4 Análisis bromatológico del alimento ofrecido | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 2.1 Principales países productores de pollo 2007 | 4 |
| Figura 2.2. Participación de la avicultura en la producción pecuaria 2010 | 5 |
| Figura 2.3 Producción anual de pollo 1994 – 2010 | 6 |
| Figura 2.4 Consumo per-cápita de carne de pollo, kg/cápita | 7 |
| Figura 2.5 Zeolita clinoptilolita: a), clinoptilolita-k, b) clinoptilolita-na y c) clinoptilolita-ca | 17 |

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la avicultura productora de carne en México, al igual que muchas de las actividades ganaderas, enfrentó cambios significativos en el entorno económico en que se desenvuelve, lo cual provocó variantes en los ritmos de crecimiento de la producción, siendo el incremento de precio de los insumos alimenticios uno de los cambios que en mayor medida influye en la producción ganadera (SAGARPA, 2009).

Esta industria avícola es muy competitiva, de manera que obliga a mantener una eficiencia productiva para permanecer constante en el mercado en condiciones económicamente rentables; como se menciona anteriormente, el incremento del insumo alimenticio, que generalmente representa el 70 % de los costos de producción, es el punto más importante que el técnico y/o productor debe de observar con atención, debido a los constantes cambios mencionados que experimenta el mercado agrícola y tecnológico ofreciendo nuevas alternativas en ingredientes y aditivos, que pueden utilizarse con ventaja económica en las fases del proceso de producción (Paredes, 2008).

El SENASICA (2009) reporta que en nuestro país la avicultura con todos los cambios económicos ocurridos en los últimos tiempos y el rápido crecimiento de la población trayendo con ellos una mayor demanda de cantidad y calidad de producto pecuario, es la rama de la ganadería nacional que se encuentra en un nivel tecnológico desarrollado y favorable debido a la incorporación de recientes avances genéticos y alimentación, es por ello que esta industria está plenamente consolidada y compite con la de los países mas industrializados.

Una práctica común en la alimentación animal según el NRC (1998) es la inclusión de aditivos, tales como agentes antimicrobianos, enzimas, antioxidantes, absorbentes y agentes de control de olor. Las zeolitas han sido aplicadas en diferentes experimentos que mostraron resultados favorables en la nutrición avícola. Estas son minerales aluminosilicatos cristalinos, formados por silicio, aluminio, oxígeno e hidrógeno, poseen propiedades tales como ganar y perder agua reversiblemente y poseen alta capacidad de intercambio iónico, gracias a que cuentan con infinitas estructuras tridimensionales mejor dicho poros (Mumpton y Fishman, 1977)

Ya que se ha utilizado la zeolita en la alimentación animal y se han encontrado resultados favorables, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de tres niveles (0, 3 y 6 %) de zeolita tipo clinoptilolita en dieta de pollos de engorda en etapa de iniciación, en base al comportamiento productivo (incremento de peso, consumo y conversión alimenticia).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de carne de pollo en México

La avicultura dentro de la conformación porcentual de la producción de carnes en México abarca el 46.9 %, lo cual la consolida como la rama de la producción con mayor aporte al mercado interno de carne, con un volumen de 2. 635 miles de toneladas. Su ritmo de crecimiento, es el segundo en magnitud durante los últimos diez años, siendo de 4.3 %, con lo cual ha incrementado su participación dentro de la producción total (Claridades Agrop., 2010).

Dentro de los principales estados productores de carne de pollo en México se encuentran, en primer lugar Jalisco con 11.34 %, seguido por Veracruz con 10.69 %, Durango 9.40 %, Querétaro 8.06 %, Aguascalientes 7.6 %, Guanajuato 6.42 %, Puebla 5.87 %, Chiapas 5.60 % y Sinaloa con 5.54 % y el resto del país participa con un 29.48 % (SIACON, 2010).

De la misma manera nuestro país participa en la producción de pollo a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar (Figura 2.1), seguido de algunos países altos en población, como: Estados Unidos de América con una producción de 16 millones de toneladas (21.54 %), China con 10.86 millones de toneladas (14.61 %), Brasil con 8.67 millones de toneladas (11.67 %), México con 2.5 millones de toneladas (3.37 %), y por último la India en quinto lugar con 2.2 millones de toneladas (2.96 %), (Financiera Rural, 2009).

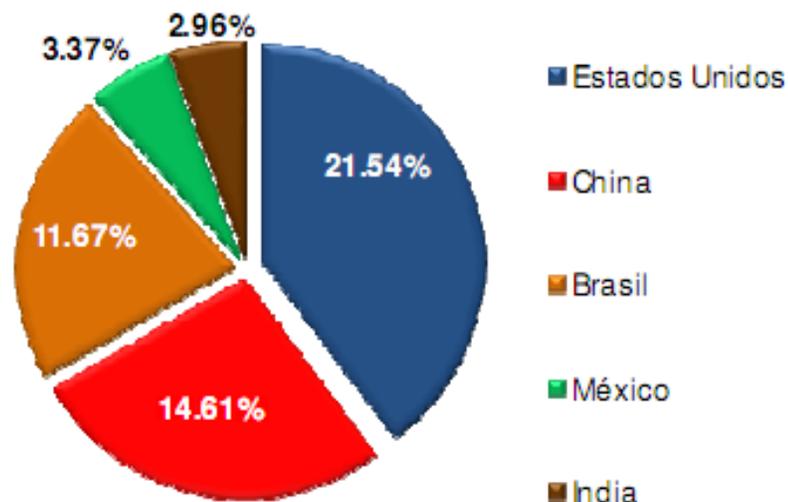


Figura 2.1 Principales países productores de pollo 2007 (Financiera Rural, 2009).

En el año 2007, a nivel mundial se produjeron 74.29 millones de toneladas de carne de pollo, distribuidos principalmente en 204 países según estadísticas de la FAO (2007).

Según la Unión Nacional de Avicultores (2010) el sector avícola mexicano participa con el 63.4 % de la producción pecuaria nacional (Figura 2.2); 33.7 % lo aporta la producción de pollo de engorda, 29.1 % la producción de huevo y 0.20 % la producción de pavo. En 2010 esta producción contribuyó con el 0.7 % en el PIB total, el 19.5 % en el PIB agropecuario y el 31.8 % en el PIB pecuario.

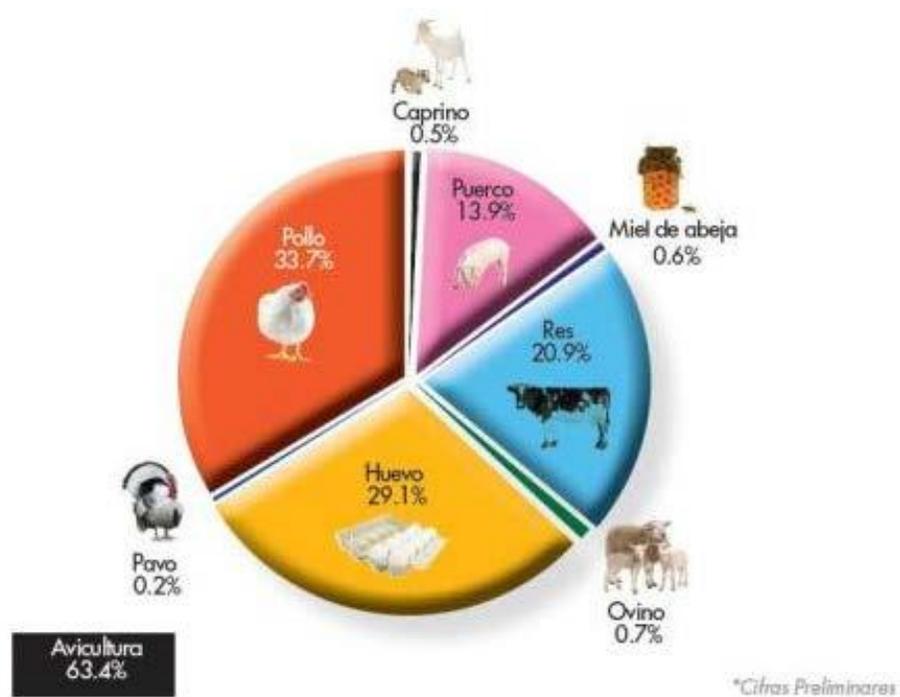


Figura 2.2 Participación de la Avicultura en la Producción Pecuaria 2010 (UNA, 2010).

SIAP (2011) confirma que en 2011 la producción total de carne en canal fue de 5' 873, 086 ton, de este valor el 47 % lo aportó la carne de ave. Por lo que la producción de carne de ave en el año 2011 fue de 2' 769,552 ton, y en comparación al 2010 en que se produjo 2' 681, 116 ton, representó un aumento de 88, 436 ton, es decir un incremento del 3.3 % entre estos 2 años.

A nivel nacional, la producción total de ganado en pie y en canal de ave ha mostrado un crecimiento sostenido desde el año 2000 (Financiera Rural, 2009 b). Con relación al crecimiento de la producción de carne en canal de pollo durante el periodo 1994 a 2010 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual promedio de 4.6 % (Figura 2.3).

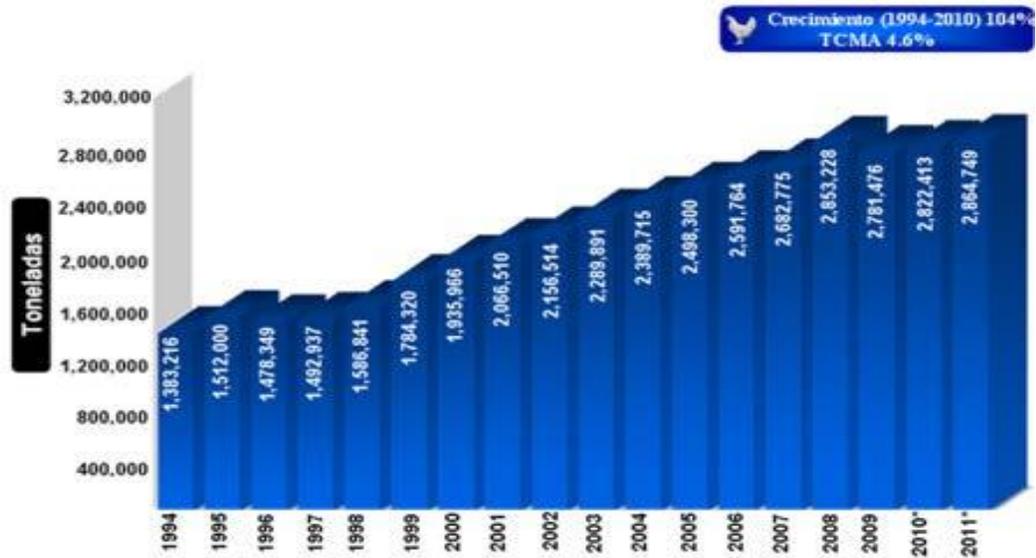


Figura 2.3 Producción anual de pollo 1994 – 2010 (UNA, 2011)

El consumo per-cápita de carne de pollo en el país ha crecido a un ritmo anual de 3.5 %, entre 1999 y 2009, para ubicarse en 7, 067 ton. En lo que respecta al consumo per-cápita de pollo (Figura 2.4), este ha aumentado de 15.83 kg en 1994 a 26 kg durante 2010 con una variación de 10.17 kg y una tasa de crecimiento anual de 3.1 %. Se estimó que para finales de 2011 el consumo per-cápita de carne de pollo alcanzara los 26.1 kg (UNA, 2010).

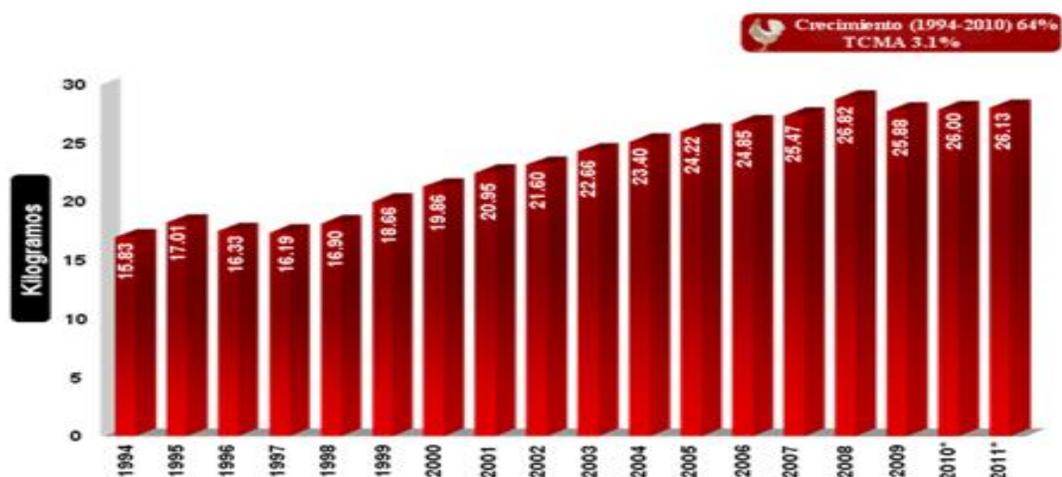


Figura 2.4 Consumo per-cápita de carne de pollo, kg/cápita (UNA, 2010).

2.2 Requerimientos Nutricionales del Pollo de Engorda

Las dietas de ave de corral se componen principalmente de una mezcla de varios alimentos, como granos de cereal, harina de soya, subproductos animales, grasas, vitaminas, aditivos y pre mezclas minerales. Estos alimentos junto con el agua proporcionan la energía y nutrientes esenciales para el crecimiento de las aves, reproducción y salud, es decir, proteínas, aminoácidos, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. La energía necesaria para mantener el metabolismo en general de las aves y para la producción de carne y huevo, es proporcionada por los componentes de la energía que producen las dietas, sobre todo los carbohidratos, grasas y proteínas (NRC, 1994).

El propósito principal de los nutrientes en el pollo de engorda es el de conseguir el mayor peso en el menor tiempo posible, por ello surge la necesidad de gran importancia de recibir en su alimentación los compuestos antes mencionados (Cuca *et al.*, 1996). Estos componentes

deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular, favoreciendo de esta manera con eficiencia y rentabilidad en la producción (Cobb-Vantress, 2008).

La energía no es propiamente un nutriente, pero es una forma de interpretar los nutrientes que producen energía al ser metabolizados; es necesaria para llevar a cabo las funciones metabólicas de las aves y su desarrollo corporal, por lo que aunque el animal no esté fisiológicamente en estado de producción siempre necesitara de ella. Se ha utilizado tradicionalmente la energía metabolizable (EM) en las dietas de aves para describir su contenido energético, esta EM describe la cantidad total de energía del alimento consumido menos la cantidad de energía excretada (Cobb-vantress, 2008) en heces y orina. La concentración energética en la dieta para los pollos de engorda es de 3,200 kcal de EM/kg (NRC, 1994); Por otra parte López y Lesson, (2007) y Church *et al.* (2007) citan que la cantidad de EM depende de la etapa en que se encuentre el animal con un requerimiento de 3,100 a 3,204 kcal de EM/kg.

Los carbohidratos conforman la principal fuente de energía para las aves y constituyen la porción más grande de la dieta (Ávila, 1990). Granos como el maíz, sorgo y trigo son fuentes importantes de carbohidratos ya que contienen nutrientes como el almidón, sacarosa, otros disacáridos y azúcares simples.

Las grasas son la forma principal en que se almacena la energía y a diferencia de los carbohidratos contienen 2.25 veces más de ella. Son importantes para la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y como fuentes de ácidos grasos esenciales como el ácido linoléico y linolénico.

Las proteínas se caracterizan por formar parte de todas las células vivas y de participar en la mayoría de las reacciones químicas vitales del metabolismo animal. Se encuentran constituidas por veintidós aminoácidos que forman los diferentes tipos de proteína en las canales de las aves. Estos aminoácidos se clasifican en esenciales, semi-esenciales y no esenciales según la capacidad del organismo para obtenerlos (Cuadro 2.1), (Mc Donald *et. al.*, 2006).

Cuadro 2.1. Clasificación nutricional de aminoácidos fisiológicamente esenciales para el pollo.

| ESENCIALES (no sintetizados por el ave) | Semi-esenciales (sintetizados de sustratos limitados) | No esenciales (sintetizados de sustratos simples) |
|---|---|---|
| Arginina | Tirosina | Alanina |
| Lisina | Cistina | Acido Aspártico |
| Histidina | Hidroxilisina | Asparagina |
| Leucina | | Acido glutámico |
| Isoleucina | | Glutamina |
| Valina | | Hidroxiprolina |
| Metionina | | Glicina |
| Treonina | | Serina |
| Triptófano | | Prolina |
| Fenilalanina | | |

(Ávila, 1990)

Mc Donald *et al.* (2006) Mencionan que las fuentes proteicas principales usadas en la alimentación de los pollos son las de origen vegetal, tales como: pasta de cacahuete, cártamo, algodón y ajonjolí; el problema que estas presentan es que tienen un bajo contenido de lisina, que es el aminoácido limitante en los granos, por lo contrario se recurre a la pasta de soya, fuente proteica cuyo balance de aminoácidos complementa las diferencias de los granos. Gernat (2006) señala que la inestabilidad de aminoácidos en la dieta debido a una mala formulación del alimento o por una mala digestibilidad de los ingredientes del mismo puede presentar disminuciones para el consumo de alimento y pérdidas en la conversión alimenticia.

Los requerimientos de proteínas para la producción de pollos de engorda va de 18 a 23 % de proteína (Church *et al.*, 2007).

Las vitaminas son componentes naturales de los alimentos, estando presente en cantidades muy pequeñas. Su naturaleza es orgánica, producen efectos estimulantes en el crecimiento, activan, regulan e intervienen en casi todos los procesos orgánicos. No son generalmente producidas por el organismo en cantidades suficientes como para cubrir los requerimientos fisiológicos, de manera que tienen que ser incluidas en la dieta. Las vitaminas más necesarias son las del complejo B (B₁, B₂, B₆ y B₁₂) y las liposolubles A, D, E, K (Millán, 2012).

Los requerimientos de minerales de las aves están determinados por varios aspectos como son: especie, raza, línea, edad, estado productivo, salud, manejo y ambiente. Los minerales son nutrientes especiales para los animales y deben estar presentes en la cantidad adecuada ya que forman casi el 5 % del peso corporal; forman parte de componentes enzimáticos y otros como el calcio, fosforo y manganeso son un deposito

especializado en los huesos. Sin embargo los minerales pueden ser tóxicos si se administran en cantidades excesivas, por lo que algunos minerales como los trazas se encuentran en el organismo animal en cantidades inferiores a 50 mg/kg y son necesarios en cantidades inferiores a 100 mg/kg en la ración (NRC, 1994; Shimada, 2009).

El agua es necesaria para el desarrollo de la vida, es un nutriente esencial aunque no podría afirmarse como un requerimiento, el 50 % del peso del ave adulto y el 78 % del pollito recién nacido se constituye de agua. Es el medio para que las funciones químicas del cuerpo se realicen, de importancia en la absorción de nutrientes, ayuda a eliminar productos de desechos, ablanda el alimento para la digestión y controla la temperatura corporal. Las aves deben de beber tanta agua como la cantidad de alimento consumido en una base de peso, pero el consumo de agua en realidad es muy variable (NRC, 1994; Ávila, 1990).

2.3 Etapas de alimentación en pollos de engorda

Para lograr la velocidad de crecimiento del pollo de engorda actual, Gómez *et al.* (2011) cita que es resultado en gran parte de una buena selección genética, así como por un mayor conocimiento de las funciones de los nutrimentos ofrecidos en la alimentación y desde luego por el conocimiento de etapas o fases de alimentación para cubrir los requerimientos nutricionales; a su vez definen estas fases o etapas como: “las diferentes divisiones que se realizan para la máxima utilización de los alimentos y nutrimentos”. Las etapas de alimentación se basan en procesos metabólicos y fisiológicos del animal, cuyo objetivo es dar al animal los nutrimentos aptos en una determinada edad y reducir pérdidas.

Rebollar (2002) señala que debido a que actualmente la explotación de pollo de engorda se realiza de manera intensiva es de gran importancia

llenar los requerimientos nutricionales del animal en cada etapa. Por esto es que los programas de alimentación se forman generalmente de 2 fases o etapas (iniciación y finalización).

Según Portsmouth (1986) las aves necesitan recibir los nutrientes necesarios en cada una de las fases o etapas de su desarrollo mencionados, pero es de gran importancia que los reciban en las primeras semanas (iniciación) ya que es cuando más lo requiere el ave.

El NRC (1994) señala tres fases o etapas de alimentación: iniciación, desarrollo y finalización (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Programa de alimentación en pollo de engorda en 3 fases

| EDAD EN SEMANAS | FASE |
|------------------------|---------------------|
| 0-3 | Iniciación |
| 3-6 | Desarrollo |
| 6 al mercado | Finalización |

(NRC, 1994)

2.4 Aditivos utilizados en alimentación animal (no rumiantes).

Los aditivos utilizados en la alimentación animal en la actualidad son muy variados y numerosos; existen varias definiciones de aditivo, entre ellas destaca la de Ravindra (2010) que define a los aditivos como “sustancias, microorganismos o preparados distintos de las materias primas y premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua para influir favorablemente en varios factores”:

- ❖ Las características de los piensos o de los productos de origen animal.
- ❖ Las consecuencias ambientales de la producción animal.
- ❖ Los rendimientos productivos, el bienestar, la salud, mediante su influencia en el perfil de la flora microbiana intestinal o la digestibilidad de los alimentos.

El empleo de aditivos en la producción de animales no rumiantes actualmente va enfocado o visualizado especialmente a la sustitución de los promotores de crecimiento de origen antibiótico y a la disminución del deterioro ambiental; las alternativas de aditivos a utilizar son: los ácidos orgánicos, los aditivos fitogénicos y la zeolita natural (Castro, 2005).

2.5 Ácidos orgánicos

Se añaden a la dieta por su capacidad para reducir el pH de los alimentos y favorecen su conservación; su acción beneficiosa se relaciona con un incremento en la digestibilidad y retención de diversos nutrientes (minerales, proteína y energía), junto con alteraciones de la población microbiana del tracto gastrointestinal (Roth y Kirchgessner, 1999); los más utilizados en la alimentación animal son: el fórmico, láctico y propiónico y en menor medida: el acético, butírico, cítrico, málico y sórbico.

2.6 Aditivos fitogénicos

Son utilizados como alternativa a la prohibición de promotores de crecimiento de origen antibiótico, por poseer propiedades tales como: poder antimicrobiano, estimulan el consumo y la digestión, y son antioxidantes entre otros. Las plantas fundamentalmente las especias, son las sustituyentes de estos aditivos antibióticos prohibidos legalmente

en la Unión Europea y en otros lugares del mundo (Varley, 2002; Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Listado de plantas y su composición en sustancias beneficiosas

| <u>Forma vegetal</u> | <u>Parte utilizada</u> | <u>Principales compuestos</u> | <u>Propiedades</u> |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---|
| Especies aromáticas | | | |
| <i>Nuez moscada</i> | <i>Semilla</i> | <i>Sabinene</i> | <i>Estimula digestión, antidiarreico</i> |
| <i>Clavo</i> | <i>Clavos</i> | <i>Eugenol</i> | <i>Estimula digestión y apetito, antiséptico</i> |
| Espicias picantes | | | |
| <i>Pimienta</i> | <i>Fruto</i> | <i>Piperina</i> | <i>Estimula digestión</i> |
| <i>Rábano picante</i> | <i>Raíz</i> | <i>Alil isotiocianato</i> | <i>Estimula apetito</i> |
| <i>Jengibre</i> | <i>Rizoma</i> | <i>Zingerol</i> | <i>Estimulante gástrico</i> |
| Hierbas aromáticas y especias | | | |
| <i>Salvia</i> | <i>Hoja</i> | <i>Cineol</i> | <i>Estimula digestión, antiséptico, carminativo</i> |

2.7 Zeolitas

Las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos, hidratados de metales alcalinos, constituidas por aluminio, silicio, hidrogeno y oxígeno, tienen infinitas estructuras tridimensionales que le dan la capacidad de ganar y perder agua reversiblemente, así como capacidad de intercambio iónico. Las zeolitas fueron descubiertas en 1756 en forma de cristales bien formados, en las cavidades de la roca basal, por Baron Axel Fredrick

Cronstedt, un mineralogista sueco, quien les dio el nombre de origen griego "piedras hirviendo", en alusión a sus peculiares características espumantes cuando se calientan (Mumpton y Fishman, 1977).

La zeolita posee características atractivas, que van desde absorción, intercambio catiónico, deshidratación, rehidratación, propiedades de catálisis, que contribuyen directamente a su uso como en el cemento puzolánico, en la separación de oxígeno del aire, en la eliminación de NH_3 de agua potable, entre otros, así como suplementos dietéticos para mejorar la producción animal en el caso de este estudio para la avicultura, pollo de engorde (Mumpton, 1999; Sardi *et al.*, 2002).

Las características antes citadas sobre la zeolita, la hace adecuada para la alimentación animal, sin embargo, el efecto de la zeolita sobre las cantidades de consumo de alimento, aumento de peso, tasa de crecimiento, producción de huevo, peso, grosor de la cascara de huevo y calidad interna del huevo, se encuentran aún en discusión. Mientras que algunos experimentos reportan efectos benéficos gracias a la inclusión de zeolita en la dieta de las aves; otros experimentos no muestran cambios, incluso existen resultados con algunos efectos negativos. Las razones a esto pueden deberse al nivel de uso, tipo de zeolita (naturales o sintéticas) y los niveles de impureza en zeolitas naturales (Collazos, 2010).

Sand y Mumpton (1978) mencionan que la aplicación de zeolita en la dieta animal puede mejorar el índice de conversión y favorecer la absorción intestinal de los nutrientes, al disminuir la velocidad de tránsito del alimento en el aparato digestivo; lo cual permite un mejor comportamiento productivo. Durante la digestión atrae y captura micotoxinas que puedan estar presentes en el alimento; una vez fuera del animal al reaccionar con el amonio generado por la digestión, elimina o reduce los malos olores de las excretas.

2.8 Clases de Zeolitas

Según Sand y Mumpton (1978) existen varios tipos de zeolita, nueve principales, y que surgen en las rocas sedimentarias:

1. Chabazita
2. Clinoptilolita
3. Erionita
4. Mordenita
5. Estilbita
6. Ferrierita
7. Filipsita
8. Heulandita
9. Laumantita

En el Cuadro 2.4 se mencionan las zeolitas más importantes:

Cuadro 2.4 Zeolitas, mas importantes, formula representativa y propiedades.

| Zeolita | Fórmula | Estabilidad térmica | Capacidad de intercambio |
|----------------|---|---------------------|--------------------------|
| Heulandita | $\text{Ca}_4 (\text{A}_{18} \text{Si}_{28} \text{O}_{72}) 24 \text{H}_2\text{O}$ | Baja | 2.91 meq/g |
| Clinoptilolita | $(\text{Na}_4 \text{K}_4) (\text{A}_{18} \text{Si}_{40} \text{O}_{96}) 24 \text{H}_2\text{O}$ | Alta | 2.54 |
| Mordenita | $\text{Na}_8 (\text{A}_{18} \text{Si}_{40} \text{O}_{96}) 24 \text{H}_2\text{O}$ | Alta | 2.29 |
| Filipsita | $(\text{Na K}) 10 (\text{Al}_{10} \text{Si}_{22} \text{O}_{64}) 20 \text{H}_2\text{O}$ | Baja | 3.87 |

2.9 Zeolita tipo Clinoptilolita

Dentro de los usos de las zeolitas naturales la clinoptilolita ha alcanzado cada vez más aplicaciones; debido a sus propiedades porosas existe un creciente interés en la preservación y mejora del medio ambiente, así como sus usos en el campo de los catalizadores, intercambio iónico, separación de gas y una más extensa aplicación en la industria, agricultura y como aditivos en la alimentación animal (Bogdanov *et al.*, 2009).

Fleitas y Rodríguez (2011) afirman que la clinoptilolita es la más abundante de las zeolitas naturales; se encuentra en el grupo estructural perteneciente a la familia de la heulandita. A temperatura ambiente es un cristal monolítico, isoestructural, con un cierto predominio de los cationes: sodio (Na^+), calcio (Ca^{2+}) y potasio (K^+) (Figura 2.5) y aseveran que esta zeolita no produce daño biológico ni toxicidad durante el tránsito a través del tracto gastrointestinal del animal a comparación de zeolitas sintéticas; señalando que los minerales zeolíticos se descomponen en un medio fuertemente ácido, sin embargo, esto no se ha observado con la clinoptilolita, ya que es estable en este medio ácido, como se observa que sucede en el medio estomacal que es un medio fuertemente ácido.



Figura 2.5 Zeolita Clinoptilolita: a), clinoptilolita-K, b) Clinoptilolita-Na y c) Clinoptilolita-Ca

Se pueden mencionar los efectos benéficos de la clinoptilolita en la alimentación animal como son: mejor utilización de los nutrientes de la alimentación, efectos positivos en digestión entre otros ya mencionados; todos estos beneficios son debido a que esta zeolita participa en procesos bioquímicos tales como: intercambio iónico, adsorción, catálisis y de deshidratación-rehidratación. Demostrándose en varios estudios que el uso de clinoptilolita en dieta animal mejora la ganancia de peso y conversión de alimento en pollos de engorda (Fethiere et al., 1994; Olver, 1997).

Las Clinoptilolitas han demostrado que tienen un efecto positivo sobre la utilización metabólica de nitrógeno en aves de corral y cerdos, lo que sugiere puede ser posible para reducir concentraciones de sustancias nitrogenadas en las raciones de alimento sin afectar mucho el rendimiento de la producción de animales. Al incluir a las clinoptilolitas amoníaco, se puede reducir la excreción de nitrógeno en las heces y por lo tanto también disminuye sus concentraciones en establos de ganado y en el medio ambiente (Machácek *et al.*, 2010).

“Después de todo este compuesto (zeolita) de tan amplio espectro en la agricultura, ganadería e industria, tiene muy bien merecida su reputación por ser El Mineral del Siglo” (Zeolitech, 2009).

2.10 Utilización de Zeolita en la producción de pollo de engorda

El empleo de zeolita en la alimentación de las aves ha presentado enorme éxito, debido a que aumenta la eficiencia de utilización de los nutrientes y en general los indicadores productivos, lo que convierte a este mineral como una alternativa esperanzadora, ya que en la actualidad lo que se busca es garantizar ahorro de proteína en la alimentación, suplementación

de aminoácidos para mayor eficiencia nutritiva y menor contaminación ambiental (Acosta *et al.*, 2005).

En una investigación realizada por Alvear *et al.* (2009) con una camada de 240 pollos se reportó que la inclusión del 2 % de zeolita en la dieta fue diferente estadísticamente a los demás tratamientos (0, 4 y 6 %) aumentando el peso corporal promedio y mostrando favorables resultados en la conversión alimenticia con el 4 %; así mismo destacando que para el 2 y 4 % de zeolita en la dieta los índices de mortalidad fueron igual a 0.

Entre otros experimentos o investigaciones se encuentra Arroyo *et al.* (2002) quienes trabajaron con 1600 pollos de 1 a 47 días de edad, en un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos de zeolita tipo clinoptilolita; concluyendo que con 2.5 % de zeolita incluida en la dieta se obtienen máximos rendimientos de la canal en hembras y machos; y que con inclusión del 2.5 y 5 % de clinoptilolita se disminuye el consumo alimenticio y mejora la conversión de alimento en las diferentes fases productivas del pollo de engorda.

González y Cira (2000) evaluaron el efecto de adición de diferentes niveles de zeolita (0, 1.5, 3, 4.5 y 6 %) sobre digestibilidad de una dieta comercial y la respuesta animal en pollos de engorde; concluyeron que la incorporación de zeolita en 3 % en las dietas mejoró la digestibilidad y las diferentes variables productivas en pollos de engorda.

Se realizó un experimento por Veitia y González (1999) para evaluar índices productivos, rendimiento en canal y la velocidad de tránsito del alimento en 240 pollos de engorda utilizando varios niveles de zeolita en la dieta (0, 4, 8 y 16 %) los cuales no mostraron diferencias estadísticas en la fase de iniciación, sin embargo, en la fase final se obtuvieron diferencias

significativas ($P < 0.05$) en el peso, consumo y conversión alimenticia, siendo el tratamiento con 4 % de zeolita el mejor.

2.11 Hipótesis

La zeolita tipo Clinoptilolita mejora el comportamiento productivo de los pollos de engorda (consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia) en la etapa de iniciación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de trabajo

La investigación fue realizada en las instalaciones de la nave avícola en los laboratorios de Nutrición y Reproducción Animal, dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila; con coordenadas de 25° 22' 44" N y 100° 00' 00" O con una altura de 1776 m. El clima es reportado por García (1987) BShwx (e), refiriéndose a un clima muy seco a semicálido, invierno seco extremoso y temperaturas medias anuales entre 12 y 18 °C. El periodo de lluvias es escaso en el año, con una precipitación media anual de 298.5 mm.

3.2 Materiales

El experimento se llevo a cabo con 108 pollos no sexados de línea o estirpe Ross, en la etapa de iniciación (1 a 22 días), se trabajo con bloques al azar con 3 tratamientos y tres repeticiones de acuerdo a la combinación de 3 niveles de zeolita tipo clinoptilolita (0, 3 y 6 %). En cada repetición se utilizaron 12 pollos, con un peso promedio inicial de 0.1002 kg y peso final de 1.1473 kg.

Los pollos se alojaron en 9 jaulas con piso de concreto y techo de lámina galvanizada, bloqueando por peso inicial. Se vacuno contra Newcastle y Gumboro antes del inicio del experimento. Se registraron los datos de incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia al inicio y al final de la etapa de prueba. El alimento fue ofrecido al libre acceso, utilizando una dieta comercial.

La incorporación de la Zeolita tipo Clinoptilolita fue en sustitución de la dieta en los niveles antes mencionados (0, 3 y 6 %). El consumo alimenticio fue

estimado restando el rechazo a lo ofrecido. La mezcla de Clinoptilolita y dieta comercial fue realizada manualmente.

3.3 Análisis Bromatológico

Se realizó análisis bromatológico al alimento comercial utilizado durante el periodo del experimento (Cuadro 3.1) de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1997).

Cuadro 3.1. Análisis bromatológico de la dieta de iniciación en base a MS.

| Determinación | Zeolita (%) | | |
|----------------------|--------------------|----------|----------|
| | 0 | 3 | 6 |
| Humedad (%) | 8.1333 | 8.0333 | 8.2966 |
| MST (%) | 91.8666 | 91.9666 | 91.7033 |
| Cenizas (%) | 12.5800 | 18.6633 | 17.9400 |
| Proteína Cruda (%) | 17.8428 | 15.9218 | 15.2972 |
| Fibra | | | |
| Cruda (%) | 3.9153 | 3.9584 | 3.7359 |
| EE (%) | 3.9005 | 3.8345 | 3.3495 |
| ELN (%) | 58.4089 | 53.9227 | 56.0358 |

3.4 Análisis estadístico

En esta etapa de iniciación fueron evaluadas las siguientes variables: consumo de alimento en base a materia seca (MS) kg/etapa, incremento de peso kg/etapa y conversión alimenticia kg.

Para el análisis estadístico de las variables antes mencionadas, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar (Steel y Torrie, 1980).

4. RESULTADOS

El incremento de peso, el consumo de alimento (MS) y la conversión alimenticia se muestran en el cuadro 4.1. Para el comportamiento productivo **incremento de peso** no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para los tres tratamientos ($P>0.05$), pero se observó un mayor resultado para el tratamiento 2 (3 % de zeolita), seguido por el testigo (0 % de zeolita). Y el tratamiento 3 donde se utilizó el 6 % de zeolita en la alimentación, se obtuvo los resultados más bajos. En el **consumo de MS** se obtuvieron resultados similares en los tratamientos 1 y 2 (0 y 3 % de zeolita), observando resultados más bajos en el tratamiento tres (6 % de zeolita). Pero no se observaron diferencias estadísticamente significativas para ningún tratamiento ($P>0.05$). Para **conversión alimenticia** se obtuvieron valores similares entre los tratamientos 1 y 3 (0 y 6 % de zeolita), observando una mejor conversión en el tratamiento 2 (3 % de zeolita). Como en los casos anteriores no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos utilizados ($P>0.05$).

Cuadro 4.1 Comportamiento productivo de pollos de engorda, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de zeolita en etapa de iniciación

| Zeolita (%) | | | P>F |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0 | 3 | 6 | |
| Incremento de peso (kg/día) | | | |
| 1.052333 ^a | 1.102667 ^a | 0.986333 ^a | 0.367 |
| Consumo MS (kg/día) | | | |
| 1.834333 ^a | 1.844000 ^a | 1.679667 ^a | 0.431 |
| Conversión alimenticia | | | |
| 1.742000 ^a | 1.672667 ^a | 1.704000 ^a | 0.358 |

^{a, b} Promedios con igual literal dentro de hilera no son significativos ($P>0.05$).

5. DISCUSIÓN

Los porcentajes de zeolita tipo clinoptilolita (0, 3 y 6 %) incluidos en la dieta de pollos de engorda del presente trabajo no mostraron diferencias significativas sobre el comportamiento productivo y tampoco lo afectó negativamente; al agregar zeolita en la dieta, el costo de ésta disminuye.

En la investigación de Veitia y Gonzáles (1999), utilizan un porcentaje similar al empleado en este trabajo (3 y 4 %) obteniendo resultados significativos en una etapa de finalización, mas no reporta resultados para la fase de iniciación que es en lo que se enfoca este trabajo.

Strakova *et al.*, 2008 trabajaron con 400 pollos de engorda de línea Ross 308, machos y hembras en donde se utilizó zeolita tipo clinoptilolita en proporciones de 0.5 % de 1 a 10 días de edad, 1.5 % de 10 a 30 días y 2.5 % de 30 a 40 días obteniendo resultados positivos en el comportamiento productivo a partir de la inclusión del 1.5 % de zeolita en la dieta, siendo así este tratamiento el que mostro resultados significativos en comparación al testigo (0.5 % de zeolita); con lo cual se muestra que el cambio positivo fue en parte en la fase de iniciación a partir del día 10; los resultados de esta investigación difiere de los plasmados en el presente trabajo, se compara el 1.5 % de zeolita con el 3 % de zeolita que fue el que mostro resultados diferentes solo numéricamente en este trabajo.

Finalmente los datos obtenidos en esta investigación no muestran cambios significativos para el comportamiento productivo (consumo de MS, conversión alimenticia e incremento de peso) y tampoco lo afectan negativamente; cabe mencionar que numéricamente el 3 % de zeolita incluido en la dieta fue el que favoreció los resultados en incremento de peso y consumo de MS y el 0 % de zeolita en la dieta fue el que numéricamente favoreció la conversión alimenticia.

Cabe mencionar que la diferencia en resultados con otras investigaciones pueden deberse a varios aspectos como pueden ser: el número de animales con los que se está experimentando y también dependerá de los puntos de vista biológico y económico, así como también podrían ser la cantidad de zeolita a incorporarse, es decir, si se da continuidad con esta investigación podrían probarse tal vez las siguientes proporciones de zeolita en la dieta: (0 %, 3 %, 3.5 % y 4 %) ya que sabemos que numéricamente los resultados de esta investigación favorecieron positivamente con el 3 % de zeolita incluido en la dieta en incremento de peso y consumo de MS.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este experimento no arrojaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$), para el comportamiento productivo de los pollos utilizados en este experimento. Numéricamente, se observó que el tratamiento donde se utilizó el 3 % de zeolita tipo clinoptilolita en la dieta se obtuvieron los mejores resultados productivos a comparación de los tratamientos testigo (0 %) y 6 % de zeolita.

7. RESUMEN

Se realizó una investigación en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con 108 pollos no sexados de línea o estirpe Ross, en la etapa de iniciación (1 a 22 días), para determinar el efecto de la zeolita (clinoptilolita) sobre el comportamiento productivo de estos animales. Se trabajo con bloques al azar con 3 tratamientos y tres repeticiones de acuerdo a la combinación de 3 niveles de zeolita tipo clinoptilolita (0, 3 y 6 %). En cada repetición se utilizaron 12 pollos, con un peso promedio inicial de 0.1002 kg y peso final de 1.1473 kg. Los pollos se alojaron en 9 jaulas con piso de concreto y techo de lámina galvanizada, bloqueando por peso inicial. Se vacuno contra Newcastle y Gumboro antes del inicio del experimento. Se registraron los datos de incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia al inicio y al final de la etapa de prueba. El alimento fue ofrecido al libre acceso, utilizando una dieta comercial. La incorporación de la Zeolita tipo Clinoptilolita fue en sustitución de la dieta en los niveles antes mencionados (0, 3 y 6 %). El consumo alimenticio fue estimado restando el rechazo a lo ofrecido. Se realizo análisis bromatológico al alimento comercial utilizado durante el periodo del experimento de a cuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1997). Concluyendo que los resultados obtenidos en este experimento no arrojaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) para el comportamiento productivo de los pollos utilizados en este experimento. Numéricamente, se observo que el tratamiento 2 donde se utilizó el 3% de zeolita en la dieta se obtuvieron los mejores resultados productivos para consumo de MS e incremento de peso a comparación de los tratamientos 0 y 6 % y para conversión alimenticia favoreciendo numéricamente el 0 % en comparación al 3 y 6 %.

Palabras Clave: zeolita, clinoptilolita, pollos, iniciación, dieta, nutrición.

8. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1997. Official methods of analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 1018 p.
- 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 Cienc. Agríc. 3: 319-325.
- Alvear, C. E., J. M. Quilambaqui, C. P. Álvarez y A. J. Rodríguez. 2009. Evaluación de zeolitas naturales mezcladas en la dieta para la alimentación de pollos de engorda (Broiler) en el Cenae-Espol. Artículo de Tesis de grado. Escuela Superior del Litoral. Ecuador. PP. 10.
- Arce, M. J., E. A. González., y C. V. Peláez. 1991 Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. Univ. Aut. Nac. de Mex. México, DF. Ciencia Veterinaria. 14-46.
- Arroyo, L. A., M. A. Muñiz y H. R. Rojas. 2002. Inclusión de una zeolita (clinoptilolita) y de diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento productivo del pollo de ceba. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 3: 319-326.
- Ávila, G. E., 1990. Alimentación de las aves. Segunda edición. Editorial Trillas. México D.F. Pg. 9-34
- Bogdanov, B., Georgiev D., Angelova K., Yaneva K. 2009. Natural Zeolites: Clinoptilolite Review. International Science Conference. Stara Zagora, Bulgaria.
- Castro, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 39:451-458
- Church, D.C., w. G. Pond y K.R. Pond. 2007. Fundamentos de Nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, México D.F. 2° ed. 636 PP.
- Claridades Agropecuarias. 2010. La producción de carnes en México. Rev. Clar. Agrop. 207. 19-20.
- Cobb-Vantress, 2008. Guía de manejo del pollo de engorda consultado en: www.cobbvantress.com/contactus/brochures/BroilerGuideSPAN.pdf Pg. 49-50

- Collazos, G. H. 2010. La aplicación de zeolita en la producción avícola: Revisión. (RIAA) Revista de investigación agraria y ambiental. 1 (1): 17-23. Consultado en: www.siap.gob.mx
- Cuca, G. M., E. Ávila G. y Arturo Pró M., 1996. Programa de alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Fethiere, R., Miles R. D., Harms R. H. 1994. The utilization of sodium in sodium zeolite A by broilers. Poultry Sci. 73: 118-12.
- Financiera Rural, 2009 b. Situación actual y perspectiva de la carne de pollo en México. Encontrado en: www.financierarural.gob.mx Pg. 12-30
- Financiera Rural, 2009. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Monografía Pollo. Consultado en www.financierarural.gob.mx
- Fleitas, E. A. S., y Rodríguez, F. G. 2011. Zeolitas naturales de utilidad en la práctica médica. Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Vascular. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.
- García, E. 1987. Modificación al sistema de clasificación climática de kôppen. 4ª edición. Sin editorial. México. Pg. 217.
- Gernat Ph. D. Abel, 2006. Avicultura. Consumo de Alimento de Pollo de Engorde de A a Z. consultado en www.engormix.com
- Gómez, R. S., Gómez, A. Cortés, C. López y E. Ávila. 2011. Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. Vet. Méx., 42:4
- González, A., y Cira del R. 2000. Efecto de la adición de zeolita natural sobre la digestibilidad y la respuesta animal en pollos de engorda. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 74 p.
- Kamel, C. 2000. A novel look at a classic approach of plants extracts. Feed Mix Special, pp. 19
- Lopez, G. y S. Leeson. 2007. Relevance of Nitrogen Correction for assessment of Metabolizable Energy with Broilers to Forty-Nine days of Age. 86: 1696-1704

- Machacek, M., V. Vecerek., N. Mas., P. Suchy., E. Estrakova., V. Serman., I. Herzag. 2010. Effect of the Feed Additive Clinoptilolite (ZeoFeed) on Nutrient Metabolism and Production Performance of Laying Hens. Faculty of Veterinary Medicine. University of Zagreb, Croatia.
- McDonald, RA Edward, JFD Grenhalgh, CA Morgan, 2006. Nutrición animal. Sexta edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España).
- Millán, A. R. A. 2012. Evaluación de un complejo enzimático en el comportamiento productivo de pollo de engorda.
- Mumpton, F. A y P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. J Anim. Sci. 45:5.
- Mumpton, F. A. 1999. La Roca Mágica: Uses of Natural Zeolites in agriculture and industry. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 96: 3463-3470.
- N.R.C. 1994. Nutrient requirements of Poultry. National Research Council. National academy of sciences. Washington, D.C. USA.
- NRC. 1994. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994. Subcommittee on Poultry Nutrition. Documento disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/2114.html>
- NRC. 1998. National Research Council. Nutrient Requirements of swine. 10th ed. National Academy Press, Washington, D. C.
- Olver, M. D. 1997. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. Poultry Sci. 38: 220-222.
- Paredes Mazón Edison, 2008. Efecto de un complejo enzimático y restricción de energía y proteína en dietas con base en maíz y torta de soya en la producción de ponedoras semipesadas. Consultado en www.egormix.com
- Paredes, A.M. 2010. Factores causantes del síndrome ascítico en pollos de engorda. Univ. Nac. de Cajam. Cajamarca, Perú. Facultad de medicina veterinaria. 1-4.
- Portsmouth J., 1986. Avicultura práctica, Editorial Continental S. A. De C. V. México. Pp. 73

- Ravindran, V. 2010. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. Institute of food, nutrition and human health, Massey University, Palmerston. XXVI curso de especialización FEDNA.
- Rebollar, Serrano M.E. 2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extrudidos y malta de cebada. Tesis Maestría. Universidad de Colima. Pg. 43
- Reyes S., E. 2001. Diferentes niveles de lisina en dietas para pollos de engorda con dos programas de alimentación, su efecto sobre la uniformidad y rendimientos de la canal, con análisis econométrico para estimar los niveles óptimos biológicos y económicos. Tesis Dr. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima.
- Roth, F.X. y Kirchgessner, M. 1999. 50th Annual Meeting EAAP. Zurich, Suiza.
- SAGARPA. 2009. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México. Boletín electrónico. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganadería>
- Sand, L. S. y F. A. Mumpton. 1978. Natural Zeolites: Occurrence, Properties and Uses. Pergamon Oxford. Pp 451-462.
- Sardi, L., G, Martelli., y P. Parisini., 2002. The effects of clinoptilolite on piglet and heavy pig production. J Anim. Sic. 1:103 – 111
- SENASICA, 2009. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Pollo de Engorda. Consultado en www.senasica.gob.mx
- Shimada, A. 2009. Nutrición Animal. Editorial Trillas, México D.F. 2ª ed. 397 PP.
- SIACON. 2010. Base de datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.
- SIAP, 2011. Avance comparativo nacional de la producción pecuaria.

- Strakova, E., R. Pospíšil, P. Suchy, 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. Department of Nutrition Animal Husbandry and Animal Hygiene. 77:199-207 PP.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A Biometrical Approach. 2th. Edition. McGraw-Hill book Co. New York.
- UNA, 2010. Unión Nacional de Avicultores. Consultado en www.una.org.mx
- UNA, 2011. Unión Nacional de Avicultores. Consultado en www.una.org.mx
- Varley, M. 2002. Real future for herbal nutraceuticals. Pig Progress, 18:34
- Veitia R., J.A. y González A., C. 1999. Evaluación del comportamiento productivo, canal y tránsito de digesta en pollos de engorde, sometidos a dietas con diferentes niveles de zeolita natural. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Zeolitech, 2009. Todos los derechos reservados. Consultado en : <http://www.zeolitech.com.mx/?gclid=CNrI1LG6jLUCFbAWMgodG2gAoQ>

9. APÉNDICE

9.1 Análisis de varianza para incremento de peso

| <i>FV</i> | <i>GL</i> | <i>SC</i> | <i>CM</i> | <i>F</i> | <i>P>F</i> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.020423 | 0.010211 | 1.3025 | 0.367 |
| BLOQUES | 2 | 0.009521 | 0.004760 | 0.6072 | 0.591 |
| ERROR | 4 | 0.031360 | 0.007840 | | |
| TOTAL | 8 | 0.061303 | | | |

9.2 Análisis de varianza para el consumo de alimento

| <i>FV</i> | <i>GL</i> | <i>SC</i> | <i>CM</i> | <i>F</i> | <i>P>F</i> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.051020 | 0.025510 | 1.0514 | 0.431 |
| BLOQUES | 2 | 0.037779 | 0.018889 | 0.7785 | 0.520 |
| ERROR | 4 | 0.076584 | 0.024262 | | |
| TOTAL | 8 | 0.185848 | | | |

9.3 Análisis de varianza para conversión alimenticia

| <i>FV</i> | <i>GL</i> | <i>SC</i> | <i>CM</i> | <i>F</i> | <i>P>F</i> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|
| TRATAMIENTOS | 2 | 0.007233 | 0.003616 | 1.3468 | 0.358 |
| BLOQUES | 2 | 0.010656 | 0.005328 | 1.9844 | 0.252 |
| ERROR | 4 | 0.010740 | 0.002685 | | |
| TOTAL | 8 | 0.028629 | | | |

9.4 Análisis bromatológico del alimento ofrecido

| Determinación | Zeolita (%) | | |
|--------------------|-------------|---------|---------|
| | 0 | 3 | 6 |
| Humedad (%) | 8.1333 | 8.0333 | 8.2966 |
| MST (%) | 91.8666 | 91.9666 | 91.7033 |
| Cenizas (%) | 12.5800 | 18.6633 | 17.9400 |
| Proteína Cruda (%) | 17.8428 | 15.9218 | 15.2972 |
| Fibra Cruda (%) | 3.9153 | 3.9584 | 3.7359 |
| EE (%) | 3.9005 | 3.8345 | 3.3495 |
| ELN (%) | 58.4089 | 53.9227 | 56.0358 |

MST: Materia seca total. FDN: Fibra detergente neutra. ELN: Extracto libre de nitrógeno. EE: Extracto etéreo. FDA: Fibra detergente acida.