

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Evaluación de zeolita sobre el comportamiento productivo de pollos de
engorda en etapa de finalización

Por:

Eusebio Veliz de los Santos

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación de zeolita sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda en la etapa de finalización

Tesis presentada por Eusebio Veliz de los Santos como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista ante el jurado examinador siguiente:

Presidente del Jurado



Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal



Dr. Roberto García Elizondo

Vocal



M.C. Bulmaro Méndez Arguello

Vocal



Ing. Adrián Ramos Pinto

El coordinador de la división de ciencia animal

Alma Terra Mater



Dr. Ramiro López Trujillo

Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México



Agradecimientos

♣ Al primero que voy ha agradecer es a Dios

Por haberme dado vida, salud, alimento y haberme dado las oportunidades para poder seguir superándome para el bien de mí y de la sociedad.

A mi Alma Terra Mater

Te doy las gracias de todo corazón, por haberme abierto las puertas del estudio y brindado los conocimientos en conjunto de mis maestros y las instalaciones de trabajo. Que por ti me siento muy orgulloso de ser un buitre humilde y honrado, "100% buitre siempre te llevare en alto".

A mis asesores

Dr. Ramiro López Trujillo, Dr. Roberto García Elizondo, MC. Bulmaro Méndez Arguello e Ing. Adrián Ramos Pinto. Por haberme brindado el apoyo cada uno de ellos en cada etapa del proceso para la elaboración de la tesis y por brindarme los conocimientos técnicos de la redacción de mi tesis que seria una gran experiencia que ellos me dejarán.

En especial a mis adorados padres que me dieron luz

Sra. Victoriana de los Santos González

Para ti madrecita con mucho amor y cariño que te tengo, me siento muy orgulloso de ti por ser una de las personas más importantes que tengo en mi vida. Te agradezco por darme la vida, que con mucho sufrimiento y sacrificio que pasaste conmigo, poco a poco me fuiste preparando para mi formación profesional, y hasta ahora me queda muy claro que nada es imposible en la vida cuando uno se decide por el éxito, mil gracias.

✚ Sr. Pablo Veliz blanco

Te agradezco por darme la vida, y que junto con mi madre me supiste preparar para obtener las herramientas ha utilizar para cuando fuera necesario, específicamente en cada etapa de mi vida. Tú fuiste y serás una de las personas mas importantes en mi vida, desafortunadamente no pudiste estar conmigo en este momento tan especial para mi, pero ahora estas con Dios y yo te seguiré recordando con mucho amor y cariño para ti padre que te encuentras en el cielo.

En especial a mis hermanitos

Me siento muy agradecidos y contento con todos ustedes por haber estado conmigo en aquellos momentos bueno y malos que pasamos en la vida, y en especial para aquellos que me echaron la mano cuando mas los necesitaba gracias mil gracias mis Broder los Quiero de corazón: Natividad, Joel, Maribel y Feliciano.

A mis tíos

Les agradezco a ustedes: Tío Leoncio, por habernos cuidado en la infancia y preocupado por nosotros, en especial de aquel día que decidimos quedamos en el rio, y a usted Tía Cruz por haberme cuidado y ayudado en cada etapa de la secundaria, mil gracias los Quiero .

Muy en especial para aquel ser inolvidable

Me siento muy agradecido y contento contigo. Cecilia García Peña, por haber estado en mis triunfos y derrotas en cada etapa de mi carrera, y que siempre fuiste muy cuidadosa conmigo, esto será inolvidable, Te Amo.

En especial a mis amigos y primos(a)

Me siento muy agradecido y contento con todos ustedes y demás personas que de cualquier manera estuvieron conmigo en algunas etapas de mi preparación, y que este triunfo también es de ustedes.

Dedicatoria

En especial a mis padres

Sra. Victoriana de los santos González

■ **Sr. Pablo Veliz de los Santos**

Ustedes que fueron las personas que me trajeron a este mundo y que me orientaron en cada etapa de mi formación educativa para un fin profesional.

A mis Hermanos

Natividad, Joél, Maribel, Feliciano, Artemio, Isaac, Leonila, Sara y Rosalba.

Por haberme dado los consejos y deseado lo mejor, que en el transcurso de mi vida se han reflejado en mi formación profesional y en especial a los que me apoyaron económicamente.

A mis tíos

Leoncio y M. Cruz

Muy en especial para. Cecilia García Peña por ver estado en compañía en el mejor tiempo de mi carrera en momentos gratos y difíciles.

A mis amigos

L. Alberto, V. Manuel, Jonatán, el Huichol, H. Iván, Juan, Aarón, J. Isabel y Calixtro.

Por haber estado conmigo en las buenas y en las malas en el transcurso de mi carrera, que de alguna manera conté con el apoyo de cada uno de ellos para cualquier circunstancia.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 La producción de pollo de engorda en México	4
2.2 Principales estados productores de pollo de engorda en México	5
2.3 Consumo per cápita del pollo de engorda	6
2.4 Instalaciones del pollo de engorda	7
2.5 Factores que limitan el crecimiento y calidad del pollo de engorda ...	10
2.6 Alimentación del pollo de engorda	12
2.7 Digestión y absorción de los alimentos en el pollo de engorda	15
2.8 El canibalismo en el pollo de engorda	16
2.9 Características de las zeolitas	17
2.10 Usos de zeolitas en nutrición animal	19
2.11 Hipótesis	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 Localización	25
3.2 Metodología	25
3.3 Análisis Estadístico	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	28
VI. CONCLUSION	31
VII. LITERATURA CITADA	32
VIII. APENDICE	35

ÍNDICE DE CUADROS

2.1	Estados con mayor aportación en la producción de carne de pollo a nivel nacional	6
2.2	Consumo perca pita de carne del pollo de engorda en México	7
2.3	Temperaturas ideales en días para obtener mejores resultados en pollo de engorda.....	10
2.4	Vacunación del pollo de engorda.....	11
4.1	Comportamiento de los parámetros productivos del pollo de engorda, alimentados con distas suplementadas con diferentes niveles de zeolita, en la Etapa de finalización.....	27
8.1	Análisis de varianza para incremento de peso	35
8.2	Análisis de varianza para el consumo de alimento	35
8.3	Análisis de varianza para la conversión alimenticia	35

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Producción de carne de pollo de engorda 1994 a 2011	4
2.2	Estados con mayor participación en la producción de carne de pollo	5
2.3	Consumo per cápita de carne de pollo en México	7
2.4	Casetas para la crianza del pollo de engorda	8
2.5	Estimaciones nutricionales que un pollo debe consumir.....	13
2.6	Nutrientes necesarios para la formación del tejido animal	15
2.7	Estructura física de las zeolitas	18
2.8	Estructura típica de las zeolitas	19

RESUMEN

Se realizó un experimento con 108 pollos de engorda de la línea Ross, sin sexar en etapa de finalización (21 a 42 días) con un peso promedio de inicio 0.783 kg y peso final de 2.33 kg. En el experimento se trabajó con un diseño de bloques al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones con la inclusión de tres niveles de zeolita (0, 2.5 y 3.5 %), para determinar el efecto de la zeolita (Clinoptilolita), sobre el comportamiento productivo de los pollos de engorda (incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia). Se utilizaron 12 pollos por cada repetición, los cuales fueron sometidos en jaulas de piso de cemento desinfectadas con cal y posteriormente se les puso una cama de aserrín. Los pollitos se distribuyeron en 9 jaulas, el experimento duró 21 días (etapa de finalización) se vacunaron contra New Castle y a la tercera semana de edad se les dio 22 horas luz. Se alimentaron a libre acceso utilizando un alimento comercial mezclado con zeolita (Clinoptilolita) según el resultado de los cálculos era lo que se aplicaba. El incremento de peso se registró al inicio y al final de la prueba, el consumo se estimó restando el rechazo a lo ofrecido pero no se mostraron efectos significativos ($P>0.05$) en incremento de peso, consumo ni conversión. De lo contrario en el incremento de peso mostró mejora en la inclusión de 2.5% de zeolita. El consumo no mostró efecto significativo ($P>0.05$) pero sí se observó mejora en 0% de zeolita y en conversión alimenticia de la misma manera no fue significativo ($P>0.05$) pero sí hubo diferencias numéricamente observándose mejora en la inclusión de 3.5% de zeolita (Clinoptilolita) en la dieta del pollo de engorda.

Palabras claves: Zeolita, conversión alimenticia, ganancia de peso, consumo de alimento.

I. INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales países productores de aves y sus derivados, representando en producción el quinto lugar a nivel mundial. En las granjas de pollos de engorde, se buscan las mejores alternativas para una eficiencia mas exitosa y esto pasa ser el reto mas importante para los zootecnistas utilizando por lo general cada vez mas productos naturales con el fin de prevenir enfermedades causadas por sustancias químicas que anteriormente se aplicaba en alimento balanceado de los pollos para mejorar ciertas características de la canal del mismo (Calderón, 2011).

Una de las alternativas naturales y fácilmente de utilizar en la alimentación de los pollos de engorde ha sido las zeolitas, que por contar con las propiedades físicas y químicas adecuadas para la producción avícola, ha demostrado buenos resultados al someterlo como aditivo en las dietas, esto se ha demostrado en experimentos que se han realizado en México y en diferentes partes del mundo (Arrollo *et al.*, 2002).

El alza de precios da como resultado la búsqueda de nuevas alternativas para la alimentación de los pollos de engorde, buscando reducir los costos de producción sin tener que perjudicar el valor nutritivo del producto, así como la duración del periodo de engorda y la calidad de la canal. Una de las alternativas que puede ser de mucho interés para la alimentación avícola es la zeolita natural, por la capacidad de ayudar ha obtener una mejor digestibilidad de los alimentos y prevenir, enfermedades del organismo como ulceras, diarreas y neumonía (Alvear *et al.*, 2005).

En la actualidad las zeolitas se utilizan como suplemento alimenticio en nutrición animal, obteniendo un mejor aprovechamiento del alimento. La causa de que los animales obtengan mayor rendimiento por este mineral es que retiene las partículas de los nutrientes por más tiempo en los poros superficiales que tiene (Gómez, 2001).

La zeolita en la alimentación del pollo de engorde puede tener la capacidad de incrementar los parámetros productivos en la producción avícola, de lo cual permite una mayor eficiencia alimenticia en dietas con deficiencias nutricionales y un menor consumo. En la actualidad se buscan alternativas que nos permitan garantizar el ahorro de los nutrientes en el alimento del pollo, y que también permitan solucionar problemas en el aparato digestivo del ave (Chávez, 2012).

La aplicación de zeolita en la producción avícola, las cuales se les atribuyen numerosas propiedades, así como la capacidad de ganar y perder agua reversiblemente y capas de intercambiar una diversidad de cationes sin sufrir modificaciones estructurales, esto los hace ser utilizados en la nutrición avícola. También permiten mejores resultados en la eficiencia, conversión y crecimiento del pollo, mas sin embargo sirve como desodorante en la absorción del amoniaco y humedad dentro de las instalaciones en la producción avícola (Collazos, 2010).

Experimentos que se han realizado sobre la aplicación de zeolita en dietas para pollos de engorda, con una proporción de 0, 2 y 5% en la ración, han demostrados que son efectivos para mejorar el crecimiento, disminuir la conversión de alimento, incremento en el crecimiento de huesos y reducir olores de las excretas dentro de las instalaciones avícolas. De la misma manera ayuda a reducir enfermedades ahorrando costos de los antibióticos, de lo cual es que la zeolita tiene la capacidad de secuestrar las micotoxinas y eliminar los metales pesados que a la vez son nocivos para la salud del pollo (Lonwo *et al.*, 2010).

El empleo de un 5% de zeolita en los piensos elaborados para la alimentación del pollo de engorda mostraron mejoras productivas en la eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, reduciendo enfermedades gastroentéricas de los efectos tóxicos de micotoxinas en alimentos contaminados. Los efecto de la zeolita agregada en los piensos de alimento, se reflejaron en la etapa de inicio, como un mejor comportamiento productivo determinando una mayor eficiencia en el aprovechamiento de la proteína de la dieta, lo que se demostró en la canal, que las aves que recibieron zeolita en la alimentación obtuvieron un mayor rendimiento y menos grasa abdominal (Zaldívar, 2011).

En la actualidad se utilizan suplementos alimenticios que mejoran el aprovechamiento de la comida deficiente en nutrientes. La zeolita es una alternativa en la alimentación avícola que tiene la capacidad de engordar un 25% a 29% más que aquellas que no recibieron zeolita clinoptilolita. La razón de que la zeolita sea más efectiva en la producción avícola, hace que los nutrientes ingeridos queden retenidos por ella entre su porosidad y esto permite un mayor aprovechamiento de nutrientes en el tracto digestivo del pollo (Gómez, 2001).

1.1. Objetivo

Evaluar el efecto de la inclusión de 0, 2.5 y 3.5 % de zeolita en la dieta sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda en etapa de finalización.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La producción de carne de pollo de engorda en México

Sagarpa (2012) la situación actual en México presenta el 24% del valor de la producción pecuaria, aportando el 47% de la producción nacional de carnes y representa el 5^{to} lugar en productora avícola de carne a nivel mundial. Genera 178 mil empleos directos, 238 millones de pollos de engorda por ciclo y 5.5/año. Alvear (2005) en los últimos años la producción avícola en México se ha visto afectada por el incremento en los costos de producción por consecuencia de los alimentos costosos y la venta de los productos finales que muchas de las veces no satisface significativamente los costos de producción en los grandes y pequeños productores.

En la Figura 2.1. Muestra la producción de carne de pollo desde 1994 a 2011 (UNA, 2011).

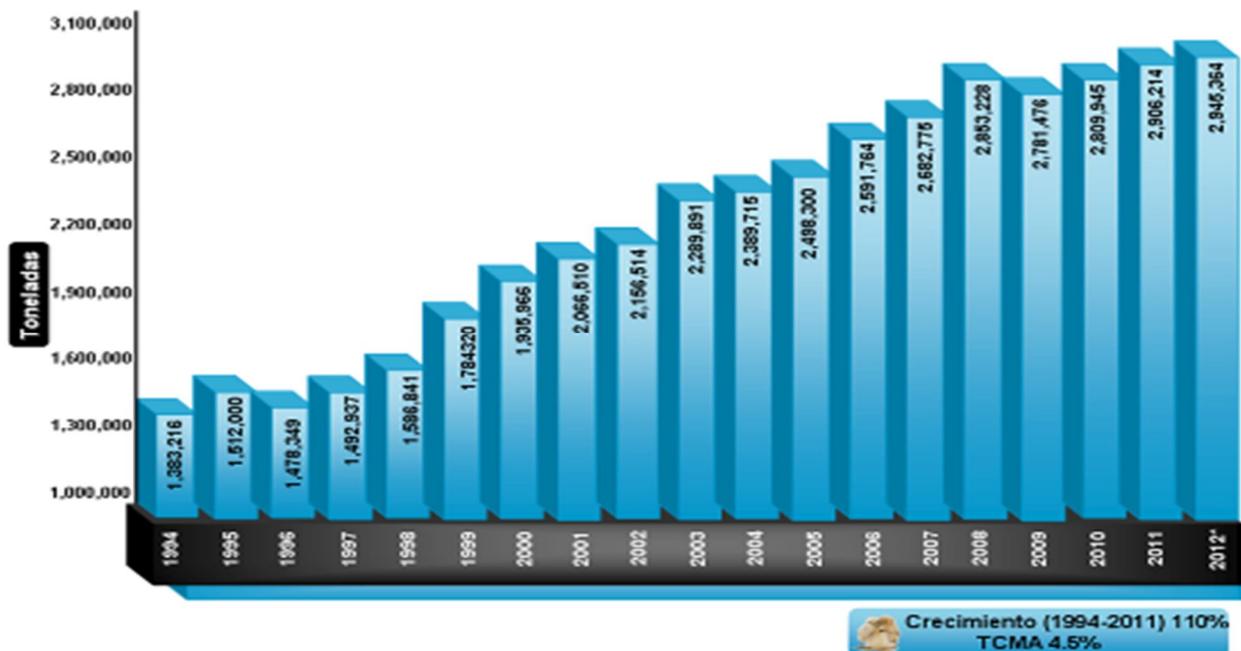


Figura 2.1. Producción de carne de pollo de engorda 1994 a 2011.

Según Alonso (1998) en años atrás de 1993-1995 México ocupó el primer lugar en compras al exterior de carne de pollo, principalmente de los EUA, de 1996-1998 Rusia pasó a ocupar el primer lugar. Entre estos dos países en 1995 concentraron compras del exterior hasta de 120 mil ton de 219 ton, el 54.8% del total de las importaciones mundiales. En 1998 sus compras fueron de 202 mil ton de 331 mil ton, o sea el 61%. UNA (2012) se señala que para el 2012 la industria avícola obtendrá un crecimiento de 1.2% a pesar de los diferentes problemas a los que se han enfrenta. En el caso de la producción del pollo de engorda la cifra será superior a los 2.9 millones de toneladas. También se señala que este año la avicultura continuara como uno de los principales pilares del sector pecuario con una participación de 63%. En 15 años la industria avícola a reportado un crecimiento anual de 3.3% en la producción de pollo.

2.2. Principales estados productores de pollo de engorda en México

En la Figura 2.2. Se muestran algunos de los estados productores de carne de pollos a nivel nacional (UNA, 2012).



Figura 2.2. Estados con mayor participación en la producción de carne de pollo.

Alonso (1998) menciona que once regiones aportaron el 80% de producción de pollo de engorda del total nacional. Cinco entidades Querétaro, La Laguna, Estado de México y Puebla reportaron un mayor incremento concentrando el 47% de la producción nacional de carne de pollo y el resto las aportan las demás entidades que se mostrarán en el Cuadro siguiente.

Cuadro 2.1. Donde se observan los estados con mayor participación en la producción de carne de pollo a nivel nacional.

Zonas	Porcentaje
Querétaro	10
La Laguna	10
Edo. de México	9
Puebla	9
Jalisco	9
Nuevo León	8
Veracruz	7
Guanajuato	6
Yucatán	4
Morelos	4
Hidalgo	4
Total	80

Cuadro 2.1. Estados con mayor aportación en la producción de carne de pollo a nivel nacional.

2.3. Consumo per cápita del pollo de engorda

El consumo per cápita de la carne de pollo en 1998 en México fue de 16.4 kg, mientras que en EUA obtuvieron el 32.5 kg, (Alonso, 1998).

En el Cuadro 2.2. Se muestra el consumo per cápita del pollo en México en año 2000, 2007, 2011 y una aproximación del 2012 (Terry, 2012).

CONSUMO PER CÁPITA DE POLLO EN MÉXICO			
	Consumo de aves (kg/persona/año)		Consumo de pollo (kg/persona/año)
	2000	2007	2012
México	22.3	29.4	31
EUA	46.8	50.7	42
Canadá	35.9	37.5	29

Cuadro 2.2. Consumo per cápita de carne del pollo de engorda en México.

En la Figura 2.3. Se observa el consumo de pollo de engorda en América (kg/persona/año) (UNA, 2011).

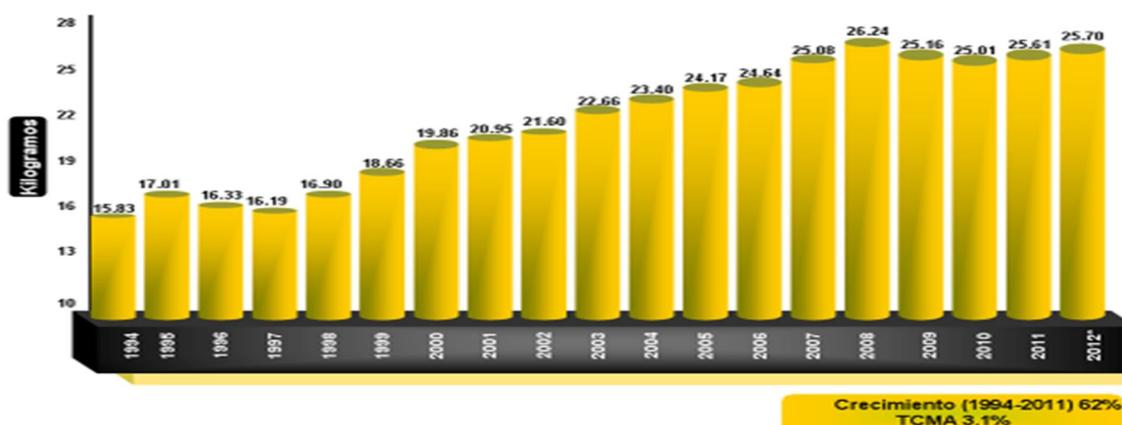


Figura 2.3. Consumo per cápita de carne de pollo en México

2.4. Instalaciones del pollo de engorda

Según Lesur (2003) las casetas para explotar el pollo de engorda son tan dosificadas, de manera que sea fácil de controlar la: temperatura, humedad, ventilación y la iluminación. Debe existir un espacio apropiado para el número de pollos a engordar, fácil de limpiar y desinfectar con posibilidades de hacer

divisiones. El piso debe estar por lo menos 20 cm elevado del suelo con inclinación de 3% para facilitar el lavado. Alvarado (2010) el material de las cortinas en las casetas puede ser de polietileno. Estas permiten normalizar el microclima del galpón, manteniendo temperaturas altas cuando el pollito esta pequeño, ayuda a regular la concentración de los gases y cuando el pollo es adulto ayuda a ventilar el sitio del galpón y siempre las cortinas se deben abrir de abajo hacia arriba.

Martínez (1993) las casetas convencionales ayudan a mantener una temperatura adecuada dentro de la misma, es necesario contener cortinas en las ventanas de lo cual deben colocarse por la parte posterior, elaborados de plástico o polietileno contando con un sistema de cierre mecánico para mantener el confort adecuado dentro de la caseta según el estado fisiológico de los pollos, las cortinas se deben abrir de abajo hacia arriba. UNA (2009) recomienda que las casetas para la crianza de pollos de engorda pueden ser de las que el avicultor desee, pero lo recomendado es que tengan de ancho 9 a 12 m dependiendo del clima, de alto 2.4 a 3 m en climas calurosos y de largo depende de la producción que se requiera alcanzar que por lo general son de 100 m. De la misma manera los pisos deben ser de concreto que permitan la remoción de pollinaza. Las paredes o techos pueden ser de concreto o madera recubiertos con material aislante (polietileno espumado), según las condiciones ambientales que prevalezcan en la producción de pollos de engorda.

En la Figura 2.4. Se muestran algunos aspectos que se deben tomar en cuenta para la construcción de un galpón para la producción de carne de pollo de engorda.



Figura 2.4. Casetas para la crianza del pollo de engorda.

Olcese (2009) las casetas representan un factor importante para la crianza de pollos ya que es el que protege a toda la pollada de los cambios climáticos del medio ambiente como la iluminación, ventilación, temperatura y humedad evitando a los pollos gastos extras de energía. El diseño y las dimensiones varían de acuerdo a las condiciones ambientales de la región donde se encuentra la granja. Los galpones se deben construir con un ancho de 10 a 15 m y de largo entre 30 y 80 m, máximo 100 m para no tener complicaciones de manejo. Lesur (2008) los techos de las casetas por lo general se recomiendan realizarlo con láminas ligeras resistentes a los vientos fuertes, hechos de material de aluminio, zinc o fibrocemento por ser resistente a la corrosión. El tamaño de las casetas va de 8 a 12 m de ancho por 100 m de largo según la cantidad de pollos o sistema que se piense tener.

Cuadro 2.3. Donde se muestran las temperaturas ideales en días para obtener mejores resultados en pollo de engorda (Martínez, 1993).

EDAD EN DÍAS	GRADOS CENTÍGRADOS
1 -- 7	35
8 -- 14	32
15 -- 21	29
22 -- 28	26
29 -- 35	24
36- hasta que salga	21

Cuadro 2.3. Temperaturas ideales en días para obtener mejores resultados en pollo de engorda.

2.5. Factores que limitan el Crecimiento y Calidad del pollo de engorda

Ávila (2004) las necesidades de los pollos son mucho mas complejas para que puedan vivir, crecer y reproducirse necesitan alimentarse con más de 40 compuestos específicos o elementos químicos en su dieta. Los nutrientes requeridos se dividen en seis grupos como carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y agua. Los nutrientes son esenciales para la vida, donde una ración debe contener todos los nutrientes en cantidades adecuadas si falta alguno la eficiencia se limita. La temperatura, humedad relativa y el contenido de amoníaco, tiene especial influencia en la ingestión de los alimentos y también indirectamente en el crecimiento del pollo (Jeroch, *et al.*, 1983). Titus (1960) el porcentaje de crecimiento de un pollo depende de varios factores ya sea por el sexo, edad del animal, la calidad de su dieta y la cantidad de alimentos que consume. Los machos tienden a crecer más rápido que las hembras. Una dieta correcta acelera el ritmo de crecimiento más rápido, que una deficiente en algunos compuestos esenciales.

En los últimos treinta años se han realizado muchos experimentos en genética con las aves específicamente con el pollo de engorda, y se ha llegado a la conclusión que los pollos con buena genética son mas rápidos para el incremento de peso y mejor compostura en menor tiempo, sin embargo antes para que un pollo llegara a pesar 1,360 kg se tardaban de doce a catorce semanas, siempre y cuando se tomen muy en cuenta la selección, alimentación y nutrición, las practicas de crianza y manejo especialmente aquellos que se relacionan con el control de enfermedades (Bundy, 1983). Mas sin embargo en la actualidad la duración de una engorda de pollo en general son de periodos mas cortos (42 días de edad) obteniendo pesos finales entre 2.200 kg a 2.300 kg, gracias a los investigadores que se han preocupados de buscar otras alternativas inocuas para el ser humano y que al mismo tiempo sean mas eficientes en los parámetros productivos del pollo (Calderón, 2011).

Para obtener elevados rendimientos de producción en los pollos, es necesario contar con la composición adecuada de la ración, cumpliendo con los requerimientos del organismo del mismo. El consumo esta determinado por la predisposición genética y por un gran número de factores internos y externos (Jeroch, *et al.*, 1983).

En el Cuadro 2.4. Se muestra el control de vacunación de pollo de engorda (Alvarado, 2010).

Plan de vacunación	
Vacuna	Día / Opción
Marek y Bronquitis	1er. Día de edad (incubadora)
Gumboro I	2º.- 3er. Día de edad (ocular o agua de bebida)
Bronquitis b1	7º. Día de edad (ocular o agua de bebida)
Gumboro II	10º.- 12º. Día de edad (ocular o agua de bebida)
New Castle Lasota	170º. Días de edad (ocular o agua de bebida)

Cuadro 2.4. Control de vacunación en pollo de engorda.

2.6. Alimentación del pollo de engorda

Gracias a las investigaciones se sabe más en los últimos años sobre la alimentación avícola que en otras especies. Se han identificado más de 40 elementos químicos esenciales para la alimentación del pollo de engorda, pero sin embargo los principales minerales que requieren son calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, manganeso, zinc, hierro, cobre, yodo, selenio y molibdeno. Las vitaminas más necesarias son las hidrosolubles (B1, B2, B6 y B12) y las liposolubles (A, D, E y K) (Lesur, 2008).

Dieta para pollos de engorda, es similar a las de las pollitas que contienen niveles más altos de proteína y energía. También adicionando las vitaminas necesarias en el alimento para satisfacer las necesidades de un mejor crecimiento, por el estrés que se presenta en la explotación de pollos de engorda y un 3 a 5% de grasa esto para tener una buena relación de energía/proteína apropiada para el buen desarrollo. Los dos tipos de alimentos para pollos de engorda son: iniciador, que se ofrece hasta la quinta semana de edad con un 20 a 23% de proteína y en finalizador diseñado de la quinta semana de edad hasta cumplir con los 42 días, se les asigna un 18 a 20% de proteína (Ávila, 2004).

En la Figura 2.5. Se muestran en porcentajes una estimación de los nutrientes que se requiere para un buen desarrollo en los pollos de engorda (Lesur, 2003).

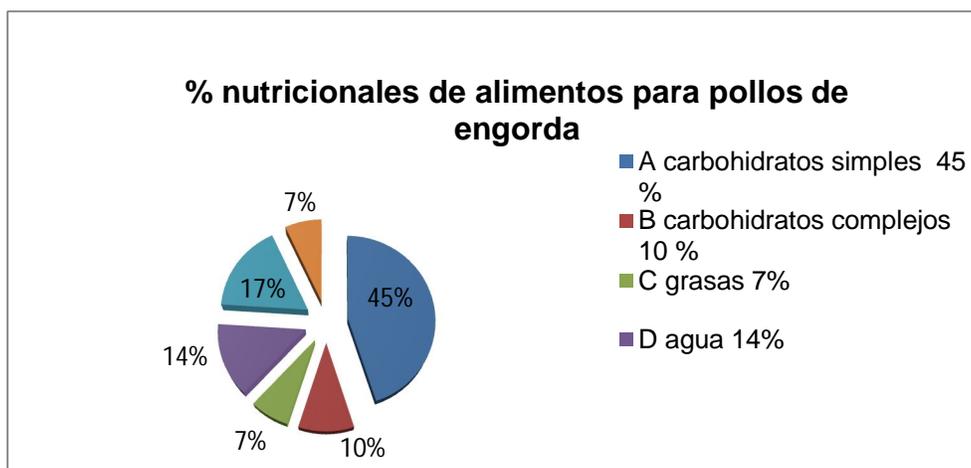


Figura 2.5. Estimaciones nutricionales que un pollo debe consumir.

En el caso de las mezclas en la composición de dietas normales en la nutrición de las aves, la lisina y metionina son casi siempre los aminoácidos limitadores primordiales. Cuando el aporte de los aminoácidos no es ajustado los restantes no son aprovechados al mínimo. Los carbohidratos constituyen la mayor proporción en la alimentación avícola, siendo fuente de energía más importante en la nutrición del pollo y otros compuestos constituyentes del cuerpo. Al igual que los lípidos deben estar contenidos en la ración, por que si se encuentran insuficientes ácidos grasos esenciales en el periodo de crecimiento, aparecen síntomas de retraso o detención del crecimiento, la resistencia a las enfermedades disminuida, disturbio en el desarrollo testicular y en la presentación de caracteres sexuales secundarios en los machos, masa hepática aumentada e incremento del contenido graso en el hígado y consumo aumentado de agua (Jeroch, *et al.*, 1983).

Los carbohidratos son la principal fuente de energía utilizada por el organismo animal. Cuando la cantidad de hidratos de carbono consumido es mayor a los requerimientos del animal esto se almacena en forma de glucógeno y cuando es en exceso puede convertirse en grasa y depositarse en el organismo como fuente de energía. Los lípidos se encuentran en todas las células vivientes y constituyen el tejido adiposo del animal. Además de desempeñar funciones importantes en el organismo, sirven como vehículo a las vitaminas liposolubles. Y sin dejar las proteínas que contienen siempre los elementos químicos siguientes: nitrógeno, carbono, hidrogeno, oxigeno y azufre que también no deja de ser una de las fuentes importantes para el buen desarrollo del pollo (Titus, 1960).

En el periodo de alimentación de los pollos de engorda se les debe proporcionar dietas y esquemas de alimentación que garanticen el adecuado consumo de nutrientes, de acuerdo a las etapas de alimentación asegurando que se realicen las siguientes dietas en el periodo indicado. Pre-Iniciación puede proporcionarse de los primeros 7 a 10 días de vida, iniciación se utiliza por un periodo de 11 a 17 días de edad, crecimiento de 15 a 21 días, finalización de 5 a 17 días y el retiro de alimento se realiza entre 5 a 10 días, dependiendo de la edad del pollo para el mercado (UNA, 2009).

La alimentación del pollo de engorda se divide en tres etapas la de crianza (iniciación), crecimiento y finalización. La primera consta de 21 días, que consiste en proporcionar a los pollos a una fuente de calor con las condiciones de la cama en buen estado, suficiente agua limpia y un alimento de iniciación con niveles de 20 a 22% de proteína y 3.0 a 3.2 Mcal de EM/kg. Después de la tercera semana se les asigna alimento para crecimiento con 20% de proteína y 3.0 Mcal de EM/kg hasta cumplir con los 42 días de edad, después se cambia a un alimento de finalización, con 18% de proteína y 3.0 Mcal de EM/kg. La duración de la última etapa dura una a dos semanas (Shimad, 2005).

En la Figura 2.6. Se presentan los nutrientes necesarios para la formación del tejido animal (Salinas, 2003).

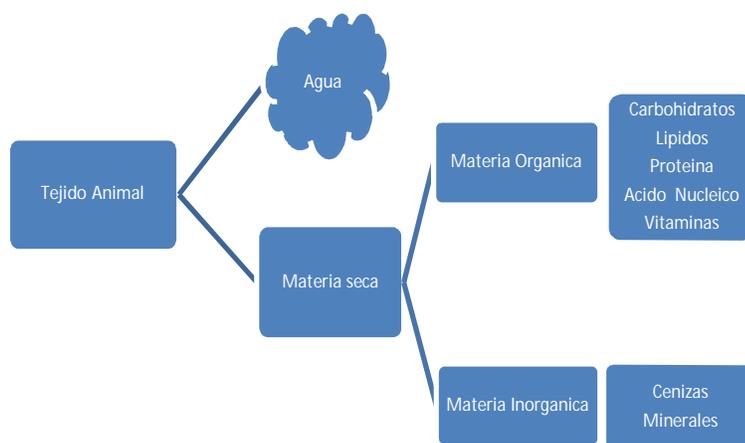


Figura 2.6. Nutrientes necesarios para la formación del tejido animal.

Jeroch (1978) la proteína bruta y aminoácidos en el alimento para la crianza de pollos en la etapa de engorda se requiere que obtenga un nivel de 16-18% de proteína bruta. En el alimento iniciador se recomienda un nivel de 20%, en las primeras 2 a 4 semanas. Bundy (1983) los pollos en etapa de iniciación necesitan raciones de 20% de proteínas hasta las 8 semanas de edad, 1% de calcio, 0.6% de fósforo, 0.5% de sal, 0.2% de potasio, y las siguientes cantidades de vitaminas y trazas minerales por kg de alimento. Las mismas porciones de vitaminas A, B, ácido pantoténico, calcio, fósforo y sal. Los pollitos de iniciación necesitan en las

raciones 1.8 miligramos de riboflavina, 0.43 miligramos de yodo y 0.35 miligramos por ciento de potasio. Donde las demás proporciones de vitaminas se desconocen.

2.7. Digestión y absorción de los alimentos en el pollo de engorda

Debido a la falta de dientes en las aves, no existe una trituración del alimento tras su prehensión, penetra inalterado al buche. El deslizamiento se da por una saliva rica en mucina producida en la cavidad del pico. El buche sirve como almacenamiento de alimentos y regula constantemente el llenado del estomago, el medio ambiente del buche ofrece las condiciones favorables para la fermentación vegetariana (amilasas) que inician la degradación de los carbohidratos. En este mismo órgano se producen fenómenos microbianos de degradación. El estómago de las aves se compone por estómago glandular y muscular, el glandular tiene un ensanchamiento cilíndrico de la parte inferior del estómago, se segregan pepsina y ácido clorhídrico que se mezcla con los alimentos ingeridos para empezar con la degradación del mismo. El muscular que sigue se tritura mecánicamente el alimento y se mezcla íntimamente con las secreciones del gástricas del glandular triturando las partículas del alimento con apoyo de (pedrecitas de sílice, granito, Flint) gracias a este efecto se aprovecha mejor la absorción de los alimentos. La principal cavidad digestiva y la zona de reabsorción esta constituida por el intestino delgado (Jeroch, 1978).

Una vez que el alimento a sido prensado y engullido pasa al buche por la acción muscular del esófago. Después pasa al proventrículo y tras una corta pauta pasa a la molleja después de una serie de concentraciones y relajaciones musculares que continúan hasta que el alimento se reduce a una partícula fina en forma de harina pastosa que posteriormente pasa al intestino delgado. Una vez la masa pastosa en el intestino delgado dividida finamente avanza suavemente hacia el extremo del intestino gracias a las contracciones y relajaciones intestinales, en este transverso la masa es dividida y mezclada varias veces mediante contracciones musculares. Enseguida pasa al intestino grueso lentamente a los ciegos y para finalizar pasa al

recto. El recorrido del alimento dura un intervalo de 8 horas aproximadamente desde que entra al pico del pollo y sale en forma de heces. La absorción de los alimentos como ya se ha mencionado anteriormente es debido a una acción enzimática (saliva, mucosa, jugo gástrico, jugo pancreático, bilis y jugo intestinal), que se lleva a cabo la mayor parte en el intestino delgado (duodeno) (Titus, 1960).

2.8. El canibalismo en el pollo de engorda

El canibalismo tiene sus primeras manifestaciones una vez que se empiezan a picar los dedos, la cola y se desprenden las plumas, esto es más común en las aves blancas que en las oscuras, probablemente se debe a que la sangre se destaca más en el color claro del pollo que las de otro color. Una vez que prueben la sangre de aquel que empezaron a picar empiezan a dañarlo hasta que se saque o lo terminen de devorar. Las causas por las que se da este problema en los pollos son por sobrecalentamiento del local de crianza, aglomeración en el mismo, mala ventilación, puntos de sol en el piso del local, que los comederos y bebederos queden vacíos, espacio insuficiente en los comederos y raciones inadecuadas o mal balanceadas (Bundy, 1983).

El canibalismo en la avicultura ocurre principalmente cuando las aves se encuentran estresadas por un manejo deficiente. Una vez que las aves entran en estrés comienza el picoteo en las plumas, cresta, patas y cloaca, que al haber una herida abierta o sangrante el hábito vicioso del canibalismo se propaga rápidamente a toda la parvada. El canibalismo decrece el valor de los animales debido a la carne dañada, plumaje escaso y puede resultar grandes pérdidas por mortandad. Cuando las aves sienten una temperatura demasiado elevada se torna extremadamente los caníbales hay que asegurarnos de ajustar la temperatura durante el periodo de crecimiento a 35⁰C en la primera semana y así bajarla hasta 21⁰C en las ultimas semanas, sin dejar a lado los demás factores como la luz, alimentación entre otras (Bacardit, 2001).

Existen varios métodos para prevenir el canibalismo en los pollos de lo cual se han recomendado disminuir la cantidad de luz en las casillas de crías mediante

ventana de menor tamaño o cubriendo con cortinas opacos, pues el vicio casi siempre se inicia cuando un pollito picotea la cresta o patas brillantes de otro, y habiendo poca luz no se destacan tan fácilmente los colores. A veces suelen pintarse las ventanas de rojo lo cual hace mas difícil distinguir el color rojo de las crestas rojas de los demás, también hay que asegurar que los pollitos no sufran por amontonamiento, y que dispongan de comederos y bebederos suficientes. El suministro de alimentos verdes en la ración como alfalfa, trébol, o avena y algo de granos de escavar, puede distraer al pollito y hacer que se olvide del picoteo, una de las sugerencias mas reciente para prevenir el canibalismo en los pollos es añadir sal a las raciones de 2 a 3 kg por cada 100 kg de alimento (Vásquez, 2009).

2.9. Características de las zeolitas

Olguín (2001) una de las principales características de la zeolita, presenta una estructura de canales y cavidades de dimensiones moleculares en los cuales se encuentran los cationes de compensación, molecular de agua u otros adsorbatos y sales. Tiene una microporosidad abierta que permite la entrada de materia al espacio intracrystalino de la zeolita y el medio que lo rodea. La entrada a la zeolita esta limitada por el diámetro de la porosidad ya que solo podrán ingresar o salir del espacio intracrystalino aquellas moléculas de cuyas dimensiones sean inferiores a un cierto valor de la porosidad de la zeolita. Somohano (2006) la zeolita pertenece al grupo de los minerales aluminosilicatos altamente cristalino cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran capacidad de movimiento que permite el cambio iónico y la deshidratación reversible. La zeolita tiene una característica especial, que es el único mineral que tiene carga negativa de forma natural que como consecuencia tiene la capacidad de acarrear muchos beneficios para la ganadería y la agricultura y está compuesta de aluminio, silicio, sodio, hidrógeno y oxígeno.

En la Figura 2.7. Se muestra la estructura física de la zeolita de las formas en que se puede encontrar naturalmente (Castaing, 1989).

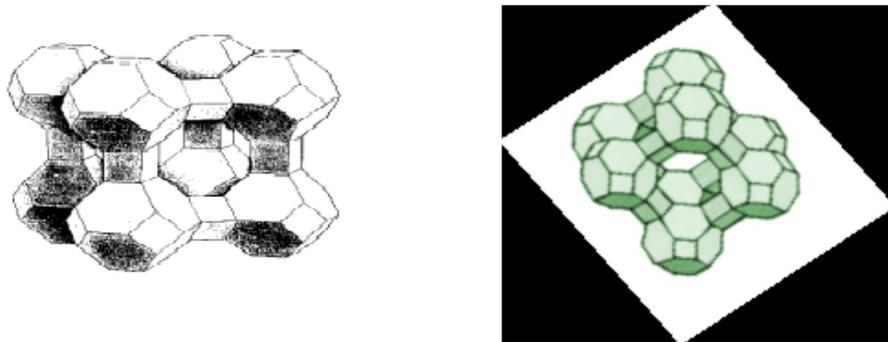


Figura 2.7. Estructura física de la zeolita.

Las zeolitas son minerales con estructuras que se encuentran atravesadas por una infinidad de canales, que hacen de esta roca un verdadero tamiz. Que determina en gran medida sus propiedades mas importantes como el intercambio catiónico, la absorción como proceso físico y su capacidad de hidratación (Mayuly *et al.*, 2009).

La clase de la zeolita se compone de un gran número de aluminio-silicatos alcalinos y alcalinotérreos hidratados, principalmente de sodio y calcio que contiene una gran cantidad de agua en el interior de los huecos de la estructura formada por una matriz de tetraedros de aluminio y silicio formando un entramado abierto de canales y poros en una, dos o tres direcciones. El diámetro de los poros es muy variado mientras que en otras llegan a tener hasta un 50% de huecos, gracias a estas características estructurales las zeolitas han alcanzado un amplio grado de utilización como filtros moleculares, filtros iónicos, intercambiadores iónicos e intercambiadores gaseosos y catalizadores (Castaing,1989).

En la Figura 2.7. Se mostrarán algunas características de la zeolita natural en diferentes presentaciones que de esta manera se encuentran en la naturaleza A. Atómica, B. Tetraédrica y C. Cristalina. (Olguín, 2001).

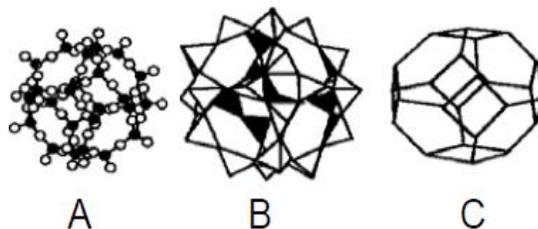


Figura 2.7. Estructura típica de las zeolitas.

2.10. Usos de zeolita en nutrición animal

Somohano (2006) se han demostrado buenos resultados al sustituir como suplemento alimenticio la zeolita en la dieta del ganado en porciones de 2 y 5% en la ración, también ayuda a incrementar la ganancia de peso, disminuir la tasa de conversión de alimento, mejora el crecimiento de los huesos y reduce el olor de la excreta. Al mejorar la adsorción de nitrógeno, eliminación de metales pesados y eliminar las mico toxinas entre otras toxinas, la zeolita mejora la digestión de los alimentos reduciendo así los problemas de diarrea. Zaldívar *et al.*, (2011) la aplicación de zeolita en la elaboración de piensos para el consumo animal ofrece las mejores alternativas productivas determinadas por mayores eficiencias metabólicas en la utilización de los nutrientes disminuyendo o eliminando las enfermedades gastroentericas y de efectos tóxicos de mico toxina contaminantes de alimentos. La utilización de zeolita en las aves mostró un mayor rendimiento y disminución de la grasa abdominal.

Cárdenas *et al.*, (2010) gracias a las investigaciones de la zeolita han comprobado que se pueden utilizar para resolver varios problemas en la alimentación y el bien estar de las aves, estos minerales son destacados para actuar como desodorante en el ambiente de las casetas, ideales para tratar las heces fecales, debido a su capacidad para capturar el nitrógeno amoniacal y evitar la volatilización del

amoníaco. De la misma manera disminuye la atracción de moscas e insectos indeseables en el alimento. Ruiz *et al.*, (2008) desde hace varias décadas se conoce y practica la implementación de zeolita en la nutrición animal obedeciendo a sus propiedades físicas y químicas que permiten mejorar la eficiencia en la nutrición animal, sin embargo aunque se utilicen alimentos de mala calidad logran obtener buenos resultados. El amoníaco retenido por las zeolitas es liberado lentamente a la flora intestinal, que permite mejorar la utilización del nitrógeno por parte de la microflora intestinal favoreciendo la degradación de los nutrientes en el organismo, aumentando la velocidad de digesta y mayor consumo de alimento.

Se dice que la inclusión de un 4% de zeolita en la dieta del pollo en etapa de finalización mejora índices productivos como incremento de peso, consumo y conversión alimenticia. De la misma manera mantiene mayor retención de alimento por más tiempo en el tracto digestivo del pollo ayudando a obtener un mejor aprovechamiento del alimento (Méndez, 2009).

La zeolita se ha utilizado con gran éxito en la alimentación de las aves tanto nacional como internacional ya que mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes, como puede ser una alternativa favorable por permitir una mayor eficiencia de las dietas de menor calidad. Para lograr estos fines el uso de la zeolita unidos a esquemas de alimentación que permitan un uso más racional de la proteína dietética, pudiera tener un efecto positivo al garantizar un buen balance energético-proteico (Acosta *et al.*, 2005).

Méndez (2009) el empleo de zeolita en la dieta del pollo de engorda impacta con mayor eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, disminuyendo enfermedades gastroentéricas y efectos tóxicos de micotoxinas que de cualquier modo son contaminantes de los alimentos del mismo; también se han demostrado mejor calidad en la canal y rendimientos en los diferentes aspectos productivos del pollo. Polat *et al.*, (2004) la zeolita como aditivo en la producción avícola como ya se ha mencionado en diferentes artículos, la adición de zeolitas (clinoptilolita) en la dieta de las aves ayuda a mejorar el incremento de peso y conversión alimenticia. La clinoptilolita actúa como una micotoxina binder, absorbiendo las toxinas que

pueden ser peligrosas para las aves. También ayuda a controlar las aflatoxinas en la aplicación de los alimentos, baja la mortalidad por problemas del aparato digestivo y reduce las necesidades de antibióticos.

Nutrición y salud animal desde los años 1965, se realizó un estudio en Japón utilizando el 10% de clinoptilolita y modernita como suplemento en la dieta de las aves, donde los animales crecieron más rápido que los de grupos controlados con 5%. El NHA1- que contiene la zeolita puede ayudar a incrementar el crecimiento de las bacterias amantes del nitrógeno que contribuye a la salud de los animales; la zeolita puede tener efectos nocivos de los metales pesados o simplemente puede regular el pH en el sistema digestivo lo que se traduce como menos enfermedades estomacales (Mumpton, 1999).

De muchos estudios que se han realizado en la alimentación del pollo, el objetivo es buscar nuevas alternativas que nos ayuden a reducir costos en la producción sin afectar la calidad del producto. Una de estas alternativas ha sido el uso de la zeolita en la alimentación de los pollos que se han establecido como mejoradores de la digestión y prevención o eliminación de enfermedades de los órganos digestivos como diarrea, úlceras y neumonías. Además de los beneficios brindados anteriormente se ha encontrado que proporcionando un 5% de zeolita ganaron menos pesos que pollos sometidos a pollos normales, pero las conversiones alimenticias resultaron ser mejores comparados con los pollos que se sometieron a las dietas normales. Otra de las observaciones que se realizan es que ninguno de los pollos sometidos a la dieta con zeolita murieron en comparación con los alimentados con antibióticos murió un promedio de tres a seis pollos (Alvear *et al.*, 2005).

Peredo (2007) se han buscado diversas formas de tratar el grano contaminado con productos que no produzcan compuestos tóxicos para los animales, menos que altere la palatabilidad y que no sea costoso para el productor. Debido a diversos problemas que se han generado en las industrias avícolas por la contaminación de micotoxinas en el alimento. Una de las formas para combatir las micotoxinas en los alimentos sin causar problemas que anteriormente se

mencionan entre estas está el grupo de los aluminosilicatos de calcio y de sodio hidratado como absorbente de micotoxinas, también se ha probado la aplicación de carbón activados en raciones, mas sin embargo no ha prevenido la toxicidad en los animales. Meléndez, (2004) en la actualidad uno de los aditivos usados en las dietas de los animales, han sido las zeolitas naturales, donde se han establecidos como mejoradores de la digestibilidad en las dietas de mono gástricos, así como para la prevención de enfermedades de los órganos digestivos actuando como antibiótico natural. La zeolita ha sido aplicada en diferentes experimentos dando resultados en la nutrición animal; mejorando la eficiencia alimenticia, ganancia de peso, calidad de la carne y también en la reducción de mortalidad y aumento de resistencia a enfermedades.

Martínez *et al.*, (2004) desde años atrás la zeolita natural ha tenido mucho auge en el control de las diarreas. Este mineral aparece en forma natural en rocas volcánicas y comprende un grupo de 40 aluminosilicatos. Entre ellos predomina la clinoptilolita y la modernita que por su armazón molecular hace de este mineral un tamiz que a su vez determina sus importantes propiedades como intercambiador catiónico en el proceso físico de la absorción. Además tiene una capacidad de hidratación y deshidratación que lo involucran en infinidad de aplicaciones en la ganadería y los beneficios que resultan son: mayor eficiencia en los nutrientes, mejora la tasa de crecimiento, controla los problemas entéricos, evita olores indeseables en las instalaciones, previene el desarrollo de hongos y secuestra las micotoxinas que algunos de estos produce. Cosma (2008) la inclusión de zeolita en la dieta de las aves, ha sido favorablemente utilizada debido a que este mineral, por sus características físicas y químicas disminuye la velocidad del transito de la ingesta, menor consumo de agua, mejor eficiencia alimenticia y aumento de peso. Además las deyecciones de las aves tratadas con la zeolita obtuvieron un 25% menos de humedad que las que no recibieron zeolita, convirtiendo el desecho en materia fácil de manejar.

Castro (2008) las zeolitas naturales, del grupo de los aluminosilicatos pueden actuar como estimulantes del crecimiento, además se han utilizados para tratar las

diarreas en cerdos antes del destete, de este modo se recuperan de peso y reducen la mortalidad. También sirve para reducir neumonías y otras enfermedades, en que se ahorra los costos para la compra de medicamentos. Rodríguez *et al.*, (2001) el uso de nuevas tecnologías nos permite que la producción de los animales aproveche mejor la proteína y energía de la dieta a proporcionar, en este caso la utilización de los lípidos en las dietas elaboradas con recursos fibrosos de baja digestibilidad mantiene la concentración energética y contribuye con el suministro de ácidos grasos esenciales que permiten la utilización de los nutrientes mas eficientes. La aplicación de la zeolita intenta mejorar la conversión y favorecer la absorción intestinal de los nutrientes al disminuir el transito del alimento en el aparato digestivo, lo cual permiten mejor comportamiento productivo.

Acosta *et al.*, (2005) en los experimentos que se han realizado con pollos alimentados con minerales de zeolitas, se realiza con la finalidad de obtener una mejor producción rentable de lo cual los pollos presentan mejores resultados en la etapa de inicio a crecimiento (1 a 21 día) y un poco en intermedia (21 a 35 día), hay mayor conversión alimenticia, mejor conversión proteica, menor deposición de grasa abdominal, mayor rendimiento en canal (pechuga, pierna y muslo), la zeolita no mejora el peso vivo pero si la conversión alimenticia con un menor consumo de alimento, con el uso de la zeolita se pueden obtener mayor rendimiento en carne y canales mas magras. Lonwo *et al.*, (2010) en las naves de gallinas se generan muchos gases como el nitrógeno, fosforo y metanos entre otros que son contaminantes para los animales y el medio ambiente pero para esto tenemos la realización de la alternativa como el uso de las zeolitas naturales. Estos minerales se destacan por su acción como desodorantes ambientales y son ideales para el tratamiento de las heces fecales debido a la capacidad que tiene para capturar el nitrógeno amoniacal y evitar la volatilización del amoniaco. Además remueve el 60% de humedad y absorbe más del 60% de su peso en agua y también reduce la atracción de moscas al igual que los olores de la nave.

Castro (2005) la zeolita es de origen volcánico y en cuanto a su estructura molecular se encuentra atravesada por una infinidad de canales que hacen ha este mineral como un tamiz que le permiten exhibir una importante tasa de intercambio catiónico. También tiene capacidad para realizar procesos físicos como la absorción, hidratación y deshidratación, mas sin embargo esta involucrada en múltiples aplicaciones en la producción animal generando beneficios como eficiencia alimenticia, mejor crecimiento, controla problemas entéricos, eliminación de olores de las instalaciones, previene la contaminación de hongos, secuestra micotoxinas, elimina metales pesados, previene el estrés al destete y mejora la utilización de las fuentes de proteínas en rumiantes y mono gástricos. Collazos (2010) existen muchas evidencias sobre los beneficios de la zeolita como eficiencia alimenticia, la utilización de nutrientes, la prevención de las aflatoxicosis, reducción de humedad y olor en la cama de las aves. Es necesario mencionar que la zeolita tiene efectos positivos cuando hay una deficiencia de nutrientes así como cuando existen temperaturas altas y el alimento puede contener aflatoxinas.

2.11. Hipótesis

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

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El respectivo trabajo se realizo en una de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; con una altitud de 1776 msnm, 25°21'00" latitud Norte y 101° 02' 00" longitud Oeste.

El clima que predomina en esta región es BSokx (w) (e) de muy seco a semicalido con invierno fresco extremoso, con temperatura media anual entre 12 y 18°C con periodos de lluvias invernales menor de 18% del total, con oscilación entre 7 y 14°C (García E., 1973).

3.2. Metodología

Para este experimento se utilizo un total de 108 pollos de ambos sexos de la línea Ross de un día de edad, ingresando a la caseta vacunados contra la enfermedad de Mareck con peso promedio de 50 gramos. Se utilizaron tres tratamientos (T1=0% zeolita, T2=2.5% zeolita y T3=3.5% zeolita) con tres repeticiones los cuales se distribuyeron al azar en 12 jaulas con grupos de 12 pollitos. Se utilizo un total de 20 pollitos para remplazo.

Diez días antes de la llegada de los pollitos se lavaron y desinfectaron todas las instalaciones y equipo de la caseta; como pisos, paredes, jaulas, bebederos y comederos con agua limpia clorada, para finalizar la limpieza se encalo pisos y paredes de la misma. Posteriormente se instalaron focos de 100 watt para el alumbrado y mantenimiento de una temperatura mas adecuada de 32° C para los pollos en la caseta durante la primera semana y de la misma manera utilizamos una cama de aserrín de madera con un grosor de 5 cm aproximadamente con el fin de aislar un poco lo fresco y húmedo del piso y evitar que los pollos se lastimen al echarse.

En las primeras tres horas de haberlos ingresado a las jaulas, se les ofreció únicamente agua con azúcar con la finalidad de que obtuvieran energía rápida y se recuperaran del viaje. Posteriormente se les proporciono alimento iniciador a libre acceso.

Se utilizaron tres tratamientos con tres repeticiones en cada uno, de los cuales fueron:

- ✚ (T1) Testigo. Únicamente alimento comercial.
- ✚ (T2) alimento comercial mezclado con 2.5% de zeolita.
- ✚ (T3) alimento comercial mezclado con 3.5% de zeolita.

Estos pollos fueron alimentados con el mismo nivel de zeolita del inicio hasta finalizar la engorda de 42 días.

3.3. Análisis estadístico

Se evaluaron las siguientes variables: incremento de peso, consumo de alimento en base a materia seca (MS), y conversión alimenticia.

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

IV. RESULTADOS

Comportamiento productivo del pollo de engorda

El incremento de peso, el consumo de alimento (MS), y la conversión alimenticia se muestra en el Cuadro 4.1. La aplicación de zeolita en la dieta de los pollos de engorda, no tubo efecto significativo ($P>0.05$) en el incremento de peso, mas sin embargo fue mayor numéricamente el incremento con la aplicación del 3.5% en comparación con 0 y 2.5% de zeolita. El consumo de materia seca no demostró una diferencia significativa ($P>0.05$) pero si numéricamente, hubo mayor consumo en la aplicación del 3.5% en comparación de 0 y de 2.5% de zeolita. De la misma manera la conversión alimenticia no obtuvo diferencia significativa ($P>0.05$) pero mas sin embargo si tubo diferencia numéricamente, obteniéndose mayor conversión alimenticia en la aplicación del 3.5% en comparación de 0 y 2.5% de zeolita.

Cuadro 4.1. Comportamiento de los parámetros productivos del pollo de engorda, alimentados con distas suplementadas con diferentes niveles de zeolita, en la etapa de finalización.

Etapa	Niveles de zeolita (%)			P>F
	0	2.5	3.5	
Tratamientos				
Incremento de peso (kg)	1.516 ^a	1.578 ^a	1.563 ^a	0.288
Consumo MS (kg)	3.448 ^a	3.453 ^a	3.589 ^a	0.566
Conversión alimenticia	2.263 ^a	2.188 ^a	2.296 ^a	0.939

^{a, b} promedios con igual literal en cada una de las líneas no son significativas ($P>0.05$)

V. DISCUSIÓN

Comportamiento productivo del pollo de engorda

Los datos que se obtuvieron en el respectivo experimento nos indican que la aplicación de zeolita en la dieta, no afecta negativamente, en cuanto al comportamiento productivo del pollo de engorda. Pero sucede lo contrario reflejando mejores resultados en la calidad del producto terminado, como consecuencia de una mayor retención de nutrimentos en el tracto digestivo del pollo siendo más eficiente con los niveles de proteína adicionados en la dieta de cada tratamiento. Más sin embargo la cantidad de alimentación tiende a ser menos y también los costos de producción son mínimos.

En comparación de otros experimentos que se han realizado como el de Chávez (2012), el experimento se realizó con 108 pollos de la estirpe Ross en la etapa de engorda (21 a 42 días), con bloques al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones a la combinación de tres niveles de zeolita (0, 3 y 6%) con 12 pollos por tratamiento con peso promedio inicial de 1.147 kg y peso final de 2.299 kg y las variables que se evaluaron fueron incremento de peso, consumo de MS, conversión alimenticia y rendimiento de peso. Se dice que el incremento de peso no fue significativo ($P > 0.05$) mas sin embargo fue menor numéricamente con la inclusión de 3% en comparación de la inclusión de 0 y 6% de zeolita. El consumo de MS no tubo diferencia significativa ($P > 0.5$) pero fue menor numéricamente en la inclusión de 6% de zeolita tendió a ser poco menor que los tratamientos 0 y 3%, la conversión alimenticia mostro no ser significativo ($P > 0.05$) se observa una diferencia numéricamente entre las medidas de los diferentes tratamientos 0, 3 y 6%. El rendimientos de la canal tampoco demostró una diferencia significativa ($P > 0.05$) pero el tratamiento de 3% de inclusión de zeolita mostro ser menor que los tratamientos 0 y 6%.

Según Arrollo *et al.*, (2002) realizó un experimento con 1,600 pollos de engorda de 1 a 47 días de edad, con un diseño completamente al azar, 5 tratamientos con 4

replicas de 80 pollos cada una. Una dieta testigo (T1), dieta (T2 y T3) con inclusión de 2.5 y 5.0% y dietas (T4 y T5) con una inclusión de igual que el anterior 2.5 y 5.0% de zeolita Clinoptilolita. Los parámetros a evaluar fue rendimiento en canal como porciento del peso vivo y de las piezas de mayor interés comercial (pechuga, pierna y muslo), peso de la grasa abdominal, color de los tarsos y piel. Se indica que para la etapa inicial, que el consumo alimenticio disminuyo ($P>0.05$) incluyendo los niveles de 2.5 y 5.0% de zeolita Clinoptilolita y la ganancia de peso se mejoro ($P>0.05$) con el uso de 5.0 y 2.5% de zeolita Clinoptilolita, la mayor conversión alimenticia se obtuvo ($P>0.05$) con la dieta testigo (1.37 vs, 1.31, 1.29, 1.26 y 1.31 respectivamente). Para la fase de crecimiento el menor consumo de alimento ($P>0.05$) fue con la dieta testigo y la inclusión de 2.5% de zeolita Clinoptilolita (1.294 y 1.291 vs 1.353, 1.312 y 1.428 kg), la ganancia de peso se mejoró ($P>0.05$) con la dieta testigo (850 vs 700, 750, 720 y 770 g) así como la conversión de alimento ($P>0.05$).

Para la etapa final los niveles de 2.5 y 5.0% de zeolita Clinoptilolita disminuyo el consumo alimenticio ($P>0.05$), el peso corporal se afecto ($P>0.05$) con la adición de 5.0% de. Al final indica que la inclusión de 2.5 y 5.0% disminuyo el consumo alimenticio ($P>0.05$); el mayor peso corporal ($P>0.05$) se obtuvo con la dieta testigo (2.285 vs 2.190, 2.242, 2.238 y 2.238 kg). La mejor para la conversión alimenticia fue con 2.5 y 5.0% de zeolita y la valoración colorimétrica indica mayor fijación de pigmentos en tarsos y grasa abdominal a la inclusión de 5.0% de zeolita tanto en machos como en hembras. El rendimiento de la canal en ambos sexos se mejoró ($P>0.05$) con T3, T4 y T5, la pierna en machos respondió ($P>0.05$) a cualquier nivel de inclusión de la Clinoptilolita en hembras T2, T4 y T5 rindieron ($P>0.05$) en mayor proporción, el muslo T1 observo efectos significativos en machos ($P>0.05$), en hembras el comportamientos fue similar entre tratamientos ($P>0.05$), y el rendimiento de la pechuga en machos fue mas alto.

Se empleo un ensayo, con diferentes proporciones de zeolita natural del bloque tecnológicos de la ESPOL, en una camada de 240 pollos, siendo los tratamientos: (T1)=0% de zeolita, (T2)=2% de zeolita, (T3)=4% de zeolita, (T4)=6% de zeolita,

con 5 repeticiones por tratamiento, y 60 pollos/tratamiento, en bloques completamente al azar. Se evaluó el peso corporal, incremento de peso semanal, consumo de alimento semanal, e índice de mortalidad semanal. Los resultados mostraron que el T2 fue estadísticamente de los demás, alcanzando un promedio de peso de 2,4 kg. En cuanto a la conversión alimenticia, el T3, alcanzo valores de 1,9. Los índices de mortalidad fueron de 0%, para los tratamientos T2 y el T3.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados de este experimento muestran que los niveles utilizados de zeolita (Clinoptilolita), en el comportamiento productivo del pollo de engorda, no tuvo efecto significativo ($P>0.05$). En incremento de peso, consumo de MS y en conversión alimenticia, mas sin embargo numéricamente se observó que con el 2.5% de zeolita en la dieta se mejoró el incremento de peso. Por otro lado el consumo de MS fue menor en el 0% de zeolita en comparación de los demás y en la conversión alimenticia no mostró efecto significativo ($P>0.05$) pero si hubo diferencias numéricamente, se observó que mejoró con la aplicación del 3.5% de zeolita en la dieta de los pollos.

VII. LITERATURA CITADA

- Alvear, E., M. Quilambaqui., P. Álvarez y J. Rodríguez. 2005. Evaluación de zeolitas naturales mezcladas en la dieta para la alimentación de pollos de engorde (Broiler). Ensayo en el Cenae-Espol: 3-7
- Ávila, E. 2004. Alimentación de las aves. Editorial Trillas, México D.F. 107pp.
- Alonso, F. 1998. La avicultura en México. Editorial, México. Pp 77- 84.
- Alvarado, A.2010. Manual practico de pollos de engorda. Editorial, Cooperativa Cafetalera Agrícola Trascerreros Limitada (COCATRAL). Honduras. Pp 2-17.
- Arrollo. A., R. A. Muñiz. y R. Roas. 2002. Inclusión de zeolita (clinoptilolita) en dietas para pollos de engorda. Decima quinta reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz. México. 1 pp.
- Acosta, A., E. Lonwo y O. Dieppa. 2005. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) y de diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento productivo del pollo de ceba. Revista Cubana de Ciencia Agraria, 39(3):319-316.
- Bacardit. R. 2001. Canibalismo en aves. Foro de buenos aires Argentina. 1pp.
- Bundy, E., V. Diggins.1983. La producción avícola. Editorial Continental. Pp 209-227.
- Castaing, J. 1989. Uso de las arcillas en alimentación animal. Asociación General de Productores de Maíz. XIV Curso de Especialización, Francia. Pp 2-3.
- Cárdenas, M., A. Acosta, y E. Lonwo. 2010. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) en la dieta de la gallina ponedora. Su influencia en la liberación de amoniaco por las deyecciones. Revista. Cubana de Ciencia Agrícola. 44(4):319-325.
- Calderón, R. 2011. Utilización de tres probióticos extraídos de suero leche de cabra y forrajes de alfalfa (*Medicago sativa L.*) y calabacilla loca (*Cucurbitafoetidissima L.*), en la alimentación del pollo de engorda, Tesis. Lic. Saltillo, Coahuila, México. Pp 5.
- Castro. M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 39(2):454-455.
- Collazos, H. 2010. La aplicación de Zeolita en la producción avícola. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 1(1):20-21.
- Chávez. M. H. 2012. Utilización de zeolita (clinoptilolita) en la alimentación de pollos de engorda y su efecto en el comportamiento productivo. Tesis. Lic. Saltillo, Coahuila, México. Pp 15.

- Cosma. F. D. G. 2008. Utilización de una zeolita natural (clinoptilolita) en la alimentación de conejos en fase de engorda. Trabajo de grado para optar el Título. Pp 29.
- Castro, M., M, Martínez., L, Ayala, Y., Rodríguez., L, Savón., E, Adrien y J, Castañeda. 2008. Efecto de la zeolita natural en la prevención de problemas respiratorios en cerdos de preceba. Revista, Cubana de Ciencia Agrícola 42 (2):177.
- García E, 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación Climatológicas de Copen. Segunda edición. Instituto Geográfico. UNAM. México.
- Gómez, M. J. M. 2001. Síntesis caracterización y aplicaciones catalíticas de zeolitas básicas. Tesis. Doctorado. Pp 15.
- Jeroch, H., G, Flachowsky. 1978. Nutrición de aves. Editorial, ACRIBIA. Zaragoza (España). Pp 33-44.
- Lesur L., O, Ortega y J. Rosado. 2003. Manual de avicultura. Editorial. Trillas. Pp 23-30.
- Lesur L., O, Ortega y J. Rosado. 2008. Manual de avicultura. Editorial. Trillas. Pp 13-35.
- Lonwo. 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 amoniaco por las deyecciones. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 44(4):389.
- Martínez. M. S. A. 1993. Manejo de pollo de engorda. Monografía. Lic. Saltillo, Coahuila, México. Pp 20-40.
- Méndez. A. B. 2009. Utilización de zeolita en la alimentación de cerdos para abasto. Tesis, M.C. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp 6.
- Mumpton. F. A. 1999. La roca mágica: uso de la zeolita natural en la agricultura y la industria. 1(96):3466- 3470.
- Meléndez. V. M y A. J. Rodríguez. 2004. Evaluación de tres niveles de zeolita como promotor natural de crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabados de cerdos confinados. ESPOL desde 2004. Pp 5-6.
- Mayuly, M., M, Castro y L. Ayala. 2009. Zeolitas naturales. Revista. Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Ciencia Agrícola. 43(2):2-5.
- Martínez. M., M, Castro., K. H. Hidalgo., L, Ayala., R, Pérez., L, Hernández y L. Báez. 2004. La utilización efectiva de la zeolita natural para el control de las diarreas. Revista, Cubana de Ciencia Agrícola. 1(38):4396.
- Olguín. G. M. T. 2000. Zeolitas características y propiedades. México. D. F. Pp 1-2.
- Olcese. M. A. 2009. Instalaciones y equipos para pollos parrilleros. Pp 2-15.

- Peredo. M. J. J. 2007. Evaluación de dos dosis del aluminosilicatos (milbondtx) sobre el control de los efectos de las micotoxinas en producción porcina. Memoria de título, chillan-chile. Pp 16-18.
- Polat. E., M, Karaca., H, Demir., N, Onus. 2004. Uso de zeolita natural (clinoptilolita) en la agricultura. Journal. Pp 12-187.
- Rodríguez. A., C, González., L, Díaz., E, Hurtado y H, Vecchionacce.2001. Efecto de la incorporación de lípidos y zeolita en dietas para cerdos sobre la digestibilidad total aparente. Maracay, Venezuela. Pp 41-42.
- Ruiz. O., Y, Castillo., A, Elías., Arzola. C., C, Rodríguez., J, Salinas., C, Holguín. 2008. Efecto de cuatro niveles de zeolita en la digestibilidad y consumo de nutrientes en ovinos alimentados con heno de alfalfa y concentrado. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 42(4):367-368.
- Shimada, M. A. 2009. Nutrición animal. Editorial. Trillas. México D.F. Pp 397.
- Salinas, C. J., R. Yado P. y C. D. Lerma. 2003. Nutrición Animal Básica. UAT. México D.F. Pp 5.
- Sagarpa. 2012. Programa Nacional Pecuario. pp.22. consultado el 12/10/2012 disponible en [www.sagarpa. Gob.mx](http://www.sagarpa.Gob.mx).
- Somohano. F. D. 2006. El uso de zeolita como aditivo para alimentos de rumiantes. México. Pp 2-10.
- Titus, H. W. 1960. Alimentación científica de las gallinas. Editorial, ACRIBIA. ZARAGOZA .ESPAÑA. Pp 28-34.
- Terry, E. 2012. Tendencias Avícolas Mundiales. Artículo de Fondo. 10/11/12. Disponible en: www.elsitioavicola.com/articles/2262/tendencias-avacolas-mundiales-2012-consumo-de-pollo-estable-en-oceanaa-creciendo-en-africa.
- Unión Nacional de Avicultores. 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de pollo de engorda. Pp 5-7. Consultado: 01/11/2012. Disponible en: <http://www.una.org.mx>
- Vázquez. E. A. 2009. Canibalismo en pollos. Argentina. Pp 1-2.
- Zaldívar. V., E, Margolles y C, Muñoz. 2001. Alimentación pollos de engorda con zeolita. Centro Nacional de Sanidad Agropecuario, Habana, Cuba. Pp 1-3.

VIII. APÉNDICE

En los cuadros 8.1, 8.2 y 8.3 se muestran las varianzas del comportamiento productivo del pollo de engorda.

Cuadro 8.1. Análisis de varianza para incremento de peso.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Bloque	2	0.0042062	0.0021031	1.7228	0.2886
Tratamiento	2	0.0064242	0.0032121	2.6312	0.1865
Error	4	0.0048831	0.0012208		

C.V. = 2.250137

Cuadro 8.2. Análisis de varianza para el consumo de alimento.

FV	GL	SC	SM	F	Pr(>F)
Bloque	2	0.023481	0.011740	0.6585	0.5660
Tratamiento	2	0.038390	0.019195	1.0766	0.4226
Error	4	0.071315	0.017829		

C.V. = 3.818425

Cuadro 8.3. Análisis de varianza para la conversión alimenticia.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Bloque	2	0.0009396	0.0004698	0.0637	0.9392
Tratamiento	2	0.0196762	0.0098381	1.3341	0.3598
Error	4	0.0294978	0.0073744		

C.V. = 3.811942