

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto dietético de la zeolita en los indicadores biológicos**  
**de pollos de engorde**

Estudiantes

Eddy Alexander Camacho Galeano

Tulio Cesar Darce Picado

Asesores

Yordan Martínez Aguilar, D.Sc.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, julio 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Localización del Estudio .....	10
Aves y tratamientos .....	10
Condiciones experimentales.....	14
Desempeño productivo .....	14
Peso de las porciones comestibles .....	14
Análisis económico.....	16
Análisis estadístico .....	17
Resultados y Discusión.....	18
Conclusiones .....	41
Recomendaciones.....	42
Referencias.....	43

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Ingredientes y aportes de la dieta de inicio para los pollos de engorde (0-10 días).....	11
Cuadro 2 Ingredientes y aportes de la dieta de crecimiento para los pollos de engorde (11-24 días). .....	12
Cuadro 3 Dietas con zeolita (25-29 días) .....	13
Cuadro 4 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (0-10 días). .....	18
Cuadro 5 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (11-24 días). .....	19
Cuadro 6 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (25-31 días). .....	21
Cuadro 7 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (0-31 días). .....	22
Cuadro 8 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en las características de la canal de los pollos de engorde (31 días). .....	24
Cuadro 9 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la composición química de la pechuga de los pollos de engorde (31 días).....	25
Cuadro 10 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el peso relativo de las vísceras de los pollos de engorde (31 días) .....	27
Cuadro 11 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el peso relativo de los órganos inmunes de los pollos de engorde (31 días) .....	28
Cuadro 12 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el peso relativo de los órganos digestivos de pollos de engorde (31 días).....	30

Cuadro 13 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la humedad, N y P en las heces fecales de pollos de engorde (31 días) .....	33
Cuadro 14 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la humedad, N y P en la cama de pollos de engorde (31 días).....	36
Cuadro 15 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la concentración de NH <sub>3</sub> en la cama de pollos de engorde (29-31 días).....	37
Cuadro 16 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la bioquímica sanguínea de los pollos de engorde (31 días).....	39
Cuadro 17 Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el costo para producir un kg de PV, canal y pechuga en los pollos de engorde (0-31 días) .....	40

## Resumen

La utilización de una dieta que permite mejorar las ganancias de peso, aprovechar mejor los nutrientes y reducir el impacto ambiental define el éxito de la producción de pollos de engorde, los aluminosilicatos (zeolita) permiten alcanzar mejores rendimientos en la producción de pollos de engorde, así como reducir el impacto ambiental del mismo. Los objetivos de esta investigación fueron, evaluar el efecto de la suplementación de zeolita en el desempeño productivo de los pollos de engorde y características de la canal. Un total de 750 pollos de engorde Cobb 500™ de un día de edad hasta la cosecha el día 35, fueron ubicados según un diseño completamente aleatorizado en tres tratamientos experimentales, cinco repeticiones durante 35 días, 50 pollos por repetición. Los tratamientos consistieron en una dieta de control sin zeolita, una dieta con 2% de zeolita y una dieta con 3% de zeolita. La zeolita aumentó el peso vivo, el rendimiento de la de la pechuga y redujo la humedad, N (nitrógeno) y P (fósforo) en la cama y las heces. Se recomienda utilizar el tratamiento con 2% de zeolita para maximizar el rendimiento de los pollos de engorde.

*Palabras clave:* Absorción de nutrientes, conversión alimenticia, órganos, rendimiento.

### **Abstract**

The use of a diet that allows improving weight gains, making better use of nutrients, and reducing environmental impact defines the success of broiler chicken production, aluminosilicates (zeolite) allow to achieve better yields in the production of broilers, as well as reducing its environmental impact. The objectives of this research were to evaluate the effect of zeolite supplementation on the productive performance of broilers and carcass characteristics. A total of 750 one-day-old Cobb 500™ broilers until harvest on day 35 were placed according to a completely randomized design in three experimental treatments, five repetitions for 35 days, 50 chickens per repetition. The treatments consisted of a control diet without zeolite, a diet with 2% zeolite and a diet with 3% zeolite. Zeolite increased live weight, breast yield and reduced moisture, N (nitrogen) and P (phosphorus) in litter and feces. It is recommended to use the 2% zeolite treatment to maximize the performance of broilers.

*Keywords:* Feed conversion, nutrient absorption, organs, performance.

## Introducción

En la actualidad, la industria avícola busca formas para mejorar el índice de conversión alimenticia de las aves. El uso de minerales juega un papel importante en el desarrollo, crecimiento y mantenimiento del tejido Atherton (1993). La zeolita es un mineral que está siendo utilizado debido a sus propiedades químicas y físicas, además ha mostrado resultados favorables en los índices de conversión alimenticia en aves de engorde. Las zeolitas debido a su estructura y características ha demostrado una alta efectividad de la nutrición animal, posee un efecto sobre la tasa de crecimiento y el aumento de peso en las aves, también se ha demostrado que se puede utilizar como antibiótico, esto favorecería a la prevención de enfermedades en el sistema digestivo de las aves Shariatmadari (2008).

El uso de la zeolita permite una mayor retención de nitrógeno, lo que ayuda a un mejor aprovechamiento de este, otro beneficio está relacionado a mejorar la digestión de las proteínas, además se ha demostrado que la zeolita atrapa contaminantes en los desechos de las aves, principalmente el amoníaco, con esto se reduce la contaminación al medio ambiente Schneider et al. (2017), también se encontró que es capaz de controlar los compuestos orgánicos volátiles y los olores Cai et al.(2007). La zeolita ayuda a reducir la toxicidad de aflatoxinas de un alimento, por lo general en dietas basadas en maíz y soya, estas micotoxinas tienen un impacto negativo sobre la ganancia de peso Miazza et al. (2000).

Uno de los principales retos en cualquier explotación pecuaria, es la parte económica, ya que la alimentación representa hasta el 70% de los costos de producción. Por esta razón, se busca que el animal aproveche la mayor cantidad de alimento. La zeolita es un mineral que ha despertado el interés en la producción animal debido a sus propiedades físicas y químicas, además de ser un mineral abundante en la naturaleza (Mumpton y Fishman 1977). Con la zeolita se puede mejorar el rendimiento de las aves, ya que debido a sus propiedades estas requieren menos alimento, en

consecuencia, hay un mejor aprovechamiento de los nutrientes. Las zeolitas son aluminosilicatos alcalino terrosos constituidos principalmente de sodio y calcio, cuentan con una estructura porosa, por lo tanto, presenta una gran capacidad de intercambiar cationes y propiedades adsorbentes (Curi et al. 2006). Los objetivos del estudio fueron: Evaluar el efecto dietético de la zeolita en el desempeño productivo y características de la canal de pollos de engorde; Determinar el efecto dietético de la zeolita en el peso relativo de los órganos y bacterias ácidos lácticas cecales de los pollos de engorde y Cuantificar el efecto de la zeolita en las características química de las heces fecales y la cama de pollos de engorde.

Los objetivos del estudio:

Evaluar el efecto dietético de la zeolita en el desempeño productivo y características de la canal de pollos de engorde.

Determinar el efecto dietético de la zeolita en el peso relativo de los órganos y bacterias ácidos lácticas cecales de los pollos de engorde.

Cuantificar el efecto de la zeolita en las características química de las heces fecales y la cama de pollos de engorde.

## **Materiales y Métodos**

### **Localización del Estudio**

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en Valle del Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

### **Aves y Tratamientos**

Para la investigación se utilizaron un total de 750 pollos de engorde Cobb 500™ de un día de edad. Se ubicarán según diseño completamente aleatorizado durante 35 días, en tres tratamientos, cinco repeticiones por tratamientos y 50 pollos por repetición.

Los tratamientos dietéticos fueron:

Tratamiento1: Dieta basal sin adición de zeolita.

Tratamiento2: Dieta basal + 2% de zeolita

Tratamiento3: Dieta basal + 3% de zeolita

**Cuadro 1**

*Ingredientes y aportes de la dieta de inicio para los pollos de engorde (0-10 días).*

Ingredientes	Dieta basal	DB+2% de zeolita	DB+3% de zeolita
Harina de maíz (7.79 %)	49.72	49.72	49.72
Harina de soya (48%)	39.54	39.54	39.54
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.50	0.50	0.50
Aceite de palma	6.15	6.15	6.15
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.38	0.38	0.38
L-Treonina	0.10	0.10	0.10
L-Lisina	0.25	0.25	0.25
Carbonato de calcio	1.13	1.13	1.13
Biofos	1.58	1.58	1.58
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Total	100	100	100
Zeolita	1.00	2.00	3.00
Total, con zeolita	100	102.00	103.00
Costo de las dietas (USD/t)	438.75	441.60	444.44
<i>Aportes nutricionales (%)</i>			
EM (kcal/kg MS)	3000	3000	3000
Fibra cruda	14.4	14.4	14.4
Proteína cruda	23.43	23.43	23.43
Ca	0.96	0.96	0.96
P disponible	0.48	0.48	0.48
Met+Cys	0.95	0.95	0.95
Thr	0.86	0.86	0.86
Val	0.91	0.91	0.91
Ile	0.80	0.80	0.80
Lys	1.28	1.28	1.28
Arg	1.30	1.30	1.30
Trp	0.24	0.24	0.24
Phe	0.80	0.80	0.80

**Cuadro 2**

*Ingredientes y aportes de la dieta de crecimiento para los pollos de engorde (11-24 días).*

Ingredientes	Dieta basal	DB+2% de zeolita	DB+3% de zeolita
Harina de maíz (7.79 %)	55.64	55.64	55.64
Harina de soya (48%)	34.86	34.86	34.86
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.35	0.35	0.35
Aceite de palma	5.45	5.45	5.45
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.32	0.32	0.32
L-Treonina	0.06	0.06	0.06
L-Lisina	0.21	0.21	0.21
Carbonato de calcio	1.05	1.05	1.05
Biofos	1.41	1.41	1.41
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Total	100	100	100
Zeolita	1.00	2.00	3.00
Total, con zeolita	100	102.00	103.00
Costo de las dietas (USD/t)	419.05	421.90	424.74
<i>Aportes nutricionales (%)</i>			
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	3100	3100	3100
Proteína cruda	21.5	21.5	21.5
Ca	0.87	0.87	0.87
P disponible	0.45	0.45	0.45
Met+Cys	0.87	0.87	0.87j
Thr	0.77	0.77	0.77
Val	0.84	0.84	0.84
Ile	0.73	0.73	0.73
Lys	1.15	1.15	1.15
Arg	1.19	1.19	1.19
Trp	0.22	0.22	0.22
Phe	0.74	0.74	0.74

**Cuadro 3***Dietas con zeolita (25-29 días)*

Ingredientes	Dieta basal	DB+2% de zeolita	DB+3% de zeolita
Harina de maíz (7.79 %)	59.64	59.64	59.64
Harina de soya (48%)	30.21	30.21	30.21
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.35	0.35	0.35
Aceite de palma	6.44	6.44	6.44
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.27	0.27	0.27
L-Treonina	0.05	0.05	0.05
L-Lisina	0.19	0.19	0.19
Carbonato de calcio	1.00	1.00	1.00
Biofos	1.20	1.20	1.20
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Total	100	100	100
Zeolita	1.00	2.00	3.00
Total, con zeolita	100	102.00	103.00
Costo de las dietas (USD/t)	408.72	411.56	414.42
<i>Aportes nutricionales (%)</i>			
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	3200	3200	3200
Proteína cruda	19.5	19.5	19.5
Ca	0.79	0.79	0.79
P disponible	0.40	0.40	0.40
Met+Cys	0.80	0.80	0.80
Thr	0.67	0.67	0.67
Val	0.77	0.77	0.77
Ile	0.66	0.66	0.66
Lys	1.03	1.03	1.03
Arg	1.07	1.07	1.07
Trp	0.20	0.20	0.20
Phe	0.68	0.68	0.68

### **Condiciones Experimentales**

El experimento se realizó en un galpón tipo no tunelizado. Cada repetición estuvo constituida por un corral con cama de viruta de madera, con una densidad de 10 aves/m<sup>2</sup>. El alimento y agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. El sistema de iluminación fue artificial y se suministró 16 horas luz por día. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controló mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizaron medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

### **Desempeño Productivo**

En cada fase experimental (inicio, crecimiento y finalización) se determinó los indicadores del desempeño productivo de los pollos de engorde. La viabilidad se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). El peso inicial y el final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión  $\pm 1.00$  g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA), se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

### **Peso de las Porciones Comestibles**

A los 35 días de edad se cosecharon por el método desangrado en la vena yugular 14 pollos/tratamiento en ayunas por seis horas. Para determinar el peso relativo de la canal y peso vivo, se realizó un pesaje de los pollos de engorde antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión  $\pm 0.1$  g.

### **Peso de los Órganos**

Para determinar el efecto en los órganos, se extrajeron y pesaron los siguientes órganos: órganos inmunes (Bolsa de Fabricio, bazo y timo) y órganos digestivos (ciego, molleja, proventrículo e intestino delgado). Se pesaron los órganos en una báscula Truweigh™ Blaze digital scale BL, modelo 100-01-BK, con una precisión de  $\pm 0,01$  g (Dalman Enterprises Ltd, Wycombe, Buckinghamshire, Reino Unido). Después del sacrificio, con el uso de un potenciómetro digital Oakton® 700 (Oakton Instruments, Vermon Hills, IL, EE. UU.) se determinó el pH del intestino delgado y ciego de 10 pollos por tratamiento. Con el uso de tampones de pH de 1,68, 4,01, 7,00, 10,01 y 12,45 el potenciómetro fue calibrado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

### **Características de la Cama y Heces Fecales de la Cama**

La volatilización de  $\text{NH}_3$  se monitoreó por medio de sensores Basic Ammonia Detector – NH3000® (Forensics Detectors). Las muestras para medir el pH de las camas se tomaron en la etapa de finalización y fue a través de una solución acuosa (relación 1:3) mediante pHmetro PH-245/PK-835 Aquariums®. Para la recolección de las muestras de las heces se realizó de forma aleatoria. Se introdujeron en una jaula metabólica por 12 horas para disponer de sus heces, posteriormente fueron identificadas y llevadas al laboratorio para su procesamiento el día de la recolección y determinación de la humedad en un análisis por triplicado. Al obtener el dato del peso húmedo, fueron sometidas a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  por 24 horas, colocadas en un recipiente de aluminio e introducidas en un horno después se pesaron. La humedad fue determinada relación peso húmedo: peso seco.

Para determinar N y P en heces fecales y camas se recolectaron tres de muestras de camas y tres de heces fecales, dichas muestras se almacenaron a  $-4\text{ }^\circ\text{C}$ ; seguidamente llevadas al Laboratorio de Suelos de Zamorano. Fueron sometidas a  $145\text{ }^\circ\text{C}$  por 24 horas en mufla, después de este tiempo fueron molidas para poder determinar el N total de Kjeldahl. Se separaron 50 g por muestra que fueron secados a  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  hasta pasar a cenizas y obtener el dato de P total de ácido ascórbico.

### **Bacterias Ácido-Lácticas Cecales**

En el sacrificio, se tomó el ciego derecho de tres aves/tratamiento y se hizo un raspado de la mucosa con un bisturí para cultivo microbiológico. El contenido cecal de cada muestra (1 g), se depositó en un tubo conteniendo 9 mL de agua de peptona estéril (Cultimed Parnreac-Química-SAU), se homogenizó en agua destilada a razón de 1/10 (p/v) y a partir de ella se realizó diluciones seriadas (1/10) hasta la dilución  $10^6$ . De cada dilución se tomó 0.1 mL y se sembraron en cajas de Petri con agar MRS (Difco Laboratories, Detroit, Mich.) y pH 5.6 a 37 °C por 48 h en anaerobiosis (Gas Pak system, BBL, Cockeysville, EE.UU). Para la determinación de las bacterias ácido-lácticas; se realizó tres repeticiones por cada dilución; posteriormente, se realizó el conteo visual de las colonias. Los ensayos se realizarán en el laboratorio de microbiología de la EAP.

### **Hemograma**

En los 31 días, se realizó una bioquímica sanguínea a 3 pollos en ayunas/tratamiento. La sangre se extrajo (10 mL) por punción de la vena del ala izquierda y se depositaron en tubos con anticoagulantes. Se determinó a las proteínas hepáticas, aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa mediante kits enzimático.

### **Análisis Económico**

Para determinar el costo del alimento consumido, se utilizó el método económico - matemático con técnicas de agrupación y comparación. Para la aplicación de este método y de sus técnicas se utilizaron fichas de costos de los ingredientes, facturas, informes de recepción y análisis económicos de la planta de concentrados y de la unidad de aves de la Escuela Agrícola Panamericana.

**Análisis Estadístico**

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple en un diseño totalmente aleatorizado, antes de realizar el análisis de varianza se procedió a verificar la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogorov Smirnov y para la uniformidad de la varianza, la prueba de Bartlett, en los casos necesarios se empleó la Décima de Duncan (1955) para determinar las diferencias entre medias. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Todos los análisis se desarrollaron según el software estadístico SPSS versión 23.1.

## Resultados y Discusión

En el Cuadro 4 se observa el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (0-10 días). Con respecto a las variables peso vivo inicial (PVI), peso vivo (PV), consumo de alimento (CA) y mortalidad no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, conversión alimenticia (CON) presentó diferencias ( $P \leq 0.05$ ).

### Cuadro 4

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (0-10 días).*

Tratamientos	Indicadores				
	PVI (g)	PV (g)	CA (g/ave)	CON	Mortalidad (%)
Dieta basal	43.23	234.55	202.95	1.08 <sup>b</sup>	1.25
DB+2% zeolita	43.00	226.80	203.40	1.10 <sup>a</sup>	1.88
DB+3% zeolita	43.85	232.25	209.63	1.10 <sup>a</sup>	3.13
EE±	0.236	5.502	7.831	0.073	0.046
Valor de P	0.400	0.297	0.862	0.015	0.078

*Nota.* <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a ( $P < 0.05$ ).

DB: dieta basal; PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimentos; CON: conversión alimenticia

El análisis de los resultados para la variable de peso vivo inicial (PVI) no se encontraron diferencias entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), estos datos concuerdan con los resultados obtenidos por Pulido y Fehring (2004), quienes no obtuvieron diferencias significativas en el peso vivo inicial al usar tratamientos con 3% y 5% de zeolita. Sin embargo, en la variable peso vivo (PV), Pulido y Fehring (2004) obtuvieron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) para los tratamientos de dieta control, zeolita al 3% y 5% obteniendo mejores resultados en el tratamiento con 3% de zeolita.

En la variable consumo de alimento (CA) no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) sin embargo, estos datos no concuerdan con los resultados obtenidos por Jara y Alvear Cervantes (2004) donde los pollos obtuvieron mejores consumos de alimento en los tratamientos con 2% y 4% de zeolita.

En la variable conversión alimenticia (CON) se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) estos resultados concuerdan con los obtenidos por Loja (2017) el cual reportó un efecto positivo al adicionar 8% de zeolita con una mejor conversión alimenticia con respecto al T1 y T2.

En la variable mortalidad no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) los tratamientos dieta basal y DB+2% zeolita fueron similares, estos resultados no concuerdan con los de Martínez (2012) que presentó un mayor índice de mortalidad al aplicar los tratamientos con 0% de zeolita con un valor de 3.13% y tratamiento con 8% de zeolita con un valor de 3.13%.

En el Cuadro 5 se observa el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (11-24 días) con respecto a la variable peso vivo (PV), consumo de alimento (CA) y conversión alimenticia (CON) presentaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ). En la variable mortalidad no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ).

#### Cuadro 5

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (11-24 días).*

Tratamientos	Indicadores			
	PV (g)	CA (g/ave)	CON	Mortalidad (%)
Dieta basal	1046.11 <sup>ab</sup>	1303.98 <sup>b</sup>	1.53 <sup>b</sup>	1.90
DB+2% zeolita	1008.58 <sup>b</sup>	1312.98 <sup>b</sup>	1.60 <sup>a</sup>	0.00
DB+3% zeolita	1083.93 <sup>a</sup>	1376.85 <sup>a</sup>	1.55 <sup>b</sup>	0.65
EE±	19.396	13.014	0.034	0.822
Valor de P	0.002	<0.001	0.025	0.881

*Nota.* <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

PV: peso vivo; CA: consumo de alimentos; CON: conversión alimenticia

El análisis de los resultados para la variable peso vivo (PV) se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos de dieta basal y DB+3% zeolita, con medias de 1046.11 g y 1083.93 g, respectivamente, que difieren del tratamiento DB+2% zeolita, estos resultados contradicen los datos obtenidos por Zambrano (2017) quien usó tratamientos con 4.5%, 3%, 1.5% de zeolita en pollos de engorde, el cual no registro variación alguna en la variable de peso vivo al suplementarle estas dietas, al no tener significancia nos indica que los tratamientos se comportan de igual manera.

Con respecto a la variable consumo de alimento (CA) se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) con respecto al tratamiento dieta basal y DB+2% zeolita con medias de 1303.98 g/ave y 1312.98 g/ave respectivamente, que difieren del tratamiento DB+3% zeolita, estos resultados coinciden con los de Gaibor (2012) quien presentó un incremento en el tratamiento con 4% de zeolita, seguido el tratamiento con 6% de zeolita.

Para la variable de conversión alimenticia se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) siendo el tratamiento DB+2% zeolita superior en comparación con las otras dietas, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Jara y Alvear Cervantes (2004) en el cual presentaron que el T4 con 4% de zeolita obtuvo los mejores resultados que difieren con los T1 y T3 con 0% y 2% de zeolita, respectivamente. Cabe recalcar que tampoco presentaron diferencias significativas en la variable de mortalidad con T2 y T3 en el que usaron 2% y 4% de zeolita respectivamente, no presentaron mortalidad, mientras que en tratamiento testigo la mortalidad fue de 1.2% y el T4 con 0.8% de mortalidad.

En el Cuadro 6 se observa el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (25-29 días). Para las variables peso vivo (PV), consumo de alimento (CA) y conversión alimenticia (CON) presentaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ). Por último, en la variable mortalidad no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ).

### Cuadro 6

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (25-31 días).*

Tratamientos	Indicadores			
	PV (g)	CA (g/ave)	CON	Mortalidad (%)
Dieta basal	1623.09 <sup>b</sup>	969.86 <sup>ab</sup>	1.73 <sup>ab</sup>	1.29
DB+2% zeolita	1538.55 <sup>c</sup>	955.97 <sup>b</sup>	1.83 <sup>a</sup>	0.00
DB+3% zeolita	1691.68 <sup>a</sup>	1037.56 <sup>a</sup>	1.61 <sup>b</sup>	1.95
EE±	16.847	13.103	0.096	0.027
Valor de P	<0.001	0.001	0.018	0.118

*Nota* <sup>a,b,c</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P \leq 0.05$ .

PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

El análisis de los resultados para la variable peso vivo (PV) se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) los datos obtenidos el que mejor resultado obtuvo fue el tratamiento DB+3% zeolita que presentó un valor de 1691.68 g. Según Chalacán Reyes (2011) al incorporar zeolita en el alimento, los pollos demuestran que tienden a aumentar de peso mejor que los que no se les suministra zeolita y que el consumo de alimento es menor a medida que los niveles de zeolita se incrementa.

Por otro lado, en la variable consumo de alimento (CA) se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) el tratamiento que presentó un mejor desempeño alimenticio fue DB+3% zeolita, pero siendo este semejante con la dieta basal. Según Collazos García (2010), una de las razones de tal discrepancia en los resultados pudo ser el balance de la dieta, una proporción de hasta un 10% de zeolita en la dieta, produce cambios en la composición y concentración de algunos elementos en la dieta y de este modo cambios en el contenido de energía, proteínas y aminoácidos.

En la variable de conversión alimenticia se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) siendo el tratamiento DB+2% zeolita superior a los demás pero semejante con la dieta basal, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Pindo Nagua (2016) que mostró una semejanza entre los tratamientos con zeolita del 2% al 5% con el testigo, con valores 2.30, 2.53, 2.57, 2.31 y 2.21 respectivamente, esto indica que al usar zeolita el promedio en consumo de alimento varía significativamente entre los tratamientos. Por otro lado, en la variable mortalidad no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) estos resultados concuerdan con los obtenidos por Izaguirre et al. (2018) en el que hacen constar que el implemento de zeolita en los tratamiento Zeo-AAL40, Zeo-AAL10, Zeo0, los valores no se vieron afectados.

En el Cuadro 7 el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (0-29 días). Los cuales presentaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en todas las variables.

### Cuadro 7

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el desempeño productivo de los pollos de engorde (0-31 días).*

Tratamientos	Indicadores		
	CA (g/ave)	CON	Mortalidad (%)
Dieta basal	2476.75 <sup>b</sup>	1.56 <sup>b</sup>	4.38 <sup>a</sup>
DB+2% zeolita	2472.33 <sup>b</sup>	1.67 <sup>a</sup>	1.88 <sup>b</sup>
DB+3% zeolita	2624.03 <sup>a</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	5.63 <sup>a</sup>
EE±	25.417	0.022	1.48
Valor de P	0.001	0.018	0.009

Nota. <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P \leq 0.05$ .

DB: dieta basal; PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

En el indicador consumo de alimento, se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en los tratamientos dieta basal y DB+2% zeolita, se obtuvieron resultados similares a excepción del tratamiento DB+3% zeolita, estos datos no concuerdan con los obtenidos por Corrales-Lerma (2014) en el cual no encontró diferencias significativas al aplicar el tratamiento con 0% de zeolita el cual registro un valor 2135.71 en tanto para el tratamiento con 2.5% de zeolita un valor de 2157.97, por tanto, se estima que la clinoptilolita no tiene efectos negativos sobre el consumo del alimento en la dosis administrada.

Para la variable de conversión alimenticia, se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) ya el tratamiento DB+2% zeolita fue el que presentó mayor conversión alimenticia. En cambio, en el tratamiento con dieta basal no es muy variable en comparación con el resto de los tratamientos. Se presume atribuirle que al suministrar la clinoptilolita tenga un efecto positivo al animal en cuanto a la mayor producción de carne, trabajos con diferentes especies han mostrado efectos positivos sobre la producción de carne Corrales-Lerma et al. (2014)

En el indicador de mortalidad, se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) los tratamientos dieta basal y DB+3% zeolita fueron semejantes, con valores 4.38% y 5.63% respectivamente, que difieren del tratamiento DB+2% zeolita, estos resultados no concuerdan con Cornejo et al. (1995), quienes no observaron diferencias significativas en las características óseas ni en la mortalidad al implementar dietas con 0, 2, 4 y 6% de zeolita. Sin embargo Lema Guamán (2008) afirma, que la cantidad de bajas registradas en los diferentes grupos evaluados fueron efectos de las fallas del control del microclima interno del galpón (temperatura).

En el Cuadro 8 efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en las características de la canal de los pollos de engorde (31 días). Se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) para los indicadores canal, pechuga y pierna.

**Cuadro 8**

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en las características de la canal de los pollos de engorde (31 días).*

Tratamientos	Indicadores (g/kg)			
	Canal	Pechuga	Pierna	Grasa Abdominal
Dieta basal	69.24 <sup>a</sup>	24.66 <sup>b</sup>	19.58 <sup>b</sup>	1.08
DB+2% zeolita	67.38 <sup>b</sup>	24.73 <sup>ab</sup>	20.25 <sup>ab</sup>	1.04
DB+3% zeolita	69.99 <sup>a</sup>	25.93 <sup>a</sup>	21.41 <sup>a</sup>	0.98
EE±	1.161	0.660	0.514	0.343
Valor de P	0.019	0.021	0.013	0.490

*Nota.* <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P \leq 0.05$ .

DB: dieta basal

En los resultados del presente cuadro mostraron diferencias en la variable Canal ( $P \leq 0.05$ ), se obtuvieron resultados similares en los tratamientos dieta basal y DB+3% zeolita, excepto el tratamiento DB+2% zeolita, según Pinacho (2013), la adición de zeolita en la dieta de pollos de engorda, no tuvo efecto significativo en el rendimiento en canal. Para el indicador de pechuga se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) siendo el tratamiento DB+3% zeolita superior con un valor 25.93 g/kg, pero semejante con el tratamiento DB+2% zeolita, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Armas-Martinez (2014) quien determino que al utilizar el balanceado que contenía 4% de zeolita naturales en la alimentación de pollos favoreció el comportamiento productivo, el rendimiento en pechuga de 36.79% con respecto al tratamiento con 0% de zeolita.

En la variable pierna se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en los tratamientos DB+2% zeolita y DB+3% zeolita se presentaron resultados semejantes a excepción del tratamiento dieta basal, de manera similar Acosta et al. (2005) indicaron que tuvieron un mejor rendimiento de la pierna al incluir 1% de zeolita en la dieta, en cambio con el otro tratamiento sin zeolita.

Para el indicador grasa abdominal no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ), la grasa abdominal es buen indicador del contenido total de grasa corporal del pollo y representa alrededor del 3.5% del peso vivo y el 15% de la grasa total (Aranibar 2006). Esto no concuerda con los hallazgos obtenidos

por Arroyo et al. (2002) quienes demostraron que al utilizar un 5% de zeolita en la dieta de los pollos aumento la grasa abdominal en comparación de la dieta control.

En el Cuadro 9 se observa el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la composición química de la pechuga de los pollos de engorde (31 días). Los cuales si presentaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en todas las variables, excepto en humedad.

### **Cuadro 9**

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la composición química de la pechuga de los pollos de engorde (31 días).*

Tratamientos	Composición química de la pechuga					
	Humedad	Proteína	Cz	L*	a*	b*
Dieta basal	71.72	21.96 <sup>b</sup>	1.21 <sup>a</sup>	57.31 <sup>b</sup>	7.84 <sup>ab</sup>	18.79 <sup>b</sup>
DB+2% zeolita	74.33	22.45 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	59.05 <sup>a</sup>	6.71 <sup>b</sup>	20.78 <sup>a</sup>
DB+3% zeolita	72.88	22.57 <sup>a</sup>	0.94 <sup>b</sup>	56.80 <sup>b</sup>	8.93 <sup>a</sup>	20.42 <sup>a</sup>
EE±	1.579	0.317	0.068	1.198	0.861	0.665
Valor de P	0.475	0.032	0.004	0.050	0.043	0.029

Nota. <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P \leq 0.05$ .

CZ: cenizas

En la composición química de la pechuga, en la variable humedad no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) los valores medios de humedad en la pechuga de pollo con respecto a la dieta basal, DB+2% y DB+3% zeolita rondan entre 71.72, 74.33 y 72.88 respectivamente, similar al intervalo descrito por otros autores Navas et al. (2000) que es de (74.9) para carne de pollo. En la variable de proteína se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) se encontraron resultados semejantes en los tratamientos DB+2% y DB+3% zeolita a excepción del tratamiento dieta basal, estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Li et al. (2015) que encontraron que el contenido de proteínas de carne de la pechuga de pollo PSE fue significativamente menor que el de la carne normal.

En la variable de cenizas se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) se obtuvieron resultados similares en los tratamientos dieta basal y DB+2% zeolita a excepción del tratamiento DB+3% zeolita, estos datos concuerdan con Infante-Rodríguez et al. (2016), quienes determinaron al aplicar tratamientos con energía metabolizable aparente el T3 (3080/3160 kcal/kg) fue mayor que en el T2 (3040/3120 kcal/kg) con valores de 4.28 y 4.02 respectivamente. Para la variable de luminosidad el tratamiento DB+3% zeolita fue el que presentó una carne más oscura que las demás. Según Chavarrías (2012), el responsable que la carne tome un color diferente es la mioglobina, una proteína que se fija en las células de los tejidos también influye la edad de las aves, el sexo, la dieta, las condiciones previas al sacrificio y las de procesamiento.

Para los pigmentos rojos en la pechuga de pollo el que mostró un color más rojo fue el tratamiento DB+3% zeolita que difiere con el tratamiento DB+2% zeolita, estos datos concuerdan con los obtenidos por Jeon et al. (2010) en el cual reportaron que el color de la pechuga de los pollos NKNC (North Korean Native Chicken) era más rojo que los pollos SKNC (South Korean Native Chicken) con valores 11.03 y 4.30 respectivamente. Cabe mencionar que el mismo estudio presentó diferencias significativas en pigmentos amarillos.

En el Cuadro 10 se observa el desempeño productivo de las vísceras de pollos de engorde (g/kg). Con respecto a la suplementación dietética con zeolita natural, estos no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre sí. Las variables: hígado, páncreas y corazón si bien presentaron un aumento de peso en el tratamiento DB+2%, con respecto a la dieta basal y DB+3% zeolita estas no fueron significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 10**

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el peso relativo de las vísceras de los pollos de engorde (31 días)*

Tratamientos	Indicadores (g/kg)		
	Hígado	Páncreas	Corazón
Dieta basal	2.38	0.30	0.59
DB+2% zeolita	2.48	0.32	0.64
DB+3% zeolita	2.42	0.30	0.61
EE±	0.069	0.088	0.025
Valor de P	0.691	0.318	0.318

*Nota.* Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

Para las variables hígado, páncreas y corazón, el tratamiento DB+2% zeolita indicó el mayor peso siendo 2.48, 0.32 y 0.64 g, respectivamente, sin embargo, comparado con los tratamientos DB (Dieta Basal) y DB+3% no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Los resultados indicaron que el tratamiento DB+3% zeolita protege mejor contra las aflatoxinas y micotoxinas, siendo los pesos de las vísceras menores con respecto al tratamiento DB+2% (2.48, 0.32, 0.64 g contra 2.42, 0.30, 0.61). Un estudio realizado por Harvey et al. (1993) demostraron que con la adición de 0.5% de zeolita a la dieta se redujo el peso relativo del hígado, en contraste con este experimento que se utilizó un 3% de zeolita en la dieta.

Esto se debe a que los tratamientos de zeolita utilizados por Harvey et al. (1993) eran sintéticos en comparación a este experimento que eran naturales, esto se puede confirmar con un experimento previo de Elliot y Edwards (1991) quienes compararon que el uso de zeolita natural y sintética, a través de este experimento se determinó que la zeolita sintética disminuyó el peso relativo de las vísceras, pero no afectó la eficiencia alimenticia, en cambio la zeolita natural si afectó la eficiencia alimenticia pero no tuvo efectos sobre el peso relativo de los órganos.

Un estudio realizado por Valchev et al. (2017) determinaron que el peso relativo de los órganos como el corazón y el páncreas, sufren un aumento de peso, debido a la acción de las

aflaxatocinas. El tratamiento DB+2% muestra altos pesos relativos en comparación a DB+3%. La diferencia entre la zeolita natural y sintética se debe a su composición química. Los estudios realizados por Kolosova y Stroka (2012) y Tapia-Salazar (2012) concluyeron que la capacidad absorción, estructura y componentes químicos de los aluminosilicatos (zeolita) tienen un efecto significativo en el secuestro de aflatoxinas. No obstante, en este estudio entre los tres tratamientos (DB, DB+2% y DB+3%) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ )

En el cuadro 11 se muestra el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en cuanto al peso relativo de los órganos inmunes de los pollos de engorde (31 días). Para las variables Bolsa de Fabricio y Timo presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en comparación con el Bazo que no mostró diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

### Cuadro 11

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el peso relativo de los órganos inmunes de los pollos de engorde (31 días)*

Tratamientos	Indicadores (g/kg)		
	Bolsa de Fabricio	Timo	Bazo
Dieta basal	0.14 <sup>b</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.10
DB+2% zeolita	0.16 <sup>a</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.11
DB+3% zeolita	0.14 <sup>b</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	0.10
EE±	0.013	0.033	0.008
Valor de P	0.018	0.015	0.362

*Nota.* <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

La bolsa de Fabricio tiene una función de hematopoyesis que produce los linfocitos B, es un órgano primario que se encarga de la producción de células sanguíneas. La función principal de este órgano se debe a que posee memoria inmunológica, además de producir anticuerpos Glick et al. (1956). Una investigación realizada por Torrubia (2009) indicó que es deseable que este órgano posea un peso y tamaño adecuado, ya que es un indicador del estado de inmuno competencia, que es la respuesta inmunitaria frente a un antígeno. Se determinó que el tratamiento DB +2% presentó un mayor peso (0.16 g) en comparación con los demás tratamientos (DB y DB+3%), presentando

diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), el estudio realizado por Valchev et al. (2017) demostraron que el mayor consumo de aflatoxinas el peso relativo de los órganos como la bolsa de Fabricio y el timo se reducen, esto se debe a que las aflatoxinas tienen efectos inmunosupresores y en consecuencia se ve afectado el crecimiento de estos órganos. La zeolita secuestra estas micotoxinas durante el paso por el tracto gastrointestinal, como resultado, las aves tendrán mejor resistencia a los patógenos y por ende una mejor respuesta inmunitaria.

El timo es un órgano primario linfoide, produciendo linfocitos T, es importante en los primeros 10 días de vida de las aves. El desarrollo de este órgano, junto a la bolsa de Fabricio están relacionados, el timo cumple la función de incrementar la producción de hormonas durante la pubertad de las aves Tarek et al. (2012). El peso del timo fue superior en la Dieta Basal (0.41 g), este difiere del tratamiento DB+2% que presentó un peso menor (0.28 g) al resto de tratamientos, sin embargo, DB (Dieta Basal) con respecto al tratamiento DB+3% no hubo diferencia.

En el estudio realizado por Wu et al. (2013) señalan que la zeolita dilata el paso del alimento por el tracto digestivo para una mayor digestibilidad. al incrementar la cantidad de zeolita en la dieta disminuye su eficiencia. En este estudio los autores utilizaron zeolita natural con un porcentaje de inclusión en la dieta similar a uno de los tratamientos de este experimento (DB+2%) determinaron que más allá de este porcentaje no hay efectos significativamente representativos, como se puede ver en los cuadros anteriores (4, 5, 6 y 7), se encontró un mayor porcentaje de mortalidad en el tratamiento DB+3% siendo significativamente representativos ( $P \leq 0.05$ ) por lo tanto un aumento en la inclusión de zeolita en la dieta puede llegar a no tener efectos beneficiosos y hasta poder ser tóxica para las aves.

El Bazo es un órgano linfoide secundario que tiene como función filtrar la sangre y antígenos que se encuentren en el torrente sanguíneo. El peso del bazo no fue significativo ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los tratamientos que fueron suministrados, en el estudio de Wu et al. (2013) se confirmó que con

zeolita natural ni modificada al 2% de inclusión en la dieta hubo un efecto significativo en el peso relativo del bazo ( $P > 0.05$ ).

En el cuadro 12 se muestra el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en peso relativo de los órganos digestivos de pollos de engorde (31 días). Las variables que se tomaron en cuenta fueron la molleja, el intestino delgado, los ciegos, pH cecal, BAL (Bacterias ácido-Lácticas) cecales. En cuanto a la molleja DB+2% presentó un mayor peso (1.83 g), los resultados si mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Para las variables intestino delgado y ciegos no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). En la variable del pH cecal DB+2% y DB+3% fueron similares con un pH de 6.5, estos presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). Para la variable BAL (Bacterias ácido-Lácticas) cecales el tratamiento DB+3% y DB (Dieta Basal) obtuvieron los resultados más bajos (6.6 g), a pesar de esto no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ )

## Cuadro 12

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el peso relativo de los órganos digestivos de pollos de engorde (31 días)*

Tratamientos	Indicadores (g/kg)				
	Molleja	Intestino delgado	Ciegos	pH cecal	BAL cecales
Dieta basal	1.87 <sup>a</sup>	4.49	0.64	6.40 <sup>b</sup>	6.67
DB+2% zeolita	1.83 <sup>ab</sup>	4.08	0.84	6.52 <sup>a</sup>	6.91
DB+3% zeolita	1.72 <sup>b</sup>	4.38	0.71	6.55 <sup>a</sup>	6.60
EE±	0.085	0.166	0.053	0.075	0.380
Valor de P	0.017	0.384	0.195	0.008	0.904

*Nota.* <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

Se observó que el peso de la molleja fue similar en DB (Dieta basal) y DB+2% siendo estos 1.87 g y 1.83 g, el tratamiento DB+3% es similar a DB+2%, sin embargo, el primero difiere de DB (Dieta basal). La molleja es un órgano esencial en el proceso de digestión, su función es reducir el tamaño de las partículas gruesas y hacer más pequeñas. Por esta razón, la molleja debe tener un peso óptimo y

estar bien desarrollada, ya que, regula la motilidad intestinal, así como el pH y la velocidad del paso, en consecuencia, se mejora la utilización de energía y la digestión de los nutrientes Xu et al. (2015) .

En el estudio realizado por Ledoux et al. (1999) adicionó un 1% de zeolita a la dietas de pollos de engorde, al momento del sacrificio (21 días) los autores determinaron que el peso relativo de la molleja no se vio afectado por la inclusión de este porcentaje en el tratamiento, sin embargo, la zeolita que se utilizó en este experimento fue sintética, en el estudio realizado por Elliot y Edwards (1991) la zeolita sintética disminuyó el peso relativo de las vísceras, al parecer no tiene el mismo efecto sobre los órganos digestivos.

En el caso del intestino delgado el mayor peso se encontró en DB (Dieta Basal) siendo de 4.49 g, pero en el tratamiento DB+3% fue 4.38 g, el peso más bajo fue reportado por DB+2% con 4.08 g, a pesar de esto no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), para los ciegos el tratamiento DB+3% fue similar a DB (Dieta Basal) y DB+2%, sin embargo, estos últimos difieren entre sí, DB+2% presentó un peso mayor (0.84 g) a la dieta basal (0.64 g) a pesar de esto no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Los aumentos de peso en las variables: molleja, intestino grueso y ciegos se deben a que la zeolita estimula el crecimiento y desarrollo del intestino delgado esto se puede ver en el estudio realizado por Le Gall-David et al. (2017) que al adicionar zeolita en la dieta se aumenta el peso de los órganos digestivos, sin embargo, En el estudio de Wu et al. (2013) mostraron que el aumento o disminución de peso se ve afectado por el tipo y cantidad de zeolita que se utilizó en las dietas, por esta razón, la dieta DB+3% presento un peso más bajo. Esto se debe a que en el experimento la zeolita es natural, por lo tanto, una inclusión más allá del 2% disminuye el peso de los órganos digestivos.

El pH cecal en los tratamientos DB+2% y DB+3 no se encontró diferencias, pero ambos difieren con DB (Dieta Basal) ya que este último presentó un pH de 6.4 en comparación con los otros tratamientos en los que ambos presentaron un pH de 6.5, estos presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), en el estudio realizado por Schneider et al. (2017) al incluir 2% de zeolita en la dieta se mostró un aumento en el pH de las heces, al igual que este experimento mostro diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), lo cual se comprueba con los presentes en la tabla 12. Por último, en la variable

BAL (Bacterias Ácido Lácticas) cecales en ningún tratamiento presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) igual que en el estudio de Abbasi et al. (2018) al agregar 1% de zeolita en la dieta no hubo diferencias significativas, al igual que un estudio realizado por Ortiz y Sanders (2020) quienes incluyeron zeolita en la cama de pollos de engorde a los 28 días, demostró que tampoco tuvo un efecto sobre las bacterias ácido lácticas, por lo tanto, en este estudio se confirmó que las BAL (Bacterias Ácido Lácticas) no se ven afectadas de manera significativa ( $P > 0.05$ ) en ningún nivel de inclusión.

En el cuadro 13 se ve el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la humedad, nitrógeno y fósforo en las heces fecales de los pollos de engorde (31 días). Para todas las variables Humedad, N (Nitrógeno) y P (fósforo) presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). El mayor porcentaje estuvo en el tratamiento DB+2% con 1.02% mientras que el menor fue en el tratamiento DB+3% con 0.91%.

### Cuadro 13

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la humedad, N y P en las heces fecales de pollos de engorde (31 días)*

Tratamientos	Heces fecales (%)		
	Humedad	N	P
Dieta basal	78.70 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	0.96 <sup>b</sup>
DB+2% zeolita	65.32 <sup>b</sup>	4.56 <sup>b</sup>	1.02 <sup>a</sup>
DB+3% zeolita	56.80 <sup>c</sup>	3.45 <sup>c</sup>	0.91 <sup>c</sup>
EE±	0.643	0.102	0.045
Valor de P	<0.001	<0.001	0.019

*Nota.* <sup>a,b,c</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

Se observó que la zeolita natural afectó positivamente humedad en las heces fecales, siendo el tratamiento DB+3% el que absorbió más humedad (56.80%) en comparación a los demás tratamientos que presentaron valores más altos (78.70% y 65.32%) todos los tratamientos difieren entre sí y presentaron diferencias significativas. En el estudio realizado por Ortiz y Sanders (2020) se logró reducir la humedad en la cama avícola al adicionar un 25% de zeolita, sus resultados fueron significativos ( $P \leq 0.05$ ) siendo la humedad 22.10% sin zeolita y 17.79% con zeolita, con esto se confirma el efecto que tiene la zeolita en la retención de humedad tanto a nivel de cama como a nivel nutricional, el efecto de la zeolita sobre la humedad se debe a que tienen la capacidad de retener agua.

En el estudio realizado por Mumpton y Fishman (1977) se determinó que al agregar 10% de zeolita en la dieta tiene un efecto positivo sobre la humedad y las emisiones de  $\text{NH}_3$  en las heces, esto se demostró en un estudio realizado por Ly et al. (1996) en el cual los autores a través de pruebas in vitro con zeolita mostraron efectos benéficos en los procesos digestivos, al igual que este estudio se observó un menor porcentaje de humedad en el tratamiento DB+3% (56.80%) al bajar el porcentaje de humedad en las heces se evita un exceso de humedad en las camas y la liberación de  $\text{NH}_3$ , siendo esto confirmado por el estudio de Liu et al. (2007) en el que prueban que al tener mayor humedad en las heces hay mayor cantidad de  $\text{NH}_3$  en la cama.

Además, como se puede observar en la variable N (Nitrógeno) se muestra el efecto que tienen las zeolitas sobre el aprovechamiento del nitrógeno, el problema con este elemento es que no es aprovechado en su totalidad, por esta razón, las heces están cargadas con este elemento, en este experimento se demostró el efecto que tiene las zeolitas en el aprovechamiento del Nitrógeno en los tratamientos (DB+2% y DB+3%) se ven diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en cuanto al aprovechamiento de este elemento, sin embargo, DB+3% obtuvo los mejores resultados, siendo de 3.45% de nitrógeno presente en las heces, de esta manera reducimos el impacto que tienen las emisiones de nitrógeno en el ambiente, un estudio similar realizado por Al-Nasser et al. (2011)

utilizando tratamientos desde el 1% hasta el 2% de inclusión de zeolita natural en las dietas demostró una reducción en la humedad y la cantidad de nitrógeno encontrada en las excretas, siendo el tratamiento con 2% de zeolita el que presentó mejores resultados, en comparación con este experimento se incluyó un tratamiento con 3% de zeolita (DB+3%) demostrando que al aumentar la cantidad de zeolita en la dieta mejoramos la absorción de nitrógeno, por eso se observó un cambio drástico entre el tratamiento DB+2% con 4.56% de este elemento, presente en las heces en contraste con el tratamiento DB+3% siendo de 3.45% comparado con DB (Dieta Basal) este último es más eficiente tanto en el porcentaje de humedad de encontrado en las heces y la cantidad de nitrógeno no aprovechado presente en las mismas.

En cuanto a la variable P (Fósforo), sí se observó que hubo un mejor aprovechamiento en el tratamiento DB+3%, presentó un aprovechamiento superior al resto de tratamientos, siendo el porcentaje encontrado en las heces de 0.91%, en el tratamiento DB+2% fue superior con 1.02%, esto pudo haber sido a las condiciones ambientales en las que se llevó a cabo el experimento, porque el estudio realizado por Elliot y Edwards (1991) demostraron que las zeolitas sintéticas presentaron el efecto contrario, al no haber un aprovechamiento del fósforo, en cambio las zeolitas naturales sí mejoraron el aprovechamiento del mismo, por esta razón, se observó que en el tratamiento DB+3% de este experimento el porcentaje encontrado en las heces fue menor (0.91%) mostrando diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en cuanto al aprovechamiento del fósforo.

En el cuadro 14 se muestra el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la humedad, N (Nitrógeno) y P (Fósforo) en la cama de pollos de engorde a los 31 días, para las variables Humedad, N (Nitrógeno) y P (Fósforo) no presentaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos ( $P > 0.05$ ), para la variable P (Fósforo) el menor porcentaje lo presentó el tratamiento DB (Dieta basal) con 0.65%, el mayor porcentaje se obtuvo en el tratamiento DB+3% con 0.68% en la cama, sin embargo, no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 14**

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la humedad, N y P en la cama de pollos de engorde (31 días)*

Tratamientos	Cama avícola (%)		
	Humedad	N	P
Dieta basal	20.77	2.30	0.65
DB+2% zeolita	19.97	2.32	0.66
DB+3% zeolita	20.35	2.36	0.68
EE±	1.455	0.155	0.069
Valor de P	0.671	0.796	0.979

*Nota.* Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

Se muestra que el tratamiento DB+2% absorbió la mayor cantidad de humedad (19.97%), esto se debe a las propiedades que tiene la zeolita para absorber la humedad. La absorción de agua de la zeolita se debe al equilibrio osmótico y la hidratación de cationes Schneider et al. (2017). A pesar de que el tratamiento DB+3% presentó una menor absorción, además que el porcentaje de N (Nitrógeno) y P (Fósforo) encontrados en la cama fueron superiores a tanto a DB (Dieta Basal) y DB+2%, esto puede ser debido a las condiciones ambientales en las que se realizó el experimento, también que la zeolita solo tuvo efectos significativos ( $P \leq 0.05$ ) en la cantidad de humedad, N (Nitrógeno) y P (Fósforo) en las heces de los pollos de engorde (tabla 13). En el estudio Ortiz y Sanders (2020) se incorporó un 25% de zeolita en las camas, pero no en las dietas, por ende, estos valores en ese experimento si presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), por lo tanto, se demostró en este experimento que el efecto de la zeolita es significativo en las heces y no en la cama, en consecuencia, al incorporar zeolita en la dieta habrá una mejor absorción, pero solo habrá un efecto significativo en las heces.

Para el cuadro 15 se observó el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la concentración de NH<sub>3</sub> (ppm) en la cama de los pollos de engorde (29-31 días). Para el día 29 la concentración de NH<sub>3</sub> no fue significativa ( $P > 0.05$ ). Para las demás variables (30 días y 31 días) si hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ), todos difieren entre sí, siendo DB+3% el que mostró bajas concentraciones de NH<sub>3</sub> siendo de 6.00 ppm al día 30 y 3.50 ppm al día 31.

### Cuadro 15

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la concentración de NH<sub>3</sub> en la cama de pollos de engorde (29-31 días)*

Tratamientos	NH <sub>3</sub> (ppm)		
	29 días	30 días	31 días
Dieta basal	8.75	10.00 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>
DB+2% zeolita	5.50	12.25 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>
DB+3% zeolita	3.00	6.00 <sup>c</sup>	3.50 <sup>b</sup>
EE±	0.278	0.857	0.350
Valor de P	0.282	0.048	0.009

Nota. <sup>a,b,c</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

A los 29 días se encontró que la concentración de NH<sub>3</sub> en la cama fue menor en el tratamiento DB+3% con 3.00 ppm, esto difiere del tratamiento DB+2% y DB (Dieta basal), en la tabla 13 se muestra como el tratamiento DB+3% presentó el menor porcentaje de N (Nitrógeno) en las heces (3.45) al haber un mayor aprovechamiento del nitrógeno hay menores emisiones de NH<sub>3</sub> en la cama de los pollos de engorde, en el estudio realizado por Mumpton y Fishman (1977) tuvieron un efecto significativo sobre la concentración de NH<sub>3</sub> en las heces, al reducirse la cantidad de nitrógeno no aprovechado en las heces, la concentración de NH<sub>3</sub> en la cama será menor, confirmando el efecto positivo que tiene la zeolita en cuanto a la cantidad de NH<sub>3</sub> que estará presente en la cama de los pollos de engorde.

Un estudio realizado por Wlazło et al. (2016) demostraron que al incluir 1% de zeolita en la dieta hubo una reducción significativa en la concentración  $\text{NH}_3$ , por esta razón, se observa que la reducción fue drástica entre el tratamiento DB (Dieta basal) y DB+2% pasando de 8.75 ppm a 5.50 ppm respectivamente, a pesar de estas diferencias para este día no hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), para los días 30 al 31 los tratamientos difieren entre sí, de igual manera, DB+3% muestra bajas concentraciones de  $\text{NH}_3$  tanto al día 30 (6.00 ppm) como al día 31 (3.50 ppm) los tratamientos difieren entre sí, presentando diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), sin embargo, el tratamiento DB+2% sufrió un incremento en los días 30 y 31, siendo de 12.25 ppm y 8.25 ppm respectivamente, este incremento se debe a factores ambientales, en este caso la temperatura, en el estudio realizado por Sommer et al. (1991) relacionan una baja volatilidad del  $\text{NH}_3$  con bajas temperaturas, por esta razón, el tratamiento DB+2% pudo haber presentado mayores concentraciones de  $\text{NH}_3$  en la cama.

En el cuadro 16 se muestra el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la bioquímica sanguínea de los de engorde a los 31 días, las variables AST (Aspartato aminotransferasa) y ALT (Alanina aminotransferasa) presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). En las variables PT (Proteína Total) no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), en el caso de la variable albumina, tampoco presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) de igual manera, los tratamientos no difieren entre sí. Para las variables globulina y A/G (Albumina/Globulina) estos mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ).

**Cuadro 16**

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la bioquímica sanguínea de los pollos de engorde (31 días)*

Tratamientos	Bioquímica sanguínea					
	AST (U/L)	ALT (U/L)	PT (g/dl)	Albumina (g/dl)	Globulina (g/dl)	A/G
Dieta basal	181.67 <sup>b</sup>	23.33 <sup>ab</sup>	3.37	1.07	2.30 <sup>a</sup>	0.47 <sup>b</sup>
DB+2% zeolita	189.33 <sup>b</sup>	22.00 <sup>b</sup>	3.03	1.07	1.97 <sup>b</sup>	0.53 <sup>a</sup>
DB+3% zeolita	219.33 <sup>a</sup>	25.67 <sup>a</sup>	3.57	1.17	2.40 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>
EE±	8.204	1.553	0.222	0.105	0.143	0.040
Valor de P	0.050	0.008	0.206	0.621	0.046	0.045

*Nota.* <sup>a,b</sup> Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a P<0.05.

DB: dieta basal; TGO: aspartato aminotransferasa; ALT: alanina aminotransferasa; PT: proteína total; A/G: albumina/globulina

Se observaron en las variables AST (Aspartato aminotransferasa) y ALT (Alanina aminotransferasa) en la dieta DB+3% afectó negativamente a las aves, ya que estos poseen los valores más altos (219.33 u/l y 25.67), esto significa que este tratamiento es fatal para las aves, en el estudio realizado por Jarosz et al. (2017) determinaron que una dieta en la que se incluya más del 3% de zeolita incrementa la mortalidad de las aves, ya que los linfocitos T y B se ven alterados por el exceso de este aditivo, esto se debe a que la zeolita causa intoxicación en las aves y por lo tanto es tratado como un antígeno. A pesar de esto DB+3% presentó los mejores resultados en cuanto a la cantidad de Albumina y Globulina siendo de 1.17 g/dl a 2.40 g/dl, sin embargo, pocos estudios toman en cuenta el efecto que tiene la zeolita en la bioquímica sanguínea, ya que la mayoría, se enfoca en el efecto sobre el NH<sub>3</sub>, la cama avícola y el rendimiento de las aves.

En el cuadro 17 se observó el efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en la factibilidad económica de los pollos de engorde (0-31 días), se tomaron en cuenta los siguientes indicadores económicos: costo/kg PV, costo/kg/canal y costo/Kg/pechuga.

### Cuadro 17

*Efecto de la suplementación dietética con zeolita natural en el costo para producir un kg de PV, canal y pechuga en los pollos de engorde (0-31 días)*

Tratamientos	Indicadores económicos		
	Costo/kg PV	Costo/kg/canal	Costo/kg/ pechuga
Dieta basal	0.64	0.97	2.72
DB+2% zeolita	0.68	0.99	2.70
DB+3% zeolita	0.66	1.00	2.69

*Nota.* Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a  $P < 0.05$ .

DB: dieta basal

En cuanto al costo se observó que el tratamiento DB+2% en cuanto al peso vivo aumentó (0.68) siendo la dieta basal la más baja (0.64). En el costo kg/canal se aprecia que el tratamiento DB+3% aumento (1.00) con respecto a la dieta basal (0.97). Sin embargo, el tratamiento DB+3% redujo el costo de la pechuga (2.69) con respecto al demás tratamiento, pero esta dieta tiene mayor mortalidad y causa mayores problemas con respecto a la DB+2%. En un estudio realizado por Christaki et al. (2006) incluyeron 2% de zeolita natural en la dieta y demostró que al incluir zeolita en la dieta se aumento el peso de la pechuga, al igual que este experimento DB+2% se observó un aumento del peso y una reducción en la grasa, esto se debe a que la zeolita tiene un efecto sobre la descomposicion de la grasa abdominal, además de un mejor aprovechamiento de los nutrientes. A pesar de que los costos sean un poco más altos el valor se observa en un ave con menos grasa abdominal y un aumento de peso en la carne.

### Conclusiones

El empleo dietético de 3% zeolita mejoró el peso vivo y rendimiento de la canal, sin embargo, incrementó la mortalidad de aves.

La zeolita dietética no afectó el peso relativo de las vísceras, aunque incrementó el peso relativo de los órganos inmunes, en los órganos digestivos afectó el peso de la molleja, sin diferencias para el conteo de bacterias ácido-lácticas cecales.

El uso oral de la zeolita no cambió las características químicas de la cama, sin embargo, este producto natural redujo la humedad, nitrógeno y fósforo de las heces fecales, así como la volatilización de NH<sub>3</sub>.

El empleo dietético de zeolita incrementó la proteína y la pigmentación de la pechuga, con cambios en la colorimetría.

### **Recomendaciones**

Se recomienda seguir el estudio de la zeolita con diferentes niveles de inclusión y condiciones experimentales diferentes.

Comparar el uso de zeolita sintética y natural en los indicadores biológicos de pollos de engorde.

## Referencias

- Abbasi A, Hashemi SR, Hassani S, Ebrahimi M. 2018. Gastrointestinal Microbial Population Response and Performance of Broiler Chickens Fed with Organic Acids and Silver Nanoparticles Coated on Zeolite under Heat Stress Condition. Gorgan, Iran: Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources; [consultado el 11 de jun. de 2021]. [http://ijas.iaurasht.ac.ir/article\\_544794.html](http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_544794.html).
- Acosta A, Lon-Wo E, Dieppa O. 2005. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) y de diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento productivo del pollo de ceba. *Cubana de Ciencias Agrícolas*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 39(3):319–326. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/reduciendo-contenido-grasa-canal-t26592.htm>.
- Al-Nasser A, F. Al-Zenk S, E. Al-Saff A, K. Abdulla F, E. Al-Baho M, Mashaly M. 2011. Zeolite as a Feed Additive to Reduce Salmonella and Improve Production Performance in Broilers. *International J. of Poultry Science*. 10(6):448–454. doi:10.3923/ijps.2011.448.454.
- Aranibar M. 2006. Reduciendo el contenido de grasa en la canal del pollo broiler. [sin lugar]: Engormix. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/reduciendo-contenido-grasa-canal-t26592.htm>.
- Armas Martinez MP. 2014. Zeolitas en la dieta de pollos de carne [Tesis]. Perú: Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"; [consultado el 21 de jun. de 2021]. [https://1library.co/document/z1dppmez-zeolitas-en-la-dieta-de-pollos-de-carne.html?utm\\_source=search\\_v3](https://1library.co/document/z1dppmez-zeolitas-en-la-dieta-de-pollos-de-carne.html?utm_source=search_v3).
- Arroyo A, Rojas R, Muñiz R. 2002. Inclusion de una zeolita (Clinoptilolita) en dietas para pollos de engorda. México: Mesa pecuaria; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/inclusion-zeolita-clinoptilolita-dietas-t33030.htm>.
- Atherton D. 1993. The effect of amino acid chelates in chick mortality. En: DeWayne H, editor. *The roles of amino acid chelates in animal nutrition*. New Jersey, U.S.A: Noyes. p. 291–301.

- Cai L, Koziel JA, Liang Y, Nguyen AT, Xin H. 2007. Evaluation of zeolite for control of odorants emissions from simulated poultry manure storage. *J Environ Qual.* 36(1):184–193. eng. doi:10.2134/jeq2006.0052.
- Chalacán Reyes OD. 2011. Respuestas de diferentes niveles de zeolita natural (clinoptilolita) en el crecimiento de pollos broilers [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Chavarrías M. 2012. El color en la carne de ave . España: Consumer; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-color-en-la-carne-de-ave.html>.
- Christaki EV, Florou-Paneri PC, Fortomaris PD, Tserveni-Gousi AS, Yannakopoulos AL. 2006. Effects of dietary inclusion of natural zeolite and flaxseed on broiler chickens' body fat deposition in an extended fattening period. *European Poultry Science.* 70(3):106–111.
- Cornejo V S, Klohn E A, Hidalgo O H, Pokniak R J. 1995. Incorporación de una zeolita natural chilena (clinoptilolita) a dietas de pollos broiler. *Avances de Medicina Veterinaria*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 10(1). [http://web.uchile.cl/vignette/avancesveterinaria/CDA/avan\\_vet\\_completa/0,1424,SCID%253D10319%2526ISID%253D478,00.html](http://web.uchile.cl/vignette/avancesveterinaria/CDA/avan_vet_completa/0,1424,SCID%253D10319%2526ISID%253D478,00.html).
- Corrales-Lerma R, Durán-Meléndez LA, Grado-Ahuir JA, Domínguez-Díaz D. 2014. Zeolita (clinoptilolita) en dietas para pavos (*Meleagris gallopavo*) bajo condiciones de producción comercial. *Tecnociencia*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 8(2):71–77. [http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v8n2/data/Zeolita\\_\(clinoptilolita\)\\_en\\_dietas\\_para\\_pavos\\_\(Meleagris\\_gallopavo\)\\_bajo\\_condiciones\\_de%20produccion\\_comercial.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v8n2/data/Zeolita_(clinoptilolita)_en_dietas_para_pavos_(Meleagris_gallopavo)_bajo_condiciones_de%20produccion_comercial.pdf).
- Curi A, Granda WJV, Lima HM, Sousa WT. 2006. Las Zeolitas y su Aplicación en la Descontaminación de Efluentes Mineros. *Información tecnológica.* 17(6). doi:10.4067/S0718-07642006000600017.
- Elliot MA, Edwards HM. 1991. Comparison of the effects of synthetic and natural zeolite on laying hen and broiler chicken performance. *Poult Sci.* 70(10):2115–2130. eng. doi:10.3382/ps.0702115.
- Gaibor Velasco PO. 2012. Evaluacion de los niveles de zeolita en la alimentacion de pollos broiler y su efecto en la conversion alimenticia [Tesis]. Ecuador: Universidad Estatal de Bolivar.

- Glick B, Chang TS, Jaap RG. 1956. The Bursa of Fabricius and Antibody Production. *Poult Sci*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 35(1):224–225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119369536>. doi:10.3382/ps.0350224.
- Harvey RB, Kubena LF, Elissalde MH, Phillips TD. 1993. Efficacy of Zeolitic Ore Compounds on the Toxicity of Aflatoxin to Growing Broiler Chickens. *Avian Diseases*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 37(1):67. <https://www.jstor.org/stable/1591459?seq=1>. doi:10.2307/1591459.
- Hernán Collazos García. 2010. La aplicación de Zeolita en la producción avícola: revisión. *RIAA*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 1(1):17–23. spa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3908512>.
- Infante-Rodríguez F, Salinas-Chavira J, Montañó-Gómez MF, Manríquez-Nuñez OM, González-Vizcarra VM, Guevara-Florentino OF, Ramírez De León JA. 2016. Effect of diets with different energy concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat chemical composition of broiler chickens in dry tropics. *SpringerPlus*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 5(1):1937. eng. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40064-016-3608-0>. doi:10.1186/s40064-016-3608-0.
- Izaguirre O, Quester K, Petranovski V, Gonzalez L, Piña E, Shimada A, Vasquez-Duhalt R. 2018. Efecto de la zeolita nanoestructurada con ácido lipoico sobre los parámetros productivos y rendimientos de la canal en el pollo de engorda. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 9(2):185–202. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v9n2/2448-6698-rmcp-9-02-185.pdf>.
- Jara MQ, Alvear Cervantes EF. 2004. Evaluación de zeolitas naturales mezcladas en la dieta para la alimentación de pollos de engorde (broiler) en el cenae-ESPOL [Tesis de grado]. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. spa; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/4370>.
- Jarosz L, Stepien-Pysniak D, Gradzki Z, Kapica M, Gacek A. 2017. The effect of feed supplementation with Zakarpacki zeolite (clinoptilolite) on percentages of T and B lymphocytes and cytokine

- concentrations in poultry. *Poult Sci*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 96(7):2091–2097. eng. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119313975>.
- Jeon H-J, Choe J-H, Jung Y-K, Kruk ZA, Lim D-G, Jo C-R. 2010. Comparison of the Chemical Composition, Textural Characteristics, and Sensory Properties of North and South Korean Native Chickens and Commercial Broilers. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 30(2):171–178. doi:10.5851/kosfa.2010.30.2.171.
- Kolosova A, Stroka J. 2012. Evaluation of the effect of mycotoxin binders in animal feed on the analytical performance of standardised methods for the determination of mycotoxins in feed. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 29(12):1959–1971. eng. doi:10.1080/19440049.2012.720035.
- Le Gall-David S, Meuric V, Benzoni G, Valière S, Guyonvarch A, Minet J, Bonnaure-Mallet M, Barloy-Hubler F. 2017. Effect of Zeolite on Small Intestine Microbiota of Broiler Chickens: A Case Study. *FNS*. 08(01):163–188. doi:10.4236/fns.2017.81011.
- Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ, Alonso-Debolt M. 1999. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poult Sci*. 78(2):204–210. eng. doi:10.1093/ps/78.2.204.
- Lema Guamán JR. 2008. Utilización de zeolitas naturales y esquemas de alimentación con ahorro de proteína dietética para la alimentación de pollos de ceba con impacto ambiental favorable [Tesis]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 196 p; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1715/1/17T0820.pdf>.
- Li K, Chen L, Zhao Y-Y, Li Y-P, Wu N, Sun H, Xu X-L, Zhou G-H. 2015. A comparative study of chemical composition, color, and thermal gelling properties of normal and PSE-like chicken breast meat. *CyTA - Journal of Food*. 13(2):213–219. doi:10.1080/19476337.2014.941411.

- Liu Z, Wang L, Beasley D, Oviedo E. 2007. Effect of moisture content on ammonia emissions from broiler litter: A laboratory study. *J Atmos Chem.* 58(1):41–53. En;en. doi:10.1007/s10874-007-9076-8.
- Loja Villa LA. 2017. Efecto del uso de la zeolita en la dieta de pollos parrilleros machos [Tesis]. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; [consultado el 19 de jun. de 2021]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14898/1/UPS-CT007323.pdf>.
- Ly J, Caron M, Castro M, Lon-Wo E. 1996. Una nota sobre la absorción in vitro de amoniaco en zeolitas naturales cubanas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 3(2):91–94. <http://www.iip.co.cu/rcpp/32/Art%C3%ADculo%207.pdf>.
- Martinez Acurio LA. 2012. Valoracion de los indicadores productivos en pollos broilers alimentados con tres niveles de zeolita [Tesis]. Ecuador: Universidad Tecnica de Cotopaxi. 140 p; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/650/1/T-UTC-0518.pdf>.
- Miazzo R, Rosa CA, Queiroz Carvalho EC de, Magnoli C, Chiacchiera SM, Palacio G, Saenz M, Kikot A, Basaldella E, Dalcerro A. 2000. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. *Poult Sci.* 79(1):1–6. eng. doi:10.1093/ps/79.1.1.
- Mumpton FA, Fishman PH. 1977. The Application of Natural Zeolites in Animal Science and Aquaculture. *Journal of Animal Science.* 45(5):1188–1203. doi:10.2527/jas1977.4551188x.
- Navas Y, huerta D, Vidal A, Lilia A. 2000. Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res [Tesis]. Venezuela: La Universidad del Zulia; [consultado el 20 de jun. de 2021]. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222000000400015](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000400015).
- Ortiz C, Sanders C. 2020. Utilización de la zeolita como parte de la cama avícola en el desempeño de pollos de engorde [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6803/1/CPA-2020-T084.pdf>.

- Pinacho L. 2013. Rendimiento en canal, cortes primarios, secundarios y menudencias en pollos de engorda alimentados con zeolita tipo clinoptilolita [Tesis]. Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 38 p.
- Pindo Nagua FM. 2016. Uso de zeolita en el alimento como mejorador de los índices de producción de pollos en el cantón Chilla [Trabajo de título]. Machala: Universidad Técnica de Machala. es; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7698>.
- Pulido RG, Fehring A. 2004. Efecto de la adición de una Zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, postdestete. Arch. med. vet. 36(2). doi:10.4067/S0301-732X2004000200010.
- Schneider AF, Zimmermann OF, Gewehr CE. 2017. Zeolites in poultry and swine production. Cienc. Rural. 47(8):1–8. doi:10.1590/0103-8478cr20160344.
- Shariatmadari F. 2008. The application of zeolite in poultry production. World's Poultry Science Journal. 64(1):76–84. doi:10.1017/S0043933907001730.
- Sommer SG, Olesen JE, Christensen BT. 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. J. Agric. Sci. 117(1):91–100.
- Tapia-Salazar M. 2012. Growth, feed intake, survival, and histological response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed diets containing grains naturally contaminated with aflatoxin. Cienc Mar. 38(3):491–504. doi:10.7773/cm.v38i3.2094.
- Tarek K, Mohamed M, Omar B, Hassina B. 2012. Morpho-Histological Study of the Thymus of Broiler Chickens During Post-Hashing Age. International J. of Poultry Science. 11(1):78–80. doi:10.3923/ijps.2012.78.80.
- Torrubia J. 2009. Evolucion del tamaño de la bolsa de Fabricio. Patología; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2009/4/4648-evolucion-del-tamano-de-la-bolsa-de-fabricio.pdf>.

- Valchev I, Marutsova V, Zarkov I, Genchev A, Nikolov Y. 2017. Effects of aflatoxin B1 alone or co-administered with Mycotox NG on performance and humoral immunity of turkey broilers. *BJVM*. 20(1):38–50.
- Wlazło Ł, Nowakowicz-Dębek B, Kapica J, Kwiecień M, Pawlak H. 2016. Removal of ammonia from poultry manure by aluminosilicates. *J Environ Manage*; [consultado el 21 de jun. de 2021]. 183(3):722–725. eng. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479716306752>. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.09.028.
- Wu Y, Wu Q, Zhou Y, Ahmad H, Wang T. 2013. Effects of clinoptilolite on growth performance and antioxidant status in broilers. *Biol Trace Elem Res*. 155(2):228–235.
- Xu Y, Stark CR, Ferket PR, Williams CM, Brake J. 2015. Effects of feed form and dietary coarse ground corn on broiler live performance, body weight uniformity, relative gizzard weight, excreta nitrogen, and particle size preference behaviors. *Poult Sci*. 94(7):1549–1556. eng. doi:10.3382/ps/pev074.
- Zambrano M. 2017. Evaluacion de tres niveles de zeolita en la alimentacion de pollos broiler y su efecto en el comportamiento productivo [Tesis]. Cuenca, Ecuador: Politécnica Salesiana; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14320/1/UPS-CT007033.pdf>.