

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA



Tesis para optar al título de Médico Veterinario

Tema: Efecto del uso de antiestresores calóricos, vitamina C (ácido ascórbico) y bicarbonato de sodio en el agua de bebida en pollos Broiler de la línea Cobb 500 sobre los parámetros productivos en la finca El Pegón, UNAN-León, Junio-Julio 2021.

Autores:

Br: Keyling María Olivera Martínez.

Br: Rossy Selly Rostran Reyes.

Br: Paola Cecilia Morales Espinoza.

Tutores:

MSC. Marco Antonio Martínez Pichardo.

MVD. Franklin Emmanuel Pérez Carmona.

León, 04/10/2021

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA



Tesis para optar al título de Médico Veterinario

Tema: Efecto del uso de antiestresores calóricos, vitamina C (ácido ascórbico) y bicarbonato de sodio en el agua de bebida en pollos Broiler de la línea Cobb 500 sobre los parámetros productivos en la finca El Pegón, UNAN-León, Junio-Julio 2021.

Autores:

Br: Keyling María Olivera Martínez.

Br: Rossy Selly Rostran Reyes.

Br: Paola Cecilia Morales Espinoza.

Tutores:

MSC. Marco Antonio Martínez Pichardo.

MVD. Franklin Emmanuel Pérez Carmona.

León, 04/10/2021

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por regalarme la fortaleza, dedicación y perseverancia para poder culminar mi carrera. Una de las personas a la cual le agradezco es a mi mamita Silvia Espinoza por ser un apoyo importante para mí y sentirse orgullosa por cada logro obtenido, también le agradezco a mi hermana Eveling Morales por siempre estar conmigo apoyándome y dándome ánimos cuando se sentía demasiado pesado. A la Universidad por permitirme ser parte de ella y poder llegar formar a un Médico Veterinario, y a cada uno de los docentes que me impartieron tantos conocimientos.

Y, por último, pero sin ser menos importante agradezco a Rossy Selly Rostran, Keyling María Olivera y Juan Bautista Suarez por ser compañeros excepcionales y grandes amigos, les doy gracias por ayudarme, darme ánimos cuando sentía que ya no daba más y por compartir momentos muy lindos a mi lado, serán recuerdos que no olvidare y que no se podrán repetir pero que siempre atesorare, se les quiere un montón mis buenos amigos.

Br. Paola Cecilia Morales Espinoza

Gracias primeramente a Dios y a mi madre por ser el principal promotor de mis sueños, gracias a ella por confiar y creer en mí, gracias por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudios, no de manera física, pero si presente en sus llamadas. Gracias madre por desear y anhelar siempre lo mejor en mi vida, por cada consejo y por cada uno de sus palabras que me guiaron en mi camino.

En la vida conocemos a muchas personas y entre tantas siempre coincidimos con personas especiales con las que compartimos grandes momentos y siempre están ahí, en las buenas y malos momentos, quiero agradecer a mis amigos que me apoyaron siempre. A Rossy Selly Rostran Reyes, Paola Cecilia Morales Espinoza y Juan Bautista Suarez Cienfuegos. Los tendré siempre en mi corazón gracias por ser mis verdaderos amigos. Agradezco mucho por la ayuda de mis docentes y a la universidad en general por todos los conocimientos que me han otorgado.

Br. Keyling María Olivera Martínez

Quiero agradecer primeramente a Dios porque me dio el don de la perseverancia para alcanzar nuestra meta, a mis padres y hermano por su confianza y apoyo en cada momento.

A la universidad porque me abrió su puerta para ser mejor persona y buen profesional. A todos mis docentes en especial a los tutores que con el pasar de los años se convirtieron en mi ejemplo a seguir.

A mis compañeros Keyling María Olivera Martínez, Paola Cecilia Morales Espinoza, Juan Bautista Suarez Cienfuegos ya que con ellos viví los buenos y malos momentos que solo se viven en la universidad y que más que compañeros fuimos verdaderamente amigos

Br. Rossy Selly Rostran Reyes

DEDICATORIA

Con mucha felicidad y orgullo dedico este trabajo de tesis primeramente a Dios por regalarme la oportunidad de concluir mi carrera universitaria.

A mi madre Silvia Espinoza por el sacrificio y esfuerzo que hizo por brindarme todo y darme aliento día a día para poder coronar mis estudios con éxito, también se lo dedico a mi hermana Eveling Morales por siempre desear lo mejor para mí y ayudarme en todo lo que estaba a su alcance, sé que ellas festejan conmigo este logro como si fuera de ellas, a mi novio Fernando Chevez por siempre darme ánimos, desearme éxito en todo y por brindarme un amor incondicional.

Br. Paola Cecilia Morales Espinoza

Llena de regocijo, de amor y esperanza dedico esta tesis a Dios y cada uno de mis seres queridos quienes han sido pilares para seguir adelante, es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos que, con mucho, esfuerzo y esmero lo eh logrado

A mi madre Marisol Martínez Cruz por ser la motivación de mi vida teniendo el orgullo de ser lo que seré, a pesar de nuestra distancia física siento que está siempre conmigo demostrándome siempre cariño y su apoyo incondicional, a mi hermano Keyler Martin Olivera Martínez porque es la razón de sentirme orgullosa de culminar mi carrera.

Sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí. A mis abuelitos Adriana Cruz Gonzales y Francisco Martínez. A mis tías y tíos gracias por ser parte de mi vida.

Br. Keyling María Olivera Martínez

Quiero dedicar este trabajo principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Leonardo Antonio Rostran Rojas y Sandra Francisca Reyes Morales por haberme brindado su apoyo, comprensión y paciencia en todos los sentidos, dándome la existencia y en ella la capacidad por superarme deseándome lo mejor en cada paso por este camino difícil de la vida, gracias por ser como son, por su presencia y persona han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy, siendo un pilar fundamental durante todo mi camino, a mi hermano Leandro Antonio Rostran Reyes por estar siempre presente y confiar en mí.

Br. Rossy Selly Rostran Reyes

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de antiestresores calóricos, Vitamina C (ácido ascórbico) y Bicarbonato de sodio en el agua de bebida sobre los parámetros productivos en pollos broiler de la línea Cobb-500. El estudio tuvo una duración de 6 semanas (42 días). Utilizando 120 aves de un día de nacidos, sin sexar, distribuidos en tres tratamientos según dosis, con cuarenta pollos por tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron Control, Bicarbonato de sodio en dosis de 48 mg/litro de agua y Vitamina C en dosis de 5mg/litro de agua. Las Variables evaluadas fueron: Consumo de alimento (lb/grupo/semana), Peso vivo (lb/grupo/semana), Ganancia de peso (lb/grupo/semana), Conversión alimenticia total (lb/grupo), Mortalidad (%) y Relación Costo-Beneficio (C\$). Además, se registraron los parámetros ambientales en el interior de la galera como Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%).

Al analizar cada variable se obtuvieron los siguientes resultados: se obtuvo un consumo total de 362.35lb para el grupo Control, 360.98lb para el grupo Vitamina C y 372.03lb para el grupo Bicarbonato. Para el peso promedio, al final de la etapa se obtuvo para el grupo Bicarbonato 5.95lb, grupo Vitamina C de 5.67lb y grupo Control de 5.81lb, dando como resultado que los pesos obtenidos por cada uno de los tratamientos son bastante similares entre sí. Una ganancia de peso promedio para el grupo Bicarbonato de 5.85 lb, grupo Vitamina C de 5.57lb y el grupo Control de 5.71lb. La mejor conversión alimenticia es el grupo Control con 1.63lb y el grupo Bicarbonato con 1.63lb en comparación al grupo Vitamina C con 1.71lb. En cuanto a la variable mortalidad fue de 0.83% para el grupo Control al igual que el grupo Bicarbonato y 1.66% para Vitamina C. En relación al costo beneficio para el grupo Bicarbonato por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.39 Centavos de Córdobas, Vitamina C por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.30 Centavos de Córdobas y el grupo Control por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.38 Centavos de Córdobas. El registro de la temperatura y humedad relativa promedio en el interior de la galera durante el estudio fue de 28 °C y 66% respectivamente.

INDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	2
2.2 Objetivo general	2
2.3 Objetivos específicos	2
3 MARCO TEÓRICO	3
3.1 Generalidades de las aves	3
3.2 Temperatura y Fisiología de las aves	5
3.3 Estrés calórico en las aves y respuesta corporal	6
3.3.2 El estrés calórico	7
3.3.1.1 Respuestas corporales al estrés de calor.....	8
3.4 Estrategias para combatir el estrés calórico en pollos de engorde	9
3.4.1 Estrategias nutricionales.....	9
3.4.2 Manejo de la alimentación	10
3.4.3 Manipulación de nutrientes.....	10
3.5 Antiestresores de calor en pollos de engorde	11
3.5.1 Bicarbonato de sodio	11
3.5.1.1 Características generales del bicarbonato de sodio	11
3.5.2 Vitamina “C” (ácido ascórbico)	12
3.5.2.1 Funciones de la vitamina C	13
3.5.2.2 Papel del ácido ascórbico en la regulación de la secreción de la corticosterona.....	13
4 DISEÑO METODOLÓGICO	14
4.1 Tipo de estudio	14
El tipo de estudio es Experimental.	14
4.2 Área de estudio	14
4.3 Población de estudio	14
4.4 Criterios de selección	14
4.5 Instrumento de recolección de datos	14
4.6 Recolección de muestra	14
4.7 Materiales y método	15
4.8 Instalaciones y equipos	15
4.9 Manejo y alimentación de los pollos	16

4.10	Variables en estudio	17
4.11	Indicadores productivos	17
4.11.1	Consumo de alimento diario (lb/ave/día)	17
4.11.2	Ganancia de peso semanal (lb/ave)	17
4.11.3	Conversión alimenticia semanal (lb/ave)	17
4.11.4	Mortalidad (%)	18
4.12	Indicadores económicos	18
4.12.1	Relación Costo Beneficio (RBC).....	18
4.13	Indicadores ambientales	18
4.13.1	Temperatura y humedad relativa	18
4.14	Análisis estadístico	18
4.14	Tratamientos evaluados	19
4.15	Modelo estadístico	19
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.14	Consumo promedio semanal	20
5.15	Peso promedio semanal	22
3.4	Conversión alimenticia total	26
3.5	Temperatura y Humedad Relativa promedio semanal	27
3.3	Costo beneficio	29
3.4	Mortalidad (%)	30
4	CONCLUSIONES	31
5	RECOMENDACIONES	32
6	BIBLIOGRAFÍA	33
7	ANEXOS	37

1 INTRODUCCIÓN

Una buena opción para el desarrollo tanto alimentario como económico del país son los pollos de engorde, debido a su fácil manejo y a su corto ciclo productivo en comparación con otras especies, además del poco tiempo que se tarda en obtener ingresos, su carne es muy nutritiva y es apta para el consumo de personas de todas las edades ya que es fácilmente digerible, teniendo un bajo contenido de grasa (Castillo, 2016).

La avicultura en Nicaragua constituye una de las jóvenes industrias Agropecuarias del mundo moderno y desempeña un papel importante en la producción de huevos y carne para ayudar en la alimentación de la humanidad. Nicaragua cuenta con un clima tropical seco, siendo este un problema para los pequeños productores avícolas ya que no cuentan con una ventilación controlada. Cuando la combinación de temperatura y humedad relativa es muy elevada, la única posibilidad que tiene el ave para disipar el calor es por medio de la hiperventilación (jadeo). Esta hiperventilación genera inicialmente un aumento del pH o alcalosis respiratoria y una disminución del bicarbonato sanguíneo por la salida excesiva de CO_2 que no permite la síntesis del ion HCO_3 . El aumento en el consumo de agua no es suficiente como mecanismo compensatorio y se instaura una deshidratación, que es una de las causas principales de muerte en el caso de estrés calórico.

Entre las técnicas más importante para reducir el estrés por calor se encuentra los siguientes; Uso de extractores de aire, ventiladores, nebulizadores, aislante térmico etc., generando altos costos (Castillo, 2016).

Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de antiestresores de calor: Vitamina C (ácido ascórbico) y Bicarbonato de sodio en el comportamiento productivo en pollos de engorde Cobb 500.

2 OBJETIVOS

2.2 Objetivo general

- Evaluar el efecto de antiestresores de calor: Vitamina C (ácido ascórbico) y Bicarbonato de sodio en el comportamiento productivo en pollos de engorde Cobb 500.

2.3 Objetivos específicos

- Medir el consumo de alimento y ganancia de peso obtenidos semanalmente.
- Comparar la conversión alimenticia entre los grupos al final del estudio.
- Registrar los indicadores de temperatura y humedad relativa en la galera durante el estudio.
- Determinar el porcentaje de mortalidad entre los grupos al final del estudio.
- Estimar el costo-beneficio que se obtiene al incluir antiestresores en el agua de bebida.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades de las aves

Según Castello, L (1995), debe considerarse al ave como una máquina capaz de transformar el alimento en huevos o carne, según la finalidad a la que se dedique. En realidad, las aves que se utilizan en la actualidad no son razas puras, sino que proceden de complicados y laboriosos programas de mejora genética que han dado la conservación de algunos tipos sintéticos con más o menos parecido a las razas originarias.

En su mayoría se brindan al avicultor bajo distintos nombres comerciales con base a la granja que los produce, y dentro de ellos, con claves o numeraciones que distinguen a la genética de las aves que se ofrecen en un momento determinado las que, mejorados en uno o varios caracteres de la productividad, se ofrecen en la temporada siguiente. De hecho, en la dura competencia comercial, hoy existen empresas que se dedican, a la investigación continua, de lo cual se beneficia el avicultor. Así aun cuando en general se caiga en la cuenta de los avances habidos en materia de alimentación, el mayor peso que hoy tienen los pollos en comparación con los de hace sólo una década o su mejor transformación alimenticia, se debe a la investigación genética que también ha jugado un papel importante (Castello, L. 1995).

Durante muchos años la industria avícola ha desarrollado más de 300 líneas de pollos de engorde resultantes de mezclas de dos o más razas puras (López, 2000). Dentro de las reproductoras tipos carne que producen pollos de engorde se encuentran tres tipos: Con características no ligadas al sexo (la progenie no se puede sexar al día de nacido). Con características ligadas al sexo (la progenie se puede sexar al día de nacido). Tipo carne pequeño (North y Bell, 1993).

Existen algunas compañías dedicadas a la producción de nuevas líneas mejoradas de pollos de engorde, entre ellas Aviagen®, la cual ha estado en actividades comerciales por más de 80 años y es uno de los nombres más antiguos y respetados en la industria

avícola, en la lista de compañías también resalta Cobb-Vantress®, es una compañía global que utiliza pesquisas y tecnologías innovadoras para el desarrollo, producción y consistencia de sus productos de alta calidad. Estas compañías han dedicado años a la investigación de nuevas líneas.

Dentro de las razas o estirpes mejoradas pueden mencionarse los pollos:

- ✓ Hubbard
- ✓ Shaver
- ✓ Ross
- ✓ Arbor Acres
- ✓ Cobb 500

De acuerdo a Maldonado, G. 2002, el origen de las líneas broilers se dio a través del cruce de razas diferentes, usándose la raza White Plymouth Rock o New Hampshire como madres y la raza White Cornish en las líneas de padres; la línea de padre aporta la características de conformación típicas de un animal de carne (tórax ancho y profundo, patas separadas, buen rendimiento de la canal y alta velocidad de crecimiento), en la línea de las madres están concentradas las características reproductivas de fertilidad y producción de huevos.

Tucker, R. 1997, comento que el pollo parrillero o pollo de ceba, es un ejemplar de uno u otro sexo, que generalmente no excede de las ocho semanas de edad y proporciona un rendimiento a la canal de 65 a 70%. Su carne es blanca, tierna y jugosa, su piel flexible y suave, además sus huesos largos como el húmero, fémur, resultan muy quebradizos. La cría se lleva a cabo alojando en un mismo local un considerable número de aves de la misma edad. De la edad de los pollos dependen las necesidades nutritivas cuando éstas han de ser sacrificadas para el mercado, los pollos parrilleros deben ser alimentados con una dieta especial para cada una de las fases, debiendo poseer una buena digestibilidad para que llene los requerimientos nutricionales y de buena aceptación para que exista un aprovechamiento de los nutrientes (Tucker, R. 1997).

La característica esencial del pollo parrillero es la rapidez e intensidad de crecimiento, cualidades de naturaleza hereditaria derivadas de una severa selección genética, que se basa en rígidos patrones de productividad y vigor orgánico, que asume gran importancia económica al aprovechar al máximo la ración alimenticia, la misma que provee al organismo de los compuestos nutritivos que necesita para cumplir su ciclo biológico (Tucker, R. 1997).

Pollo Cobb 500

Es el pollo de engorde más eficiente del mundo posee la mejor conversión alimenticia, mejor tasa de crecimiento y la capacidad de desarrollar con nutrición de baja densidad. En conjunto, esas características proporcionan al Cobb 500® la ventaja competitiva del menor coste por kilogramo o libra de peso vivo producido para la creciente base de clientes en el mundo todo. Esta línea de pollos de engorde posee más bajo coste de peso vivo producido, desempeño superior con raciones de menor coste, mayor eficiencia de las raciones, mejor uniformidad del pollo de corte para procesamiento y reproductoras competitivas (Cobb. 2018).

3.2 Temperatura y Fisiología de las aves

La temperatura orgánica de las aves presenta una mayor variabilidad que los mamíferos. En el ave adulta, la temperatura fluctúa entre 40.5 y 41.9 °C, los pollitos de un día de edad poseen una temperatura corporal entre 37.6 – 39 °C (Cockshott, I. 2004), sí la temperatura de incubación es 37.6 °C. La capacidad de termorregulación es claramente inferior en los pollitos de un día y depende fundamentalmente de su aislamiento, del grado de desarrollo muscular y del grado de su control nervioso central (Barragán, CJ. 2004). Esto demuestra que al nacer y durante los primeros 21 días los polluelos aún no pueden regular su temperatura corporal y son considerados heterotermos (Pedersen, S; Thomsen, MG. 2000). Por lo tanto, durante los días de crianza es importante que estén bajo una fuente de calor, la cual debe brindar un ambiente de 32 °C, una temperatura más elevada causa deshidratación, afectando su desarrollo, y temperaturas inferiores a los 30 °C interfieren con la absorción del saco

vitelino evitando protección inmunitaria durante los primeros días de vida (Lecha, L. 1992).

A partir de los 22-35 días de edad, la temperatura corporal aumenta hasta estabilizarse en 40.5 y 41.9 °C, momento en el cual pueden controlar su temperatura. Este proceso de control de la temperatura corporal es acompañado por el crecimiento de las plumas. Cuando nacen solo tienen plumón, pero a partir de los 21-30 días están emplumados completamente lo que aumenta la protección contra el frío porque éstas actúan como una barrera (Pedersen, S; Thomsen, MG. 2000). El rango de comodidad se extiende y la temperatura ambiental desciende, de modo que en las últimas semanas del periodo productivo prefieren una temperatura de entre 18 y 21 °C y esto significa que al inicio de la crianza su mayor preocupación debe estar concentrada en proporcionarles suficiente calor (Deeb, N; Cahaner, A, 1999).

3.3 Estrés calórico en las aves y respuesta corporal

Los principales factores ambientales que afectan el desempeño productivo del pollo de engorde son la temperatura y la humedad relativa (Soria, HJ. 2002; Yahav, S. 2004). Estos factores regulan la zona termo-neutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo, valores por encima o por debajo del rango, producen estrés en el animal. La exposición de las aves a estrés climático, principalmente calórico, conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo energético (Simmons, JD. 2003) resultando en bajas tasas de crecimiento, reducción de la eficiencia de la conversión alimenticia, inmunosupresión y alta mortalidad (Mc Geehin, MA; Mirabelli M, 2001).

3.3.1 Estrés

Es la respuesta e intento de adaptación a un estímulo, en que dicho estímulo recibe el nombre de Factor estresante y la respuesta al estímulo como estrés. Ahora bien, este estímulo tiene la característica de desviar el estado normal de homeostasis; puede variar en grado que va desde un estímulo mínimo y corto a uno intenso o acentuado que puede llegar a provocar la muerte del individuo (Marín, P. 2005).

El estrés se puede considerar como una situación que se opone al mantenimiento de la homeostasis corporal, así como todas aquellas situaciones que exigen de los animales un proceso de adaptación con el fin de mantenerse vivos y sanos (Barragán, 2004). También es conocido como la situación de un individuo por exigir de él o de algunos órganos o aparatos un rendimiento superior al normal, el cual se corre el riesgo de enfermar (Ceular y Rico, 2000). El estrés por calor es uno de los más poderosos que ocurre cuando la temperatura del medio ambiente se encuentra por encima de la temperatura confort del ave, que en el caso de aves adultas es de 18 °C. El cual esto puede afectarlos y sus efectos sobre la productividad, e incluso sobre la vida de las mismas, son sobradamente conocidos (Barragán, 2004).

3.3.2 El estrés calórico

Por lo general, el término estrés es usado para describir los varios estímulos ambientales y metabólicos de suficiente intensidad los cuales son una amenaza para la homeostasis y bienestar de las aves (Marín, P. 2005). La primera definición de estrés fue desarrollada por el Dr. Hans Séyle en el año de 1936, y se refirió de esta manera:

Rangos de estrés por calor

Las aves son animales homeotermos, pues tienen la capacidad de mantener constante su temperatura corporal, que en su caso es aproximadamente 41 °C.

El estrés por calor aparece en estos animales cuando:

- ✓ Estrés Moderado: La temperatura supera los 28 °C.
- ✓ Estrés grave: La combinación de Humedad Relativa (HR) y Temperatura Ambiente (°C) superan la Zona Termoneutra.

Es decir: $(^{\circ}\text{C} + \% \text{HR} > 100)$.

Estado de Temperatura	Intervalo de Temperaturas Ambientales	Efecto Sobre las Aves
Zona termoneutra	12-24 °C	Las aves no necesitan alterar su metabolismo para mantener su temperatura corporal.
Zona óptima o de confort	18-24 °C	Las aves muestran una mínima producción de calor. Máximo aprovechamiento productivo de la ración.
Estrés por calor moderado	>28 °C	Las aves comienzan a gastar energía para ventilarse y mantener su temperatura corporal; descenso del consumo de pienso, disminución de la ganancia media diaria del pollo y consecuente disminución del rendimiento.
Estrés por calor grave	>28 °C + % HR >100	
	>38 °C	Muerte de los animales.

Fuente: Departamento técnico, DIVASA-FARMAVIC, S.A. (DFV®), 2007.

3.3.1.1 Respuestas corporales al estrés de calor

La respuesta al estrés tiene dos componentes

La primera es una respuesta rápida de alarma, conocida como el síndrome de emergencia, que envuelve la actividad del sistema simpática-adrenal y la secreción de hormonas catecolamina, adrenalina y noradrenalina (epinefrina y norepinefrina).

El segundo componente ocurre después de la alarma y durante un período más largo, su función es permitir al animal reponerse o adaptarse a la situación (Machado, 2000).

Las aves responden al estrés por calor con una serie de mecanismos orientados al mantenimiento de la temperatura corporal (Barragán, 2004), algunos de estos son:

Pérdidas por conducción y radiación

En las situaciones de alta temperatura ambiental, el ave incrementa el aporte de sangre a las zonas desprovistas de plumas vasodilatación con el propósito de aumentar la temperatura de estas zonas y de este modo incrementar las pérdidas de calor por conducción, radiación y convección. También con este fin las aves esponjan las plumas y separan las alas, incrementando de este modo la superficie de pérdida de calor (Barragán, 2004).

Reducción de la temperatura interna

Por esta razón, el consumo voluntario de alimento disminuye. Las aves intentan obtener la energía necesaria de la metabolización de sus reservas de grasa, que es un sistema que aumenta menos la temperatura corporal que el proceso de ingestión, digestión y metabolización de los hidratos de carbono/proteínas de la ración (Barragán, 2004).

Incremento del consumo de agua

Cuando la temperatura se incrementa, las aves aumentan de forma significativa su consumo de agua, el incremento de consumo de agua se produce por un doble motivo, para aprovechar el efecto refrescante de la misma, por lo que las aves mojan sus barbillas y crestas mientras beben, y para compensar las pérdidas de agua producidas durante el jadeo, ya que el balance de agua debe permanecer constante (Barragán, 2004).

Polipnea

Como se ha visto anteriormente, cuando los sistemas anteriores no son suficientes para lograr mantener constante la temperatura corporal, las aves emplean un mecanismo de evaporación. Al no disponer de glándulas sudoríparas, la evaporación se realiza a través de un incremento de la tasa de respiraciones (polipnea), el cual se reduce muy significativamente en el intervalo entre 10°C y 20°C. Este incremento tiene dos consecuencias inmediatas, por un lado, un aumento de las necesidades de energía destinadas al mantenimiento de la actividad muscular y, por otro, una alteración del equilibrio ácido-básico de la sangre (Barragán, 2004).

3.4 Estrategias para combatir el estrés calórico en pollos de engorde

Conociendo algunos de los cambios que ocurren en el pollo durante periodos de altas temperaturas, existen algunas estrategias.

3.4.1 Estrategias nutricionales

Según De Basilio *et al.* (2002), existen dos ideas lógicas que han sido desarrolladas, de las cuales, una de ellas es la de sustituir calorías (en energía metabolizable) de carbohidratos por calorías de lípidos que producen menos calor metabólico porque una

parte de los ácidos grasos pueden ser almacenado directamente en las grasas del ave; otra es de reducir el contenido proteico del alimento por adición de amino ácidos esenciales libres (lisina, metionina, treonina, triptófano) para reducir a la producción de calor debida a la eliminación de los amino ácidos en exceso por encima de una composición de proteína ideal.

3.4.2 Manejo de la alimentación

La restricción del alimento en las horas más calurosas del día, obliga al ave a consumir el alimento en las horas más frescas del día y a minimizar la producción de calor en las horas de mayor temperatura ambiental.

Sin embargo, este ayuno no puede ser muy prolongado ya que su efecto es limitado, en pollos de engorde a mayor período de tiempo sin consumir alimento produce una menor tasa de crecimiento. La restricción de alimento durante las horas más calurosas del día (09:00 a 16:00 horas), reduce la TC (0,3 y 0,4°C) entre 35 y 42 días de vida respectivamente, pero, genera reducción del rendimiento GDP (176,8 g) y muerte por aplastamiento al momento de ofrecer el alimento. Sin embargo, para las épocas de calor los resultados en peso fueron similares para ambos tratamientos (Lozano *et al.*, 2006).

3.4.3 Manipulación de nutrientes

Si se mejora el nivel de energía la solución no es incrementar el de proteína, la experiencia de varios autores recomienda reducir al mínimo los niveles totales de proteína cruda e incrementar los niveles de aminoácidos, preferiblemente lisina y metionina, en forma sintética y con incrementos de 5 a 10%. En cualquier situación de estrés el organismo aumenta los requerimientos nutritivos, especialmente de algunos minerales y vitaminas, los cuales son excretados en mayor cantidad. Los niveles de las vitaminas C, E, riboflavina y piridoxina, principalmente, se pueden ajustar en la dieta y obtener respuestas específicas sobre la actividad inmunológica, pero pocas respuestas al estrés nutricional (Miles *et al.*, 2004).

Otra estrategia es la incorporación de electrolitos (CL, Na y K) en el aguade bebida o en el alimento. Se ha evaluado el uso de cloruro de amonio, cloruro de potasio y

bicarbonato de sodio, con resultados parciales en la mejora en la ganancia de peso y consumo de agua. Al administrar, a través del agua de ciertas sales como una vía para limitar el aumento del pH sanguíneo en los momentos de la incidencia de las altas temperaturas y también aumentar por este medio el consumo de agua, debido a una modificación que se produce en la presión osmótica del plasma (Angulo, 1990).

3.5 Antiestresores de calor en pollos de engorde

3.5.1 Bicarbonato de sodio

Sal química sólida granular de color blanco, completamente soluble en agua, prácticamente insoluble en alcohol. Cuando se calienta en seco o en solución, cambia gradualmente a Carbonato de sodio. Se obtiene a partir de la reacción entre el Carbonato de sodio (Na_2CO_3) y el Dióxido de Carbono (CO_2); (Castillo, 2016).

3.5.1.1 Características generales del bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) es un ingrediente con potencial beneficio en la alimentación de pollos de carne debido a su efecto sobre el balance electrolítico y adicionalmente por mejorar la digestibilidad proteica y el rendimiento en condiciones de estrés por calor (Cerrate y Gómez, 2002).

Además, es un insumo útil para restablecer un balance electrolítico inapropiado, ya que su aporte de sodio mejora dicho balance y además aporta el ion bicarbonato que contribuye al desarrollo del sistema que prevenga de cuadros de acidosis metabólica en los animales. Las aves en condiciones termo neutrales requieren para una adecuada producción un balance electrolítico similar a 250 mEq/kg y en condiciones de estrés por calor requieren un balance electrolítico similar a 300 mEq/kg (De Basilio, 2002).

La incorporación de Bicarbonato de Sodio en cantidades comprendidas entre 0.2 y 1% mejora el crecimiento y el índice de conversión alimenticia. Estudios realizados en Reino Unido han demostrado que sustituyendo el Cloruro de Sodio por Bicarbonato de Sodio se reduce el consumo de agua hasta un 5%; mejorando la calidad de la cama. La incorporación de Bicarbonato de Sodio en un 1% reduce los problemas de Ascitis, enfermedad que afecta al crecimiento de aves de engorde.

Atributos del bicarbonato de sodio sobre la performance de los pollos

El balance electrolítico óptimo, obtenido por medio de la inclusión del bicarbonato de sodio en el alimento restablece el ácido-base del organismo, por lo que la mayoría de las rutas metabólicas funcionan en las condiciones óptimas requeridas ya que se dirigen principalmente al proceso de crecimiento en lugar de dirigirse a la regulación homeostática.

Es por esto, que el balance electrolítico óptimo del alimento tiene efectos positivos sobre el peso corporal, consumo de alimento, conversión de alimento y problemas de patas.

Esto último ocurre debido a que se deprime la absorción de calcio por efecto de la reducción en la conversión de vitamina D₃ a la forma biológicamente activa (1,25-dihidroxicolecalciferol) por causa de la acidosis metabólica (Gorman y Balnave, 1994).

3.5.2 Vitamina “C” (ácido ascórbico)

El Ácido Ascórbico o Vitamina C, es una vitamina hidrosoluble, emparentada químicamente con la glucosa, que solamente es una vitamina para el hombre, los primates superiores, el cobaya, algunos murciélagos frugívoros y ciertas aves. La inmensa mayoría de los animales, incluidos los de granja, pueden sintetizarla, por lo que no la acumulan en su organismo (ni, eventualmente, la segregan en la leche). Esto tiene como consecuencia que los alimentos animales sean generalmente pobres en esta vitamina (Calvo, 2010).

En aves adultas la producción de ácido ascórbico es aproximadamente de 15 mg/ día en cada riñón, siendo adecuada en condiciones libres de estrés. Bajo condiciones de estrés ha sido probado que la síntesis endógena del ácido ascórbico es insuficiente para hacer frente a las demandas extremas que surgen en situaciones.

3.5.2.1 Funciones de la vitamina C

Las funciones del Ácido Ascórbico en el metabolismo animal parecen estar relacionadas a su característica de oxidación-reducción. La principal función, que ha sido claramente establecida es su rol sobre la síntesis y el mantenimiento del colágeno en los tejidos corporales. La Vitamina C disminuye la deshidratación celular antes y durante el stress por calor, mejorando el balance de K⁺ y Na⁺ del plasma que están asociados con diarrea inducidas por altas temperaturas (Pardue, 1985), también desempeña una importante función antioxidante (Barroeta *et al.*, 2002).

3.5.2.2 Papel del ácido ascórbico en la regulación de la secreción de la corticosterona

Durante el estrés la hormona corticosterona es responsable en todos estos estados fisiológicos de canalizar hacia afuera los nutrientes y reservas corporales de los rasgos importantes económicamente en la producción avícola hacia las funciones fisiológicas necesarias para la supervivencia inmediata del ave. Así, cualquier medida para reducir la liberación de corticosterona permite que los nutrientes sean utilizados para el crecimiento, la producción de huevos, la respuesta inmune, entre otros. La suplementación de Vitamina C en situaciones de stress ha demostrado ser beneficiosa para el animal y ayuda a reponer algo las pérdidas en el desempeño (Castillo y Angarita, 2000).

La vitamina C tiene un efecto beneficioso en el estrés calórico, al reducir los niveles de corticosteroides séricos y totales del ave, reduciendo por lo tanto el estrés y mostrando una mejoría de las variables productivas. Los corticosteroides son los responsables de las respuestas compensatorias del ave estresada por calor, tales como la hiperventilación, el bombeo de sangre hacia zonas periféricas y la disminución de la actividad del sistema inmune (inmunosupresión), (Sollanotas, 2013). Hay que tener en cuenta que la hiperventilación simboliza un gasto energético muy grande para las aves, ingiriendo más o menos 540 calorías para eliminar 1 g de agua (Marcuello, E. 2011).

4 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio es Cuasi-Experimental.

4.2 Área de estudio

El presente estudio se realizará en la finca El Pegón ubicada a 1 km al este carretera a la Ceiba. La cual está localizada en las coordenadas 12° 3' 25" latitud norte y 87° 9' 15" longitud oeste, a una altura de 92 metros sobre el nivel del mar. La precipitación promedio de 1,108 mm anual, esta zona está catalogada como zona del trópico seco y se caracteriza por presentar temperaturas promedio de 28-32 °C durante todo el año.

4.3 Población de estudio

La población fue de 120 pollos de la línea Cobb 500.

4.4 Criterios de selección

- Pollos broiler de la línea Cobb 500
- Pollos de un día de nacido
- Sin sexar
- Buen estado de salud

4.5 Instrumento de recolección de datos

- Balanza comercial
- Termómetro digital
- Fichas de registro

4.6 Recolección de muestra

Cada grupo se seleccionó al azar y se sometió a diferentes tratamientos. Previo al estudio se determinó el peso corporal de los pollos de cada tratamiento mediante una balanza comercial. Se tomó como referencia el primer día del estudio el peso vivo que fue de 0.1 lb. Posteriormente durante los 42 días que duró el estudio se evaluó los parámetros productivos.

4.7 Materiales y método

Materiales:

- Pollitos de un día.
- Concentrado comercial.
- Bicarbonato de sodio.
- Ácido ascórbico.
- Agua.
- Bebederos.
- Comederos.
- Pesa de reloj.
- Aserrín.
- Bombillos de 100w
- Pediluvio (cal)
- Vitaminas Hidrosolubles.
- Electrolitos.
- Vacunas.
- Antibióticos.
- Reloj digital ambiental.

4.8 Instalaciones y equipos

El estudio fue llevado a cabo en las instalaciones de la finca “El pegón”, en una galera con medidas de 8.30 metros de largo y 5.54 metros de ancho, cubierta de malla ciclón de 3 metros de altura. Dicha galera cuenta con 4 divisiones, con una dimensión de 4.15 metros de largo y 2.77 metros de ancho para cada uno de los cubículos. La preparación de la galera se hizo 15 días antes de la llegada de los pollos; se sacaron los equipos (comederos y bebederos), se retiró totalmente residuos pertenecientes en la galera y se finalizó con un barrido profundo del piso y parte externa de la galera, posteriormente se fumigo con cipermetrina, se realizó el lavado 5 días antes de la llegada de los pollos y una vez seco se hizo el encalado aplicando una capa fina de cal al piso (4.5kg para 45.98m²). Se usó un pediluvio seco conteniendo cal. Los procesos de desinfección de comederos y bebederos se realizaron mediante el lavado con detergente y cloro 3% con

secado al aire libre bajo luz solar. Para la protección de los pollos de los agentes externos a la galera, se procedió a cerrarlas con cortinas de plástico negro. Las necesidades de calor requeridas para los pollos fueron cubiertas por medio de luz eléctrica utilizando 1 bombillo de 100 watts para cada grupo implantadas en la propia galera.

4.9 Manejo y alimentación de los pollos

La galera está subdividida en cuatro divisiones, de las cuales se utilizaron tres y se equiparon con una cama de viruta de madera con espesor de 4 cm aproximadamente, se realizó una cuna circular de cartón con un diámetro de 1.84 metros para crear un ambiente más controlado. Los pollitos fueron recepcionados a las diez de la mañana, las cortinas estaban cerradas y se colocó las bombillas a la altura de 32 cm adecuada para el suministro de calor. Al introducirlos se les facilitó agua más electrolitos y alimento iniciador a cada grupo.

Durante la primera y segunda semana se les proporciono calor mediante bombillas de 100 watts durante las 24 horas, a partir del día once se suspendían las cortinas a las 8 de la mañana y se bajaban a las 5 de la tarde, se apagaban las luces a las 8 de la mañana y se encendían a las 5 de la tarde, en la quinta y sexta semana se quedaron suspendidas las cortinas definitivamente y las luces se encendían a las 5 de la tarde y se apagaban a las 8 de la mañana.

Las aves durante todo el estudio tuvieron acceso libre al alimento y al agua. Para la alimentación se les suministro concentrado comercial (inicio, engorde), inicio los primeros 19 días y los días 20, 21 y 22 se les administró inicio combinado con engorde para un proceso de adaptación, y desde el día 23 hasta el día 40 se le suministro engorde.

Diariamente se lavaban los bebederos con detergente y cloro. Se realizó cambio de cama cuando los pollos tenían la edad de 14 y 35 días, se limpió toda la galera y alrededores manteniendo un control sanitario riguroso.

4.10 Variables en estudio

Para la investigación se evaluaron las siguientes variables.

4.11 Indicadores productivos

4.11.1 Consumo de alimento diario (lb/ave/día)

Se obtuvo llevando un registro diario de raciones a proporcionar, en función de la etapa en la que se encontraban los pollitos. El consumo se determinó por diferencia del alimento administrado menos el peso del alimento residual después de su consumo.

$$\text{Consumo de alimento diario} = \text{alimento administrado} - \text{alimento residual.}$$

4.11.2 Ganancia de peso semanal (lb/ave)

Se realizó la diferencia del peso obtenido al final de la 1era semana menos el peso del primer día de recibidos, para la siguiente semana, la diferencia de peso registrada al final de la 2da semana menos el peso registrado de la semana anterior y así sucesivamente para las semanas consecutivas. Se tomó en cuenta el pesaje del 50% de cada grupo en la primera semana y un 100 % de los pollos para el resto de las semanas.

$$\text{Ganancia Peso semanal (gr)} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

4.11.3 Conversión alimenticia semanal (lb/ave)

Se obtuvo estimando la relación entre el consumo total de alimentos por semana y la ganancia de peso total semanal según la fórmula siguiente:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento en el periodo}}{\text{Ganancia de peso en el periodo}}$$

4.11.4 Mortalidad (%)

Se estimó al dividir el número de pollos muertos entre el número de pollos iniciados por cada tratamiento, el resultado se multiplicará por 100.

$$Mortalidad (\%) = \frac{\text{Número de pollos muertos}}{\text{Pollos iniciados por cada tratamiento}} \times 100$$

4.12 Indicadores económicos

4.12.1 Relación Costo Beneficio (RBC)

Es una herramienta que mide la relación entre los costos y los beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad. Los ingresos fueron considerados en concepto de la cantidad de libras ganadas por cada grupo de pollos, por el precio de venta en libra de los pollos y el costo de producción fue el mantenimiento (incluyendo las raciones) y la mano de obra directa.

$$RCB = \frac{\text{Ingresos netos}}{\text{Costos de producción}}$$

4.13 Indicadores ambientales

4.13.1 Temperatura y humedad relativa

La temperatura y humedad relativa se registró mediante un termómetro digital ambiental, tres veces al día, a las 8:00 am., 2:00 pm., y 5:00 pm. Este proceso se realizó diariamente durante el periodo de evaluación del experimento. Para ello se colocó un termómetro digital ambiental marca Radio shack, en la galera donde se realizó el experimento.

4.14 Análisis estadístico

Plan de análisis: Para la evaluación de las variables se utilizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA), (Gutiérrez-Pulido, H *et al.*, 2008).

Se utilizó para cada tratamiento un grupo de 40 pollos.

Se utilizó una base de datos en Excel.

Se usó la prueba de Duncan para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de tratamientos, la cual se realizó por medio del programa InfoStat Versión 2008.

4.14 Tratamientos evaluados

Grupo	Tratamiento	Dosis
T0	Control	Sin suplemento
T1	Bicarbonato de sodio	48 mg/litro de agua
T2	Vitamina C	5mg/litro de agua

4.15 Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizará en el estudio queda expresado por la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación correspondiente a las variables.

μ = Media general de las variables evaluadas.

τ_i = Efecto del, i - ésimo de los tratamientos sobre las variables evaluadas.

ξ_{ij} = Variación causada por todos los factores no estudiados (error experimental).

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.14 Consumo promedio semanal.

El análisis de varianza, para la variable consumo promedio semanal (Tabla 1), no presentó diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y los grupos experimentales ($p > 0.05$).

Consumo (lb)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo (Lb)	18	7.3E-04	0.00	54.41

Tabla 1. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.09	2	6.05	0.01	0.9945
Tratamiento	12.09	2	6.05	0.01	0.9945
Error	16444.28	15	1096.29		
Total	16456.38	17			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 1096.2856 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Vitamina C	60.16	6	13.52 A
Control	60.39	6	13.52 A
Bicarbonato de sodio	62.01	6	13.52 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el gráfico 1, se observan los resultados para la variable consumo promedio semanal, siendo el grupo bicarbonato el que obtuvo un mayor consumo en la primera semana con 14.18lb en comparación al grupo vitamina C que fue de 13.50lb y el grupo control con 12.68lb. En la segunda semana el grupo bicarbonato permaneció con mayor consumo siendo de 33.12lb, en la tercer y cuarta semana el grupo bicarbonato mantuvo el mayor consumo. En la quinta semana el mayor consumo lo consiguió el grupo control con 103.62lb en comparación al grupo bicarbonato que fue de 99.18lb y vitamina C que obtuvo 100.87lb y en la sexta semana el mayor consumo lo obtuvo el grupo bicarbonato con 79.37lb. Siendo el consumo promedio total obtenido por los grupos al final de la etapa de 362.35lb para el grupo control, 360.98lb para el grupo vitamina C y 372.03lb para el grupo bicarbonato.

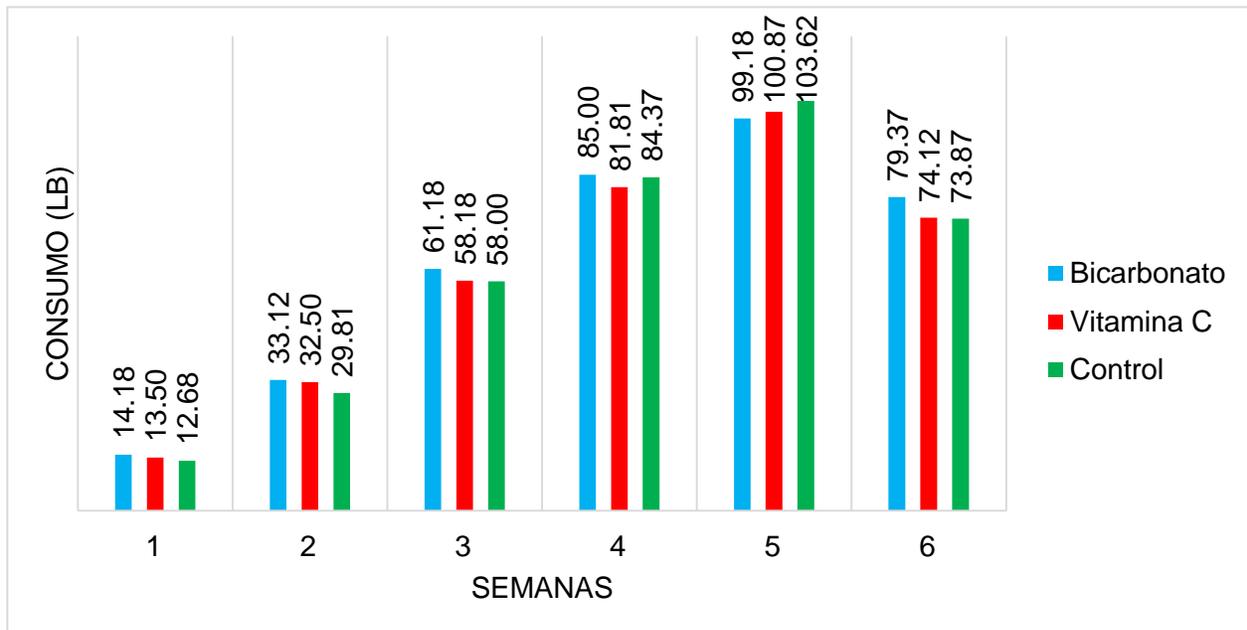


Gráfico N°1. Comparación del consumo obtenido por cada uno de los grupos.

Es así que Castillo, 2016; con un estudio de evaluación del suministro de diferentes antiestresores de calor: aspirina (ácido acetilsalicílico), vitamina C (ácido ascórbico), bicarbonato de sodio, en la dieta de pollos de engorde de la raza arbor, con respecto al consumo promedio de alimento semanal (g) en cada uno de los tratamientos se obtuvieron resultados estadísticos significativos durante las primeras cuatro semanas, pero no al final del estudio, al final los tratamientos con un menor consumo fueron el Aspirina + Vitamina C = 2,876.35g y Aspirina + Vitamina C + bicarbonato= 2,879.07g, mientras que los de mayor consumo fueron vitamina C+ Bicarbonato de sodio = 2,940.23g y control = 2,932.97g. Con relación a lo anterior el presente estudio difiere de los primeros resultados ya que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el grupo control.

5.15 Peso promedio semanal.

El análisis de varianza, para la variable peso promedio semanal (Tabla 2), no presento diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0.05$).

Peso (lb)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (Lb)	18	4.1E-04	0.00	74.73

Tabla 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	2	0.01	3.1E-03	0.9969
Tratamiento	0.03	2	0.01	3.1E-03	0.9969
Error	71.59	15	4.77		
Total	71.62	17			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 4.7728 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Control	2.88	6	0.89 A
Vitamina C	2.92	6	0.89 A
Bicarbonato de sodio	2.98	6	0.89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el gráfico 2, se muestran los pesos vivo promedios alcanzados semanalmente; en la primera semana el grupo bicarbonato obtuvo 0.36lb, el grupo vitamina C 0.35lb y el grupo control 0.33lb, observando que el grupo bicarbonato obtuvo el mayor peso. En la segunda y tercera semana el grupo bicarbonato siguió manteniendo el mayor peso con respecto a los otros 2 grupos, alcanzando 1.06lb en la segunda semana y 3.45lb en la tercera semana. En la cuarta semana el grupo que obtuvo más peso fue el grupo bicarbonato. En la quinta semana el grupo que alcanzó más peso fue el de vitamina C con 5.04lb. En la última semana el grupo bicarbonato volvió a ganar el mayor peso, al final de la etapa se obtuvo para el grupo bicarbonato 5.95lb, grupo vitamina C de 5.67lb y grupo control de 5.81lb, dando como resultado que los pesos obtenidos por cada uno de los tratamientos son bastante similares entre sí.

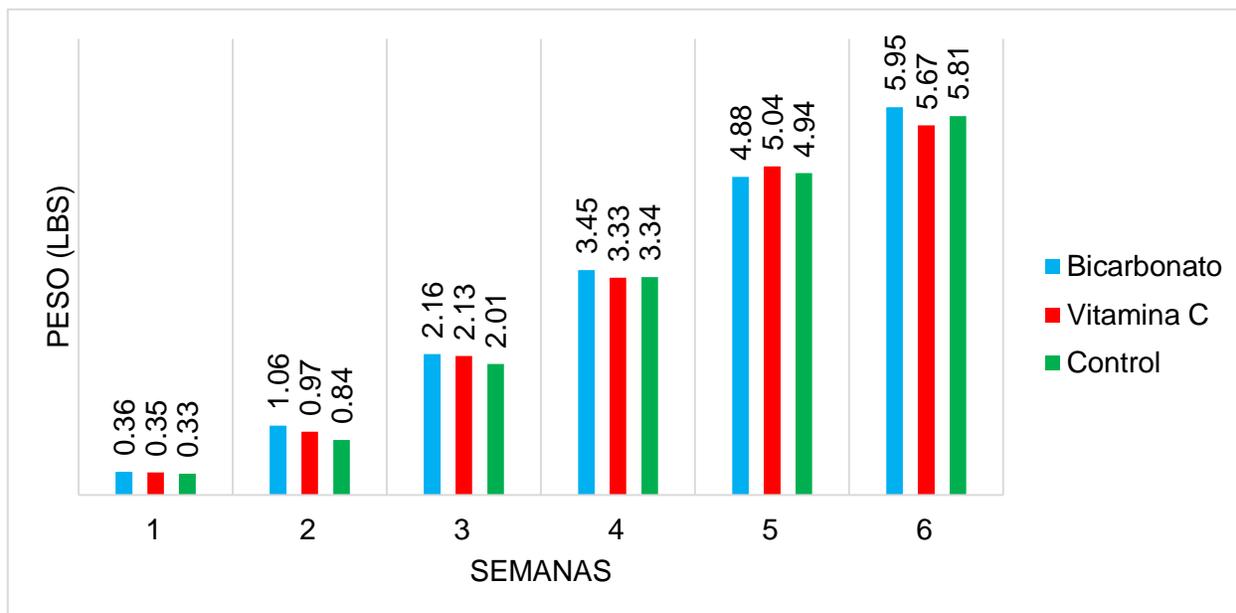


Gráfico N°2. Comparación del peso promedio semanal para cada uno de los grupos.

Barrera, 2020; en un estudio sobre el efecto de la inclusión de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en el alimento comercial sobre los parámetros productivos en condiciones de estrés calórico en pollos de engorde de la línea Cobb 500, menciona con respecto a la variable de peso promedio que se obtuvieron resultados de 2467.54g para el grupo control y de 2485.68g para el grupo experimental, habiendo una diferencia de 18.14g siendo el grupo experimental el que logró obtener mayor peso, al utilizar el programa estadístico no se obtuvieron diferencia estadísticamente significativa, coincidiendo con los resultados del presente estudio donde tampoco existió diferencia estadísticamente significativa.

3.3 Ganancia de peso semanal.

El análisis de varianza, para la variable ganancia de peso (Tabla 3), no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudios ($p > 0.05$).

Ganancias (lb)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia (Lb)	18	1.8E-03	0.00	52.11

Tabla 3. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	3.3E-03	0.01	0.9868
Tratamiento	0.01	2	3.3E-03	0.01	0.9868
Error	3.68	15	0.25		
Total	3.68	17			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2451 gl: 15

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Vitamina C	0.93	6	0.20 A
Control	0.95	6	0.20 A
Bicarbonato de sodio	0.97	6	0.20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el gráfico 3 se muestra la ganancia de peso semanal en el cual se observa que en la primera semana el grupo bicarbonato obtuvo mayor ganancia 0.25lb en comparación con el grupo vitamina C que fue de 0.24lb y el grupo control de 0.22lb. En la segunda semana se mantuvo el grupo bicarbonato con mayor ganancia 0.70lb con respecto al grupo de vitamina C que fue de 0.62lb y el grupo control con 0.51lb. En la tercera semana el grupo control es el que obtuvo mayor ganancia 1.17lb en cuanto al grupo vitamina C que fue de 1.16lb y el grupo bicarbonato con 1.10lb. En la cuarta semana se mantuvo el grupo control con mayor ganancia de peso 1.33lb en relación al grupo bicarbonato que fue de 1.29lb y el grupo vitamina C con 1.20lb. En la quinta semana el grupo Vitamina C es el que obtuvo mayor ganancia 1.71lb en comparación al grupo control que fue de 1.60lb y el grupo bicarbonato con 1.43lb.

En la sexta semana el grupo con mayor ganancia fue bicarbonato con 1.07lb con respecto al grupo control que fue de 0.87lb y el grupo vitamina C con 0.63lb. Obteniendo una ganancia de peso final para el grupo bicarbonato de 5.85lb, grupo vitamina C de 5.71lb y el grupo control de 5.57lb.

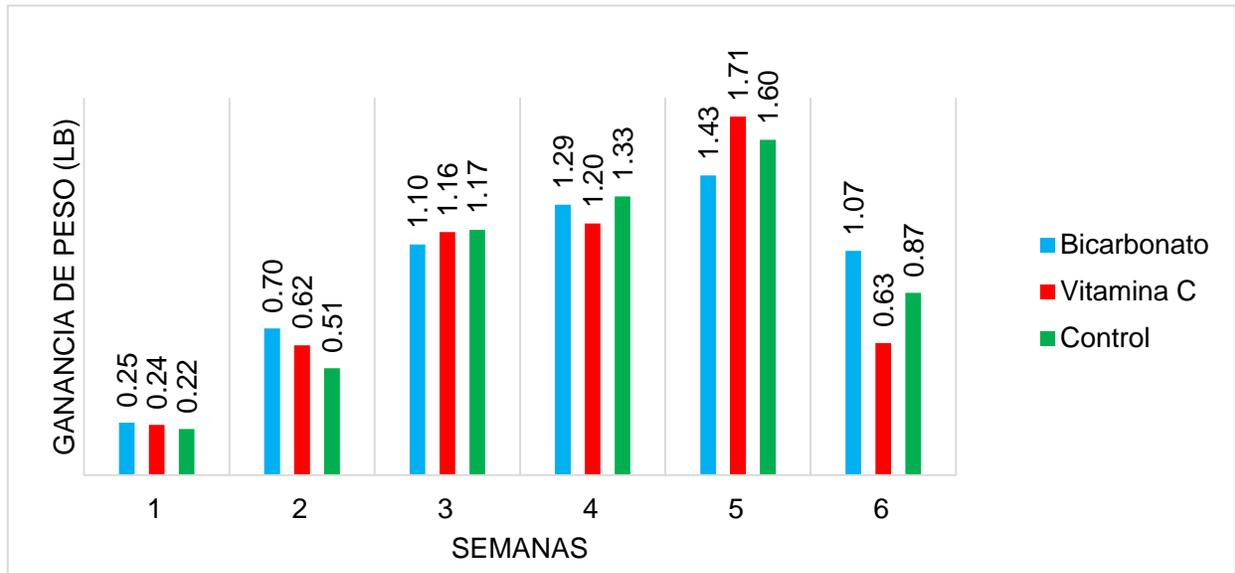


Gráfico N°3. Comparación de la ganancia de peso semanal para cada grupo.

Es así que Castillo, 2016; con un estudio de evaluación de suministro de diferentes antiestresores de calor: aspirina (ácido acetilsalicílico), vitamina C (ácido ascórbico) y bicarbonato de sodio en la dieta de pollo de engorde, con respecto a la ganancia de peso promedio semanal (g), por pollos en cada uno de los tratamientos. Menciona que al someter los resultados a una prueba estadística no se obtuvo diferencia significativa en todas las semanas, pero al final los tratamientos que obtuvieron mayor ganancia de peso en comparación con el resto de los grupos fue Vitamina C + Bicarbonato de sodio con una ganancia de 1959.486g y Aspirina con 1950.594g, los grupos de menor ganancia de peso lo tuvo el grupo control con 1864.254g y Aspirina + Bicarbonato de sodio con 1890.804g. Lo que concuerda con nuestro estudio investigativo al no haber diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimentales.

3.4 Conversión alimenticia total.

En el análisis de la varianza, para la variable conversión alimenticia semanal (Tabla 4), no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos control y experimentales ($p > 0.05$).

Conversión alimenticia

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Conv Alim	18	0.04	0.00	21.22

Tabla 4. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.07	2	0.03	0.31	0.7400
Tratamiento	0.07	2	0.03	0.31	0.7400
Error	1.71	15	0.11		
Total	1.78	17			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1137 gl: 15

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Control	1.50	6	0.14 A
Bicarbonato de sodio	1.63	6	0.14 A
Vitamina C	1.64	6	0.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el gráfico 4, se observan los resultados para la variable conversión alimenticia total de los 3 grupos, mostrando una mejor conversión el grupo control con 1.63lb y el grupo bicarbonato con 1.63lb en comparación al grupo vitamina C con 1.71lb.

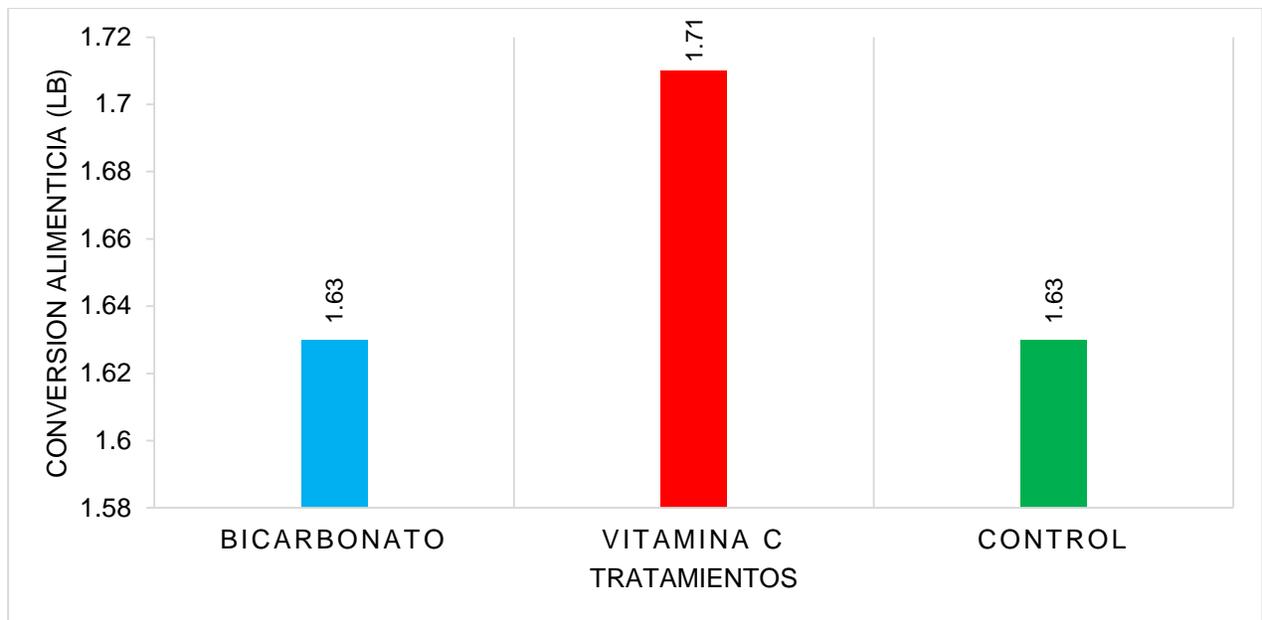


Gráfico N° 4. Comparación de conversión alimenticia total para cada uno de los grupos.

Castillo, 2016, con un estudio de evaluación de suministro de diferentes antiestresores de calor: aspirina (ácido acetilsalicílico), vitamina C (ácido ascórbico) y bicarbonato de sodio en la dieta de pollo de engorde, con respecto a la conversión de alimento semanal, por pollos en cada uno de los tratamientos. Durante la fase experimental, al final los tratamientos que obtuvieron mayor conversión alimenticia en comparación con el resto de los grupos fue Aspirina + Vitamina C con una conversión de 1.47 y Aspirina con 1.49 al realizar la prueba de Duncan se demostró que no existía diferencia significativa entre los grupos experimentales y el grupo control. Con relación a lo anterior nuestro estudio obtuvo los mismos resultados al no obtener diferencias estadísticamente significativas durante todas las semanas.

3.5 Temperatura y Humedad Relativa promedio semanal

En el gráfico 5, se registró de forma semanal la temperatura y humedad relativa en la galera. Según el manual de Pollos Cobb 500, nos indica que para la primera semana de vida estos deben de permanecer a una temperatura de 27°C y humedad relativa de 60-70%, resultando en nuestro estudio para la primera semana, una temperatura de 27°C y una Humedad Relativa fuera del rango con un 80%; Para la segunda semana los valores de humedad relativa normal son 60-70% y una temperatura de 25°C,

obteniendo como resultado una humedad relativa de 68% y una temperatura de 29°C en la tercera semana, el manual de Pollos Cobb 500, nos indica que la temperatura optima de crianza es de 22°C y la Humedad Relativa de 60-70%, obteniendo temperatura de 29°C y humedad relativa de 67% en el presente estudio. La cuarta semana el manual de Pollos Cobb 500, nos indica que la temperatura ideal es de 18°C, con una humedad relativa de 60-70%, registrando temperatura de 28°C y una humedad relativa de 68%, en nuestro estudio. Según Castillo 2016, los valores normales en la quinta semana son de 50-70% en humedad relativa 25-23°C de temperatura, dando como resultado en nuestra investigación 64% de humedad relativa y 29°C de temperatura, en la sexta semana según castillo, 2016 los rangos normales de la humedad relativa son del 50-70% y la temperatura de 23-21°C, en esta semana nuestro estudio obtuvo valores promedio de humedad relativa de 54% y una temperatura de 30°C.

El estrés por calor ejerce un fuerte efecto negativo sobre el crecimiento de los pollos, la eficiencia alimenticia, consumo y el rendimiento de la carne. Ocurre un cambio en el pH sanguíneo, provocando disminución del consumo voluntario, lo que se traduce en bajo crecimiento, disminución en rendimientos productivos y alta tasa de mortalidad. Durante las épocas de verano, las pérdidas de calor por medio de la evaporación (jadeo), se convierten en el principal método de disipar el calor corporal. Un ave expuesta a temperaturas ambientales internas del galpón sobre 27°C usualmente empezará a jadear, produciendo evaporación de agua del aire y de los pulmones. A temperaturas de 32°C más, las aves comenzarán a reposar en el piso buscando aire fresco. En estos casos se puede esperar mortalidad de las aves más pesadas y por lo tanto un buen sistema de ventilación debe ser capaz de bajar esta temperatura (Sandoval, 2006).

El exceso de humedad en la cama de pollo de engorde puede causar apelmazamiento de cama que se ve con mayor frecuencia alrededor de las líneas de bebederos, paredes laterales y en las esquinas de la caseta. La cama húmeda no retiene bien el calor por lo que puede bajar la temperatura corporal del ave, lo cual puede ser perjudicial para la ganancia de peso, conversión alimenticia y la función inmune.

La cama húmeda con altas concentraciones de amoníaco aumenta los casos de lesiones en las patas y hace que la cama sea más susceptible al crecimiento de moho (Hamilton, 2021).

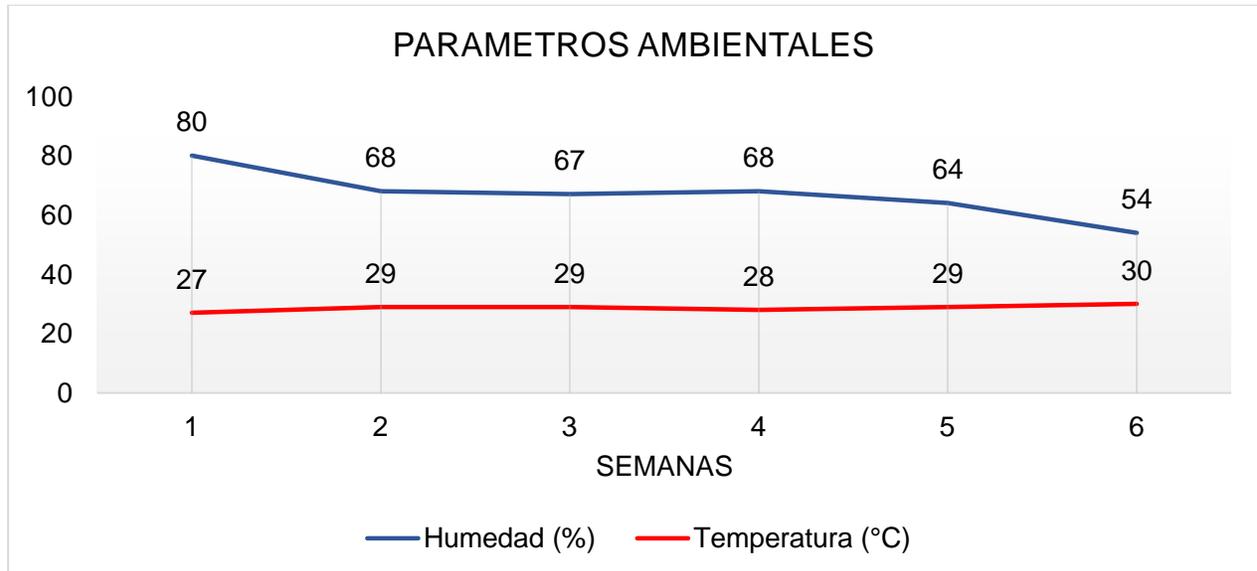


Gráfico N°5. Temperatura y Humedad Relativa promedio semanal.

3.3 Costo beneficio

Según los resultados en la tabla 5 el costo de producción de una libra de carne para el grupo bicarbonato es de C\$ 23.09 Córdobas, vitamina C C\$ 24.63 Córdobas y el grupo control C\$ 23.17 Córdobas. En relación al costo beneficio para el grupo bicarbonato por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.39 Centavos de Córdobas, vitamina C por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.30 Centavos de Córdobas y el grupo control por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.38 Centavos de Córdobas.

Tabla 5. Costo-beneficio de los grupos obtenidos en el estudio.

Grupo	Conversión alimenticia	Costo de producción de una 1 lb de carne	Relación costo beneficio
Bicarbonato	1.63	C\$ 23.09	C\$1.39
Vitamina C	1.71	C\$ 24.63	C\$1.30
Control	1.63	C\$ 23.17	C\$1.38

3.4 Mortalidad (%)

En el gráfico N°6 se registra el índice de mortalidad para cada grupo. En nuestro estudio los índices fueron iguales entre el grupo bicarbonato y el grupo control siendo de 0.83%, que corresponde a un pollo por causas de aplastamiento y estrés calórico respectivamente, obteniendo la mayor tasa de mortalidad el grupo vitamina C con 1.66% que corresponde a dos pollos como consecuencias de estrés calórico.

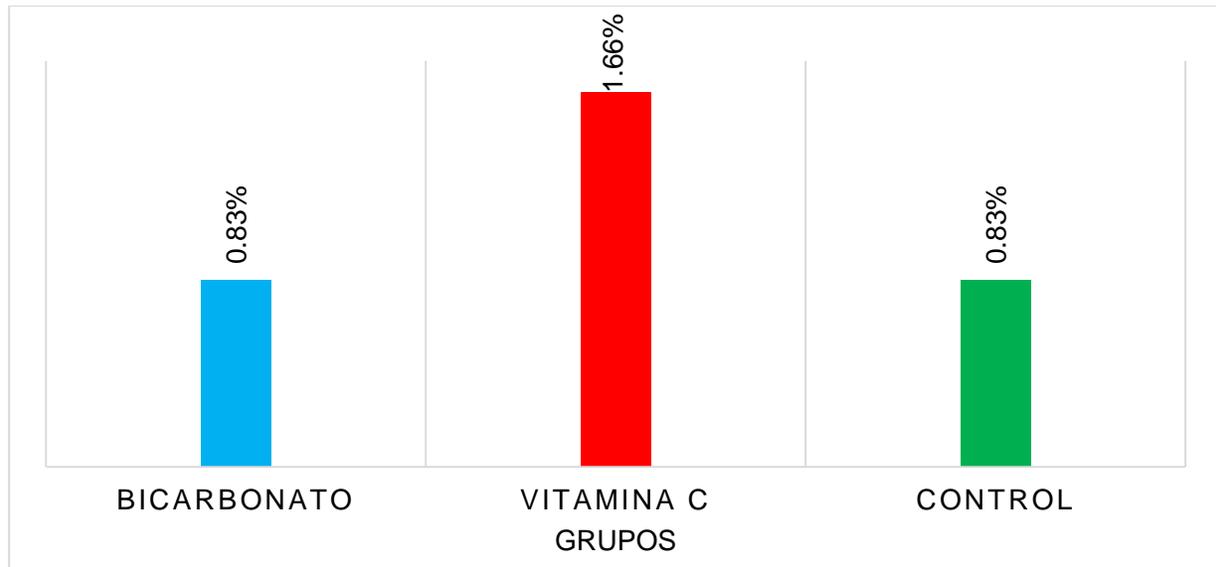


Gráfico N°6. Tasa mortalidad en cada grupo.

Castillo, 2016; en un estudio de evaluación del suministro de diferentes antiestresores de calor: Aspirina (ácido acetilsalicílico), vitamina C (ácido ascórbico), bicarbonato de sodio, en la dieta de pollos de engorde de la raza Arbor Acres, para la variable de mortalidad se obtuvo que la tasa más alta fue en el grupo control con un 20% de muertes, resultando ser mejores los tratamientos a los cuales se les suministró antiestresores de calor, además menciona que la mortalidad de los pollos aumenta en la época calurosa del año y esto se debe a que actualmente los pollos son más sensibles al estrés por calor, por lo que se vuelve de suma importancia cambiar el manejo y la alimentación; dentro de los productos que pueden utilizarse como anti estresores esta la vitamina C esta tiene un efecto beneficioso sobre el estrés calórico al reducir los niveles de cortico esteroides séricos en las aves, además menciona que el bicarbonato restablece el ácido base del organismo reduciendo el estrés por calor.

4 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de pollos de engorde de la línea Cobb 500 utilizando la inclusión de Bicarbonato de Sodio y Vitamina C en el agua de bebida, podemos concluir que no existe diferencia significativa entre los grupos experimentales y grupo Control.

Los resultados para la variable consumo promedio semanal demostraron que el grupo Bicarbonato obtuvo un mayor consumo. Siendo el consumo promedio total obtenido por los grupos al final de la etapa de 362.35lb para el grupo Control, 360.98lb para el grupo Vitamina C y 372.03lb para el grupo Bicarbonato.

Así mismo se muestran los resultados de los promedios de peso vivo alcanzados al final del estudio, el grupo Bicarbonato ganó el mayor peso, el cual fue de 5.95lb. En la variable ganancia de peso, el grupo Bicarbonato obtuvo las mayores ganancias de peso total de 5.81lb, grupo Vitamina C de 5.71lb y el grupo Control de 5.57lb.

En relación a la variable conversión alimenticia total de los 3 grupos, la mejor conversión alimenticia la mostró el grupo Control con 1.63lb y grupo Bicarbonato con 1.63lb en comparación con el grupo de Vitamina C con 1.71lb. En relación al costo beneficio para el grupo Bicarbonato por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.39 Centavos de Córdobas, Vitamina C por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.30 Centavos de Córdobas y el grupo Control por cada Córdoba invertido se gana C\$ 0.38 Centavos de Córdobas.

El índice de mortalidad del grupo experimental Bicarbonato y grupo Control fueron iguales con un índice de 0.83% y el grupo de Vitamina C fue de 1.66% por estrés calórico y aplastamiento.

El registro de la temperatura y humedad relativa promedio en el interior de la galera durante el estudio fue de 28°C y 66% respectivamente. Nuestras condiciones ambientales no fueron favorables debido a los diferentes cambios de temperatura que se presentaron a lo largo de nuestro estudio.

5 RECOMENDACIONES

- Con base a los resultados estadísticos obtenidos se recomienda realizar nuevas investigaciones probando con dosis mayores a las utilizadas en el presente estudio y comparar los resultados.
- Realizar un estudio con ambiente controlado y compararlo con antiestresores de calor.
- Realizar nuevos estudios empleando otros tipos de antiestresores de calor.
- Tomar en cuenta el presente estudio para aportar información a pequeños productores avícolas en los diferentes foros científicos.
- Tomar en cuenta la presente investigación para realizar futuros estudios con el objetivo de determinar si existen cambios en las características organolépticas en las aves.

6 BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Angulo, I. 1990. Aspectos nutricionales y manejo de pollos de engorde bajo condiciones de clima cálido. 2da jornadas nacionales de actualización avícola. sovvea. Maracay, Venezuela. 25-27 p.
- ✚ Barragán, I. (2004). Estrés térmico en aves, selecciones avícolas, veterinario autónomo, Madrid, España. [En línea]: aviculture, <http://www.avicultura.com/docsav/SA2004jul423-426.pdf>
- ✚ Barroeta, A; Calsamiglia, S; Cepero, R; López-Bote, C; Hernández, JM. 2002. Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad: avances en la nutrición vitamínica de broilers y pavos. Editorial Pulso. España. 208 p.
- ✚ Calvo. 2010. Bioquímica de los Alimentos. Boletín N°13. México D.F. Pág.18-21.
- ✚ Castello, L. 1995. Curso de avicultura. Real Escuela oficial y Superior de Avicultura. Arenys de Mar, Barcelona, España. Tomo I. P. 6.
- ✚ Castillo, VL. 2016. Evaluación del suministro de diferentes antiestresores de calor: Aspirina (Ácido acetilsalicílico), Vitamina C (Ácido ascórbico), Bicarbonato de sodio, en la dieta de pollos de engorde de la raza Arbor Acres. El Salvador.
- ✚ Ceular, A.; Rico, M. 2000. El estrés en la producción aviar. Mundo avícola. Argentina. Universidad Nacional de Rio Cuarto. 29.
- ✚ Cerrate, S; Gómez, C. (2002). Uso del bicarbonato de sodio en la alimentación de pollos de carne. Lima. Perú. Universidad Agraria la Molina. 72 p.
- ✚ Cobb. 2008. Guía de Manejo del Pollo de Engorde. Cobb-vantress.com
- ✚ Cockshott, I. (2004) Manejo del pollo de carne y de los reproductores en zonas de clima cálido. Aviagen, Poultry Middle East & North Africa.
- ✚ De Basilio, V. (2002). Acclimatation précoce des poulets de chair au climat tropical. Thésés Doctoral en sciences. L'Ecole National Supérieur Agronomique de Rennes., [En línea], <http://avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf>.
- ✚ De Basilio, V; León, A; Picard, M; Requena, F; Vilariño, M; Velazco, Z. Why does early thermal conditioning sometimes fail to improve the resistance of broilers to heat stress? Anim. Res, 2002, n° 51, p. 407-420.

- ✚ Deeb, N; Cahaner, A. 1999. The effects of naked neck genotypes, ambient temperature, and feeding status and their interactions on body temperature and performance of broilers. *Poult Sci.* 1999; 78:1341-1346.
- ✚ DIVASA-FARMAVIC, S.A. (DFV®). 2007. Selecciones avícolas.
- ✚ Gorman, L; Balnave, (1994). Effect of dietary mineral supplementation on the performance and mineral retentions of broilers at high ambient temperatures. *Br. Poultry. Sci.* 35 - 536.
- ✚ Gutiérrez, H y Vara, R. 2008. Analisis y diseño de experimento. Segunda edición. Mc Graw Hill Interamericana.
- ✚ Hamilton, J. (2021). Control de la Humedad y Humedad Relativa.
- ✚ Lecha, L. Condiciones climáticas para la producción avícola. *Rev Cub Cienc Avíc.* 1992; 19:7-10.
- ✚ López, L. 2000. Comparación del comportamiento productivo de las líneas híbridas de pollos de engorde Peterson®, Arbor Acres® Regular, Arbor Acres® FS. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 16p.
- ✚ Lozano, C; De Basilio, A; Oliveros 1; Alvarez, R; Irina, C; Denis, B; Yahav, S; Picard, M, 2006. Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of tropical climate enfinishing broilers? *Animal. Res.* 55 (2)71-76.
- ✚ Machado, C. 2000. Actualización de investigación reciente sobre los métodos para combatir. los efectos del calor sobre el rendimiento y productividad del pollo de engorde, y su impacto económico sobre la producción. IV Congreso Nacional de Avicultura. Caraballeda, 4 al 8 de mayo (FENAVI), 72.
- ✚ Maldonado, B; Álvarez, R; Oliveros, I; Machado, W. 2002. Efecto de dos tipos de coberturas de galpones sobre el estrés calórico en pollos de engorde durante la época seca. *Revista Científica* 22 (Supl 2): 491-493. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdfs/articulo_27.pdf.
- ✚ Marcuello, PE. 2011. Tratamiento del Estrés Calórico en el Agua de Bebida. (En Línea). España. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/agua-avest3715/124-p0.htm>.

- ✚ Mc Geehin, MA; Mirabelli, M. 2001. The potencial impacts of climate variability and change on temperature – related morbidity and mortality in the United State. Environ Health Perspect 2001; 109 Suppl:185-189.
- ✚ Miles, P; Wilkinson, N; Mcdowell, L. 2004. Analysis of Minerals for Animal Nutrition Research. 3rd Ed. Department of animal Science, University of Florida, Gainesville, USA, p. 60
- ✚ North, M; D. Bell. 1993. Manual de Producción Avícola. Alimentación de pollos de engorde para asar y capones. 3ºed. México, D.F. El Manual Moderno, S.A. de C.V. 829p.
- ✚ Pardue, SL; Thaxton, JP and Brake, J. 1985. Role of ascorbic acid in chickens exposed to high environmental temperature. J. Appl. Physiol. 58:1511–1516.
- ✚ Pedersen, S; Thomsen, MG. 2000. Heat and moisture. Production of broilers kept on straw bedding. Research Centre Bygholm, Danish Institute of Agricultural Science. Horsens, Denmark. J. Agric. Eng. Res.75:177-186.
- ✚ Quiles, L.; Hevia, M. 2005. Fisiologismo De La Termorregulación En Las Gallinas, Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. <https://es.scribd.com/document/88486150/26-Fisiologismo-de-La-Termorregulacion-en-Gallinas>
- ✚ Sandoval, G.J. (2006). Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura.
- ✚ Sollanotas. 2013. Estrés calórico en pollo de engorde. (En Línea). Disponible en: <http://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/stresscaloricopoloengordedefinitivo2.pdf>
- ✚ Soria. HJ. 2002. La disnea, recurso de las aves frente a la hipertermia, como signo para valorar los sistemas estivales de control ambiental. Selecciones Avícolas. 2002 [Fecha de acceso: 19 febrero de 2006]. <URL:www.avicultura.com/docsav/SA2002feb083-087.pdf>
- ✚ Simmons, JD; Lott, BD; Miles, DM. 2003. The effects of high air velocity on broiler performance. Poult Sci 2003; 82:232-234.
- ✚ Tucker, R. 1997. Cría del pollo parrillero. 2ª ed. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. P 4-6.

- ✚ Valdés, V. 2012. Estrategias Para Disminuir El Estrés por Calor en el pollo de engorda. (En Línea). México. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/estrategias-disminuir-estrés-calor-14175/124-p0.htm>.
- ✚ Yahav, S; Straschnow, A; Luger, D; Shinder, D; Tanny, J; *et al.* 2004. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poult Sci* 2004; 83:253-258.

7 ANEXOS.

Limpeza y encalado 7/06/21-8/06/21



Recepción de pollos 11/06/21



Pesaje del tratamiento 12/06/21



Aplicación de tratamiento en agua de bebida durante los 40 días



Cambios de cama aserrín



Aplicación de vacuna Newcastle 18/06/21

