

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE SALUBRIDAD E HIGIENE



Tesis

**Ganancia de peso durante la etapa de crianza en aves Lohmann Brown
alimentadas con una dieta adicionada con zeolita**

Que presenta **ENRIQUE MISAEL MAGALLANES ARREOLA**
PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE SALUBRIDAD E HIGIENE

TESIS

Ganancia de peso durante la etapa de crianza en aves Lohmann Brown
alimentadas con una dieta adicionada con zeolita

POR

ENRIQUE MISAEL MAGALLANES ARREOLA

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Presidente



Dra. Viridiana Contreras Villarreal
Vocal



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Vocal



MC. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Vocal suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador De La División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE SALUBRIDAD E HIGIENE

Ganancia de peso durante la etapa de crianza en aves Lohmann Brown
alimentadas con una dieta adicionada con zeolita

Por
ENRIQUE MISAEL MAGALLANES ARREOLA


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por el comité de asesoría


Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Asesor Principal


Dra. Viridiana Contreras Villarreal
Coasesor


Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Coasesor


MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador De La División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022

DEDICATORIAS

A mis padres:

Porque con su cariño, esfuerzo y ejemplo, lograron inculcar los principios, valores éticos y morales que me han guiado en la vida. Así como los deseos de superación personal y profesional que me han ayudado a ser un mejor ser humano y un buen ciudadano, a fin de ayudar en la construcción de un mundo mejor.

A mi esposa Liliana y a mis hijos: Trigo Misael y Abdel Marcelino; porque por ellos son mi mayor motivación para salir adelante.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, porque creo que es quien nos da la fuerza y fortaleza, para avanzar en cada paso de nuestra existencia y nos sostiene en momentos difíciles, guiándonos en la vida.

A mi familia

Porque con su cariño, paciencia y apoyo incondicional, han hecho posible que siga vivo en mí, el deseo de superación humana y profesional a fin de no olvidar que: aprender es tarea de toda la vida.

A todos los académicos y personas que de alguna u otra forma contribuyeron para darme la formación, del proceso de enseñanza – aprendizaje que me permitirá ser un profesionalista, científico y humanista de éxito en la vida.

A la MC. Julieta Ziomara Ordoñez Morales por su guía y apoyo moral así como académico y profesional para la realización de este proyecto, documento que me permitirá ser un futuro profesionalista y me abrirá las puertas del porvenir.

Por ello mi eterno agradecimiento.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPÓTESIS	3
3. OBJETIVO	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Estructura del huevo	4
4.2 Formación del huevo	5
4.2 Zeolita	7
4.3 Características de la línea Lhoman Brown	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1 Lugar de estudio	13
5.2 Manejo y alimentación de los animales	13
5.3 Ganancia de peso	13
5.4 Análisis estadísticos	13
6. RESULTADOS	14
7. DISCUSIÓN	16
8. CONCLUSIÓN	17
9. LITERATURA CITADA	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Proporción de los diferentes compartimentos de huevo en el huevo de gallina.	5
Cuadro 2	Ganancia de peso semanal de pollitas Lhomann Brown (grs)	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista esquemática del huevo de ave (sección transversal). Tomado de Sastre Gallego, 2002.....	4
Figura 2 Esquema de la formación del huevo en la gallina. Tomado de Sastre Gallego, 2002	6
Figura 3 Comparación de la Ganancia de peso en los dos grupos del experimento. No hay diferencias estadísticamente significativas con la prueba de T para muestras independientes ($p = 0.357$).....	15

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la ganancia de peso durante la etapa de crianza en aves lohmann brown alimentadas con una dieta adicionada con zeolita. El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna Coahuila. La región se encuentra a 1,120 msnm, con una temperatura media anual de 23.8 °C y una precipitación pluvial de 230 mm, se desarrolló durante los meses de abril a julio del 2022. Se utilizaron un total de 80 pollitas recién nacidas, las cuales se criaron bajo las mismas condiciones y a la tercera semana de edad se separarán al azar formando 2 grupos de 40 pollitas: **Grupo zeolita 2%** con un peso de 88 ± 22 g (**GZ2**) y **Grupo zeolita 4%** con un peso 88 ± 17.49 g (**GZ4**) a los cuales se les suministro a libre acceso agua y alimento comercial con la cantidad correspondiente de zeolita para cada grupo. Se pesaron de forma individual en una báscula digital cada 7 días para observar la ganancia de peso. Los análisis estadísticos se analizaron con el paquete SPSS 25. En caso de existir diferencia significativa $p < 0.05$, Se utilizo una prueba de T-student. Los resultados obtenidos en el parámetro de ganancia de peso en pollitas loman Brown, donde los pesos de los animales registrados durante el estudio no mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ambos tratamientos. De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se concluye que la inclusión del 2 y 4 % de zeolita en la dieta en la etapa de crianza, no aumento la ganancia de peso de pollitas Lhomann brown. Se sugiere realizar más estudios sobre el porcentaje de inclusión, tiempo y tipo de zeolita a suministrar.

Palabras Clave: Zeolita, Inclusión, Pollitas Lhomann Brown, Crianza.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, México es el primer consumidor *per cápita* y sexto productor mundial de huevo para plato (UNA, 2021). Los huevos son considerados una fuente rica de nutrientes para una dieta saludable, además, son una fuente económica de proteínas, vitaminas y minerales (Da Silva Pires Gabriela et al., 2020). La alta calidad puede agregar valor al producto comercializado, sin embargo, las características físicas y químicas del huevo pueden llegar a influir en su aceptabilidad por parte de los consumidores y la industria alimentaria (Pires et al., 2021).

La producción de huevos se basa principalmente en el sistema de alojamiento en jaulas convencionales en batería, esto debido al ahorro de espacio, reducción de costos de mano de obra y equipo, pero algunas investigaciones mencionan que puede afectar, el repertorio conductual de las gallinas el cual es limitado en este tipo de alojamiento, lo que puede ser considerado como un problema en términos del bienestar animal.

En la actualidad, el sector avícola enfrenta retos debido a su rápido crecimiento, ya que se debe asegurar la producción, salud de las aves, así como la entrega de productos derivados de este sector con buena calidad y libres de residuos como los antibióticos (Banaszak et al., 2022). En los últimos años los consumidores han prestado mayor atención al origen del producto por lo tanto los productores se enfocan en criar animales con un buen manejo sanitario y con bienestar animal, manteniendo la mejor calidad en sus productos (Hisasaga et al., 2020; Yaemkong et al., 2019). Se puede decir que la seguridad de la producción está relacionada con el bienestar de los animales, el cual que permite la crianza de una parvada sana (Haque et al., 2020).

Las zeolitas son minerales cristalinos con una estructura infinita tridimensional identificada por cavidades o jaulas interconectadas de tetraedros, la sustitución parcial Si_{4+} por Al_3 da como resultado un exceso de carga negativa, los cuales se compensan con cationes alcalinos y alcalinotérreos como iones de sodio,

calcio y potasio. En 1756, el mineralogista sueco Axel Fredrik Cronstedt descubrió la zeolita natural, desde entonces, se han descubierto alrededor de 40 tipos de zeolitas naturales en las que la mayoría de ellas tienen una baja relación Sílice-aluminio (Eroglu et al., 2017; Kianfar, 2020; Schneider et al., 2017; Vila-Donat et al., 2018). Cada compuesto está formado por 4 átomos de oxígeno alrededor de un catión, lo que les proporciona características únicas, como higroscopicidad, intercambio de catión y adsorción de iones (Querol et al., 2002; Schneider et al., 2016).

Mumpton y Fishman (1977) informaron que las zeolitas tienen la capacidad de perder o ganar agua de forma reversible y de intercambiar ciertos átomos constituyentes sin cambio importante de su estructura atómica, las zeolitas se encuentran entre los minerales arcillosos y estos están en el centro de atención como aditivos alimentarios ya que se han descrito muchas características benéficas. Su origen natural es un activo de gran importancia (Maia et al., 2021), en este sentido, los minerales arcillosos son de especial interés debido a su especificidad de propiedades de adsorción que contribuyen significativamente a la salud animal (Haque et al., 2020; Nadziakiewicz et al., 2019).

La zeolita natural como aditivo en las dietas tiene un impacto positivo debido a las características particulares que posee, su uso se ha reportado en la producción avícola como absorbentes de micotoxinas, además se ha descrito la capacidad de mejorar la calidad de los alimentos, rendimiento productivo, calidad de la carne y rendimiento de la canal, debido a que la zeolita mantiene el equilibrio iónico del tracto gastrointestinal mejora la conversión alimenticia, previene la aparición de diversos cambios patológicos, de igual manera elimina una cantidad de sustancias tóxicas y actúa disminuyendo los efectos del estrés oxidativo (Elliott et al., 2020; Haque et al., 2020; Karovic et al., 2013; Papaioannou et al., 2005; Prasai et al., 2017, 2018; Wawrzyniak et al., 2017).

2. HIPÓTESIS

La inclusión de zeolita en un 2 y 4 % en la dieta influirá en la ganancia de peso en pollitas Lohmann Brown.

3. OBJETIVO

Evaluar el efecto de la inclusión del 2 y 4 % de zeolita en la dieta de pollitas Lohmann Brown durante la etapa de crianza sobre la ganancia de peso.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Estructura del huevo

Las aves son ovíparas y producen un huevo cleidoico, estando su entorno casi totalmente aislado del exterior. Producen huevos grandes que contienen todos los nutrientes esenciales para el desarrollo de un embrión en un ambiente al aire libre (Nys & Guyot, 2011). Un huevo contiene, básicamente, una yema central rodeada por el albumen o clara y todo ello rodeado por una cáscara externa que lo protege (Fig. 1). Aunque existen diferencias producidas por distintos factores como edad, estirpe, nutrición, etc., las proporciones medias de estos componentes son del 31 % para la yema, 58 % para el albumen y 11 % cáscara (Cuadro. 1). Sin embargo, la estructura de huevo es mucho más compleja (Sastre Gallego, 2002).

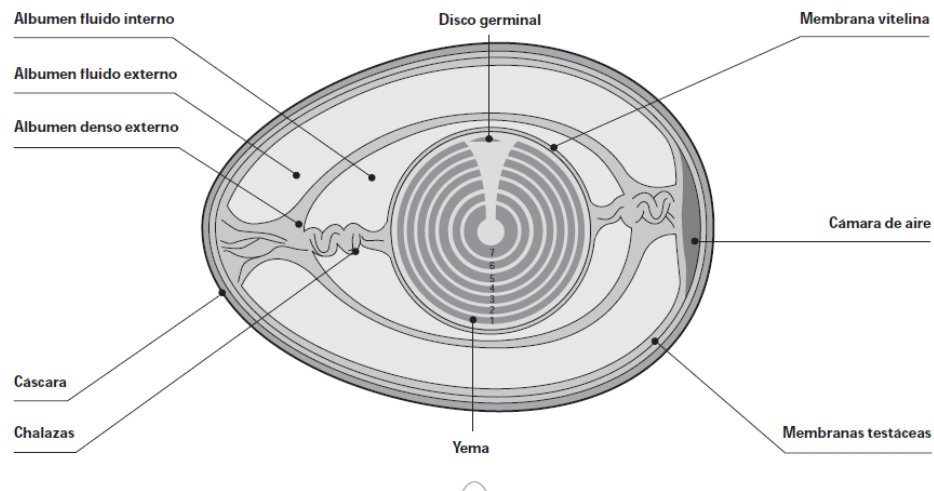


Figura 1 Vista esquemática del huevo de ave (sección transversal). Tomado de Sastre Gallego, 2002.

Cuadro 1 Proporción de los diferentes compartimentos de huevo en el huevo de gallina

% total del peso del huevo			
	Peso medio por huevo de 60 g (g)	Valor medio	Rango de variación 60 g de huevo (g) (en diferentes pesos de huevo)
Yema	17.3	29	
albumina	37	61.5	25-33
Cascarón	5.5	9.1	57-65
Membranas del cascarón	0.25	0.4	8.5-10.5

Tomado de Nys & Guyot, 2011

4.2 Formación del huevo

El tiempo promedio en que la gallina llega a la madurez sexual es a las 20 semanas, aunque existen aspectos tan variados como la genética, la nutrición y el ambiente y fotoperíodo (Sastre Gallego, 2002).

El aparato reproductor de la hembra está compuesto de ovario y oviducto, desarrollándose únicamente los izquierdos (Fig. 2). Sin embargo, el cerebro (hipotálamo y pituitaria anterior o adenohipófisis), el hígado y el sistema óseo tienen un papel importante papel en la reproducción (Sastre Gallego, 2002).

Parte Anatómica (cm)			Funciones	Tiempo	
Ovario	7	Folículos		Formación de gametos	150 días
			Depósito de yema	10 días	
Oviducto	9	Infundíbulo	Fecundación M. Vitelinas	20m	De 24 a 26 horas
	33	Magno	Depósito Albumen	3h30m	
	10	Istmo	Membranas testáceas	1h15m	
	10	Útero	Hidratación Albumen Formación cáscara	21h	
	10	Vagina Cloaca	Ovoposición	1h30m	

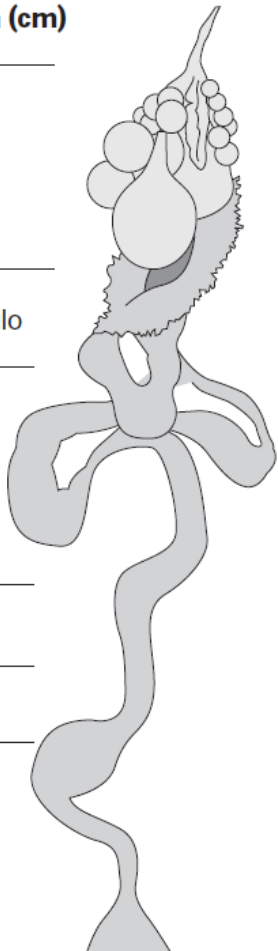


Figura 2 Esquema de la formación del huevo en la gallina. Tomado de Sastre Gallego, 2002

4.2 Zeolita

Las zeolitas son cristales formados a partir de un esqueleto de aluminosilicato microporoso de cationes alcalinos y alcalinotérreos que se encuentran en todo el mundo y que tienen una estructura tridimensional abierta e infinita. Estos materiales tienen propiedades químicas y físicas únicas, se caracterizan por su capacidad de perder y ganar agua de manera reversible, absorber sustancias con un diámetro de sección transversal adecuado (propiedad de adsorción) y cambiar sus cationes con cationes de su entorno, como K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , sin cambios estructurales importantes (capacidad de intercambio catiónico-CEC ≈ 220 meq/100 g) (Beltcheva M et al., 2015; Burmańczuk et al., 2015; Eroglu et al., 2017; Kianfar, 2020; Schneider et al., 2017; Villa et al., 2022).

La estructura de aluminosilicatos cargada puede ser reemplazada por otros cationes con diferente selectividad dependiendo del tamaño y densidad de carga del catión entrante. Esta característica única convierte a las zeolitas en una trampa muy eficaz para eliminación de diferentes especies catiónicas (Ghasemi et al., 2018).

Desde su descubrimiento hace más de 200 años, se han reconocido casi 85 especies naturales distintas de zeolitas y se han sintetizado en laboratorio más de 100 especies que no tienen una contraparte natural (Shariatmadari, 2008).

Las zeolitas se pueden clasificar en dos grandes grupos; zeolitas naturales y sintéticas. Las zeolitas naturales son formadas principalmente por rocas volcánicas y sedimentarias como: chabazita, clinoptilolita y mordenita. De lo contrario, las zeolitas sintéticas se preparan calentando arcilla china, feldespato, carbonato de sodio y otras fuentes (Derbe et al., 2021).

También las zeolitas entran en la clasificación de las arcillas, esta clasificación se refiere al término granulométrico para designar aquellos materiales con un tamaño de partícula inferior a 2 micras, lo que les confiere importantes propiedades reológicas. Las arcillas son minerales de origen secundario con una estructura cristalina bien definida y una elevada área superficial, lo cual determina en gran medida sus propiedades fisicoquímicas y adsorbentes. Poseen aplicaciones

farmacéuticas debido a su elevada capacidad de adsorción, gran superficie interna, alta capacidad de intercambio catiónico y elevada inercia química (Castañeda Sánchez R et al., 2012).

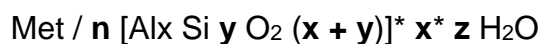
Además, las zeolitas se pueden clasificar en tres grupos en función de su poro diámetro (\varnothing) (Kianfar, 2020; Villa et al., 2022):

- 1) Zeolitas de poro pequeño
- 2) Zeolitas de poro intermedio (\varnothing variable entre 3 y 4.5 Å)
- 3) Zeolitas de poro grande zeolitas ($\varnothing > 6$ Å)

La Zeolita-natural y modificada, debido a su estructura específica, se adsorben excelentemente y, por lo tanto, pueden disminuir el efecto nocivo de los metales pesados. Entre las zeolitas naturales conocidas destacan la Clinoptilolita (CPL), la chabazita, la modernita, erionita y ferrierita. Las zeolitas naturales presentan un problema fundamental: su escasa calidad, debido a que son minerales extraídos de yacimientos y son heterogéneos en sus propiedades físicas y químicas, por lo que es necesaria su purificación (Hernández-González, 2016).

Las CPL presentan estabilidad estructural a altas temperaturas y acidez, son las zeolitas más utilizadas en estudios con animales. Datos relevantes en investigaciones indican una influencia positiva en la inclusión de clinoptilolita en el alimento sobre la salud animal. En medicina humana, los experimentos *in vitro* e *in vivo* han sugerido que CPL podría utilizarse como adyuvante en estados de inmunodeficiencia y terapia anticancerígena, agente antioxidante o reductor de los niveles de radionúclidos (Hanusova, 2021; Servatan et al., 2020).

La fórmula general de la zeolita es:



Donde:

Me - metal,

n – grado de oxidación,

x – el número de átomos de aluminio,

y – número de átomos de silicio,

z – número de moléculas de agua (Mumpton & Fishman, 1977).

La sustitución de silicio en algunos tetraedros induce cargas negativas en la estructura, las cuales se neutralizan por cationes intercambiables. La capacidad de intercambio en la zeolita depende de su naturaleza, composición química, pH y temperatura de la solución.

4.2. 1 Zeolita como adsorbentes

Uno de los principales métodos para reducir o eliminar los efectos nocivos de las micotoxinas es el uso de adsorbentes. Estas sustancias no se absorben desde la luz intestinal, pero presentan la capacidad de unirse a otras sustancias. Por lo tanto, los adsorbentes evitan la absorción de diferentes tipos de sustancias del aparato digestivo tracto, con eficiencia variable (Trailović et al., 2013).

4.2.2 Mecanismo de la zeolita

Durante los procesos digestivos se genera nitrógeno (N), este es liberado de forma progresiva durante dicho proceso siendo acumulado allí mismo; cuando la zeolita se encuentra presente, actúa de forma activa por la capacidad selectiva de iones, tomando el N para reducir su producción en el estómago, ya que estos son retenidos en el tracto digestivo por mayores períodos de tiempo antes de ser excretados rápidamente (Guzmán Rivera, 2020).

4.2. 3 Zeolita en la producción pecuaria

La utilización del uso de zeolitas tiene una amplia gama de aplicaciones industriales, agrícolas y particularmente en nutrición animal desde mediados de 1960 (Papaioannou et al., 2005). Los niveles de inclusión de las Zeolitas varían del 1 al 10 %. El nivel recomendado para la Zeolita sintética es el 1 % y para las naturales se han reportado niveles del 1 hasta el 10 %. Estas diferencias en la dosis

reflejan el contenido de impurezas en las Zeolitas naturales y las diferencias entre las características físicas y químicas entre las Zeolitas naturales y sintéticas (Collazo García, 2010).

Debido a sus propiedades útiles y únicas, el uso de zeolitas en diferentes sectores de la industria avícola proporciona oportunidades para obtener una mejora en el rendimiento y calidad de la producción, así como la mitigación de la contaminación ambiental y los procesos de control de residuos producidos por la industria avícola y porcina (Dashtestani et al., 2021; Shariatmadari, 2008)

En la producción pecuaria la adición de Zeolita al pienso en lechones inhibe la emisión de amoníaco del estiércol animal, mejorando así el microclima del corral, lo que tiene un efecto positivo en la salud de los lechones. Se ha demostrado que la concentración de amoníaco se redujo en un 33 %, mientras que en la concentración de dióxido de carbono no hubo cambios estadísticamente significativos (Burmańczuk et al., 2015), de igual manera la inclusión de zeolita en un 3 % en la dieta de gallinas de postura demostró una disminución en la volatilización del amoniaco al ambiente por lo que indirectamente disminuyó los malos olores y contribuyó al bienestar animal (Eprikashvili et al., 2014; Lon-Wo et al., 2010).

El uso de Zeolita en la tecnología de producción de leche bovina permitió aumentar la productividad de la leche de las vacas y mejorar las características de calidad de la leche, además, son bastante baratos y disponibles. La capacidad de las Zeolitas para adsorber dióxido de carbono, amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano, algunos compuestos de nitrógeno y agua explica la conveniencia de su uso como material de cama en edificios de ganado, además de mejorar las condiciones sanitarias e higiénicas en la producción de leche (Volostnova et al., 2022; Wu et al., 2013).

En aves de postura se observaron efectos benéficos en los parámetros de la altura del huevo y la resistencia de la cáscara del huevo con la inclusión de Zeolita en la alimentación durante el período del experimento. Estos hallazgos no fueron diferentes estadísticamente en las variables de peso total del huevo, la cáscara del huevo, la yema y la albumina (Fendri et al., 2012).

Duniśławska et al. (2022), concluyo que el uso de una dosis menor de Zeolita no mostró diferencias significativas en el rendimiento de sacrificio de los pollos, pero una mayor suplementación de Zeolita tuvo un efecto benéfico sobre el rendimiento de la canal. Además, se ha reportado que la zeolita puede considerarse un factor inmunorregulador que potencia la respuesta inmunitaria.

Otra investigación demostró que la inclusión de 0.5 – 2 % de Zeolita y bentonita a la dieta de pollos disminuyó los niveles séricos de zinc, cobre y manganeso, mientras que la concentración de aluminio aumentó significativamente (Elliott et al., 2020). Otras investigaciones en pollos de engorda, también mostraron que el uso de zeolita generó efectos positivos sobre la humedad en la cama disminuyendo la cantidad de nitrógeno impactando positivamente la salud y el bienestar de los animales (Tatar et al., 2012).

Prasai et al. (2017) reportó que el uso de zeolitas tiene varios impactos positivos: aumento en la eficiencia en el consumo de alimento, reducción de la tasa de paso del alimento a través del sistema digestivo, lo que lleva a una disminución en el consumo de alimento y una eficiente utilización de los alimentos. Con la adición del 5 % de Zeolita (p/p) se observó una mayor producción de huevos, mayor grosor de la cáscara y una mayor eficiencia alimenticia en comparación con la dieta de control.

Hcini et al. (2018) mencionan que el añadir zeolita (clinoptilolita) a pienso de machos y hembras de pavo en concentraciones del 1 % o 2 % aumenta el nivel de ácidos graso-poliinsaturados. Esta adicción de Zeolita en la dieta de pavo como parte de un programa integral demuestra una mejora en los parámetros de crecimiento, producción y parámetros de estrés oxidativo en la canal del pavo. La utilización de la zeolita también ha demostrado ser eficiente en la liberación de gases amoniacales producidos por las heces fecales (Valpotić et al., 2017). La inconsistencia observada en diferentes estudios sobre el uso de CPL natural y otras zeolitas como aditivos para piensos podría atribuirse a las diferencias en el tipo de zeolita probada, tamaño de partícula, pretratamiento y las dosis que se utilizaron en estos estudios (Valpotić et al., 2017).

4.3 Características de la línea Lhoman Brown

Las gallinas de la línea Lohmann Brown tienen como principal característica la puesta abundante de huevos ya que pueden alcanzar entre los 180 y los 300 huevos anuales con un pico de postura del 92 - 94 %. Hasta las 72 semanas el huevo puede pesar 63.5 g y en la semana 85 64.2 g.

El peso corporal en las gallinas de esta línea a las 20 semanas es de 1.6 a 1.7 kg y al final de la producción de 1.9 a 2.1 kg. El consumo de alimento desde la semana 1 hasta la semana 20 es de 7.4 a 7.8 kg, en producción un promedio de 110 a 120 g/día/ave y tiene una conversión alimenticia de 2.10 a 2.1 kg/kg masa de huevo (Lhoman Tierzucht, 2022).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Lugar de estudio

El experimento se realizó con un lote de 80 pollitas de la línea Lohman Brown criadas en piso. En la nave avícola ubicada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila. La región se encuentra a 1,120 msnm, con una temperatura media anual de 23.8 °C y una precipitación pluvial de 230 mm. El estudio se desarrolló durante los meses de abril a julio del 2022.

5.2 Manejo y alimentación de los animales

Un lote de 80 pollitas recién nacidas se crio bajo las mismas condiciones y a la tercera semana de edad se separarán al azar formando 2 grupos de 40 pollitas: Grupo Zeolita 2% (GZ2) y Grupo Zeolita 4% (GZ4) a los cuales se les suministro a libre acceso agua y alimento comercial con la cantidad correspondiente de zeolita para cada grupo. Antes del inicio y durante el periodo experimental pollitas serán vitaminadas, desparasitadas y vacunadas de acuerdo con el calendario de vacunación.

El GZ2(2 % de zeolita) n=40; recibirá un 2 % de zeolita de inclusión en la dieta por último el GZ4 (4 % de zeolita) n=40, recibirá un 4 % de inclusión de zeolita en la dieta durante todo el periodo experimental (semana 3 hasta la semana 17).

5.3 Ganancia de peso

El peso vivo y ganancia de peso de las pollitas se evaluó cada 7 días durante todo el periodo experimental, para lo cual se utilizó una báscula digital.

5.4 Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se analizaron con el paquete SPSS 25. En caso de existir diferencia significativa $p < 0.05$, se utilizó una prueba de T-student.

6. RESULTADOS

En el cuadro 1 se observan los resultados obtenidos en el parámetro de ganancia de peso en pollitas loman Brown, donde los pesos de los animales registrados durante el estudio no mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambos tratamientos.

Cuadro 2 Ganancia de peso semanal de pollitas Lhomann Brown (grs)

	Zeolita 2 %		Zeolita 4 %	
	Media (g)	DE	Media (g)	DE
3	86.69	22.02	88.61	17.49
4	170	0.02	170	0.04
5	280	0.04	300	0.05
5	370	0.08	370	0.05
7	430	0.10	430	0.08
8	530	0.14	500	0.08
9	590	0.14	580	0.09
10	720	0.15	720	0.11
11	840	0.16	820	0.18
12	940	0.20	980	0.19
13	1020	0.21	1070	0.24
14	1110	0.23	1130	0.21
15	1220	0.25	1240	0.26
16	1280	0.26	1340	0.31
17	1310	0.29	1400	0.33
18	1370	0.30	1430	0.33
19	1420	0.32	1530	0.40
20	1470	0.29	1580	0.44
21	1550	0.34	1600	0.45
22	1620	0.32	1610	0.30

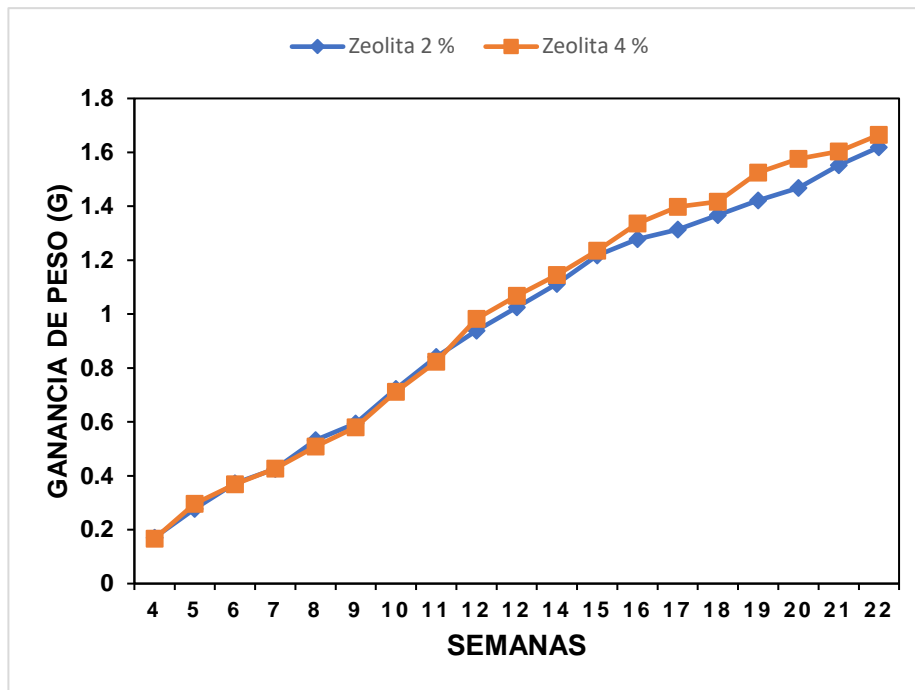


Figura 3 Comparación de la Ganancia de peso en los dos grupos del experimento. No hay diferencias estadísticamente significativas con la prueba de T para muestras independientes ($p = 0.357$).

7. DISCUSIÓN

Los resultados en esta investigación demostraron que en una dieta con inclusión de zeolita natural (clinoptilolita) en niveles del 2 y 4 % en el alimento no genera ningún efecto significativo sobre la ganancia de peso en pollitas Lhomann Brown.

Estudios recientes demostraron que la administración de aluminosilicatos no genera un efecto en el índice de conversión alimenticia, pero el consumo de alimento fue significativamente mayor en los grupos experimentales en comparación con el grupo de control, además el peso y la ganancia de peso fue mayor en los grupos donde se usaron aluminosilicatos (Banaszak et al., 2022a).

Otro estudio como el de Quinche et al. (2017) demostraron que no hubo diferencia significativa en los parámetros de ganancia de peso comparado con el grupo control, menciona que incluir el 5 % de zeolita en pollos de engorde obtuvo el mismo beneficio comparado con el grupo control, sin embargo, señala que los costos de alimentación fueron menores al incluir el 5 % de zeolita.

Las diferencias entre los hallazgos de este trabajo y los reportados por los autores citados pueden deberse a diferentes dosis de zeolita y otras sustancias que se propusieron en los estudios, al igual que el mayor consumo de alimento indica que la adición de aluminosilicatos puede estimular el apetito de las aves (Banaszak et al., 2021).

Cabe mencionar que los estudios citados se han realizado en pollos de engorde, donde su periodo de producción dura alrededor de los 42 días, esto podría ser otro factor importante para las diferencias con los resultados de este trabajo, ya que el tiempo de inclusión de la zeolita en este trabajo de investigación fue desde la semana 4 hasta la semana 22 de producción, con un total de 133 días.

8. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se concluye que la inclusión del 2 y 4 % de zeolita en la dieta en la etapa de crianza, no aumento la ganancia de peso de pollitas Lhomann brown.

Se sugiere realizar más estudios sobre el porcentaje de inclusión, tiempo y tipo de zeolita a suministrar.

9. LITERATURA CITADA

- Banaszak, M., Biesek, J., & Adamski, M. (2021). Wheat litter and feed with aluminosilicates for improved growth and meat quality in broiler chickens. *PeerJ*, 9. <https://doi.org/10.7717/peerj.11918>
- Banaszak, M., Biesek, J., & Adamski, M. (2022a). Aluminosilicates at different levels in rye litter and feed affect the growth and meat quality of broiler chickens. *Veterinary Research Communications*, 46(1), 37–47. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09827-x>
- Banaszak, M., Biesek, J., & Adamski, M. (2022b). Aluminosilicates at different levels in rye litter and feed affect the growth and meat quality of broiler chickens. *Veterinary Research Communications*, 46(1), 37–47. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09827-x>
- Beltcheva M, Metcheva M, Topashka-Ancheva N, Popov S, Teodorova JA, Heredia-Rojas AO, Rodríguez-de la Fuente, & Rodríguez-Flores LE. (2015). Zeolites versus lead toxicity. *Journal of Bioequivalence & Bioavailability*, 7(1), 12–29.
- Burmańczuk, A., Markiewicz, W., Burmańczuk, A., Kowalski, C., Roliński, Z., & Burmańczuk, N. (2015). Possible use of natural zeolites in animal production and environment protection. *Journal of Elementology*, 4/2015. <https://doi.org/10.5601/jelem.2014.19.4.759>
- Castañeda Sánchez R, Chirivella Martorell J, & Carbonell Baldoví E. (2012). Neutralización de micotoxinas por sustancias adsorbentes. *Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación*, 4, 77–88.
- Collazo García, H. (2010). La aplicación de Zeolita en la producción avícola: Revisión. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1(1), 17–23.
- da Silva Pires Gabriela, P., Daniela da Silva Pires, P., Cardinal, K. M., & Bavaresco, C. (2020). The use of coatings in eggs: A systematic review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 106, pp. 312–321). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.019>

- Dashtestani, F., Ma'mani, L., Jokar, F., Maleki, M., Eskandari Fard, M., & Hosseini Salekdeh, G. (2021). Zeolite-based nanocomposite as a smart pH-sensitive nanovehicle for release of xylanase as poultry feed supplement. *Scientific Reports*, *11*(1), 21386. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00688-7>
- Derbe, T., Temesgen, S., & Bitew, M. (2021). A Short Review on Synthesis, Characterization, and Applications of Zeolites. In *Advances in Materials Science and Engineering* (Vol. 2021). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2021/6637898>
- Dunisławska, A., Biesek, J., Banaszak, M., Siwek, M., & Adamski, M. (2022). Effect of Zeolite Supplementation on Gene Expression in the Intestinal Mucosa in the Context of Immunosafety Support in Poultry. *Genes*, *13*, 732. <https://doi.org/10.3390/genes13050732>
- Elliott, C. T., Connolly, L., & Kolawole, O. (2020). Potential adverse effects on animal health and performance caused by the addition of mineral adsorbents to feeds to reduce mycotoxin exposure. *Mycotoxin Research*, *36*(1), 115–126. <https://doi.org/10.1007/s12550-019-00375-7>
- Eprikashvili, L., Kordzakhia, T., Dzagania, M., Zautashvili, M., & Pirtskhalava, N. (2014). *Natural zeolites in poultry farming*.
- Eroglu, N., Emekci, M., & Athanassiou, C. G. (2017). Applications of natural zeolites on agriculture and food production. In *Journal of the Science of Food and Agriculture* (Vol. 97, Issue 11, pp. 3487–3499). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8312>
- Fendri, I., Khannous, L., Mallek, Z., Traore, A. I., Gharsallah, N., & Gdoura, R. (2012). Influence of Zeolite on fatty acid composition and egg quality in Tunisian Laying Hens. *Lipids in Health and Disease*, *11*. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-71>
- Ghasemi, Z., Sourinejad, I., Kazemian, H., & Rohani, S. (2018). Application of zeolites in aquaculture industry: a review. In *Reviews in Aquaculture* (Vol. 10, Issue 1, pp. 75–95). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1111/raq.12148>

- Guzmán Rivera, J. (2020). *Evaluación de diferentes dosis de zeolita como aditivo alimentario en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras*. Universidad de Holguín.
- Hanusova, E. (2021). The effect of natural zeolite dietary supplementation on the egg quality of japanese quails (*coturnix japonica*) during the laying period. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(6). <https://doi.org/10.15414/jmbfs.4631>
- Haque, M. H., Sarker, S., Islam, M. S., Islam, M. A., Karim, M. R., Kayesh, M. E. H., Shiddiky, M. J. A., & Anwer, M. S. (2020). Sustainable antibiotic-free broiler meat production: Current trends, challenges, and possibilities in a developing country perspective. In *Biology* (Vol. 9, Issue 11, pp. 1–24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/biology9110411>
- Hcini, E., ben Slima, A., Kallel, I., Zormati, S., Traore, A. I., & Gdoura, R. (2018). Does supplemental zeolite (clinoptilolite) affect growth performance, meat texture, oxidative stress and production of polyunsaturated fatty acid of Turkey poult? *Lipids in Health and Disease*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0820-7>
- Hernández-González, E. (2016, January 26). *Captadores de micotoxinas*. https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/Micotoxicosis/60-2016A_CapII.pdf
- Hisasaga, C., Griffin, S. E., & Tarrant, K. J. (2020). Survey of egg quality in commercially available table eggs. *Poultry Science*, 99(12), 7202–7206. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.049>
- Karovic, D., Djermanovic, V., Mitrovic, S., Radovic, V., Okanovic, D., Filipovic, S., & Djekic, V. (2013). The effect of mineral adsorbents in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 69(2), 335–342. <https://doi.org/10.1017/S0043933913000330>
- Kianfar, E. (2020). *Zeolites: properties, applications, modification and selectivity*.

- Lhoman Tierzucht. (2022). *Lhoman Brown Clasic Ponedoras. Manual de manejo en jaulas*. [Http://Www.Pronavicola.Com/Contenido/Manuales/LB.Pdf](http://www.pronavicola.com/Contenido/Manuales/LB.Pdf).
- Lon-Wo, E., Acosta, A., & Cárdenas, M. (2010). *Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) en la dieta de la gallina ponedora. Su influencia en la liberación de amoníaco por las deyecciones*.
- Maia, K. M., Claudete, ;, Alcalde, R., Marcos, ;, Barbosa, A., Simara, ;, & Marcato, M. (2021). *Micotoxinas e adsorventes na alimentação animal (Mycotoxins and adsorbents in animal feed)*.
- Mumpton, F. A., & Fishman, P. H. (1977). The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *Journal of Animal Science*, *45*(5), 1188–1203.
- Nadziakiewicz, M., Kehoe, S., & Micek, P. (2019). Physico-chemical properties of clay minerals and their use as a health promoting feed additive. In *Animals* (Vol. 9, Issue 10). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani9100714>
- Nys, Y., & Guyot, N. (2011). Egg formation and chemistry. In *Improving the Safety and Quality of Eggs and egg Products* (pp. 83–132). <https://doi.org/10.1533/9780857093912.2.83>
- Papaioannou, D., Katsoulos, P. D., Panousis, N., & Karatzias, H. (2005). The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials*, *84*(1–3), 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2005.05.030>
- Pires, P. G. da S., Bavaresco, C., Prato, B. S., Wirth, M. L., & Moraes, P. de O. (2021). The relationship between egg quality and hen housing systems - A systematic review. *Livestock Science*, *250*. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104597>
- Prasai, T. P., Walsh, K. B., Bhattarai, S. P., Midmore, D. J., Van, T. T. H., Moore, R. J., & Stanley, D. (2017). Zeolite food supplementation reduces abundance of

- enterobacteria. *Microbiological Research*, 195, 24–30.
<https://doi.org/10.1016/j.micres.2016.11.006>
- Prasai, T. P., Walsh, K. B., Midmore, D. J., & Bhattarai, S. P. (2018). Effect of biochar, zeolite and bentonite feed supplements on egg yield and excreta attributes. *Animal Production Science*, 58(9), 1632–1641.
<https://doi.org/10.1071/AN16290>
- Querol, X., Moreno, N., Umaa, J. C., Juan, R., Hernandez, S., Fernandez-Pereira, C., Ayora, C., Janssen, M., Garca-Martnez, J., Linares-Solano, A., & Cazorla-Amoros, D. (2002). Application of zeolitic material synthesised from fly ash to the decontamination of waste water and flue gas. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 77(3), 292–298.
<https://doi.org/10.1002/jctb.597>
- Quinche, A. R. S., Nagua, F. M. P., González, O. N. V., Díaz, C. A. A., Galvez, L. F. A., & Baena, I. P. (2017). The effect of adding Zeolite in the feed of chickens Cobb 500. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 12(3), 182–187. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2017.182.187>
- Sastre Gallego, Ana. (2002). *Lecciones sobre el huevo*. Instituto de Estudios del Huevo.
- Schneider, A. F., Almeida, D. S. D., Yuri, F. M., Zimmermann, O. F., Gerber, M. W., & Gewehr, C. E. (2016). Natural zeolites in diet or litter of broilers. *British Poultry Science*, 57(2), 257–263. <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1150962>
- Schneider, A. F., Zimmermann, O. F., & Gewehr, C. E. (2017). Zeolites in poultry and swine production. *Ciencia Rural*, 47(8). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160344>
- Servatan, M., Zarrintaj, P., Mahmodi, G., Kim, S. J., Ganjali, M. R., Saeb, M. R., & Mozafari, M. (2020). Zeolites in drug delivery: Progress, challenges and opportunities. In *Drug Discovery Today* (Vol. 25, Issue 4, pp. 642–656). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.02.005>

- Shapiev B, Aliev A, Shapieva K, Kanbulatova Z, & Khalikov A. (2018). Use of Dagestan natural zeolites in medicine and veterinary medicine. *Ecological Medicine*. <https://doi.org/10.34662/EM.2018.1.1.80-84>
- Shariatmadari, F. (2008). The application of zeolite in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 64, 76–84. <https://doi.org/10.1017/S0043933907001730>
- Tatar, A., Boldaji, F., Dastar, B., Hassani, S., & Yalçın, S. (2012). Effects of dietary supplementation with perlite and zeolite on performance, litter quality and carcass characteristics of broilers from 7-42 days of age. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(6), 1148–1154.
- Trailović, J. N., Stefanović, S., & Trailović, S. M. (2013). In vitro and in vivo protective effects of three mycotoxin adsorbents against ochratoxin A in broiler chickens. *British Poultry Science*, 54(4). <https://doi.org/10.1080/00071668.2013.798627>
- UNA. (2021). *UNA*. <https://una.org.mx/indicadores-economicos/>
- Valpotić, H., Gračner, D., Turk, R., Đuričić, D., Vince, S., Folnožić, I., Lojkić, M., Žaja, I. Ž., Bedrica, L., Maćešić, N., Getz, I., Dobranić, T., & Samardžija, M. (2017). Zeolite clinoptilolite nanoporous feed additive for animals of veterinary importance: potentials and limitations. In *Periodicum Biologorum* (Vol. 119, Issue 3). <https://doi.org/10.18054/pb.v119i3.5434>
- Vila-Donat, P., Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2018). A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. In *Food and Chemical Toxicology* (Vol. 114, pp. 246–259). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.044>
- Villa, C. C., Valencia, G. A., López Córdoba, A., Ortega-Toro, R., Ahmed, S., & Gutiérrez, T. J. (2022). Zeolites for food applications: A review. In *Food Bioscience* (Vol. 46). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101577>
- Volostnova, A. N., Yakimov, A. v., Yakimov, O. A., Sh Salyakhov, A., & Frolov, G. S. (2022). Production technology of livestock and poultry products using

environmentally safe feed additives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 978(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/978/1/012023>

Wawrzyniak, A., Kapica, M., Stepień-Pyśniak, D., Łuszczewska-Sierakowska, I., Szewerniak, R., & Jarosz, Ł. (2017). The effect of dietary supplementation of transcarpathian zeolite on intestinal morphology in female broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(3), 421–430. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx011>

Wu, Y., Wu, Q., Zhou, Y., & Wang, T. (2013). Zeolite improve animal health status and its mechanism. In *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association* (Vol. 28, Issue 5).

Yaemkong, S., Nguyen Ngoc, T., Jaipong, P., Kothum, P., & Tangmo, S. (2019). Effects of pattern systems on production performance and egg quality of laying hen. In *Naresuan Phayao Journal* (Vol. 12, Issue 2).