

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



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto de niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio  
(NaHCO<sub>3</sub>) sobre la productividad y porciones comestibles de pollos de  
engorde con estrés calórico**

Estudiantes

Francisco Javier Alvarado Alvarado

Luis Fernando Discua Guillén

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, marzo 2023

**Autoridades**

**SERGIO RODRÍGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora del departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Figuras .....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos .....	12
Ubicación Experimental.....	12
Animales y Diseño Experimental.....	12
Condiciones Experimentales.....	15
Desempeño Productivo.....	16
Peso de las Porciones Comestibles.....	16
Temperatura Corporal .....	16
Análisis Estadístico .....	16
Resultados y Discusión.....	17
Conclusiones .....	26
Recomendaciones.....	27
Referencias.....	28
Anexos.....	31

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Ingredientes y aportes nutricionales de dieta (0-8 días).....	13
Cuadro 2 Ingredientes y aportes nutricionales de dieta (9-18 días).....	14
Cuadro 3 Ingredientes y aportes nutricionales de dieta (19-32 días).....	15
Cuadro 4 Efecto de niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio sobre el desempeño productivo de pollos de engorde con estrés calórico (0-32 días).....	18
Cuadro 5 Efecto de niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio sobre las porciones comestibles de pollos de engorde con estrés calórico (32 días) .....	20

### Índice de Figuras

Figura 1 Efecto de los niveles crecientes de inclusión bicarbonato de sodio en la temperatura (°C) de los pollos de engorde del día 8-32 en horario de 7:00 am. ....	21
Figura 2 Efecto de los niveles crecientes de inclusión bicarbonato de sodio en la temperatura (°C) de los pollos de engorde del día 8-32 en horario de 1:00 pm. ....	22
Figura 3 Efecto de los niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio en la temperatura (°C) de los pollos de engorde del día 8-32 en horario de 4:00 pm. ....	22
Figura 4 Temperatura ambiental del galpón durante los días 8-32 en horarios de 7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm. ....	24
Figura 5 Humedad relativa del galpón durante los días 8-32 en horarios de 7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm. ....	25

### Índice de Anexos

Anexo A Pollos de engorde Cobb500™ (un día de edad) utilizados en el experimento, EAP Zamorano .....	31
Anexo B Galpón en el que se desarrolló el experimento, EAP Zamorano .....	32
Anexo C Toma de temperatura de pollos por la cloaca con termómetro laser infrarrojo AiQURA AD801 .....	33
Anexo D Pollos de engorde presentando jadeo por efecto del estrés calórico.....	34
Anexo E Pesaje de pollos a los 32 días de edad, empleando jabs y una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión $\pm 1.00$ g .....	35
Anexo F Proceso de necropsia. Matanza de pollos a los 32 días de edad por el método de desangrado en la vena yugular .....	36
Anexo G Proceso de necropsia. Lavado de la canal del pollo y retiro de extremidades .....	37
Anexo H Proceso de necropsia. Toma de peso de la canal del pollo en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión $\pm 0.1$ g .....	38

## Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de niveles crecientes de bicarbonato de sodio sobre la productividad y porciones comestibles en pollos de engorde con estrés calórico. Un total de 592 aves Cobb500™ MV × Cobb500™ FF de un día de edad se distribuyeron de forma aleatoria en cuatro tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y 37 pollos por repetición. Los tratamientos experimentales consistieron en dietas formuladas con diferentes niveles de bicarbonato de sodio (0.23, 0.28, 0.33 y 0.38%) considerando los requerimientos recomendados por la línea genética. Niveles crecientes de bicarbonato de sodio (0.28-0.38%) mejoraron ( $P \leq 0.05$ ) el peso vivo y la conversión alimenticia a partir de la etapa de crecimiento, con una disminución del consumo de alimento. La inclusión de 0.38% indicó la mejor conversión alimenticia (0-32 días) y la viabilidad no cambió ( $P > 0.05$ ) por efecto de las dietas experimentales. La inclusión de 0.33% de  $\text{NaHCO}_3$  incrementó ( $P \leq 0.05$ ) el rendimiento de la pechuga comparado a la inclusión de 0.23 y 0.28%  $\text{NaHCO}_3$ , sin embargo, el peso relativo de las otras porciones comestibles se mantuvo sin cambios ( $P > 0.05$ ). Hay que destacar, que la inclusión de  $\text{NaHCO}_3$  no cambió ( $P > 0.05$ ) la temperatura corporal de los pollos de engorde determinada a las 7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm. Se recomienda la inclusión de 0.38% de  $\text{NaHCO}_3$  en las dietas (inicio, crecimiento y finalización) de los pollos de engorde con estrés calórico para mejorar la eficiencia alimenticia en pollos de engorde Cobb500™.

*Palabras clave:* Aves de crecimiento rápido, bicarbonato de sodio, electrolito, estrés calórico, peso relativo.

### Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect of increasing sodium bicarbonate levels on productivity and edible portions in heat-stressed broilers. A total of 592 one-day-old Cobb500™ MV × Cobb500™ FF birds were randomly distributed into four treatments, four replicates per treatment and 37 chicks per replicate. The experimental treatments consisted of diets formulated with different levels of sodium bicarbonate (0.23, 0.28, 0.33, and 0.38%) considering the requirements recommended by the genetic line. Increasing levels of sodium bicarbonate (0.28-0.38%) improved ( $P \leq 0.05$ ) body weight and feed conversion ratio from the growth stage, with decreased feed intake. The inclusion of 0.38% indicated the best feed conversion (0-32 days) and the viability did not change ( $P > 0.05$ ) due to the experimental diets. The inclusion of 0.33% NaHCO<sub>3</sub> increased ( $P \leq 0.05$ ) breast yield compared to the inclusion of 0.23 and 0.28% NaHCO<sub>3</sub>, however, the relative weight of other edible portions remained unchanged ( $P > 0.05$ ). It is important to note that the inclusion of NaHCO<sub>3</sub> did not change ( $P > 0.05$ ) the body temperature of broilers measured at 7:00 am, 1:00 pm and 4:00 pm. The inclusion of 0.38% NaHCO<sub>3</sub> in the diets (starter, grower, and finisher) of heat stressed broilers is recommended to improve feed efficiency in Cobb500™ broilers.

*Keywords:* Electrolyte, fast-growing birds, heat stress, relative weight, sodium bicarbonate



## Introducción

La industria avícola constituye uno de los sectores con mayor crecimiento, con una demanda creciente de carne y huevo, lo que ha permitido su expansión y globalización en países con distintos niveles adquisitivos durante los últimos 15 años (FAO 2013). Las granjas avícolas se encuentran distribuidas en el mundo y son destinadas a la producción de carne y huevo, alimentos que brindan un aceptable contenido de proteína en un corto tiempo. Los sistemas de producción avícolas intensivos constituyen una alternativa viable para satisfacer la demanda de proteína animal en países subdesarrollados (Mendoza Álvarez 2012). En el caso de Latinoamérica la industria avícola ha sido la mejor posicionada en el sector ganadero durante las últimas décadas, duplicando la producción en los últimos 20 años (Williams y Anderson 2019). La carne de pollo representa uno de los consumos per cápita más elevados en el mundo, conformando más del 50% del consumo total de carne y se estima que el consumo mundial de carne de aves de corral se elevará a 145 TM entre 2020-2029 (OCDE y FAO 2020).

Herrera Blandón (2022) expone que en los últimos años la avicultura se ha expandido en regiones tropicales y subtropicales, siendo el estrés calórico, en sistemas productivos no túnel, el principal problema para lograr la expresión genética de los pollos de engorde. Por las características morfofisiológicas y por el crecimiento acelerado de las aves, las altas temperaturas constituyen las mayores pérdidas económicas en situaciones no terapéuticas (Khan et al. 2011). De acuerdo con Chen et al. (2013), variables como el consumo de alimento, crecimiento, metabolismo, reproducción y producción pecuaria, se ven influenciadas negativamente por un incremento de la temperatura.

La temperatura es un factor determinante para las aves en sus primeras horas de vida luego de la eclosión; por tanto, es necesario el suministro de calor para alcanzar un óptimo crecimiento y desarrollo del ave (FAO 2013). Asimismo, la temperatura es el factor ambiental de mayor importancia en la regulación del consumo de alimento. Además, las aves son especies homeotérmicas, que regulan su temperatura interna de manera constante, sin embargo, en situaciones de estrés térmico, puede

provocar la pérdida de la homeostasis y deprimir el consumo de alimento. La baja disipación del calor interno debido al estrés térmico y el desbalance de la termogénesis influye directa en la salud intestinal y en la salud y productividad de los pollos de engorde (Quishpe 2006).

La avicultura está sujeta a condiciones ambientales como la temperatura y humedad. En medidas desproporcionadas, este tipo de ambiente causa una condición fisiológica en el ave denominada estrés calórico, la cual incide perjudicialmente en el desempeño productivo, consumo de alimento y demás variables zootécnicas. El rango de temperatura ideal oscila entre 21-25 °C, considerando la línea genética, el crecimiento y la dieta utilizada (Sánchez-Chiprés et al. 2020).

Las aves de corral no poseen glándulas sudoríparas por lo que no tienen capacidad de sudar y son más susceptibles a choques de calor, en consecuencia, no pueden sobrevivir por mucho tiempo en ambientes con un rango de temperatura  $\geq 31$  °C. Además, el plumaje de estos animales impide disipar el calor endotérmico y exotérmico. En casos donde la temperatura ambiental es mayor que la temperatura corporal del ave, solo por medio de la evaporación, que en este contexto se define como la pérdida de calor por agua a través del tracto respiratorio liberada en el jadeo, es posible eliminar calor, formando un componente primordial para conservar la homeotermia y no permitir la pérdida del bicarbonato del riñón mediante el jadeo, que provoca alcalosis respiratoria (Corona Kisboa 2013).

Dávila Pinedo (2015) sostiene que el bicarbonato de sodio se utiliza ampliamente en la alimentación de gallinas ponedoras y pollos de engorde, optimizando el balance electrolítico. El uso de bicarbonato de sodio en los piensos avícolas radica en mejorar el consumo de alimento, incrementa la ganancia de peso y mejora el índice de conversión alimenticia. Asimismo, eleva el pH sanguíneo y reduce la temperatura rectal. Según Valdes y Enting (2012) la importancia de regular el pH sanguíneo resulta debido a que se exhala más dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a una mayor frecuencia respiratoria en búsqueda de disipar el calor corporal, entonces la alta producción de  $\text{CO}_2$  genera el empleo adicional de protones ( $\text{H}^+$ ) que disminuyen el pH sanguíneo y aumentan los  $\text{H}^+$ , lo que desencadena problemas como el aumento de mortalidad cuando las aves no logran regular su pH y temperatura corporal.

Un balance electrolítico se consigue por el contenido de iones como sodio ( $\text{Na}^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) y cloro ( $\text{Cl}^-$ ) en el alimento, mismos que juegan un papel importante en el mantenimiento del equilibrio ácido-base debido a que su regulación pasa por los sistemas tampón de los compartimientos líquidos del cuerpo (Condor 2012). El equilibrio ácido-base toma en cuenta la tendencia del animal a mantener una concentración constante de iones de hidrógeno intracelulares y extracelulares denominada homeostasis ácido-base. Cuando dicho balance se afecta en el metabolismo celular surgen problemas como la reducción de la eficiencia en la producción de tejido y deposición muscular del pollo de engorde. De hecho, el equilibrio ácido-base posee una directa relación con el balance electrolítico, razón por la que se deben de regular los niveles de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en las dietas (Chaves 2015).

Como ingrediente en dietas balanceadas, el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) es un compuesto que se puede utilizar para devolver el equilibrio ácido-base, además mejora la digestibilidad y el rendimiento proteico gracias al aporte de iones sodio ( $\text{Na}^+$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). El bicarbonato de sodio mejora los parámetros productivos en condiciones de estrés calórico (Pérez-Carmon et al. 2022). Además, la inclusión del bicarbonato de sodio en dietas alimenticias puede influir en un óptimo balance electrolítico. Es por ello por lo que la mayoría de las rutas metabólicas trabajan en un ambiente ideal requerido ya que se dirigen principalmente al proceso de crecimiento en lugar de dirigirse a la regulación homeostática. Por consiguiente, el balance electrolítico óptimo del alimento posee efectos positivos sobre el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y problemas de patas (Cerrate y Gómez 2018). El objetivo de este trabajo investigativo fue evaluar niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio en la productividad y porciones comestibles de pollos de engorde bajo condiciones de estrés térmico.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación Experimental**

Este estudio se realizó durante los meses de marzo-abril del año 2022, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle del Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental se encuentra a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm, y una temperatura promedio de 28 °C.

### **Animales y Diseño Experimental**

Para la investigación se ubicaron aleatoriamente 592 pollos de engorde Cobb500™ MV × Cobb500™ FF, de un día de edad, divididos en cuatro tratamientos experimentales. Cada tratamiento constaba de cuatro repeticiones con 37 pollos cada una, por un periodo de 32 días y una densidad de 10 aves/m<sup>2</sup>. Se formularon cuatro dietas teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de la línea genética estudiada. Los tratamientos consistieron en niveles crecientes de inclusión de 0.23% 0.28, 0.33 y 0.38% de NaHCO<sub>3</sub> (Cuadro 1).

**Cuadro 1***Ingredientes y aportes nutricionales de dieta (0-8 días).*

Ingredientes (%)	0.23%	0.28%	0.33 %	0.38 %
	NaHCO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>
Harina de maíz	51.297	51.183	51.085	50.984
Harina de soya	39.252	39.275	39.286	39.3
Premezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	0.35	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.28	0.33	0.38
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	4.824	4.864	4.901	4.939
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.332	0.333	0.333	0.332
L-treonina	0.114	0.114	0.114	0.114
L-lisina	0.181	0.18	0.18	0.18
Carbonato de calcio	1.39	1.39	1.39	1.39
Fosfato monocalcico	1.495	1.496	1.496	1.496
Atrapador de micotoxinas	0.075	0.075	0.075	0.075
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
<i>Aportes nutricionales</i>				
PC (%)	22.00	22.00	22.00	22.00
Lisina digestible (%)	1.22	1.22	1.22	1.22
Metionina+cistina digestible (%)	0.91	0.91	0.91	0.91
Treonina digestible (%)	0.83	0.83	0.83	0.83
Ca (%)	0.90	0.90	0.90	0.90
P disponible (%)	0.45	0.45	0.45	0.45
Na (%)	0.184	0.197	0.211	0.224
Cl (%)	0.16	0.16	0.16	0.16

*Nota.* <sup>1</sup>Cada kg contiene: vitamina A 11.550 UI, vitamina D3 4.300 UI, vitamina E 27,5 UI, vitamina K3 3.85 mg, vitamina B1 2.75 mg, vitamina

B2 9.9 mg, vitamina B6 3.85 mg, vitamina B12 22.0 Mcg, niacina 49.5 mg, ácido pantoténico 15.4 mg, ácido fólico 1.38 mg, biotina 166 Mcg;

selenio 0.09 mg, yodo 0.18 mg, cobre 3.00 mg, hierro 36.0 mg, manganeso 54.0 mg, zinc 48.0 mg, cobalto 0.12 mg.

**Cuadro 2***Ingredientes y aportes nutricionales de dieta (9-18 días).*

Ingredientes (%)	0.23% NaHCO <sub>3</sub>	0.28% NaHCO <sub>3</sub>	0.33 % NaHCO <sub>3</sub>	0.38 % NaHCO <sub>3</sub>
Harina de maíz	56.993	56.89	56.783	56.685
Harina de soya	34.071	34.086	34.105	34.116
Premezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	0.35	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.28	0.33	0.38
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	4.542	4.58	4.618	4.655
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.310	0.310	0.310	0.310
L-treonina	0.103	0.103	0.103	0.103
L-lisina	0.191	0.191	0.191	0.191
Carbonato de calcio	1.305	1.305	1.305	1.305
Fosfato monocalcico	1.370	1.370	1.370	1.370
Atrapador de micotoxinas	0.075	0.075	0.075	0.075
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
<i>Aportes nutricionales</i>				
EM (kcal/kg)	3025	3025	3025	3025
PC (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
Lisina digestible (%)	1.12	1.12	1.12	1.12
Metionina+cistina digestible (%)	0.85	0.85	0.85	0.85
Treonina digestible (%)	0.76	0.76	0.76	0.76
Ca (%)	0.84	0.84	0.84	0.84
P disponible (%)	0.42	0.42	0.42	0.42
Na (%)	0.184	0.198	0.211	0.225
Cl (%)	0.161	0.161	0.161	0.161

Nota. <sup>1</sup>Cada kg contiene: vitamina A 11.550 UI, vitamina D3 4.300 UI, vitamina E 27,5 UI, vitamina K3 3.85 mg, vitamina B1 2.75 mg, vitamina

B2 9.9 mg, vitamina B6 3.85 mg, vitamina B12 22.0 Mcg, niacina 49.5 mg, ácido pantoténico 15.4 mg, ácido fólico 1.38 mg, biotina 166 Mcg;

selenio 0.09 mg, yodo 0.18 mg, cobre 3.00 mg, hierro 36.0 mg, manganeso 54.0 mg, zinc 48.0 mg, cobalto 0.12 mg.

**Cuadro 3**

*Ingredientes y aportes nutricionales de dieta (19-32 días).*

Ingredientes (%)	0.23% NaHCO <sub>3</sub>	0.28% NaHCO <sub>3</sub>	0.33 % NaHCO <sub>3</sub>	0.38 % NaHCO <sub>3</sub>
Harina de maíz	58.763	58.675	58.584	58.482
Harina de soya	31.895	31.898	31.905	31.92
Premezcla de minerales y vitaminas <sup>1</sup>	0.35	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.28	0.33	0.38
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	5.40	5.435	5.469	5.506
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.283	0.283	0.283	0.283
L-treonina	0.034	0.034	0.034	0.034
L-lisina	0.14	0.14	0.14	0.14
Carbonato de calcio	1.175	1.175	1.175	1.175
Fosfato monocálcico	1.195	1.195	1.195	1.195
Atrapador de micotoxinas	0.075	0.075	0.075	0.075
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
<i>Aportes nutricionales</i>				
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
PC (%)	19.00	19.00	19.00	19.00
Lisina digestible (%)	1.02	1.02	1.02	1.02
Metionina+cistina digestible (%)	0.80	0.80	0.80	0.80
Treonina digestible (%)	0.66	0.66	0.66	0.66
Ca (%)	0.76	0.76	0.76	0.76
P disponible (%)	0.38	0.38	0.38	0.38
Na (%)	0.185	0.198	0.212	0.225
Cl (%)	0.16	0.16	0.16	0.16

Nota. <sup>1</sup>Cada kg contiene: vitamina A 11.550 UI, vitamina D3 4.300 UI, vitamina E 27,5 UI, vitamina K3 3.85 mg, vitamina B1 2.75 mg, vitamina

B2 9.9 mg, vitamina B6 3.85 mg, vitamina B12 22.0 Mcg, niacina 49.5 mg, ácido pantoténico 15.4 mg, ácido fólico 1.38 mg, biotina 166 Mcg;

selenio 0.09 mg, yodo 0.18 mg, cobre 3.00 mg, hierro 36.0 mg, manganeso 54.0 mg, zinc 48.0 mg, cobalto 0.12 mg.

**Condiciones Experimentales**

Cada repetición estuvo compuesta por un corral con cama de viruta de madera con 10 aves/m<sup>2</sup>. 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 controló mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. Las aves no se trataron contra ninguna enfermedad, no se utilizaron medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

### **Desempeño Productivo**

Al final de la fase experimental 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. El peso inicial y el final del experimento se obtuvo de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión  $\pm 1.00$  g, respectivamente. El consumo de alimento, energía metabolizable y nutrientes se calculó en cada etapa mediante el método de oferta y rechazo. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento consumido entre la ganancia de peso.

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

Los animales se sacrificaron a los 32 días de edad por el método de desangrado en la vena yugular. Se seleccionaron 20 aves de cada tratamiento y se mantuvieron en ayunas por seis horas. Para determinar el peso relativo de la canal, pechuga, molleja, hígado, corazón y grasa abdominal, 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 y posteriormente se pesaron las porciones comestibles.

### **Temperatura Corporal**

A partir del día 8 hasta los 32 días de edad, se realizó la toma de temperatura corporal del pollo, por la cloaca, con un termómetro laser infrarrojo AiQURA AD801. Por cada repetición se seleccionaron cinco pollos al azar en tres horarios diferentes (7 am, 1 pm, 4 pm), para un total de 20 pollos por tratamiento. Al mismo tiempo, se tomaron datos temperatura ambiental y humedad relativa mediante un termohigrómetro.

### **Análisis Estadístico**

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple según un diseño completamente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se utilizó la dódima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Se tomaron valores de  $P \leq 0.05$  para indicar diferencias significativas.



## Resultados y Discusión

El Cuadro 4 muestra el efecto de niveles crecientes de bicarbonato de sodio (0.23, 0.28, 0.33 y 0.38 %) en el desempeño productivo de pollos de engorde. En la primera etapa experimental (0-8 días), los tratamientos experimentales no cambiaron ( $P > 0.05$ ) el peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y viabilidad de los pollos de engorde. Sin embargo, en el crecimiento (9-18 días), la inclusión de 0.28-0.38%  $\text{NaHCO}_3$  promovió notablemente ( $P \leq 0.05$ ) el peso vivo en 77.98, 68.84 y 77.98% con relación a la inclusión de 0.23%  $\text{NaHCO}_3$ , respectivamente. Además, estos tratamientos (0.28-0.38%  $\text{NaHCO}_3$ ) redujeron ( $P \leq 0.05$ ) el consumo de alimento y por consecuente la conversión alimenticia, sin influencia en la viabilidad de los pollos de engorde ( $P > 0.05$ ). En la etapa de finalización, se observó la misma tendencia, con los mayores pesos vivos ( $P \leq 0.05$ ) para los tratamientos con 0.28-0.38%  $\text{NaHCO}_3$ . Además, los grupos experimentales con 0.33 y 0.38 %  $\text{NaHCO}_3$  redujeron la conversión alimenticia ( $P \leq 0.05$ ), aunque sin cambios para el consumo de alimento y viabilidad en los pollos de engorde. Globalmente, mayores niveles de inclusión redujeron progresivamente la conversión alimenticia ( $P \leq 0.05$ ), no obstante, el consumo de alimentos y viabilidad no se modificó ( $P > 0.05$ ) por los grupos experimentales.

**Cuadro 4**

*Efecto de niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio sobre el desempeño productivo de pollos de engorde con estrés calórico (0-32 días).*

Ítems	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	0.23% NaHCO <sub>3</sub>	0.28% NaHCO <sub>3</sub>	0.33% NaHCO <sub>3</sub>	0.38% NaHCO <sub>3</sub>		
<i>0-8 días</i>						
PVI (g)	47.63	46.00	47.58	47.58	0.335	0.052
PV (g)	220.21	224.20	227.06	227.61	4.258	0.607
CA (g/ave)	193.69	194.03	193.25	191.17	4.230	0.963
CON	1.12	1.09	1.08	1.07	0.023	0.363
Via (%)	100.00	99.00	100.00	100.00	0.500	0.426
<i>9-18 días</i>						
PV (g)	720.67 <sup>b</sup>	798.65 <sup>a</sup>	789.51 <sup>a</sup>	798.65 <sup>a</sup>	12.663	≤0.001
CA (g/ave)	818.37 <sup>a</sup>	785.65 <sup>b</sup>	785.10 <sup>b</sup>	772.93 <sup>b</sup>	7.701	0.008
CON	1.56 <sup>a</sup>	1.40 <sup>b</sup>	1.40 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>	0.019	≤0.001
Via (%)	99.50	98.25	99.50	99.50	0.732	0.555
<i>19-32 días</i>						
PV (g)	1891.00 <sup>b</sup>	2020.52 <sup>a</sup>	2030.18 <sup>a</sup>	2052.33 <sup>a</sup>	25.411	≤0.001
CA (g/ave)	1943.81	1955.70	2007.82	1973.23	38.842	0.680
CON	1.77 <sup>a</sup>	1.67 <sup>b</sup>	1.58 <sup>c</sup>	1.54 <sup>c</sup>	0.027	≤0.001
Via (%)	99.00	100.00	100.00	99.50	0.382	0.248
<i>0-32 días</i>						
CA (g/ave)	2955.86	2935.39	2986.17	2937.32	43.405	0.829
CON	1.64 <sup>a</sup>	1.54 <sup>b</sup>	1.48 <sup>bc</sup>	1.45 <sup>c</sup>	0.021	≤0.001
Via (%)	99.50	99.08	99.83	99.67	0.239	0.199

Nota. <sup>a,b,c</sup>Medias con letras diferentes en cada fila difieren a  $P \leq 0.05$ . PV: peso vivo; CA: consumo de alimento, CON: conversión alimenticia;

Via: viabilidad.

Unos de los objetivos del estudio fue encontrar el nivel de inclusión adecuado del bicarbonato de sodio para disminuir el estrés térmico de los pollos de engorde y favorecer el desempeño productivo de animales de crecimiento rápido en sistemas no túnel. En un estudio de Khattak et al. (2012) donde compararon el empleo de betaína (1200 mg/kg), vitamina C (200 mg/kg), vitamina E (300 mg/kg) y NaHCO<sub>3</sub> (0.20%) reportaron que este último tratamiento con la betaína promovió el peso vivo y disminuyó la conversión alimenticia y mortalidad de los pollos de engorde hasta los 35 días de edad.

De igual forma, en un estudio realizado por Abbas et al. (2019) compararon distintos niveles de inclusión de NaHCO<sub>3</sub>, los autores encontraron que este ingrediente tiene un efecto positivo en la variable de conversión alimenticia debido a una mayor asimilación de minerales tales como como

calcio, fósforo, hierro, potasio y sodio, así como una mayor asimilación de aminoácidos. Así mismo, se notó una mayor capacidad de producir anticuerpos contra la gripe aviar, también llamada Newcastle.

Por otro lado, Zduńczyk et al. (2012) evaluaron el efecto en el tracto gastrointestinal de diferentes fuentes de aporte de sodio, siendo estas el cloruro de sodio, sulfato de sodio y bicarbonato de sodio. Se determinó que el bicarbonato de sodio tuvo un mejor efecto en cuanto a una regulación del pH y por ello una alta proliferación de microorganismos benéficos. Este efecto es debido a la liberación más lenta del sodio por el empleo de bicarbonato de sodio producto a la diferencia en propiedades electroquímicas de las fuentes de sodio comparadas.

El estudio de Mushtaq et al. (2007) valoró el efecto de la inclusión de sodio y cloruro en pollos de engorde bajo altas temperaturas en un clima subtropical. Se utilizaron diferentes niveles de inclusión, siendo estos 0.20 y 0.25%, donde se observó que el primero no tuvo ningún efecto en las variables evaluadas como ser: consumo de alimento, peso vivo, consumo de agua, conversión alimenticia y temperatura rectal bajo condiciones de altas temperaturas. El tratamiento con 0.25% de inclusión mostró una reducción de consumo de agua y un mejor peso vivo, por lo que se recomendó aportes nutricionales de sodio cercanos a 0.25% con el objetivo de obtener mejores rendimientos en pollos bajo condiciones de altas temperaturas.

En el Cuadro 5 se observa que los pesos relativos de la canal, molleja, hígado, corazón y grasa abdominal no cambiaron por efecto de las dietas experimentales ( $P > 0.05$ ), excepto el rendimiento de la pechuga que incrementó con la inclusión 0.33%  $\text{NaHCO}_3$  con diferencias de la inclusión 0.23 y 0.28%  $\text{NaHCO}_3$ .

**Cuadro 5**

*Efecto de niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio sobre las porciones comestibles de pollos de engorde con estrés calórico (32 días).*

Ítems (%)	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	0.23% NaHCO <sub>3</sub>	0.28% NaHCO <sub>3</sub>	0.33% NaHCO <sub>3</sub>	0.38% NaHCO <sub>3</sub>		
Canal	69.79	69.78	70.85	69.71	0.492	0.300
Pechuga	33.19 <sup>b</sup>	33.05 <sup>b</sup>	35.01 <sup>a</sup>	33.91 <sup>ab</sup>	0.420	0.005
Molleja	0.49	0.49	0.45	0.47	0.032	0.782
Hígado	1.94	2.07	1.99	2.02	0.057	0.403
Corazón	0.43	0.49	0.45	0.47	0.016	0.061
Grasa abdominal	1.12	1.41	1.08	1.24	0.089	0.066

*Nota.* <sup>a,b</sup>Medias con letras diferentes en cada fila difieren a  $P \leq 0.05$ . GA: grasa abdominal

Rodríguez (2011) expone que el rendimiento de la canal representa el parámetro productivo más importante debido al incremento de empresas dedicadas a la producción de carne deshuesada con valor agregado. Es por ello por lo que se apunta a la mejora genética de la canal, así como de la pechuga de pollo. En este sentido, Pérez-Carmon et al. (2022) encontraron que al evaluar el efecto de los tratamientos: control, vitamina C (5 mg/L) y bicarbonato de sodio (48 mg/L) en agua de bebida de pollos broiler Cobb500™ en condiciones de estrés por calor, la inclusión del bicarbonato de sodio mejoró los parámetros de producción en comparación con los demás tratamientos experimentales.

Por otra parte, Mushtaq et al. (2014) encontraron el efecto del sodio y las sales de sodio en la canal y características de los órganos comestibles de pollos de engorde. Una dieta basal con NaCl (0.08%) fue complementada con NaHCO<sub>3</sub> y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para obtener distintos porcentajes de sodio (0.17, 0.26, 0.35 y 0.44%). Se observó un aumento lineal en el rendimiento de la pechuga y muslo con la creciente suplementación de sodio, así como mejores rendimientos en la capacidad de su órgano digestivo. Los dos últimos tratamientos de NaHCO<sub>3</sub> (0.35%) y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.44%) produjeron una menor grasa abdominal. Además, los tratamientos con niveles crecientes de 0.17 a 0.44% mostraron un mayor peso de la molleja.

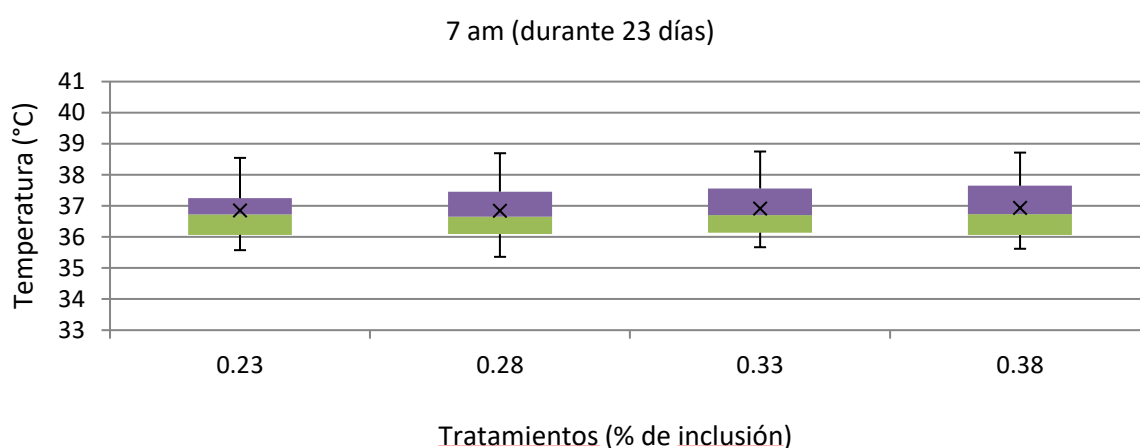
Kalaba et al. (2021) informaron que los tratamientos con suplementación de KCl (0.6%) y NaHCO<sub>3</sub> (0.5%) mejoraron significativamente el peso corporal, ganancia de peso, conversión

alimenticia, viabilidad y órganos comestibles como hígado, corazón, molleja, muslos y pechuga. Igualmente, Mushtaq y Pasha (2013) plantean que, en la mayoría de los casos, los electrolitos y su equilibrio muestran ser ineficaces para influir significativamente en los parámetros de la canal, pese a ello su estudio muestra resultados opuestos mediante la incorporación de los compuestos como  $\text{NaHCO}_3$  y  $\text{KCl}$  en condiciones de estrés calórico.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran que la temperatura corporal de los pollos de engorde no cambió por efecto de la inclusión dietética del bicarbonato de sodio a las 7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm. Los resultados de temperatura corporal no concuerdan con los de Farfán et al. (2010), quienes reportaron que el empleo de bicarbonato de sodio en el agua de bebida y alimento con una temperatura ambiental de 33 °C, redujo la temperatura de los pollos de engorde.

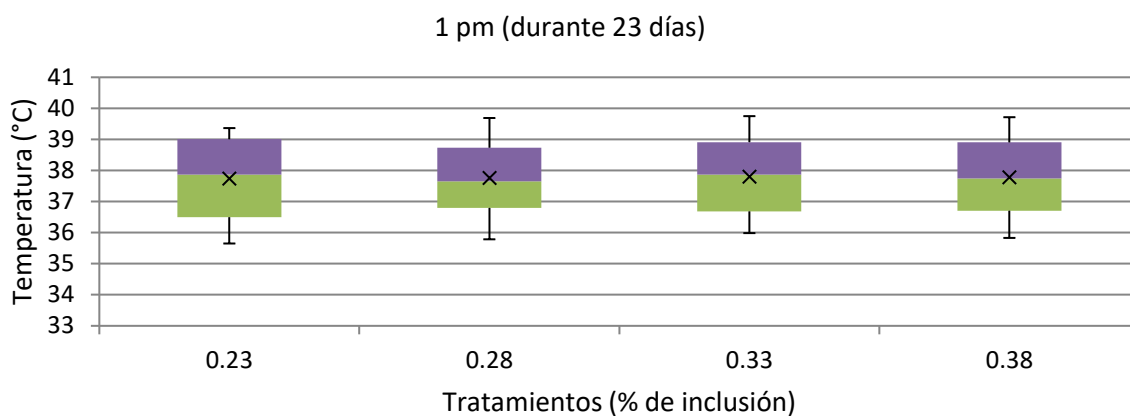
### Figura 1

*Efecto de los niveles crecientes de inclusión bicarbonato de sodio en la temperatura (°C) de los pollos de engorde del día 8-32 en horario de 7:00 am.*

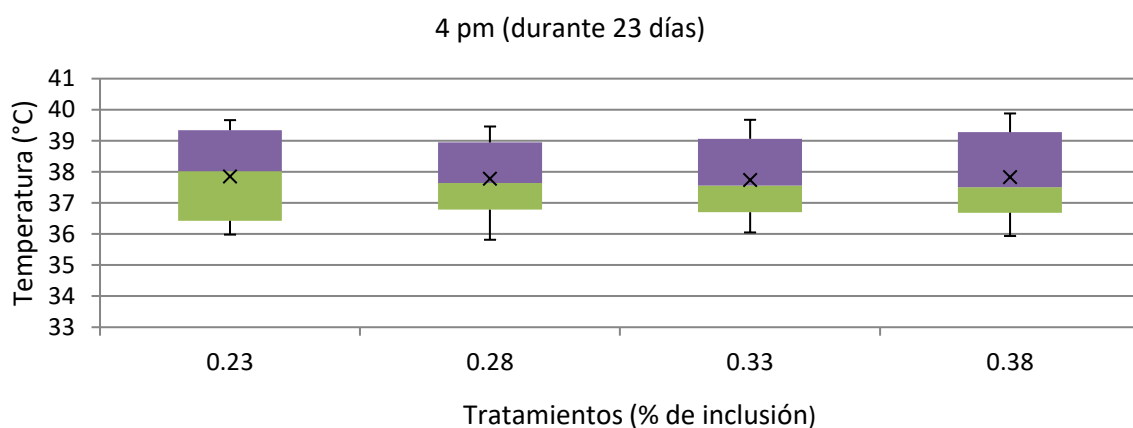


**Figura 2**

Efecto de los niveles crecientes de inclusión bicarbonato de sodio en la temperatura (°C) de los pollos de engorde del día 8-32 en horario de 1:00 pm.

**Figura 3**

Efecto de los niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio en la temperatura (°C) de los pollos de engorde del día 8-32 en horario de 4:00 pm.



En resumen, la variable temperatura no presentó diferencias ( $P > 0.05$ ) cuando se utilizó diferentes niveles de bicarbonato de sodio. Lo anterior se asemeja con el estudio realizado por Martínez-Pichardo et al. (2022), donde se evaluó el efecto del bicarbonato de sodio (1%) en contraste con un tratamiento control (dieta comercial sin aditivo) en pollos Cobb500™ sometidos a estrés calórico. Se encontró que no existen diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos comercial y con

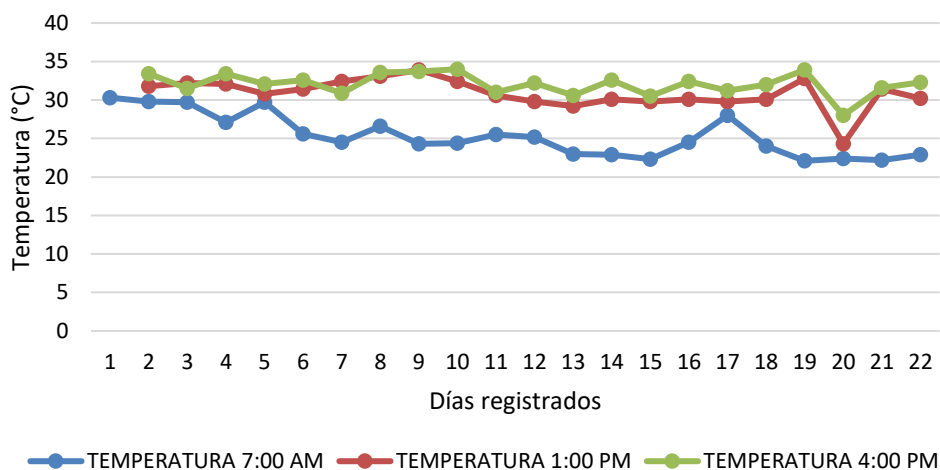
inclusión de bicarbonato de sodio, mejorando este último la variable de consumo de alimento únicamente. Asimismo, este ingrediente no mostró efectos positivos en el resto de los parámetros productivos de los pollos experimentales sometidos a estrés calórico hasta las seis semanas de edad.

Por otro lado, Peng et al. (2013) expresan en su estudio de inclusión de bicarbonato de sodio en dietas para pollos de engorde, que independientemente del tratamiento con bicarbonato, la temperatura rectal fue mayor por la tarde que por la mañana similar a este experimento. No obstante, dicho experimento encontró una reducción lineal en la temperatura rectal tanto en la mañana como en la tarde con el aumento de los niveles de bicarbonato de sodio, destacar que se utilizó una metodología que difiere como la utilización de pollos de la línea genética Ross 308, veterinaria preventiva y el empleo de una sonda de termómetro electrónico.

La Figura 4 muestra que la temperatura ambiental promedio por hora del galpón se mantuvo creciente a medida transcurre la hora de registro. Los promedios de temperatura fueron de 25.32, 30.87 y 32.07°C para los horarios de 7 am, 1 y 4 pm respectivamente. Lo anterior indica que se superaron los 28 °C, que es a partir de ese punto donde las aves experimentan estrés calórico y de acuerdo con Alexandrova y Bakharev (2021) los pollos manifiestan un gasto de energía superior con el fin de mantener su temperatura corporal y lograr una mejor recambio de gases. Además, esto provoca una disminución del consumo de alimento que se traduce en una menor ganancia diaria de peso y por ende menores rendimientos.

**Figura 4**

*Temperatura ambiental del galpón durante los días 8-32 en horarios de 7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm.*



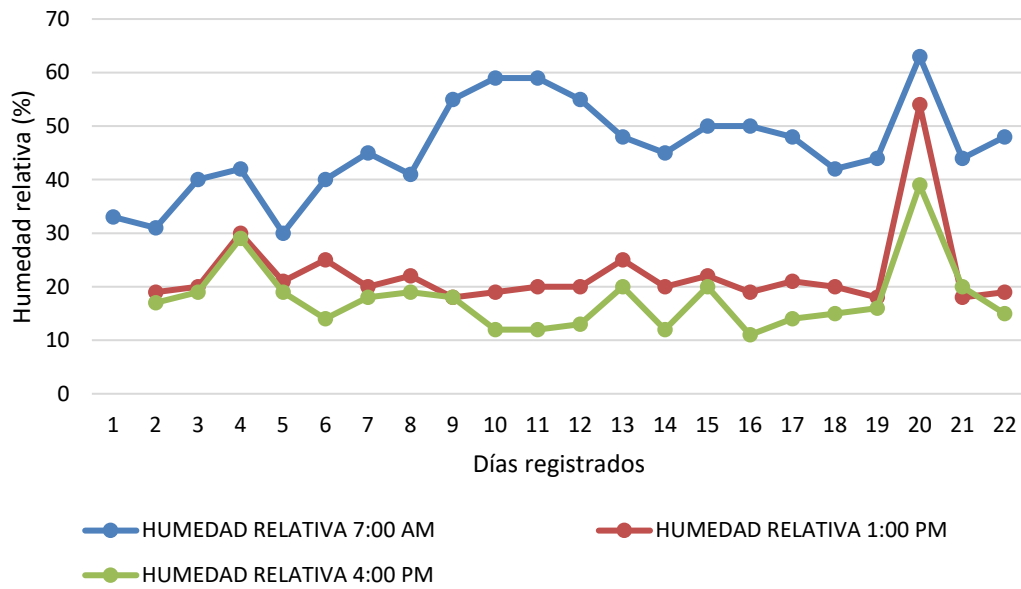
La Figura 5 muestra que la humedad relativa promedio por hora del galpón fue decreciente a medida que transcurría la hora de registro. Los promedios de humedad relativa fueron de 46.0, 22.38 y 17.71 % para los horarios de 7 am, 1 y 4 pm respectivamente. Autores como Vieira et al. (2011) afirman que el aumento de temperatura y la alta humedad relativa son los principales factores que afectan la supervivencia de los pollos antes del sacrificio en regiones subtropicales.

Un estudio realizado por Yahav (2000) evaluó el efecto de la humedad relativa (HR, 40-75%) a temperaturas ambiente de 28 y 30 °C sobre el desempeño productivo de pollos y pavos de engorde machos con cuatro a ocho semanas de vida. Los resultados mostraron que la mayor ganancia de peso y consumo de alimento se expresaron mediante la HR del 60-65%, sin afectar la conversión alimenticia. Caso contrario con los pavos que no presentaron respuesta de la HR sobre su productividad.



**Figura 5**

*Humedad relativa del galpón durante los días 8-32 en horarios de 7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm.*



### **Conclusiones**

Los niveles crecientes bicarbonato de sodio (0.28-0.38%) promovieron la eficiencia alimenticia de los pollos de engorde, con mayor énfasis con 0.38% de bicarbonato de sodio.

La inclusión dietética de 0.33% de bicarbonato de sodio mejoró el rendimiento de la pechuga de los pollos de engorde Cobb500™.

El empleo de bicarbonato de sodio no cambió la temperatura corporal de los pollos de engorde.

### **Recomendaciones**

Se recomienda la inclusión entre 0.33 a 38% de bicarbonato de sodio en dietas para pollos de engorde con estrés calórico para mejor la eficiencia alimenticia y el rendimiento de la pechuga.

Realizar un estudio de factibilidad económica del uso de bicarbonato de sodio, considerando los costos de la dieta, alimento consumido y producción de un kg de peso vivo, canal y otras partes comestibles.

## Referencias

- Abbas G, Ahmad F, Saeed M, Ayasan T, Mahmood A, Yasmeen R, Kamboh A. 2019. Effect of Dietary Inclusion of Sodium Bicarbonate on Digestibility of Nutrients and Immune Response in Caged Layers During the Summer. *Braz. J. Poult. Sci.* 21(2). doi:10.1590/1806-9061-2018-0915.
- Alexandrova S, Bakharev A. 2021. Influence of Termovet and Proactive Acid SE preparations on blood parameters of broiler chickens. *BIO Web Conf.* 36:6019. doi:10.1051/bioconf/20213606019.
- Cerrate S, Gómez C. 2018. Uso del bicarbonato de sodio en pollos de carne. La Molina, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 6 p; [consultado el 12 de ago. de 2022].
- Chaves D. 2015. Balance electrolítico y su efecto en el equilibrio ácido – base, desempeño zootécnico, consumo de agua, calidad de la cama y calidad de carcasa. XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura; [consultado el 21 de dic. de 2022]. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/balance-electrolitico-efecto-equilibrio-t32602.htm>.
- Chen Z, Tang J, Sun YQ, Xie J. 2013. Protective Effects of  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) on Antioxidant Functions of Intestinal Mucosal in Heat-stressed Wenchang Chic. China: Hainan Normal University; [consultado el 12 de ago. de 2022]. 8 p. <https://thejaps.org.pk/docs/v-23-6/25.pdf>.
- Condor H. 2012. Balance electrolítico en dietas para pollos de engorde [Memoria Técnica]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 34 p; [consultado el 21 de dic. de 2022]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2122>.
- Corona Kisboa JL. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria; [consultado el 21 de dic. de 2022]. 14(7). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041009.pdf>.
- Dávila Pinedo CA. 2015. Efecto de diferentes niveles de bicarbonato de sodio en los índices productivos de pollos parrilleros en Pucallpa. Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali. 89 p; [consultado el 16 de dic. de 2022]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4059>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. Revisión del desarrollo avícola. [sin lugar]: FAO. 136 p; [consultado el 12 de abr. de 2022]. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>.
- Farfán C, Oliveros Y, Basilio, De Basilio, Vasco. 2010. Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. *Zootecnia Tropical*; [consultado el 21 de dic. de 2022]. 28(3). [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692010000300007&lng=es&tlng=es](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000300007&lng=es&tlng=es).
- Herrera Blandón JC. 2022. Efecto dietético del ácido gamma aminobutírico en el desempeño productivo y características de la canal en pollos de engorde. San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras: EAP Zamorano. 25 p.
- Kalaba Z, Abo Elmaaty H, EL-Faiomy S. 2021. Alleviating Adverse Effects of Heat Stress by Using Potassium Chloride or/and Sodium Bicarbonate for Broiler Chicks. *Journal of Animal and Poultry Production.* 12(8):269–273. doi:10.21608/jappmu.2021.198385.
- Khan RU, Naz S, Nikousefat Z, Tufarelli V, Javdani M, Rana N, Laudadio V. 2011. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal.* 67(3):469–478. doi:10.1017/S0043933911000511.

- Khattak FM, Acamovic T, Sparks N, Pasha TN, Joiya MH, Hayat Z, Ali Z. 2012. Comparative Efficacy of Different Supplements Used to Reduce Heat Stress in Broilers. *Pakistan Journal of Zoology*; [consultado el 27 de mar. de 2023]. 44(1). [https://zsp.com.pk/pdf44/31-41%20\\_5\\_%20PJZ-154-09%20revised%20version%5B1%5D.pdf](https://zsp.com.pk/pdf44/31-41%20_5_%20PJZ-154-09%20revised%20version%5B1%5D.pdf).
- Martínez-Pichardo MA, Pérez-Carmona FE, Soto-Gutiérrez OA, Téllez-Rueda IM. 2022. Efecto del bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) en los parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Cobb 500 en condiciones de estrés calórico. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.* 8(16):1944–1954. doi:10.5377/ribcc.v8i16.15067.
- Mendoza Álvarez MR. 2012. Manejo intensivo del pollo broiler. Huancayo: [sin editorial]. 42 p.
- Mushtaq MMH, Parvin R, Kim J. 2014. Carcass and body organ characteristics of broilers supplemented with dietary sodium and sodium salts under a phase feeding system. *J Anim Sci Technol.* 56:4. eng. doi:10.1186/2055-0391-56-4.
- Mushtaq MMH, Pasha TN. 2013. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an updated review on acid-base balance, blood and carcass characteristics. *World's Poultry Science Journal.* 69(4):833–852. doi:10.1017/S0043933913000846.
- Mushtaq T, Mirza MA, Athar M, Hooge DM, Ahmad T, Ahmad G, Mushtaq M, Noreen U. 2007. Dietary Sodium and Chloride for Twenty-Nine-to Forty-Two-Day-Old Broiler Chickens at Constant Electrolyte Balance Under Subtropical Summer Conditions. *Journal of Applied Poultry Research.* 16(2):161–170. doi:10.1093/japr/16.2.161.
- [OCDE] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. *Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. México: OCDE, FAO; [consultado el 12 de ago. de 2022]. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/498ef94e-es/index.html?itemId=/content/component/498ef94e-es>.
- Peng Y, Wang Y, Ning D, Guo Y. 2013. Estimation of Dietary Sodium Bicarbonate Dose Limit in Broiler under High Ambient Temperatures. *J. Poult. Sci.* 50(4):346–353. doi:10.2141/jpsa.0120135.
- Pérez-Carmon FE, Martínez-Pichardo M, Soto-Gutiérrez OA. 2022. Efecto del bicarbonato de sodio y vitamina C como antiestresores de calor en el rendimiento productivo en pollos Broiler de la línea Cobb 500, León-Nicaragua. (*Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*). 8(15):1863–1875. doi:10.5377/ribcc.v8i15.14314.
- Quishpe G. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras: Universidad Zamorano. 38 p.
- Rodríguez D. 2011. *La carne de pollo (Procesamiento)*. 4ª ed. México: UNAM. 19 p.
- Sánchez-Chiprés DR, Valera-Rojas M, Casasola-Torres RA, Gutiérrez-Borroto O, Mireles-Flores S. 2020. Atenuación del estrés calórico en pollos con la suplementación de un producto de cromo orgánico. *Rev Colombiana Cienc Anim. RECIA.* 13(1):e792. doi:10.24188/recia.v13.n1.2021.792.
- Valdes V, Enting H. 2012. Estrategias para disminuir el estrés por calor en el pollo de engorda; [consultado el 19 de dic. de 2022]. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/estrategias-disminuir-estres-calor-t29516.htm>.
- Vieira FMC, Silva IJO, Barbosa Filho JAD, Vieira AMC, Broom DM. 2011. Preslaughter mortality of broilers in relation to lairage and season in a subtropical climate. *Poult Sci.* 90(10):2127–2133. eng. doi:10.3382/ps.2010-01170.

- Williams GW, Anderson DP. 2019. The Latin American Livestock Industry: Growth and Challenges. *Choices*; [consultado el 12 de jun. de 2022]. 34(4). <https://www.choicesmagazine.org/choices-magazine/submitted-articles/the-latin-american-livestock-industry-growth-and-challenges>.
- Yahav S. 2000. Relative humidity at moderate ambient temperatures: Its effect on male broiler chickens and turkeys. *British Poultry Science*. 41(1):94–100. doi:10.1080/00071660086475.
- Zduńczyk Z, Jankowski J, Juśkiewicz J, Kwieciński P. 2012. The response of the gastrointestinal tract of broiler chickens to different dietary levels and sources of sodium. *Veterinarija ir zootechnika*. 60(82):92–98.

**Anexos****Anexo A**

*Pollos de engorde Cobb500™ (un día de edad) utilizados en el experimento, EAP Zamorano.*



**Anexo B**

*Galpón en el que se desarrolló el experimento, EAP Zamorano.*





**Anexo C**

*Toma de temperatura de pollos por la cloaca con termómetro laser infrarrojo AiQURA AD801.*



**Anexo D**

*Pollos de engorde presentando jadeo por efecto del estrés calórico.*



**Anexo E**

*Pesaje de pollos a los 32 días de edad, empleando jabas y una balanza industrial Mettler Toledo®*

*IND226 con precisión  $\pm 1.00$  g.*



**Anexo F**

*Proceso de necropsia. Matanza de pollos a los 32 días de edad por el método de desangrado en la vena yugular.*



**Anexo G**

*Proceso de necropsia. Lavado de la canal del pollo y retiro de extremidades.*



**Anexo H**

*Proceso de necropsia. Toma de peso de la canal del pollo en una balanza digital Truweigh™ Blaze*

*digital scale BL-100-01-BK con precisión  $\pm 0.1$  g.*

