

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



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de la densidad y la zeolita en la productividad y características de los
pollos de engorde**

Estudiantes

Bayron Josue Maradiaga Mendoza
Raimon José Yanchapaxi Estrada

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.
Patricio Paz, Ph.D

Honduras, agosto 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.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos	12
Sitio de Estudio y Condiciones Geo-Climáticas	12
Animales, Diseño Experimental y Tratamientos	12
Condiciones Experimentales.....	13
Desempeño Productivo.....	13
Características de la Canal	15
Caracterización de las Yacijas	15
Análisis Estadísticos	15
Resultados y Discusión.....	16
Desempeño Productivo Etapa Inicial	16
Desempeño Productivo Etapa de Crecimiento	19
Desempeño Productivo Acumulado	24
Porciones Comestibles y Canal	27
Órganos Comestibles de Pollos Machos	29
Órganos Comestibles Hembras.....	31

Órganos Linfoides e Intestinales Machos	33
Órganos Linfoides e Intestinales Hembras	35
Análisis Yacija	37
Conclusiones	40
Recomendaciones	41
Referencias.....	42
Anexos.....	46

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Ingredientes y aportes nutricionales de pollos Cobb 500®	14
Cuadro 2	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (1-8 días)	17
Cuadro 3	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (9-18 días)	20
Cuadro 4	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (19-35 días)	22
Cuadro 5	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (1-35 días)	25
Cuadro 6	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el rendimiento del canal y las porciones comestibles de pollos de engorde (35 días).....	28
Cuadro 7	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos comestibles de pollos de engorde machos (35 días)	30
Cuadro 8	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos comestibles de pollos de engorde hembras (35 días).....	32
Cuadro 9	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos linfoides e intestinales de pollos de engorde machos (35 días).....	34
Cuadro 10	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos linfoides e intestinales de pollos de engorde hembras (35 días)	36
Cuadro 11	Efecto de la interacción de densidad y zeolita en la yacija en pollos de engorde (35 días)	38

Índice de Anexos

Anexo A Galpón experimental	46
Anexo B Toma de datos día 1-8	47
Anexo C Toma de datos día 35.....	48

Resumen

El propósito del estudio fue evaluar el efecto de zeolita natural en la yacija y la interacción con diferentes densidades poblacionales en el desempeño productivo y características de la canal en pollos de engorde Cobb 500®. Se ubicaron aleatoriamente 968 pollos Cobb 500® en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones en un período 1-35 días. Los tratamientos consistieron en adicionar 25% de zeolita en la yacija tradicional y dos densidades de 12 y 14 pollos/m². El desempeño se determinó en peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y viabilidad en etapa de inicio, crecimiento y finalización, se realizó análisis de laboratorio en yacija para determinar porcentaje de (humedad, nitrógeno y fósforo) por tratamiento. Además, a los 35 días se sacrificaron cinco machos y cinco hembras por tratamiento, para determinar características de canal y peso porcentual en relación al peso vivo de las porciones y órganos comestibles, linfoides e intestinales. Se encontró que una mayor densidad redujo el consumo de alimento e incrementó la conversión alimenticia, además la adición de zeolita mejoró el peso vivo final con una mayor densidad. En el sacrificio se detectaron diferencias en los resultados para machos y hembras, pero no se encontró diferencias significativas en peso canal y las porciones comestibles. Además, la zeolita redujo el porcentaje de humedad y N. Se concluye la efectividad de la interacción densidad x zeolita al aumentar el desempeño productivo en altas densidades y mejorar las características de yacija con la reducción de humedad y nitrógeno.

Palabras clave: Calidad de yacija, densidad de población, desempeño productivo, pollos de engorde

Abstract

The purpose of the study was to evaluate the effect of natural zeolite in the litter and its interaction with different stocking densities on productive performance and carcass characteristics in Cobb 500® broilers. A total of 968 Cobb 500® broilers were randomly placed in four treatments with four replicates over a period of 1-35 days. The treatments consisted of adding 25% zeolite to the traditional litter and two densities of 12 and 14 broilers/m². Performance was determined in live weight, feed consumption, feed conversion and viability at the start, growth and finishing stages, and laboratory analysis was performed on litter to determine the percentage of (moisture, nitrogen and phosphorus) per treatment. In addition, after 35 days, five males and five females per treatment were slaughtered to determine carcass characteristics and percentage weight in relation to live weight of edible, lymphoid and intestinal portions and organs. It was found that a higher density reduced feed intake and increased feed conversion, and the addition of zeolite improved final live weight with higher density. At slaughter, differences were detected in the results for males and females, but no significant differences were found in carcass weight and edible portions. In addition, zeolite reduced the percentage of moisture and N. We conclude the effectiveness of the interaction density x zeolite in increasing productive performance at high densities and improving litter characteristics with the reduction of moisture and nitrogen.

Keywords: Broilers, litter quality, productive performance, stocking density.

Introducción

El crecimiento demográfico y la demanda alimentaria se combinan generando la necesidad de suplir en calidad y cantidad alimentos para el consumo humano. La carne y los huevos de aves de corral es la proteína de origen animal más consumida en el mundo, por ser asequibles, tener un bajo contenido de grasa y se enfrentan a pocas restricciones religiosas y culturales (FAO 2014).

El crecimiento demográfico además de generar la necesidad de consumo por el alimento insita a la búsqueda de eficiencia productiva en una reducida extensión de terreno para todos los ámbitos agrícolas y pecuarios, ya que, cada día existe menos cantidad de suelo agrícola por pérdida de nutrientes o simplemente está o será ocupado para urbanización. (Rivas y Traub 2013).

Basados en este argumento es visible la intención de constante búsqueda de la eficiencia en productividad para obtener mayor remuneración con bajos costos y posicionamiento comercial. La industria avícola, durante años ha utilizado patrones repetitivos en densidad (pollos/m²) al momento de utilizar un sistema productivo, en ocasiones estos han sido resultados de forma acertada y en otros no, el tema de densidad poblacional tiene muchos comentarios controversiales durante años, se debe tomar en cuenta la ventilación de los galpones y temperatura para determinar la densidad a producción (TECNA 1985; Valdivié et al. 2002).

En este caso la industria avícola tiene por delante la superación de este reto, el poder producir carne de pollo respetando el bienestar general dentro de sus explotaciones, tomando en cuenta los animales en producción, el espacio designado para la producción y recursos humanos. Los pollos de engorde producidos comercialmente pasan toda su vida en el mismo sitio, confinados junto a una alta densidad poblacional y rodeados de sus propias excretas, lo cual aumenta exponencialmente la incidencia de enfermedades del sistema inmune debido a los niveles de estrés por factores externos que influyen en el bienestar y productividad de las aves de corral (Lara y Rostagno 2013).

Uno de los principales gases que causan problema es el amoníaco (NH_3), gas incoloro altamente irritante con una gravedad específica de 0.597, producto de la desaminación bacteriana o de la reducción de sustancias nitrogenadas. Generalmente al amoníaco se le atribuye ser un gas precursor de enfermedades respiratorias como el Newcastle. (Anderson et al. 1964). Con estos antecedentes la siguiente investigación estará dirigida al enfoque de optimizar la explotación avícola aumentando la carga animal por corral y mejorando las condiciones de la yacija y el rendimiento de los pollos de engorde, utilizando materiales que ayuden a la absorción de humedad y reducción en la contaminación (García et al. 2010).

Tomando en cuenta como uno de los factores más importantes la determinación de la densidad adecuada de pollos que se deben ubicar por metro cuadrado en los galpones convencionales y la utilización de estrategias que aporten características competitivas de nuestra producción hacia el mercado de consumo actual que toma en cuenta tres factores (cualitativo, cuantitativo y bienestar) (Skrbic et al. 2009).

Resulta que la zeolita puede ser muy útil al usarse como, tamiz químico, aditivo en piensos y alimentos, así como absorbente de gases y olores. Lo cual hace a la zeolita efectiva para estas aplicaciones es su gran cantidad de espacios porosos y una estructura químicamente neutra, la zeolita puede absorber fácilmente el amoníaco y otros gases tóxicos del aire y el agua (Polat et al. 2004).

La zeolita es un mineral que posee un gran potencial de uso estratégico en la producción animal, esto se debe a sus características químicas e intercambio de cationes y selectividad por los iones de NH_4 (Loch et al. 2011), con aportación de efectos directos e indirectos sobre el rendimiento, calidad de la canal y reducción de la contaminación (Schneider et al. 2017). Además, por su intercambio de cationes y selectividad por los iones de NH_4 .

Esta investigación puede servir para toda la industria avícola dedicada a pollos de engorde, especialmente a los pequeños productores, ya que, tienen la necesidad de poder competir con las

grandes empresas y producir mayor cantidad de carne de pollos en sus mismas hectáreas de terreno, lo que aumenta la calidad y cantidad de su producto final. Los objetivos de la presente investigación fueron: Evaluar el efecto de zeolita natural en la yacija y la interacción con diferentes densidades poblacionales en el desempeño productivo y características de la canal los pollos de engorde; y Determinar el efecto de zeolita natural en la yacija y la interacción de diferentes densidades poblacionales la concentración de humedad, N y P en la cama de pollos de engorde Cobb 500.

Materiales y Métodos

Sitio de Estudio y Condiciones Geo-Climáticas

Este estudio se desarrolló el 02 de febrero del 2021 hasta el 08 de marzo del 2021 en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

Animales, Diseño Experimental y Tratamientos

Para la investigación se ubicaron aleatoriamente 968 pollos de engorde Cobb 500® de un día de edad en cuatro tratamientos experimentales, cuatro repeticiones por tratamiento, 56 y 65 aves por repetición durante 35 días de edad. Como referencia se usó los requerimientos nutricionales de la línea genética en estudio para realizar tres frecuencias alimenticias (1-8 días; 9-18 días; 19-35 días). Los ingredientes y aportes nutricionales se muestran especificados en el Cuadro 1.

Los tratamientos experimentales consistieron en dos tipos de camas y dos densidades poblacionales:

A: Viruta de madera + densidad de 12 pollos/m²

B: Viruta de madera + densidad de 14 pollos/m²

C: Viruta de madera + zeolita (25% de la cama) + densidad de 12 pollos/m²

D: Viruta de madera + zeolita (25% de la cama) + densidad de 14 pollos/m²

Condiciones Experimentales

Cada tratamiento estuvo constituido por cuatro corrales con 12 aves/m² y 14 aves/m² con su respectivo control. El alimento y el agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controlaron 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 determinaron 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 y en cada fase experimental. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 kg 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 ± 1.00 g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA) se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

Cuadro 1*Ingredientes y aportes nutricionales de pollos Cobb 500®*

Ingredientes	0-8 días	9-18 días	19-35 días
Harina de maíz de descarte (10.59 %)	57.20	64.71	67.33
Harina de soya (46.83%)	32.8	27.15	24.27
Pre-mezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.50	0.50	0.50
Aceite de palma africana	4.83	3.22	3.90
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.34	0.31	0.28
L-Treonina	0.16	0.12	0.08
L-Lisina	0.32	0.34	0.30
Carbonato de calcio	1.60	1.53	1.41
Biofos	1.53	1.40	1.21
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Total	100	100	100
<i>Aportes nutricionales (%)</i>			
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	2,975	3,025	3,100
Proteína cruda	22.00	20.00	19.00
FND	15.24	15.96	16.10
Fibra cruda	3.05	3.06	3.03
Ca	0.90	0.84	0.76
P disponible	0.45	0.42	0.38
Lisina	1.22	1.12	1.02
Metionina + cistina	0.91	0.85	0.80
Treonina	0.83	0.73	0.66
Triptófano	0.20	0.18	0.18

Nota. Cada kg contiene: vitamina A, 13,500 UI; vitamina D3, 3,375 UI; vitamina E, 34 mg; B2, 6 mg; ácido pantoténico, 16 mg; ácido nicotínico, 56 mg; Cu, 2,000 mg; ácido fólico, 1,13 mg; vitamina B12, 34 mg; Mn, 72 mg; Zn, 48 mg.

Características de la Canal

A los 35 días de edad se sacrificaron por el método de desangrado en la vena yugular 10 aves/tratamiento en ayunas por seis horas, estos animales se escogieron de manera aleatoria 50% hembras y 50% machos. Para determinar el peso relativo de la canal y vísceras, se realizó un pesaje de los pollos de ceba antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión ± 0.1 g. Después del sacrificio se pesó la canal, vísceras comestibles (hígado, corazón y molleja), páncreas, intestino delgado, ciegos, pierna, pechuga, grasa abdominal, proventrículo, bolsa de Fabricio, timo y bazo.

Caracterización de las Yacijas

A los 35 días de crianza se recolectó 5 kg de cama por cada tratamiento. Se determinó la humedad y se cuantificó el nitrógeno (N) y fósforo (P) mediante espectrofotometría atómica y ultravioleta. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de Zamorano.

Análisis Estadísticos

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 Dócima de Duncan (1955) para determinar las diferencias entre medias. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Se realizó también una interacción entre zeolita y densidad. Todos los análisis se desarrollaron según el software estadístico SPSS versión 23.1.

Resultados y Discusión

Desempeño Productivo Etapa Inicial

El Cuadro 2 muestra el efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde en el periodo de 1-8 días. Respecto al consumo de alimento (CA), este indicador no presentó diferencias ($P > 0.05$) en zeolita y la interacción de densidad x zeolita. No obstante, en la densidad se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) siendo el consumo alimenticio con una densidad de 12 pollos/m² mayor a la otra densidad evaluada. También, el T14CZ y T14SZ disminuyeron el consumo de alimento ($P \leq 0.05$). Por otro lado, en el índice de conversión alimenticia (ICA) este no presentó diferencias ($P > 0.05$) en la densidad. Sin embargo, se encontró que la densidad de 14 pollos/m² tiene una mejor conversión alimenticia. En cuanto a peso vivo inicial (PVI) , peso vivo final (PVF) y viabilidad no se observaron diferencias ($P \geq 0.05$) entre tratamiento, densidad, zeolita y la interacción de estos.

Cuadro 2

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (1-8 días)

Tratamiento	Desempeño productivo día 1-8				
	PVI (g)	PVF (g)	CA (g)	ICA	Viabilidad (%)
T1	45.20	199.22	187.27 ^a	1.21	100.00
T2	45.22	198.90	171.30 ^b	1.11	100.00
T3	45.00	199.55	179.92 ^{ab}	1.16	99.00
T4	45.75	193.85	172.52 ^b	1.16	100.00
EE±	0.167	1.851	2.570	0.014	0.171
<i>Densidad</i>					
12 pollos/m ²	45.10	199.38	183.59	1.19	99.50
14 pollos/m ²	45.48	196.37	171.91	1.14	100.00
EE±	0.237	2.618	3.635	0.019	0.241
<i>Zeolita</i>					
Si	45.21	199.06	179.28	1.16	100.00
No	45.37	196.70	176.22	1.16	99.50
EE±	0.237	2.618	3.635	0.019	0.241
<i>Valor de P</i>					
Tratamientos	0.473	0.705	0.083	0.078	0.073
Densidad	0.275	0.456	0.021	0.052	0.109
Zeolita	0.640	0.557	0.499	0.939	0.109
Densidad x zeolita	0.306	0.505	0.349	0.067	0.109

Nota: PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; CA: consumo de alimento; ICA: índice de conversión alimenticia; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

La variable de peso vivo no se vio afectada con la inserción de zeolita en las camas ni en el aumento de densidad. Según Mendes et al. (2011) los resultados obtenidos están en intervalos aceptables, ya que, este indicador durante la etapa inicial manifiesta características similares y uniformes en cuanto a peso.

Los resultados obtenidos en la etapa inicial referente a la variable de peso vivo final (PVF), concuerdan con el estudio de Eleroğlu y Yalçın (2005) quienes señalan que la inserción de material clinoptilolítico (zeolita natural) no presenta diferencias significativas durante las primeras semanas de tratamiento. Por otra parte, se observó que densidad de 14 pollos/m² afectó de forma negativa en la ganancia de peso de los pollos, lo cual coincide con la investigación de Skrbic et al. (2009) quienes

mencionan que al utilizar una mayor densidad por metro cuadrado existirá una reducción significativa en cuanto a la ganancia de peso en las primeras semanas.

El consumo de alimento tuvo efectos positivos, reflejando resultados menores en los tratamientos con una densidad de 14 pollos/m² independientemente de la utilización de la zeolita en la yacija, dichos resultados concuerdan con el estudio de Arruda et al. (2021) quienes indican que la reducción en la ingesta de alimento es directamente proporcional con la densidad, ya que, con menor espacio disponible se dificulta el acceso a bebederos y comederos.

El índice de conversión alimenticia (ICA) mostró diferencias positivas con base a la densidad poblacional utilizada, obteniendo resultados menores con una densidad de 14 pollos/m², dado a que se presentó una mejor conversión en la ingesta de alimento, aparte de la utilización de zeolita en la cama, coincidiendo con resultados obtenidos por Castro Lima et al. (2018) quienes mencionan que, a pesar del bajo consumo alimenticio y peso vivo de las aves en los tratamientos con mayor densidad, estos son más eficientes en la conversión metabólica de energía de alimento a peso vivo.

Por otro lado, la variable de viabilidad no se vio afectada en ninguna de las evaluaciones durante la etapa inicial, esto concuerda con los resultados de (Eleroğlu y Yalçın 2005). Cabe mencionar, que las aves presentaron un desarrollo normal y libres de estrés a pesar de que el mes de febrero es considerado época de verano en Honduras.

Desempeño Productivo Etapa de Crecimiento

El Cuadro 3 muestra el efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde en el periodo de 9-18 días. Con respecto al peso vivo final (PVF) se observan diferencias ($P \leq 0.05$) en los T12CZ y T12SZ, con los mejores resultados en el T1 (12 pollos/m² con zeolita) de igual manera hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en la evaluación densidad, lo que refleja los mejores resultados en la densidad de 12 pollos/m² en comparación con la otra densidad evaluada, sin embargo, no se observó diferencias ($P \geq 0.05$) en la evaluación zeolita y la interacción densidad x zeolita. Con respecto al consumo alimenticio (CA) se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) que nos permiten visualizar un menor consumo de alimentos en los T14CZ y T14SZ, con un menor consumo el T4 (14 pollos/m² sin zeolita), de igual manera se pueden visualizar diferencias en la densidad, lo que generó un menor consumo en la densidad de 14 pollos/m² en comparación a la otra densidad utilizada, sin embargo, no se observaron diferencias ($P \geq 0.05$) en la zeolita ni en la interacción de densidad x zeolita. Con respecto al índice de conversión alimenticia (ICA) se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en el tratamiento T4 (14 pollos/m² sin zeolita), lo que mostró un menor ICA en comparación a los demás tratamientos, de igual manera se pudo ver diferencia ($P \leq 0.05$) en la densidad mostrando mejores resultados el tratamiento de 14 pollos/m² en comparación de la otra densidad utilizada, sin embargo, no se mostraron diferencias ($P \geq 0.05$) en la evaluación de la zeolita ni en la interacción entre densidad x zeolita. Por otra parte, el indicador de la viabilidad no presentó diferencias ($P \geq 0.05$) en ninguna de las evaluaciones.

Cuadro 3

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (9-18 días)

Tratamiento	Desempeño productivo día 9-18			
	PVF (g)	CA (g)	ICA	Viabilidad (%)
T1	678.30 ^a	764.43 ^b	1.59 ^{ab}	99.50
T2	640.85 ^b	696.45 ^c	1.57 ^b	98.25
T3	677.67 ^a	787.05 ^a	1.64 ^a	99.00
T4	660.15 ^{ab}	689.95 ^c	1.48 ^c	99.50
EE±	4.940	11.331	0.018	0.281
<i>Densidad</i>				
12 pollos/m ²	677.98	775.74	1.62	99.25
14 pollos/m ²	650.50	693.20	1.52	98.87
EE±	6.987	16.025	0.025	0.397
<i>Zeolita</i>				
Si	659.57	730.44	1.58	98.87
No	668.91	738.50	1.56	99.25
EE±	6.987	16.025	0.025	0.397
<i>Valor de P</i>				
Tratamientos	0.005	<0.001	0.001	0.314
Densidad	0.001	<0.001	0.001	0.512
Zeolita	0.183	0.282	0.302	0.512
Densidad x zeolita	0.157	0.065	0.005	0.140

Notas: PVF: peso vivo final; CA: consumo de alimento; ICA: índice de conversión alimenticia; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Para la variable de peso vivo final en la etapa de crecimiento si se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en los tratamientos, en el aumento de la densidad poblacional mas no en la inserción de zeolita; esto concuerda con Eleroğlu y Yalçın (2005) donde indicaron que la inclusión de zeolita natural no tuvo diferencias significativas durante las primeras semanas en ninguna de las variables. Se observó mayor ganancia de peso en los tratamientos con densidades más bajas en comparación de los otros, esto concuerda con McLean et al. (2002) quienes indican claramente que una alta tasa de densidad poblacional está directamente relacionada con la disminución del crecimiento por factores de estrés.

En el consumo de alimento si se presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, donde los tratamientos con una densidad de 14 pollos/m² mostraron un menor

consumo de alimento, esto debido a que al haber una mayor densidad poblacional hay un menor consumo de alimento por estrés, esto concuerda con Cengiz et al. (2015) que menciona que los pollos criados con una alta densidad poblacional disminuyen su consumo de alimento ya que se les dificulta el acceso a los comederos y bebederos además de estar en un constante estrés calórico.

El índice de conversión alimenticia (ICA) si mostró diferencias ($P \leq 0.05$), se pudo observar un menor índice de conversión en los tratamientos con una densidad poblacional de 14 pollos/m² independientemente de la utilización de zeolita, lo cual concuerda con Araújo et al. (2007) donde indican que los tratamientos con una mayor densidad poblacional mostraron un menor consumo y un mejor índice de conversión alimenticia en la etapa de crecimiento.

Con respecto a la viabilidad no se mostraron resultados significativos ($P \geq 0.05$) en ninguno de los tratamientos, ya que, la densidad poblacional no superó el nivel crítico de competencia por espacio, así mismo Farhadi. D et al. (2016) demuestra que la densidad poblacional en pollos no tiene ningún efecto sobre mortalidad de estos.

Desempeño Productivo Etapa Finalización

El Cuadro 4 muestra el efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde en el periodo de 19-35 días. Respecto al peso vivo final (PVF), este indicador no presentó diferencias ($P \geq 0.05$) en zeolita y densidad, sin embargo, en la evaluación de tratamientos y la interacción densidad x zeolita si se obtuvo diferencias ($P \leq 0.05$) teniendo en cuenta el peso vivo de los T14CZ y T12SZ. En el indicador de consumo de alimento (CA), se observó diferencias ($P \leq 0.05$) en tratamiento, densidad y la interacción densidad x zeolita, de esta forma se demuestra que hubo un menor (CA) en T14CZ, además el aumento del (CA) en las densidades de 12 pollos/m² y no hubo diferencias ($P \geq 0.05$) con respecto a zeolita. De la misma forma, el índice de conversión alimenticia (ICA), demostró diferencias ($P \leq 0.05$) y resultados totalmente similares a los de (CA). Por otra parte, el indicador de viabilidad no presentó diferencias ($P \geq 0.05$) en ninguna de las evaluaciones.

Cuadro 4

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (19-35 días)

Tratamiento	Desempeño productivo día 19-35			
	PVF (g)	CA (g)	ICA	Viabilidad (%)
T1	2071.85 ^{ab}	2601.94 ^b	1.87 ^a	100.00
T2	2110.85 ^{ab}	2459.70 ^c	1.67 ^b	98.25
T3	2148.90 ^a	2710.83 ^a	1.84 ^a	99.00
T4	2024.05 ^b	2359.34 ^d	1.73 ^b	99.50
EE±	19.551	35.757	0.025	0.033
<i>Densidad</i>				
12 pollos/m ²	2110.37	2656.39	1.85	99.50
14 pollos/m ²	2067.45	2409.52	1.70	98.87
EE±	27.648	51.629	0.036	0.469
<i>Zeolita</i>				
Si	2091.17	2530.82	1.77	99.12
No	2086.47	2535.08	1.78	99.25
EE±	27.648	51.629	0.036	0.469
<i>Valor de P</i>				
Tratamientos	0.120	<0.001	<0.001	0.303
Densidad	0.238	<0.001	<0.001	0.349
Zeolita	0.890	0.835	0.671	0.849
Densidad x zeolita	0.035	<0.001	0.269	0.105

Notas: PVF: peso vivo final; CA: consumo de alimento; ICA: índice de conversión alimenticia; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

En cuanto al peso vivo final (PVF), se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos y la interacción densidad x zeolita, de esta forma se observa que el aumento en densidad de 12 a 14 pollos/m² tienden a mostrar resultados inferiores en peso (g) en comparación con densidades menores, dichos resultados coinciden con las investigaciones de Kryeziu et al. (2018) quienes observaron que en la etapa de finalización para crianza de pollos en altas densidades tuvo una reducción en la ganancia de peso, de la misma forma McLean et al. (2002) determinaron que dicha reducción podría estar ligada a factores de estrés térmico generado por la misma densidad poblacional. Basados en los resultados obtenidos se pudo observar que en los tratamientos con zeolita se obtuvo un rango medio en cuanto a peso, de manera específica el tratamiento T2 (14 pollos/m²

con zeolita) afirma que la utilización de zeolita en la yacija dio resultados positivos ante la problemática de no obtención de ganancia en peso vivo, esta afirmación concuerda con los resultados de Pizarro R. et al. (2012) quienes demuestran que la utilización de zeolita natural en los tratamientos dio resultados positivos en peso.

Según Abudabos et al. (2013) el consumo de alimento disminuye a medida que aumento de densidades durante la etapa de finalización ya que las densidades de 14 pollos/m² tuvieron una menor incidencia de consumo de alimento, el cual se siguen manteniendo, a pesar de que la ganancia de peso obtuvo rangos medios en altas densidades más la utilización de zeolita, resultados que concuerdan con Karamanlis et al. (2008) quienes mencionan resultados positivos en la utilización de zeolita natural en la yacija al encontrar menor consumo de alimento en la experimentación durante la etapa de finalización.

Con base a los resultados se pudo observar una reducción positiva en la conversión alimenticia en los tratamientos con mayor densidad. Según Eleroğlu y Yalçın (2005) dichos valores de conversión alimenticia son independientes de la utilización de zeolita en la yacija. Así mismo Valdivié et al. (2002), Skrbic et al. (2009) y Castro Lima et al. (2018) obtuvieron resultados similares en su investigación al obtener eficiencia de la conversión alimenticia al aumento de densidad. Esta reducción se puede determinar por la baja locomoción de las aves al espacio reducido y la redirección de la energía metabolizable a la ganancia de peso.

La variable de viabilidad no se vio afectado por la interacción en este experimento, de la misma forma Ghosh et al. (2012) determinaron que la variación de densidades no tiene efecto durante la etapa de finalización de su experimentación, pero se vio una mayor mortalidad en los tratamientos con alta densidad, debido al nivel de estrés y aumento de carga microbiana en la yacija. Por otra parte, Karamanlis et al. (2008) determinaron que la inserción de zeolita en las camas no presento diferencias significativas en sus tratamientos, lo cual concuerda con nuestros resultados.

Desempeño Productivo Acumulado

El Cuadro 5 muestra el efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde en el periodo de 1-35 días. Con respecto a todos los indicadores en experimento: consumo de alimento (CA), índice de conversión alimenticia (ICA) y viabilidad (%) si se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) en tratamiento, densidad y la interacción densidad x zeolita. De esta forma se puede determinar que el T2 (14 pollos/m² con zeolita) tuvo menor consumo de alimento, además en el índice de (ICA) tuvo mejores resultados por su reducido valor en el T14CZ y T14SZ, se puede observar que en el T2 (14 pollos/m² con zeolita) existe un valor menor en comparación a los tratamientos evaluados. Por otro lado, los valores de viabilidad (%) demostraron que en T12CZ y T14SZ tienen un mayor valor en términos de porcentaje por lo cual T12CZ indica tener una mayor viabilidad en comparación con los otros tratamientos en investigación. Todos estos índices reflejan que hay diferencia ($P \leq 0.05$) en los tratamientos en evaluación dependiente de la densidad, excepto en la viabilidad (%).

Cuadro 5

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desempeño productivo de pollos de engorde (1-35 días)

Tratamiento	Desempeño productivo día 1-35		
	CA (g)	ICA	Viabilidad (%)
T1	3553.65 ^b	1.75 ^a	99.85 ^a
T2	3327.46 ^c	1.57 ^b	98.97 ^b
T3	3677.81 ^a	1.75 ^a	99.10 ^b
T4	3221.80 ^d	1.62 ^b	99.74 ^a
EE±	48.079	0.022	0.116
<i>Densidad</i>			
12 pollos/m ²	3615.73	1.75	99.47
14 pollos/m ²	3274.63	1.59	99.36
EE±	67.994	0.032	0.164
<i>Zeolita</i>			
Si	3440.55	1.66	99.41
No	3449.80	1.68	99.43
EE±	48.079	0.022	0.116
<i>Valor de P</i>			
Tratamientos	<0.001	<0.001	0.001
Densidad	<0.001	<0.001	0.392
Zeolita	0.742	0.265	0.914
Densidad x zeolita	0.001	0.154	<0.001

Notas: CA: consumo de alimento; ICA: índice de conversión alimenticia; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

En cuanto a consumo de alimento se observó una disminución al aumento de densidad, de la misma forma las investigaciones de Asaniyan (2014) el aumento de densidades disminuye el consumo alimenticio de los animales en tratamiento en los resultados acumulados. En cuanto a la interacción no hubo diferencia estadística, pero de forma cuantitativa se observó un aumento mínimo del consumo de alimento en el tratamiento con alta densidad y utilización de zeolita, aun así, los resultados siguen siendo semejantes a la investigación de Eleroğlu y Yalçın (2005) y Schneider et al. (2016) quienes mencionan que el uso de zeolita en las camas no tiene efecto en cuanto al consumo de alimento.

Con base a los resultados obtenidos para la variable de conversión alimenticia, si se observó diferencias significativas en los tratamientos, lo cual se ve influenciado por la densidad, de esta forma son corroborados lo informes de Asaniyan (2014) y Castro Lima et al. (2018) quienes establecieron una mejor conversión alimenticia acumulada en los tratamientos con mayor densidad de su investigación, se determina que en los tratamientos con mayor densidad 14 pollos/m² lograron una reducción en esta variable. Según Pizarro R. et al. (2012) indicó que al añadir materiales clinoptilolíticos en la yacija no influyen el desempeño productivo de las aves en cuanto a la conversión alimenticia.

Para la variable de viabilidad si éxito diferencia significativa en los tratamientos, independientemente del aumento de densidad y zeolita. De esta forma podemos inferir que las muertes son resultado de factores externos, ya que, según Henrique et al. (2017) el aumento de densidad (10-12-14-16 pollos/m²) no influye en el porcentaje de viabilidad en los pollos de engorde, de la misma forma Eleroğlu y Yalçın (2005), Karamanlis et al. (2008) y Schneider et al. (2016) afirman que la adición de zeolita natural en la yacija hasta los 35 días no muestra influencia en cuanto a viabilidad.

Porciones Comestibles y Canal

El Cuadro 6 indica la interacción de densidad y zeolita en el rendimiento en canal y las porciones comestibles de pollos de engorde a los 35 días. Se observó que no existe diferencia al momento de evaluar los distintos tratamientos, densidad, zeolita y la interacción entre densidad y zeolita, tomando en cuenta la separación de machos y hembras. Al evaluar el peso absoluto de las porciones comestibles del peso vivo (pierna, pechuga), sus resultados se expresaron en porcentaje, caso contrario a los valores del peso canal que se evaluó en gramos. Sin embargo, en cuanto a grasa abdominal el peso absoluto presento diferencias ($P \leq 0.05$) tanto para machos y hembras en la evaluación de tratamientos, de esta forma se pudo determinar que en machos hubo una mayor cantidad de grasa abdominal en el tratamiento T2 (14 pollos/m² con zeolita) y en las hembras un mayor peso en el tratamiento T3 (12 pollos/m² sin zeolita), estos resultados se mostraron influenciados por la densidad, la zeolita y la interacción entre ambos.

Cuadro 6

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el rendimiento del canal y las porciones comestibles de pollos de engorde (35 días).

Tratamiento	Rendimiento en canal y Porciones Comestibles							
	Canal (g)	Pierna (%)	Pechuga (%)	G.A. (%)	Canal (g)	Pierna (%)	Pechuga (%)	G.A. (%)
	MACHOS				HEMBRAS			
T1	1476.40	15.31	34.20	0.81 ^b	1448.80	14.92	32.68	0.96 ^c
T2	1458.00	14.66	35.37	1.76 ^a	1454.20	13.67	35.52	1.40 ^{ab}
T3	1514.40	13.71	36.93	1.12 ^b	1469.40	14.28	36.24	1.71 ^a
T4	1464.00	15.31	35.05	1.11 ^b	1436.00	15.23	35.85	1.25 ^{bc}
EE±	12.172	0.293	0.570	0.103	10.166	0.412	0.661	0.082
<i>Densidad</i>								
12 pollos/m ²	1495.40	14.51	35.57	0.96	1459.10	14.60	34.46	1.33
14 pollos/m ²	1461.00	14.99	35.21	1.44	1445.10	14.45	35.68	1.32
EE±	17.214	0.415	0.806	0.145	14.377	0.583	0.935	0.116
<i>Zeolita</i>								
Si	1467.20	14.99	34.78	1.28	1451.50	14.29	34.10	1.18
No	1489.20	14.51	35.99	1.12	1452.70	14.75	36.04	1.48
EE±	17.214	0.415	0.806	0.145	14.377	0.583	0.935	0.116
<i>Valor de P</i>								
Tratamientos	0.378	0.173	0.417	0.002	0.741	0.580	0.216	0.003
Densidad	0.174	0.403	0.759	0.005	0.521	0.861	0.347	0.918
Zeolita	0.376	0.403	0.305	0.257	0.956	0.593	0.142	0.020
Densidad x zeolita	0.517	0.058	0.200	0.005	0.377	0.212	0.218	0.001

Notas: G.A.: Grasa abdominal; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Con respecto al rendimiento en canal en porciones comestibles de machos y hembras no se mostró diferencias ($P \geq 0.05$) en (PC), pierna y pechuga independientemente de la densidad, zeolita o la interacción de ambos. Esto respalda el estudio de Tong et al. (2012) donde indica que al aumentar la densidad poblacional no influye en el rendimiento de la canal. Según Banaszak et al. (2020) demostraron en sus estudios que la inserción de zeolita en la dieta o en la yacija no afecta el crecimiento y las características de la canal en pollos de engorde, por otra parte, el aumento del peso absoluto de la grasa abdominal en pollos de engorde se corrobora con el estudio de Toghyani y Heidari (2018) donde reportan que la grasa abdominal aumentó significativamente en pollos machos, bajo una alta densidad poblacional, del mismo modo Madilindi et al. (2018) y Basha et al. (2016) reportan

que el sexo, la densidad poblacional y la inserción de zeolita están relacionados con el aumento de la grasa abdominal.

Órganos Comestibles de Pollos Machos

El Cuadro 7 muestra el efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de los órganos comestibles de pollos de engorde machos a los 35 días. Se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en el desarrollo de la molleja en el tratamiento T2 (14 pollos/m² con zeolita) mostrando mejores resultados que los demás tratamientos evaluados. En la evaluación de la densidad y la zeolita no se visualizaron diferencias ($P \geq 0.05$), sin embargo, si hubo diferencia ($P \leq 0.05$) en la interacción de densidad x zeolita. Con respecto al hígado se pudieron observar diferencias ($P \leq 0.05$) teniendo un mayor peso expresado en porcentaje el tratamiento T2 (14 pollos/m² con zeolita), de igual manera la evaluación de la densidad y la zeolita mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) en el peso absoluto del hígado obteniendo un mayor peso expresado en porcentaje la densidad de 14 pollos/m² y en los tratamientos en los que se implementó zeolita, por lo cual también se pudo observar diferencia ($P \leq 0.05$) en la interacción entre densidad x zeolita. El desarrollo del corazón mostro diferencias ($P \leq 0.05$) en los tratamientos, T14CZ y T12SZ de los cuales mostro un mayor peso expresado en porcentaje el T2 (14 pollos/m² con zeolita), sin embargo, la evaluación de la densidad y la zeolita no mostró ninguna diferencia ($P \geq 0.05$), pero sí se mostró diferencias ($P \leq 0.05$) en la interacción de densidad x zeolita.

Cuadro 7

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos comestibles de pollos de engorde machos (35 días)

Tratamiento	Órganos Comestibles de Machos		
	Molleja (%)	Hígado (%)	Corazón (%)
T1	1.92 ^{ab}	1.79 ^c	0.46 ^b
T2	2.18 ^a	2.42 ^a	0.58 ^a
T3	2.00 ^{ab}	2.05 ^b	0.57 ^a
T4	1.75 ^b	1.71 ^c	0.51 ^{ab}
EE±	0.056	0.068	0.017
<i>Densidad</i>			
12 pollos/m ²	1.96	1.92	0.52
14 pollos/m ²	1.97	2.06	0.54
EE±	0.079	0.096	0.024
<i>Zeolita</i>			
Si	2.05	2.10	0.52
No	1.87	1.88	0.54
EE±	0.079	0.096	0.024
<i>Valor de P</i>			
Tratamientos	0.039	<0.001	0.022
Densidad	0.984	0.020	0.372
Zeolita	0.089	0.001	0.483
Densidad x zeolita	0.016	<0.001	0.004

Notas: T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Se pudo observar diferencias significativas en los tratamientos en cuanto al peso porcentual de molleja, siendo el T2 con mayor valor, lo cual coincide con Basha et al. (2016) quienes observaron un aumento en el peso de la molleja en machos por el uso de zeolita natural en la yacija, de la misma forma Madilindi et al. (2018) reportan una relación directamente proporcional entre aumento de densidad y molleja, lo cual se debe al hacinamiento de las aves y la función de trituras mayores cantidades de alimento en corto tiempo. sin embargo, no se presentaron diferencias significativas en la conversión alimenticia, pero si existe efectividad en la interacción densidad x zeolita por el hecho que se encontró disminución en el ICA en T14CZ.

De la misma forma se encontró diferencias significativas en el hígado afianzando que sus resultados influyen de la interacción densidad x zeolita, demostrando que al a ver un aumento en la

densidad y utilización de zeolita existe un mayor peso porcentual de dicho órgano, estos resultados concuerdan con el estudio de Basha et al. (2016) y Madilindi et al. (2018) .

Según Hcini et al. (2018) el aumento en densidad disminuye el peso porcentual del corazón, sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación muestran una diferencia significativa totalmente diferente. Según Onbasilar et al. (2008) con el aumento en peso corporal de las aves a menor densidad, la cantidad de músculo corporal y la circulación de la sangre aumenta, por ende, el peso del corazón sería mayor. En el caso de este estudio podemos sustentar, con base a los resultados de aumento en el peso vivo acumulado de las aves con una mayor densidad, se observó la efectividad de la interacción densidad x zeolita y justificar el aumento en peso del corazón para general ganancia de peso.

Órganos Comestibles Hembras

El Cuadro 8 indica la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos comestibles de pollos de engorde hembras a los 35 días. Se pudo observar en el desarrollo de molleja que hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en los tratamientos, dando como resultado que hubo un mayor peso absoluto (%) en T4 (14 pollos/m² sin zeolita), además se pudo observar que existió diferencia ($P \leq 0.05$) en zeolita, lo que demostró de esta forma que con la utilización de zeolita reduce significativamente el peso absoluto de la molleja, además se pudo observar que no existió diferencias en la evaluación de densidad y la interacción de los tratamientos. De la misma forma, se pudo observar que el desarrollo del hígado referente a peso absoluto mostró diferencias ($P \leq 0.05$) únicamente en la evaluación de zeolita, lo que demostró que la reducción de peso por la inserción de zeolita en el tratamiento. Por otra parte, se pudo observar que el desarrollo del corazón mostró diferencias ($P \leq 0.05$) en los tratamientos, lo que determinó que T3 (12 pollos/m² sin zeolita) obtuvo un mayor peso relativo en comparación con los otros tratamientos en evaluación.

Cuadro 8

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos comestibles de pollos de engorde hembras (35 días)

Tratamiento	Órganos Comestibles de Hembras		
	Molleja (%)	Hígado (%)	Corazón (%)
T1	1.96 ^{ab}	1.91	0.47 ^b
T2	1.78 ^b	1.85	0.53 ^b
T3	2.07 ^{ab}	2.07	0.63 ^a
T4	2.33 ^a	2.08	0.48 ^b
EE±	0.071	0.044	0.018
<i>Densidad</i>			
12 pollos/m ²	2.02	1.99	0.55
14 pollos/m ²	2.05	1.97	0.50
EE±	0.101	0.063	0.026
<i>Zeolita</i>			
Si	1.87	1.88	0.50
No	2.20	2.08	0.56
EE±	0.101	0.063	0.026
<i>Valor de P</i>			
Tratamientos	0.036	0.149	0.004
Densidad	0.759	0.774	0.106
Zeolita	0.014	0.028	0.100
Densidad x zeolita	0.089	0.689	0.002

Notas: T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita;

T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Se observa diferencias significativas en la molleja y en el corazón de las hembras con relación al uso de zeolita, sin embargo, en el hígado no se observaron diferencias estadísticas al aumento de densidad ni a la inserción de zeolita en yacija, según Madilindi et al. (2018) demostraron que no hay diferencias en el hígado ni en el corazón al aumentar la densidad poblacional, sin embargo, reportan un aumento en el peso porcentual de la molleja, el cual aumentó significativamente en los tratamientos con alta densidad poblacional, debido al hacinamiento de las aves provocando el consumo de alimento en un menor tiempo.

En el presente cuadro se obtuvo un menor peso porcentual en molleja y corazón en los tratamientos con alta densidad poblacional, estos resultados difieren con los obtenidos por Onbasilar et al. (2008) y Madilindi et al. (2018) quienes muestran un aumento porcentual en la molleja y el corazón, ambos causados por factores de estrés de una alta densidad poblacional. Sin embargo, en nuestra investigación dicha reducción se debe al uso de zeolita en yacija, provocando menores nivel

de estrés, demostrando así la eficacia de la interacción densidad x zeolita. Según Hcini et al. (2018) demuestran que al añadir zeolita en la dieta o en la yacija, es posible la reducción de los niveles de estrés en las aves, al bajar el contenido de amoníaco en la yacija, así mismo Onbasilar et al. (2008) obtuvieron un mayor porcentaje en el desarrollo del corazón en los tratamientos con alta densidad poblacional, el aumento se atribuyó a la rápida respiración causada por el exceso de amoníaco en la yacija.

Órganos Linfoides e Intestinales Machos

El Cuadro 9 muestra la interacción entre densidad y zeolita en el desarrollo de órganos linfoides e intestinales de pollos de engorde machos a los 35 días. En cuanto al desarrollo en valor absoluto de páncreas, bazo, intestino delgado (I.D), ciego y bolsa de Fabricio (B.F) no se observaron diferencias ($P \geq 0.05$) en relación con las evaluaciones en tratamiento, densidad, zeolita y la interacción de densidad x zeolita.

A diferencia del desarrollo del timo que sí presentó diferencias ($P \leq 0.05$) en el tratamiento, reflejando un menor valor en T14CZ y T12SZ, en observación con el T3 (12 pollos/m² sin zeolita) obtuvo mejores resultados por encima del resto de tratamientos en evaluación, además reflejó diferencia ($P \leq 0.05$) en zeolita, lo que determinó que la adición de zeolita aumento el peso absoluto, de la misma forma tuvo diferencias ($P \leq 0.05$) en la interacción densidad x zeolita, sin embargo, no hubo diferencias en la evaluación de densidad.

En cuanto al desarrollo de proventrículo (Pvtc) no se obtuvo diferencias ($P \geq 0.05$) en zeolita, ni en la interacción densidad x zeolita. Sin embargo, si obtuvo diferencias ($P \leq 0.05$) en los tratamientos, de esta manera el T3 (12 pollos/m² sin zeolita) tuvo un menor peso absoluto con relación a los demás tratamientos en estudio, también hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en densidad, lo que determinó el aumento de una mayor producción del peso relativo en proventrículo (Pvtc).

Cuadro 9

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos linfoides e intestinales de pollos de engorde machos (35 días)

Tratamiento	Órganos Linfoides e Intestinales de Machos						
	Páncreas (%)	Bazo (%)	I.D (%)	Ciego (%)	Timo (%)	B.F (%)	Proventrículo (%)
T1	0.25	0.76	2.92	0.7	0.20 ^a	0.16	0.52 ^{ab}
T2	0.23	0.78	3.28	0.69	0.10 ^c	0.11	0.56 ^a
T3	0.24	0.7	3.27	0.57	0.09 ^c	0.12	0.43 ^b
T4	0.2	0.79	3.26	0.62	0.17 ^b	0.14	0.60 ^a
EE±	0.009	0.003	0.081	0.024	0.011	0.009	0.021
<i>Densidad</i>							
12 pollos/m ²	0.24	0.07	3.1	0.63	0.15	0.14	0.48
14 pollos/m ²	0.21	0.08	3.28	0.65	0.13	0.12	0.58
EE±	0.013	0.004	0.115	0.034	0.016	0.013	0.029
<i>Zeolita</i>							
Si	0.24	0.08	3.11	0.69	0.15	0.14	0.54
No	0.22	0.07	3.27	0.6	0.13	0.13	0.52
EE±	0.013	0.004	0.115	0.034	0.016	0.013	0.029
<i>Valor de P</i>							
Tratamientos	0.285	0.854	0.339	0.266	<0.001	0.218	0.026
Densidad	0.2	0.488	0.284	0.653	0.088	0.324	0.011
Zeolita	0.218	0.764	0.344	0.067	0.002	0.758	0.46
Densidad x zeolita	0.414	0.672	0.247	0.603	<0.001	0.069	0.092

Notas: I.D: Intestino delgado; B.F: Bolsa de Fabricio; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

Según Onbasilar et al. (2008) determinan que el páncreas, bazo y bolsa de Fabricio no se vieron influidos con el uso de altas densidades, también reportan reducción en grasa abdominal en tratamientos con alta densidad poblacional. De esta forma son corroborados los resultados obtenidos en la presente investigación, sin embargo, Toghyani y Heidari (2018) reportan que la grasa abdominal y proventrículo aumentaron significativamente en aves dentro una alta densidad poblacional.

Con respecto al timo se observaron diferencias significativas en los tratamientos con una yacija tratada con zeolita, como dato adicional, Gruver et al. (2009) mencionan que el timo es un buen indicador del estrés ya que es muy susceptible a la involución aguda inducida por el estrés. El desarrollo de los órganos linfoides está estrechamente ligado a los niveles de estrés en las aves de

corral, la zeolita juega un papel importante en la disminución del mismo ya que esta se encarga de absorber el amoníaco de la yacija, Schneider et al. (2017) mencionan que la zeolita tiene una gran importancia en la producción de aves ya que puede bajar las tasas de estrés en los pollos.

Órganos Linfoides e Intestinales Hembras

El Cuadro 10 muestra el efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de los órganos linfoides e intestinales de pollos de engorde hembras a los 35 días. El desarrollo del páncreas, bazo e intestino delgado (I.D.) no mostraron diferencias ($P \geq 0.05$), en los tratamientos, densidad, zeolita ni en la interacción de densidad x zeolita. El ciego no mostró diferencias ($P \geq 0.05$) en el tratamiento, densidad ni en la implementación de la zeolita en los tratamientos, sin embargo, si mostró diferencias ($P \leq 0.05$) en la interacción densidad x zeolita, demostró un mayor valor en T4 (14 pollos/m² sin zeolita) y un menor peso porcentual en el T2 (14 pollos/m² con zeolita). El desarrollo del timo mostró diferencias ($P \leq 0.05$) en el tratamiento T2 (12 pollos/m² con zeolita)

Cuadro 10

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en el desarrollo de órganos linfoides e intestinales de pollos de engorde hembras (35 días)

Tratamiento	Órganos Linfoides e Intestinales de Hembras						
	Páncreas (%)	Bazo (%)	I.D (%)	Ciego (%)	Timo (%)	B.F (%)	Proventrículo (%)
T1	0.26	0.077	3.13	0.64 ^{ab}	0.16 ^a	0.15 ^{ab}	0.53 ^b
T2	0.22	0.070	3.92	0.52 ^b	0.09 ^b	0.20 ^a	0.64 ^{ab}
T3	0.22	0.076	3.05	0.56 ^{ab}	0.15 ^a	0.14 ^{ab}	0.52 ^b
T4	0.25	0.074	3.35	0.72 ^a	0.16 ^a	0.13 ^b	0.71 ^a
EE±	0.012	0.003	0.089	0.033	0.007	0.010	0.026
<i>Densidad</i>							
12 pollos/m2	0.25	0.077	3.09	0.60	0.16	0.15	0.53
14 pollos/m2	0.24	0.072	3.14	0.62	0.12	0.17	0.68
EE±	0.173	0.004	0.126	0.046	0.011	0.015	0.036
<i>Zeolita</i>							
Si	0.25	0.074	3.02	0.58	0.12	0.17	0.59
No	0.24	0.075	3.20	0.64	0.16	0.14	0.61
EE±	0.173	0.004	0.126	0.046	0.011	0.015	0.036
<i>Valor de P</i>							
Tratamientos	0.607	0.900	0.390	0.118	<0.001	0.093	0.014
Densidad	0.747	0.523	0.818	0.758	0.001	0.306	0.002
Zeolita	0.867	0.885	0.324	0.311	0.001	0.064	0.514
Densidad x zeolita	0.204	0.724	0.165	0.030	<0.001	0.128	0.396

Notas: I.D: Intestino delgado; B.F: Bolsa de Fabricio; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita; ^{ab} números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes.

El ciego si presento diferencias significativas, se observó un menor peso debido a la interacción entre densidad y zeolita, Toghyani y Heidari (2018) indican que el ciego de los pollos que están bajo una alta densidad poblacional muestra un aumento de tamaño, por otra parte Wu Q et al. (2013) manifiestan que los materiales clinoptilolíticos (zeolita natural) reducen significativamente el tamaño del ciego.

El aumento de la densidad influyo significativamente el peso del timo, Wenjia et al. (2019) muestran resultados de un timo de mayor tamaño en pollos bajo una alta densidad poblacional, por lo cual, se espera un aumento de tamaño en el timo a una densidad mayor, sin embargo, Zarnab et al. (2019) reportan que los aluminosilicatos (zeolita) incorporados en la yacija provocan una disminución del tamaño del timo y un aumento en la bolsa de Fabricio.

El proventrículo mostro diferencias significativas en el peso porcentual, Toghyani y Heidari (2018) señalan que el aumento del proventrículo está relacionado al aumento de la densidad poblacional. Un mayor peso del proventrículo también se le atribuye al sexo, según Madilindi et al. (2018) fundamentan que el proventrículo en las hembras es más pesado, esto se debe a que las hembras llegan a una madures sexual fisiológica más temprana que los machos.

Análisis Yacija

El Cuadro 11 muestra el efecto de la interacción entre zeolita y densidad en la yacija de pollos de engorde a los 35 días, en cuanto a índice de humedad no se obtuvo diferencias ($P \geq 0.05$) en ninguno de las evaluaciones (tratamientos, densidad, zeolita, interacción de ambos), Por otro lado, se pudo observar que en el índice de nitrógeno (N) sí hay diferencias ($P \leq 0.05$) en todas las evaluaciones, determinando así que existe un menor porcentaje de nitrógeno (N) en T4 (14 pollos/m² sin zeolita) y en cuanto a densidad se observó que 12 pollos/m² tiene un mayor porcentaje de nitrógeno (N) en comparación a la otra densidad en estudio, además se pudo observar en la evaluación de zeolita que la aplicación de la misma dentro de los tratamientos, tiene una reducción considerable, así mismo en la interacción densidad x zeolita existió diferencias. El índice de fósforo (P) no se observó diferencias ($P \geq 0.05$) en la evaluación de tratamientos, zeolita y la interacción, no obstante, se pudo encontrar diferencias ($P \leq 0.05$) en densidad, dando como resultado que la experimentación de 14 pollos/m² tiene un mayor porcentaje de fósforo (P).

Cuadro 11

Efecto de la interacción de densidad y zeolita en la yacija en pollos de engorde (35 días)

Tratamiento	Análisis de Yacija		
	Humedad	N (%)	P (%)
T1	23.30	2.43 ^c	0.83
T2	28.20	2.44 ^b	0.98
T3	24.30	2.68 ^a	0.80
T4	27.90	2.26 ^d	0.89
EE±	0.650	0.045	0.027
<i>Densidad</i>			
12 pollos/m ²	23.80	2.56	0.82
14 pollos/m ²	28.05	2.35	0.94
EE±	0.919	0.064	0.038
<i>Zeolita</i>			
Si	25.75	2.43	0.91
No	26.10	2.47	0.85
EE±	0.919	0.064	0.038
<i>Valor de P</i>			
Tratamientos	NS	<0.001	0.071
Densidad	NS	0.001	0.022
Zeolita	NS	0.004	0.194
Densidad x zeolita	NS	0.001	0.547

Notas: N: Nitrógeno; P: Fosforo; T1: 12 Pollos/m² con zeolita; T2: 14 Pollos/m² con zeolita; T3: 12 Pollos/m² sin zeolita; T4: 14 Pollos/m² sin zeolita

Según Oliveira et al. (2004) la humedad de la cama está relacionada con factores como tipo de dieta, consumo de agua, temperatura ambiente, ventilación y principalmente tipo de bebedero utilizado, como recomendación da la utilización de materiales que aporten a la reducción de niveles de humedad y volatilización de amoníaco, con base a los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias significativas estadísticas en humedad, sin embargo, se observó una reducción porcentual en los tratamientos con el uso de la zeolita, pero un aumento en las densidades altas. Según Karamanlis et al. (2008) la incorporación de zeolita natural en la yacija ayuda a la reducción de humedad, así mismo Liang et al. (2005) afirma que la zeolita reduce la humedad y emisión de NH₃ por sus características innatas, además Eleroğlu y Yalçın (2005), Loch et al. (2011) y Schneider et al. (2016) muestran niveles de humedad más bajos en la yacija suplementada con zeolita en pollos de engorde. Por otra parte Jayalakshmi et al. (2009) y Petek et al. (2014). En sus investigaciones mencionan un efecto negativo en los principales indicadores de calidad de la cama por el aumento de densidades.

En cuanto al porcentaje de nitrógeno (N) se pudo determinar que con la inserción de zeolita en la yacija existió disminución y al aumentar en densidad poblacional de 12-14 pollos/m² disminuyó la incidencia de nitrógeno, estos resultados difieren con los obtenidos Jayalakshmi et al. (2009) quienes mencionan que el aumento de densidad aumenta la incidencia de (N) en la cama, por otra parte Sipalo y Glasswell (2015) en su investigación menciona que la cantidad de humedad tiene relación directa con la cantidad de nitrógeno, de esta forma podemos inferir que la interacción densidad x zeolita en yacija, tiene resultados positivos para contrarrestar la problemática del aumento de densidad y esto se ve demostrado en T14CZ donde existe elevada humedad, pero bajo contenido de N.

En cuanto al P no se encontró diferencias significativas estadísticas, sin embargo, se observó en densidades altas que el porcentaje de P aumento, de esta forma se corrobora la información de Sun ZW. et al. (2018) quienes mencionan que la densidad, disminuye la absorción de calcio y fosforo en las aves, de esta forma se pudo inferir que la cantidad de fosforo en la yacija demuestra la presencia de micro y macronutrientes. En la presente investigación se determina que el tratamiento T14CZ tiene una mayor incidencia de P, lo cual da afirmo que la interacción densidad x zeolita influye en el contenido de MO en la yacija.

Conclusiones

La densidad de 14 pollos/m² más el uso de zeolita natural en la yacija mejoró el peso vivo de los pollos de engorde.

La densidad de 12 y 14 aves/m² y empleo de la zeolita en la yacija no influyó en las características de canal, excepto la grasa abdominal de los pollos de engorde.

En machos, la zeolita incrementó el peso relativo del timo y tuvo interacción con las densidades poblacionales de los pollos de engorde. Sin embargo, en hembras, la zeolita disminuyó el peso de este órgano linfoide.

La inclusión de zeolita natural redujo la humedad, nitrógeno, aunque incrementó la concentración de fósforo.

Recomendaciones

Se recomienda aumentar la densidad poblacional a 14 pollos/m² y hacer uso de zeolita en un 25% de la yacija para maximizar el rendimiento productivo y reducir factores de estrés.

Se invita a realizar un estudio sobre costo-beneficio al utilizar zeolita junto a la viruta de madera como yacija de los pollos de engorde con relación al índice de conversión alimenticia y el aumento a la densidad poblacional.

Se recomienda realizar un estudio sobre el uso de la yacija tratada con zeolita para un segundo y tercer ciclo de producción.

Referencias

- Abudabos AM, Samara EM, Hussein EO, Al-Ghadi MQ, Al-Atiyat RM. 2013. Impacts of Stocking Density on the Performance and Welfare of Broiler Chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 12(1):e11. doi:10.4081/ijas.2013.e11.
- Anderson DP, Beard CW, Hanson RP. 1964. The Adverse Effects of Ammonia on Chickens Including Resistance to Infection with Newcastle Disease Virus. *Avian Diseases*. 8(3):369. doi:10.2307/1587967.
- Araújo JDS, Oliveira V de, Costa Braga G. 2007. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciência Animal Brasileira*; [consultado el 18 de jul. de 2021]. 8(1):59–64. pt. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/1159>.
- Arruda AS, Marques JI, Leite PG, Furtado DA. 2021. Productive and hematologic responses of country poultry subjected to different housing densities and water salinity levels. *Poultry Science*. 100(5). eng. doi:10.1016/j.psj.2021.101070.
- Asaniyan EK. 2014. Growth Performance, Feed Intake and Slaughter Characteristics of Broiler Chicken under Three Different Stocking Densities. *Journal of Animal Production Advances*; [consultado el 27 de jun. de 2021]. 4(2):348–354. <https://cutt.ly/IQR5FTJ>.
- Banaszak M, Biesek J, Bogucka J, Dankowiakowska A, Olszewski D, Bigorowski B, Grabowicz M, Adamski M. 2020. Impact of aluminosilicates on productivity, carcass traits, meat quality, and jejunum morphology of broiler chickens. *Poultry Science*. 99(12):7169–7177. eng. doi:10.1016/j.psj.2020.08.073.
- Basha H, Goma A, Taha A, Elkhair R. 2016. Effect of different forms of natural zeolite (clinoptilolite) on productive performance and behavioral patterns of broiler chicken. *Internacional Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*; [consultado el 15 de jul. de 2021]. 4(4):1–11. <https://cutt.ly/SQR5NZR>.
- Castro Lima R, Rodrigues Freitas E, Marques Gomes H, Braga Cruz CE, Rodrigues Fernandes D. 2018. Performance of broiler chickens reared at two stocking densities and coir litter with different height. *Revista Ciência Agronômica*. 49(3):519–528. doi:10.5935/1806-6690.20180059.
- Cengiz Ö, Köksal BH, Tatlı O, Sevim Ö, Ahsan U, Üner AG, Ulutaş PA, Beyaz D, Büyükyörük S, Yakan A, et al. 2015. Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*. 94(10):2395–2403. eng. doi:10.3382/ps/pev194.
- Eleroğlu H, Yalçın H. 2005. Use of natural zeolite-supplemented litter increased broiler production South African Journal of Animal Science. *South African Journal of Animal Science*; [consultado el 19 de jun. de 2021]. 35(2):90–97. <https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/4034>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Producción y productos avícolas: Productos y elaboración. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [actualizado el 6 de mar. de 2014; consultado el 29 de oct. de 2020]. es. <http://www.fao.org/poultry-production-products/products-and-processing/es/>.
- Farhadi. D, Hosseini. S, Dezfuli. B. 2016. Effect of house type on growth performance, litter quality and incidence of foot lesions in broiler chickens reared in varying stocking density. *Journal of*

BioScience and Biotechnology. 5(1):69–78. <https://doaj.org/article/43d702dbf7bf4c6e97e602abbf1fc0eb>.

- García RG, Almeida PI, Caldara FR, Nääs IA, Pereira DF, Freitas LW, Schwingel AW, Lima ND, Graciano JD. 2010. Effect of the litter material on drinking water quality in broiler production. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 12(3):165–169. doi:10.1590/S1516-635X2010000300005.
- Ghosh S, Majumder D, Goswami R. 2012. Broiler performance at different stocking density. *Indian Journal of Animal Research*; [consultado el 26 de jun. de 2021]. 46(4):381–384. <https://cutt.ly/dQR6HnH>.
- Gruver AL, Ventevogel MS, Sempowski GD. 2009. Leptin receptor is expressed in thymus medulla and leptin protects against thymic remodeling during endotoxemia-induced thymus involution. *J Endocrinol*. 203(1):75–85. eng. doi:10.1677/JOE-09-0179.
- Hcini E, Ahlem B, Kallel I, Zormati S, Traore A, Gdoura R. 2018. Does supplemental zeolite (clinoptilolite) affect growth performance, meat texture, oxidative stress and production of polyunsaturated fatty acid of Turkey poult? *Lipids Health Dis*. 17(1):1–9. eng. doi:10.1186/s12944-018-0820-7.
- Henrique CdS, Galuci Oliveira AF, Silva Ferreira T, Santos Silva E, Fonseca Reis de Mello BF, Andrade AdF, Freitas Martins VdS, Oliveira de Paula F, de Moraes Garcia ER, Giusti Bruno LD. 2017. Effect of stocking density on performance, carcass yield, productivity, and bone development in broiler chickens Cobb 500®. *Semina: Ciências Agrárias*. 38(4):2705–2717. Inglés. doi:10.5433/1679-0359.2017v38n4Supl1p2705.
- Jayalakshmi T, Kumararaj R, Sivakumar T, Vanan TT, Thiagarajan D. 2009. Influence of stocking densities on litter moisture, microbial load, air ammonia concentration and broiler performance. *Tamilnadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*; [consultado el 30 de jun. de 2021]. 5(3):80–86. English. [http://www.tanuv.ac.in/tnjvas/tnjvas/vol5\(3\)/80-86.pdf](http://www.tanuv.ac.in/tnjvas/tnjvas/vol5(3)/80-86.pdf).
- Karamanlis X, Fortomaris P, Arsenos G, Dosis I, Papaioannou D, Batzios C, Kamarianos A. 2008. The Effect of a Natural Zeolite (Clinoptilolite) on the Performance of Broiler Chickens and the Quality of Their Litter. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 21(11):1642–1650. English. doi:10.5713/ajas.2008.70652.
- Kryeziu AJ, Mestani N, Berisha S, Kamberi MA. 2018. The European performance indicators of broiler chickens as influenced by stocking density and sex. *Agronomy Research*. 16(2):483–491. en. doi:10.15159/AR.18.040.
- Lara LJ, Rostagno MH. 2013. Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals*. 3(2):356–369. eng. doi:10.3390/ani3020356.
- Liang Y, Hongwei X, Hong L, Koziel JA, Lingshuang C. 2005. Evaluation of Treatment Agents and Diet Manipulation for Mitigating Ammonia and Odor Emissions from Laying Hen Manure: Annual International Meeting. Tampa-Florida: American Society of Agricultural and Biological Engineers; [consultado el 28 de jun. de 2021]. 1 p. English.
- Loch FC, Oliveira MC de, Da Silva D, Gonçalves BN, Faria BF de, Menezes JFS. 2011. Quality of poultry litter submitted to different treatments in five consecutive flocks. *Revista Brasileira de Zootecnia*; [consultado el 30 de jun. de 2021]. 40(5):1025–1030. doi:10.1590/S1516-35982011000500013.

- Madilindi MA, Mokobane A, Letwaba PB, Tshilale TS, Banga CB, Rambau MD, Bhebhe E, Benyi K. 2018. Effects of sex and stocking density on the performance of broiler chickens in a sub-tropical environment. *South African Journal of Animal Science*. 48(3):459–468. doi:10.4314/sajas.v48i3.6.
- McLean J, Savory C, Sparks N. 2002. Welfare of male and female broiler chickens in relation to stocking density, as indicated by performance, health and behaviour. *Animal Welfare*; [consultado el 17 de jul. de 2021]. 11:55–73. <https://www.semanticscholar.org/paper/Welfare-of-male-and-female-broiler-chickens-in-to-McLean-Savory/47c3af1671f44c405d4f80f9dfed3d6933ef611d>.
- Mendes AS, Paixão SJ, Restelatto R, Reffatti R, Possenti JC, Moura DJ de, Morello GM, Carvalho TM de. 2011. Effects of initial body weight and litter material on broiler production. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 13(3):165–170. doi:10.1590/S1516-635X2011000300001.
- Oliveira MC, Ferreira HA, Cancherini LC. 2004. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*; [consultado el 30 de jun. de 2021]. 56(4):536–541. doi:10.1590/S0102-09352004000400016.
- Onbasilar E, Poyraz O, Erdem E. 2008. Influence of lighting periods and stocking densities on performance, carcass characteristics and some stress parameters in broilers - *European Poultry Science*. *European Poultry Science*; [consultado el 28 de jun. de 2021]. 72(5):193–200. <https://cutt.ly/JQTwhNP>.
- Petek M, Üstüner H, Yeşilbağ D. 2014. Effects of stocking density and litter type on litter quality and growth performance of broiler chicken. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*; [consultado el 14 de jul. de 2021]. 20(5):743–748. eng scheme="ISO639-1". <https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TVRZMU1qa3dNQT09>.
- Pizarro R. M, Icochea D. E, Reyna S. P, Falcón P. N. 2012. Efecto del tratamiento de la cama con un aluminosilicato en pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 20(2):213–220. doi:10.15381/rivep.v20i2.609.
- Polat E, Karaca M, Demir H, Onus N. 2004. Use of Natural Zeolite (Clinoptilolite) in Agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*; [consultado el 30 de jun. de 2021]. 12:183–189. https://www.researchgate.net/profile/mehmet-karaca-3/publication/269709768_use_of_natural_zeolite_clinoptilolite_in_agriculture.
- Rivas T, Traub A. 2013. Expansión urbana y suelo agrícola: revisión de la situación en la Región Metropolitana: Expansión urbana, cambio de uso del suelo, pérdida patrimonio agropecuario, recursos públicos. Chile: ODEPA; [consultado el 23 de jun. de 2021]. 6 p. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/12/expansionUrbana201312.pdf>.
- Schneider AF, Almeida DS de, Yuri FM, Zimmermann OF, Gerber MW, Gewehr CE. 2016. Natural zeolites in diet or litter of broilers. *British Poultry Science*. 57(2):257–263. eng. doi:10.1080/00071668.2016.1150962.
- Schneider AF, Zimmermann OF, Gewehr CE. 2017. Zeolites in poultry and swine production. *Ciência Rural*. 47(8):1–8. doi:10.1590/0103-8478cr20160344.
- Sipalo P, Glasswell KN. 2015. Ammonia Production In Poultry Houses And Its Effect On The Growth Of *Gallus Gallus Domestica* (Broiler Chickens): A Case Study Of A Small Scale Poultry House In Riverside, Kitwe, Zambia. *Internacional Journal of Scientific & technology research*; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 4(4):141–145. <http://www.ijstr.org/final-print/apr2015/Ammonia-Production->

In-Poultry-Houses-And-Its-Effect-On-The-Growth-Of-Gallus-Gallus-Domestica-broiler-Chickens-A-Case-Study-Of-A-Small-Scale-Poultry-House-In-Riverside-Kitwe-Zambia.pdf.

- Skrbic Z, Pavlovski Z, Lukic M. 2009. Stocking density: Factor of production performance, quality and broiler welfare. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 25(5-6-1):359–372. doi:10.2298/BAH0906359S.
- Sun ZW, Fan QH, Wang XX, Guo YM, Wang HJ, Dong X. 2018. High stocking density alters bone-related calcium and phosphorus metabolism by changing intestinal absorption in broiler chickens. *Poultry Science*. 97(1):219–226. eng. doi:10.3382/ps/pex294.
- TECNA. 1985. La densidad de población en los broilers. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 20 de jun. de 2021]. 15 p. Circular. https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1986m2v28n2/selavi_a1986m2v28n2p60.pdf.
- Toghyani M, Heidari S. 2018. Effect of Stocking Density and Methionine Levels on Growth Performance and Immunity of Broiler Chicks. *Iranian Journal of Applied Animal Science*; [consultado el 29 de jun. de 2021]. 8(3):483–489. http://www.iaujournals.ir/article_542688.html?lang=en.
- Tong HB, Lu J, Zou JM, Wang Q, Shi SR. 2012. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. *Poultry Science*. 91(3):667–673. eng. doi:10.3382/ps.2011-01597.
- Valdivié, M, Dieppa, Oraida. 2002. Densidad de pollos de ceba. Producción de peso vivo de aves. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*; [consultado el 26 de jun. de 2021]. 36(2):131–135. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018119006.pdf>.
- Wenjia L, Wei F, Xu B, Sun Q, Deng W, Ma H, Bai J, Li S. 2019. Effect of stocking density and alpha-lipoic acid on the growth performance, physiological and oxidative stress and immune response of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 32(12):1914–1922. eng. doi:10.5713/ajas.18.0939.
- Wu Q, Wang L, Zhou M, Zhang J, Wang T. 2013. Effects of clinoptilolite and modified clinoptilolite on the growth performance, intestinal microflora, and gut parameters of broilers. *Poultry Science*. 92(3):684–692. eng. doi:10.3382/ps.2012-02308.
- Zarnab S, Chaudhary M, Javed M, Khatoon A. 2019. Effects of Induced High Ammonia Concentration in Air on Gross and Histopathology of Different Body Organs in Experimental Broiler Birds and its Amelioration ... *Pakistan Veterinay Journal*. 39(3):371–376. doi:10.29261/pakvetj/2019.068.

Anexos

Anexo A

Galpón experimental



Anexo B

Toma de datos día 1-8



Anexo C

Toma de datos día 35

