

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EFECTO DE TRES NIVELES DE BICARBONATO DE SODIO (NaCoH_3)
SOBRE LA PERFORMANCE EN POLLOS PARRILLEROS, EN LA
CIUDAD DE TINGO MARÍA”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

MAYS TORRES, Frank Edinson

TINGO MARÍA - PERÚ

2014



T
ZOO

Mays Torres, Frank Edinson

Efecto de tres niveles de Bicarbonato de Sodio (NaCoH_3) sobre la performance en Pollos Parrilleros, en la ciudad de Tingo María - 2014

57 páginas; 09 cuadros; 01 Figuras; 28 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 1. BICARBONATO DE SODIO | 2. PERFOMANCE | 3. PH |
| 4. ESTRÉS CALORICO | 5. FRECUENCIA RESPIRATORIA | |
| 6. RENDIMIENTO ECONOMICO | 7. POLLOS PARRILLEROS | |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

“Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 06 de enero de 2014, a horas 7:00 pm. para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DE TRES NIVELES DE BICARBONATO DE SODIO (NaCoH₃) SOBRE LA PERFORMANCE EN POLLOS PARRILLEROS, EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA.

Presentada por el Bachiller **FRANK EDINSON MAYS TORRES**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso “I” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 19 de noviembre de 2014

MSc. JUAN LAO GONZALES
Presidente

(Ausente)

Dr. DANIEL PAREDES LÓPEZ
Miembro

Dr. RIZAL ROBLES HUAYNATE
Miembro

Dr. CARLOS E. AREVALO AREVALO
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A DIOS por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y los obstáculos que se me presentan constantemente.

A mis queridos padres:

HIPOLITO y VICTORIANA mi sincero agradecimiento por el apoyo incondicional y haberme depositado su confianza e impartido sus sabios consejos

A mis hermanos: **JERSON, TALLY Y SIDNY** por darme el amor y alegría. A mis amigos **WILMAR GUISADO CCOÑAS, ANTONIO BALDEON VALLES, ANDERSON CHAVEZ TORIBIO, KARLA CAMASCA RIOS Y NANCY VASQUEZ ALEGRIA** por su gran calidad humana, apoyo incondicional y ánimo contagioso, que no me dejaron desfallecer para así culminar este importante proyecto.

AGRADECIMIENTO

- ❖ En primera instancia, a la facultad de zootecnia - Universidad Nacional Agraria de la Selva, por decidido apoyo para mi formación profesional y el apoyo para la ejecución del presente proyecto.
- ❖ De manera muy especial al Dr. Carlos Enrique Arevalo Arevalo, y al Ing. Walter Paredes Orellana, investigadores y asesores principales del presente trabajo de tesis, por sus sabias contribuciones, dedicación constante, apoyo en la redacción científica, gran calidad humana y por su confianza puesta en mí persona.
- ❖ Al Ing. Hugo Saavedra Rodríguez, asesor del presente trabajo de tesis por su apoyo en la práctica y recomendaciones oportunas en el desarrollo de la tesis.
- ❖ A los Drs. Rizal Robles Huaynate, Daniel Paredes López y el Ing. Juan Lao Gonzales, por su permanente respaldo técnico y colaboración en las evaluaciones de la tesis.
- ❖ A cada una de las personas que contribuyeron de una u otra forma, mi agradecimiento infinito.
- ❖ A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA y docentes de la Facultad de Zootecnia, por la invaluable contribución cultural, social y científica.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Bienestar en las aves.....	4
2.2. Mecanismos fisiológicos y termorregulación de las aves.....	4
2.3. Estrés calórico en las aves y respuesta corporal.....	7
2.3.1. Estrés calórico	7
2.3.2. Frecuencia respiratoria.....	7
2.3.3. Temperatura.....	8
2.3.4. Respuestas corporales al estrés del calor	9
2.4. Estrategias para combatir el estrés calórico en aves	14
2.4.1. Estrategias nutricionales y manejo de la alimentación.....	14
2.5. Utilización de bicarbonato de sodio	17
2.5.1. Características generales del bicarbonato de sodio	17
2.5.2. Atributos del bicarbonato de sodio sobre la performance de los pollos	18
2.5.3. Balance electrolítico sobre el estrés calóricos.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento.....	21
3.2. Tipo de investigación	21
3.3. Animales experimentales	21

	Página
3.4. Instalaciones y equipos	22
3.5. Alimentación y alimento para los animales	22
3.6. Insumo en estudios	25
3.7. Sanidad	26
3.8. Variable independiente	26
3.9. Tratamientos	26
3.10. Croquis y distribución de tratamientos	27
3.11. Análisis estadístico	27
3.12. Variables dependientes	28
3.12.1. Indicadores productivos	29
3.12.2. Indicadores fisiológicos	30
3.12.3. Indicadores medioambientales.....	31
3.12.4. Indicadores económicos.....	32
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
ABSTRACT.....	51
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	52
ANEXO.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos de 1 - 21 días de edad, sin la adición del bicarbonato de sodio previo al experimento.....	23
2 Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos de 22 – 33 días de edad, con la adición del bicarbonato de sodio.....	24
3 Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos de 34 – 42 días de edad, con la adición del bicarbonato de sodio.....	25
4 Pesos, de inicio a los 21 días, final y ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de POLLLOS COBB VANTRES 500 en la fase de acabado en función a los tratamientos en estudio.....	35
5 Mortalidad numérica y porcentual de los animales en estudio de pollos COBB VANTRES 500 en la fase de acabado en función a los tratamientos en estudio con diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH ₃).....	36
6 Consumo promedio de agua por tratamiento, por animal desde los 21 días, a 40 días de pollos cobb vantres 500 en la fase de acabado conteniendo diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH ₃)	37

7	pH sanguíneo al inicio y final por tratamiento, por animal desde los 21 días, a 40 días de pollos cobb vantres 500 en la fase de acabado conteniendo diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH ₃)	37
8	Frecuencia respiratoria/tratamiento promedio y % de jadeo promedio /tratamiento/animal desde los 21 días, a 40 días de pollos cobb vantres 500 en la fase de acabado conteniendo diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH ₃).....	38
9	Beneficio Neto, costo Total y Merito Económico por tratamiento por animal en pollos COBB VANTRES 500, en la fase de acabado conteniendo diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH ₃).....	40

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1 Temperatura y Humedad relativa durante los días de evaluación con niveles bicarbonato de sodio (NaCOH_3) en la ración alimenticia.....	40

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Experimental de Aves de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los objetivos fueron evaluar el efecto de tres niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH_3) sobre la performance en pollos de carne de la línea Cobb Vantres 500: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, consumo de agua, frecuencia respiratoria, desempeño económico y pH sanguíneo en pollos parrilleros Cobb Vantress 500. En la fase de acabado bajo estrés por calor. Se utilizaron 256 pollos de 21 días de edad, divididos en 4 tratamientos con 4 repeticiones por bloques de unidades experimentales. No se encontró diferencia significativa para la ganancia de peso existiendo diferencia numérica al 1% de NaCOH_3 , también existe mejor conversión alimenticia y mayor consumo de agua al 1% de NaCOH_3 . Se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) al incluir 1 de NaCOH_3 disminuyendo el porcentaje de mortalidad. La inclusión de 1 y 1.5% de NaCOH_3 , disminuyó el pH sanguíneo a los 40 días de edad de los pollos. La frecuencia respiratoria y jadeo en los pollos disminuyó en el T₃ 1 % NaCOH_3 . La temperatura promedio fue de 28.5 °C con Humedad relativa de 68.56 % a nivel de galpón, teniendo una variación entre las horas 7:00 a.m., 11:00 a.m. y 3.00 p.m. al incluir 1% de NaCOH_3 se obtuvo un buen desempeño económico tanto para Beneficio Neto y Mérito Económico.

Palabras clave: Bicarbonato de sodio, Estrés calórico, Frecuencia respiratoria, Performance, pH, Rendimiento económico.

I. INTRODUCCIÓN

Las aves de hoy poseen un alto grado de desarrollo genético, lo que las hace más sensibles a un manejo no adecuado, y a variaciones del medio ambiente, el rango ideal de temperatura ambiental para las aves oscila entre 18 y 24°C y el rango neutral entre 13 y 24°C; temperaturas arriba o abajo de este rango implican para el ave, manejar su mecanismo de termorregulación realizando cambios metabólicos para compensar dichas variaciones.

El tratar de contrarrestar el estrés calórico, para termorregular la temperatura interna y disipar el calor, las aves tienden a tener un desbalance del equilibrio acido-base, llamada alcalosis respiratoria, proceso en la cual eliminan agua y dióxido de carbono e iones bicarbonato de los tejidos, provocando una disminución del bicarbonato e incrementando el pH sanguíneo.

En nuestro país, específicamente en zona tropical; la temperatura, precipitación y humedad relativa elevadas, generan estrés calórico y afecta la performance en las aves en cuanto a incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, sobre todo en aquellas parvadas criadas en galpones tradicionales sin equipamiento de control ambiental, como es la

realidad en la mayoría de las crianzas de aves de carne, realizadas en nuestra región, donde generalmente se crían aves de la línea Cobb vantes y Ross.

CERRATE Y GÓMEZ (2002), refieren que al añadir bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en las raciones de los pollos de carne se restablece el equilibrio ácido – base, ya que contribuye con sodio y iones de bicarbonato, influenciando por supuesto en la performance del ave.

Lo antes mencionado nos conlleva a plantear la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto del bicarbonato de sodio (NaHCO_3) sobre la performance, en condiciones de estrés calórico en pollos de carne de la línea Cobb Vantres 500?. En tal sentido se plantea la siguiente hipótesis. El nivel de bicarbonato de sodio (NaCOH_3) adicionado en la ración al 1%, tendrá mayor efecto positivo en la performance de los pollos de carne de la línea Cobb Vantres 500, mejorando el incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, ya que es un insumo que actúa restableciendo el equilibrio ácido-base, y en la relajación de los músculos, debido a su contribución de sodio e iones de bicarbonato; para demostrar esto se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar el efecto de tres niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH_3) sobre la performance en pollos de carne de la línea Cobb Vantres 500 en condiciones de estrés calórico, en la provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco.

Objetivos específicos:

- Evaluar los indicadores productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad) de pollos de carne Cobb Vantres 500 en fase de acabado criados bajo condiciones de estrés calórico y alimentado con raciones suplementadas con diferentes niveles de Bicarbonato de Sodio (NaCOH_3).
- Evaluar los indicadores fisiológicos (consumo de agua, frecuencia respiratoria, porcentaje de jadeo y pH sanguíneo), de pollos de carne Cobb Vantres 500 en fase de acabado criados bajo condiciones de estrés calórico y alimentado con raciones suplementadas con diferentes niveles de Bicarbonato de Sodio (NaCOH_3).
- Diferenciar el rendimiento económico (beneficio neto y merito económico), de pollos de carne Cobb Vantres 500 en fase de acabado criados bajo condiciones de estrés calórico y alimentado con raciones suplementadas con diferentes niveles de Bicarbonato de Sodio (NaCOH_3).

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Bienestar en las aves

Hay factores que interaccionan de manera coordinada para lograr una producción eficiente de pollos de carne, las cuales son: genética, nutrición y medio ambiente, además los animales necesitan de una temperatura confort para que ciertos órganos y tejidos funcionen adecuadamente y se obtenga eficiencia en la producción (TEXEIRA y NEME, 1998).

Las aves para mantener su crecimiento adecuado, y para prevenir de deficiencias nutricionales y enfermedades, deben recibir una nutrición balanceada. Por ello es necesario aportar la proteína considerando su balance de aminoácidos (AVIAGEN, 2009). Los niveles de sodio son importantes junto con el Balance de Electrolitos para evitar deficiencias y mantenerse en buenas condiciones físicas y fisiológicas, dando así una calidad de vida del animal o bienestar animal (QUILES y HEVIA, 2005).

2.2. Mecanismos fisiológicos y termorregulación de las aves

Las aves son animales homeotermos con capacidad para mantener constante la temperatura interna de forma uniforme, desenvuelven mecanismos precisos de control de temperatura corporal conocido como termorregulación. Sin embargo, estos mecanismos homeostáticos sólo se manifiestan eficientes

entre ciertos límites de temperatura ambiente (QUILES y HEVIA, 2005). Mientras que los anfibios y reptiles poseen capacidad de regular su temperatura corporal a través de respuestas de comportamiento. MACARI et al. (1994), reportó que el termino regulación se refiere a la compensación entre compensación entre producción y perdida de calor por el organismo con la finalidad de mantener la homeotermia; en el caso de aves la temperatura somática profunda es superior a la del otro grupo de animales homeotermos, en los pollos esta temperatura oscila entre 40,6 y 41,9 °C (BARRAGAN, 2004).

MACARI *et al.* (1994), mencionan que, los mecanismos fisiológicos son coordinados por el sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático) controlado por el hipotálamo mientras que, las respuestas de comportamiento es controlada por el sistema motor, además (BARRAGAN, 2004) añade que la temperatura corporal de las aves se halla regulada por un complejo modelo, en el que participan el sistema nervioso, el hormonal, el circulatorio y otros. Las aves mantienen su temperatura corporal en el entorno del 41 °C, procurándola gracias a la capacidad de termorregulación. Esta capacidad es claramente inferior en los pollitos de un día.

Asimismo BARRAGAN (2004), explica que los receptores nerviosos del calor corporal se encuentran en el cerebro, conectados con el hipotálamo y en los termo receptores de la piel, que son estimulados por cambios en la temperatura de la misma. Cuando la temperatura ambiental se incrementa, de modo que los mecanismos básicos de reducción de la

temperatura corporal son insuficientes, la temperatura corporal asciende. El hipotálamo libera los correspondientes factores que actúan sobre la hipófisis, situada inmediatamente por debajo, que segrega ACTH - hormona Adenocorticotropa. Esta hormona produce un efecto sobre las glándulas adrenales, estimulando la liberación de corticosterona. A su vez, esta hormona es responsable de la preparación del organismo para la situación de estrés, activando las funciones esenciales -incremento de la tasa respiratoria y de la actividad cardíaca- y reduciendo aquellas otras consideradas de menor importancia para el mantenimiento de la vida, función inmunitaria, crecimiento o reproducción.

La temperatura corporal depende del equilibrio entre el consumo y pérdida de calor, es por ello que el ave en temperaturas altas disminuye su consumo de alimento, con una forma de regulación de su temperatura (BARRAGAN, 2004 y MILES *et al.*, 2000).

Entre los mecanismos para la que exista un equilibrio térmico necesario a la vida, es la termogénesis, quien se define como la producción de calor para el metabolismo (mantenimiento, crecimiento, producción) y para la actividad física (contracción muscular). Es la eliminación de este calor al medio ambiente por vías sensible; la convección, que ocurre cuando la piel entra en contacto con líquidos o vientos fríos y vía latente; conducción cuando el cuerpo entra en contacto con superficies frías; irradiación debido a que el cuerpo irradia calor hacia el exterior; por evaporación y respiración convertida por el

vapor de agua contenida en las secreciones salivales a través del jadeo (DE BASILIO *et al.*, 2001).

2.3. Estrés calórico en las aves y respuesta corporal

2.3.1. Estrés calórico

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 (BARRAGAN, 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 (BARRAGAN, 2004).

2.3.2. Frecuencia respiratoria

OLIVEROS *et al.* (2008), señalan que los promedios de frecuencia respiratoria (FR), durante el ciclo fueron 127,2 ins/min, con máximas de 277,7 insp/min y con diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los días evaluados; así también (QUILES *et al.*, 2005), refiere que la FR alcanza un máximo a una temperatura somática profunda de 44°C pasando de 25 a 160 insp/min. Los Valores menores de FR se corresponden con los días de baja temperatura ambiente.

COLINA (2007), ha reportado, que a partir de las 11:00 hrs a 28 °C, los pollos experimentan un aumento del número de hiperventilación (NH) (78 insp/min), incrementándose en las horas más calurosas del día (14:00-16:00 hrs) llegando a 124 ± 4 insp/min, con temperaturas a 32°C.

Fernández (1985), citado por OLIVEROS *et al.* (2008), señala que esta respuesta depende de varios factores, entre ellos el tamaño del animal, temperatura del aire, densidad y manejo, así también NILIPOUR (2004), refiere que la tasa de respiración por minuto puede alcanzar 155, de un normal de 25, y el latido de corazón por minuto puede subir a 390, de un normal de 350. Esto puede aumentar el nivel pH de la sangre de un normal de 7,28 a un 7,5 y causa una condición conocida como “alcalosis respiratoria”, lo que en turno afecta a muchas reacciones fisiológicas y metabólicas. Al fin el ave muere de postración por calor.

2.3.3. Temperatura

NILIPOUR (2004), refiere que la temperatura interna de un pollo es alrededor de 104-107 F, y si esta temperatura interna llega a 110-114 F, mata al pollo. Es interesante mencionar que los pollos resisten mucho mejor al frío que al calor ya que la temperatura de la cavidad de los pollos puede bajar a 75 F y siguen vivos. La mala noticia es que la combinación del calor más humedad, puede ser mortal. Según los científicos, la combinación de los dos no debe sobrepasar 160. Por ejemplo, cuando la temperatura es 80 °F + 80% de Humedad Relativa, las dos suman 160, y allí comienza el estrés de calor; con una temperatura moderada y humedad de 80, el clima se siente

como 86 °F, o con una temperatura de 90 °F y 100% humedad, los pollos pueden sentir como 133 °F, que puede ser fatal para ellos. Ha sido demostrado que en los galpones cerrados de ambiente controlado que la temperatura interior puede ser reducida unos 16°F si la temperatura ambiental es del 30%, pero si la humedad aumenta al 50%, entonces la temperatura sólo se reduce por 10°F. Con una temperatura de 104°F y el 75% de humedad relativa, la temperatura corporal del pollo alcanzará los 110°F (de una temperatura corporal normal de 106°F) y esto matará a más del 30% de los pollos.

2.3.4. 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 simpático-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). Como hemos visto, las aves responden al estrés por calor con una serie de mecanismos orientados al mantenimiento de la temperatura corporal (BARRAGAN, 2004), algunos de estos son:

Pérdidas por conducción y radiación

Las zonas desprovistas de plumas del cuerpo de las aves tienen una temperatura cutánea más baja que las de las zonas emplumadas. 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 (BARRAGAN, 2004).

Reducción de la temperatura interna

Los animales intentan reducir la producción de calor interno. 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 (BARRAGAN, 2004).

Reducción del consumo voluntario

Es el factor más relacionado con las pérdidas de producción que se producen en las situaciones de estrés térmico, puesto que existe una menor cantidad de nutrientes disponibles, combinada con las mayores demandas de energía para respiración y trabajo cardíaco.

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. Una consecuencia indirecta de este incremento de consumo de agua es un aumento en la humedad de las deyecciones (BARRAGAN, 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 (BARRAGAN, 2004).

REECE (2010), el término reacción de la sangre hace referencia el pH de la sangre en el animal, viene hacer el balance de todos los cationes frente a los aniones queda reflejado a la concentración de iones hidrogeno, en animales sanos es alcalina y cercana a 7,4 unidades de pH.

GUYTON (2006), el pH de la sangre humana debe ser ligeramente alcalino (7,35 – 7,45). Por debajo o por arriba de este rango comienzan los problemas o las enfermedades. Un pH de 7,0 es neutral. Un pH por debajo de 7,0 es ácido. Un pH por encima de 7,0 es alcalino. SAÍNZ, 2006,

menciona que el pH normal del líquido extracelular se debe a que todos los líquidos del organismo son ligeramente alcalinos, el pH de la sangre arterial es de 7,4 y la sangre venosa tiene un pH de 7,3.

Los valores medios de pH de la sangre y sus intervalos normales en varias especies, como el vacuno valor medio 7,38 (7,27 – 7,49); oveja valor medio 7,44 (7,32 – 7,54); caballo valor medio 7,38 (7,32 – 7,44); perro valor medio 7,36 (7,31 – 7,42); gallina valor medio 7,54 (7,45 – 7,63) (REECE, 2010).

SAÍNZ (2006), menciona que los procesos metabólicos intracelulares producen ácidos, es decir, sustancias capaces de liberar iones H^+ , por oxidación de los hidratos de carbono y las grasas; si es completa da lugar a ácido carbónico (CO_3H_2) y si es incompleta, a ácidos orgánicos, como pirúvico, láctico, acetoacético, betahidroxibutirico, etc.; también a expensas de los compuestos orgánicos de las proteínas (a partir del fósforo y el azufre que contienen), se forman ácidos. De igual manera, se forman sustancias capaces de aceptar iones H^+ , llamadas bases, de lo que resulta la existencia de un justo equilibrio entre la producción de unos (ácidos) y otras (bases), lo que permite un estado normal de neutralidad de los líquidos corporales.

El mismo autor menciona que el pH de la sangre sufre una modificación por la elevada pérdida de CO_2 , asociada con el aumento de la respiración. El equilibrio ácido-base del organismo es posible debido a la

interrelación de tres sistemas: tampones intra. y extracelulares, que amortiguan la intensidad de los cambios agudos del equilibrio ácido-base. La compensación respiratoria, íntimamente relacionada con el sistema anterior. Se da por la excreción renal del exceso de ácidos y la concentración de iones H^+ , existentes en el líquido extracelular, se simboliza por pH, estando su valor entre 7,35 y 7,45; la vida humana se desenvuelve entre límites muy estrechos de pH.

Esto produce un incremento en el pH de la sangre, alcalosis metabólica que el animal intenta compensar con una pérdida de bicarbonato a nivel de los riñones. Este proceso se asocia a una reducción en la disponibilidad de calcio dietético por la reducción del consumo y a una menor tasa de fósforo disponible parte por la reducción del consumo, parte por una pérdida destinada a restablecer el equilibrio ácido-básico de la sangre (SAÍNZ 2006).

En los pollos de carne, la alcalosis metabólica que se produce con el jadeo también supone la pérdida de iones bicarbonato por la orina, que es compensado con la excreción de iones positivos como el potasio. Esto conlleva una pérdida de la capacidad de los animales de mantener su balance hídrico celular, por lo que se incrementa aún más el consumo de agua. Como consecuencia se incrementa el estrés osmótico de las células orgánicas, que en su extremo más grave puede suponer la muerte celular primero, e incluso la muerte del animal.

En la zona de Tingo María la temperatura ambiental varía de 19.5 °C hasta 35 °C. (UNAS, 2006) induciendo en las aves a un estado de estrés por calor en horas del día, provocando así alteraciones fisiológicas, por ende la baja producción y pérdidas económicas en productor.

Algunos trabajos de investigación se realizaron con la finalidad de encontrar alternativas para contrarrestar el estrés calórico, así, (MACARI *et al.*, 1994 y ALEGRIA *et al.*, 2008) recomendó realizar trabajos utilizando estrategias en la alimentación como aditivos (bicarbonato de sodio) quienes favorecen para contrarrestar el estrés calórico y obtener una buena performance en los pollos de carne.

2.4. Estrategias para combatir el estrés calórico en aves

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

2.4.1. Estrategias nutricionales y manejo de la alimentación

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.

El balance electrolítico de los alimentos para pollos ha sido reevaluado recientemente (BORGES *et al.*, 2003) en condiciones brasileras. Los resultados muestran que el requerimiento por si solo de los electrolitos parece menos importante que los efectos de aquellos sobre el consumo de agua.

El clima cálido del trópico magnifica los problemas para cubrir los requerimientos nutricionales en las diferentes etapas de producción de las aves; su efecto limita el potencial genético, al disminuir el consumo de alimento y la tasa de crecimiento.

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).

Asimismo (LOZANO *et al.*, 2006), dice que de esto surge la implementación del suministro de dietas en el día con diferente composición nutricional a objeto de suministrar en las horas más calientes dietas que generen menor calor Sin embargo, esta alternativa trae problemas de manejo y mayor costo de alimentación por la formulación de diferentes dietas para suministrar al día metabólico y que el ave cubra sus requerimientos de mantenimiento.

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).

Los aditivos más estudiados son el cloruro de amonio ($\text{NH}_4 \text{CL}$) y el bicarbonato de sodio (NaHCO_3). Este mecanismo sólo es efectivo si la temperatura del agua permanece baja y fresca (ANGULO, 1990).

2.5. Utilización de bicarbonato de sodio

2.5.1. Características generales del bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio 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 la performance en condiciones de estrés por calor CERRATE y GÓMEZ (2002). Además añade que un insumo útil para restablecer un balance electrolítico inapropiado es el bicarbonato de sodio, 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.

2.5.2. 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).

Estudios experimentales en pollos de carne muestran una interacción de lisina y balance electrolítico obteniendo mayor ganancia de peso, y observando que al restablecer el balance electrolítico a 250 mEq/kg por medio del bicarbonato de sodio se obtuvo una similar conversión de alimento con las dietas de 1,1% y 1,21% de lisina pero no cuando los pollos consumieron un balance electrolítico de 195 mEq/kg (MAHMOOD y RAZA 2001).

El mismo autor menciona que se ha observado también que los pollos que consumieron bicarbonato de sodio mejoraron la digestibilidad de

proteína, ganancia de peso, conversión de alimento y deposición de calcio y fósforo comparado con los de los grupos que se alimentaron con NaCl. En la etapa de inicio, crecimiento y acabado se recomienda un balance electrolítico similar a 250 mEq/kg siendo que en condiciones prácticas de alimentación con los niveles típicos de uso de ingredientes se obtiene mejores resultados productivos al incluir bicarbonato de sodio (0,2 – 0,5 %) para restablecer las dietas a ese balance electrolítico óptimo (GORMAN y BALNAVE, 1994).

2.5.3. Balance electrolítico sobre el estrés calóricos

En condiciones de estrés por calor se produce un desequilibrio electrolítico en las aves por lo que incluir bicarbonato de sodio resulta útil para restablecer el equilibrio ácido-base y poder obtener mejores resultados productivos. En estas condiciones se produce alcalosis metabólica generando un requerimiento mayor del ión bicarbonato para utilización buffer (MAHMOOD y RAZA, 2001), además indica que este cambio de pH junto con la pérdida de bicarbonato y minerales, se agrava más cuando se incrementa el calor o humedad, influye en el metabolismo y salud general del ave. Por ello al restablecer el balance electrolítico con el uso del bicarbonato de sodio se tiene un efecto favorable sobre las aves en condiciones de estrés por calor.

En estrés por calor el ave incrementa la tasa respiratoria (jadeo) para disipar el calor, eliminando H₂O y CO₂ por medio de la utilización del bicarbonato, CO₂ y H₂O de los tejidos, lo cual provoca una disminución del bicarbonato e incrementa el pH sanguíneo (cambio a de 7.2 a 7.5 ó 7.7), lo que

provoca un rápido desbalance ácido-base. La pérdida de iones bicarbonato e hidrógeno se incrementa cuando más severo es el calor y/o humedad ambiental (GORMAN y BALNAVE, 1994). Como también indican que al añadir bicarbonato de sodio (NaHCO_3) se observa un mejor crecimiento, mayor consumo de alimento, mejor conversión de alimento y mejoras sobre la calcificación del fémur.

GORMAN y BALNAVE (1994), recomiendan que, en condiciones de estrés por calor se debe elevar el balance electrolítico a un nivel de 300 mEq/kg en el alimento siendo que en condiciones prácticas de alimentación con los niveles típicos de uso de ingredientes se obtiene mejores resultados productivos al incluir bicarbonato de sodio (0.6 – 1.0 %) para restablecer las dietas a ese balance electrolítico óptimo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental del Galpón de Aves de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, Región Huánuco. Geográficamente, se encuentra ubicado a 660 m.s.n.m, con 09°17'58" de latitud sur y 76°01'07" de longitud oeste; con precipitaciones menores entre los meses de abril a noviembre y mayores precipitaciones entre los meses de diciembre a marzo, con un promedio de 4580 mm, presentando una temperatura promedio anual de 24.85°C y humedad relativa de 80%. Ecológicamente conocida en la zona de vida bosque muy húmedo-Premontano Sub-tropical (bmh-pst). El trabajo experimental tuvo una duración de un mes, realizado entre los meses de octubre y noviembre del 2011.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación experimental.

3.3. Animales experimentales

Los animales en estudio fueron 256 pollos, 128 machos y 128 hembras, de la línea COBB VANTRES 500, de 21 días de edad, los cuales

fueron distribuidos en 4 tratamientos con 4 repeticiones, y como unidad experimental por tratamiento de 16 pollos, cuya unidad experimental por bloques fueron de 8 pollos tanto para machos y hembras.

3.4. Instalaciones y equipos

Se utilizó un galpón con orientación de norte a sur, de 24,74m x 9.72m; piso de concreto con 3% de pendiente, zócalo de material noble, postes y vigas de madera; paredes de malla metálica tipo gallinero, techo de calamina a dos aguas superpuesta con claraboya. Para el experimento en el galpón se colocaron 8 jaulas experimentales, de 228 cm² y 80 cm de altura desde el nivel del piso, divididas cada una en 2 jaulas pequeñas de 0.80 m², confeccionadas de madera y malla metálica, haciendo un total de 32 jaulas por los 4 tratamientos, cada jaula alojó a 8 aves. Se acondicionaron los comederos y bebederos independientes; se usó como cama viruta con el fin de proteger a las aves de la humedad y facilitar la limpieza de las excretas y como fuente de iluminación se usó focos de 100 watts en cada bloque, tratamiento y repetición.

3.5. Alimentación y alimento para los animales

El suministro de los alimentos fue ad-libitum, en horas de la mañana (7:00 am), alimentos preparados en la Planta de Alimentos Balanceados "El Granjero" de la UNAS. Se suministró 3 raciones (de 0-21; de 22 a 33 y de 34 a 40 días). La composición porcentual y nutricional de las raciones en estudio se presenta en los Cuadros 1 y 2., raciones considerando los requerimientos sugeridos por la tablas brasileñas para aves y cerdos, para

pollos de 21 a 33, 34 a 40 días de edad, engorde y acabado (ROSTAGNO *et al.*, 2005). El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) fue utilizado como aditivo en las raciones.

Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos de 1 - 21 días de edad, previo al experimento

Ingredientes (%)	Tratamientos ¹			
	0%	0.50 %	1%	1.5. %
Maíz	56.45	56.45	56.45	56.45
Torta de soya	33.80	33.80	33.80	33.80
Aceite de palma	2.85	2.85	2.85	2.85
Harina. de pescado	3.69	3.69	3.69	3.69
Carbonato de calcio	1.19	1.19	1.19	1.19
Fosfato Monodicalcico	0.96	0.96	0.96	0.96
Sal	0.32	0.32	0.32	0.32
Lisina HCl	0.16	0.16	0.16	0.16
Metionina	0.28	0.28	0.28	0.28
Treonina	0.02	0.02	0.02	0.02
Aflaban	0.02	0.02	0.02	0.02
Zinc Bacitracin.	0.02	0.02	0.02	0.02
Coccidiostatico	0.02	0.02	0.02	0.02
BHT	0.02	0.02	0.02	0.02
Cloruro de colina	0.02	0.02	0.02	0.02
Premezcla vitamina y mineral	0.18	0.18	0.18	0.18
Arena lavada de rio	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonato de sodio	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo nutricional²				
Proteína Bruta (%)	22.00	22.00	22.00	22.00
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950
Grasa	3.50	3.50	3.50	3.50
Calcio (%)	0.87	0.87	0.87	0.87
Fosforo Disponible (%)	0.43	0.43	0.43	0.43
Lisina (%)	1.24	1.24	1.24	1.24
Metionina (%)	0.49	0.49	0.49	0.49

1 Tratamientos: 0, 0.5, 1, 1.5 % de inclusión de bicarbonato de sodio en la dieta.

2 Datos calculados en base a las necesidades nutricionales. Rostagno *et al.* (2005)

Cuadro 2. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos de 22 – 33 días de edad, con la adición del bicarbonato de sodio

Ingredientes (%)	Tratamientos ¹			
	0%	0.50%	1%	1.5%
Maíz	61.06	61.06	61.06	61.06
Torta de soya	26.59	26.59	26.59	26.59
Aceite de palma	3.63	3.63	3.63	3.63
Harina. de pescado	4.73	4.73	4.73	4.73
Carbonato de calcio	0.76	0.76	0.76	0.76
Fosfato Monodicalcico	0.49	0.49	0.49	0.49
Sal	0.39	0.39	0.39	0.39
Lisina HCl	0.24	0.24	0.24	0.24
Metionina	0.15	0.15	0.15	0.15
Treonina	0.06	0.06	0.06	0.06
Aflaban	0.05	0.05	0.05	0.05
Zinc Bacitrac.	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
BHT	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla vitamina y mineral	0.15	0.15	0.15	0.15
Arena lavada de rio	1.50	1.00	0.50	0
Bicarbonato de sodio	0.00	0.50	1.00	1.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo nutricional²				
Proteína Bruta (%)	19.800	19.800	19.800	19.800
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
Grasa	6.50	6.50	6.50	6.50
Calcio (%)	0.76	0.76	0.76	0.76
Fósforo Disponible.(%)	0.36	0.36	0.36	0.36
Lisina (%)	1.13	1.13	1.13	1.13
Metionina (%)	0.45	0.45	0.45	0.45

1 Tratamientos: 0, 0.5, 1, 1.5 % de inclusión de bicarbonato de sodio en la dieta.

2 Datos calculados en base a las necesidades nutricionales. Rostagno et al. (2005)

Cuadro 3. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos de 34 – 40 días de edad, con la adición del bicarbonato de sodio

Ingredientes (%)	Tratamientos ¹			
	0%	0.50%	1%	1.5. %
Maíz	64.08	64.08	64.08	64.08
Torta de soya	24.85	24.85	24.85	24.85
Aceite de palma	4.00	4.00	4.00	4.00
Hna. de pescado	3.00	3.00	3.00	3.00
Carbonato de calcio	0.77	0.77	0.77	0.77
Fosfato monodicalcico	0.53	0.53	0.53	0.53
Sal	0.40	0.40	0.40	0.40
Lisina HCl	0.26	0.26	0.26	0.26
Metionina	0.14	0.14	0.14	0.14
Treonina	0.07	0.07	0.07	0.07
Aflaban	0.05	0.05	0.05	0.05
Zinc Bacitrac.	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
BHT	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla vitamina y mineral	0.15	0.15	0.15	0.15
Arena lavada de rio	1.50	1.00	0.50	0
Bicarbonato de sodio	0.00	0.50	1.00	1.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Valor nutricional²				
Proteína Bruta (%)	18.300	18.300	18.300	18.300
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150
Grasa	6.84	6.84	6.84	6.84
Calcio (%)	0.66	0.66	0.66	0.66
Fosforo Disponible.(%)	0.31	0.31	0.31	0.31
Lisina (%)	1.06	1.06	1.06	1.06
Metionina (%)	0.42	0.42	0.42	0.42

1 Tratamientos: 0, 0.5, 1, 1.5 % de inclusión de bicarbonato de sodio en la dieta.

2 Datos calculados en base a las necesidades nutricionales. Rostagno et al. (2005)

3.6. Insumo en estudios

El bicarbonato de sodio (NaCOH_3), se adquirió de la avícola Durand en la ciudad de Tingo María, que se dedica a la venta de alimentos balanceados para animales domésticos.

3.7. Sanidad

El galpón, fue desinfectado 15 días antes del experimento con lejía, detergente y cal viva, luego fue quemado con lanzallamas. Las jaulas y equipos también se desinfectaron con detergente y lejía. Las cortinas después de su instalación fueron fumigadas con formol al 10%. La prevención de las enfermedades se realizó mediante un programa de vacunación, contra Triple aviar (New castle, bronquitis infecciosa y Gumboro) por vía ocular.

3.8. Variable independiente

Niveles de bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

3.9. Tratamientos

Se adicionó el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) como aditivo de las raciones en diferentes niveles. Se utilizaron tres tratamientos con cuatro repeticiones, se efectuó entre los meses de octubre y Noviembre del 2011, cada repetición se hizo en los meses mencionados por tratamiento. Los tratamientos fueron:

T1= Ración balanceada sin inclusión de bicarbonato de sodio (testigo).

T2= Ración con inclusión de 0.5% de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

T3= Ración con inclusión de 1% de bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

T4= Ración con inclusión de 1.5% de bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

3.10. Croquis y distribución de tratamientos

T1- SIN NaHCO ₃		T2 - 0.5% NaHCO ₃		T3 - 1% NaHCO ₃		T4 - 1.5% NaHCO ₃	
T1M R1	T1H R3	T2M R3	T2H R2	T3M R4	T3H R4	T4M R2	T4H R3
T1M R3	T1H R2	T2M R2	T2H R3	T3M R1	T3H R2	T4M R3	T4H R1
T1M R2	T1H R4	T2M R1	T2H R1	T3M R3	T3H R3	T4M R4	T4H R4
T1M R4	T1H R1	T2M R4	T2H R4	T3M R2	T3H R1	T4M R1	T4H R2

Tratamientos: T₁, T₂, T₃, T₄. Sexo: M (Macho), H (Hembra), Repeticiones: R₁, R₂, R₃, R₄

3.11. Análisis estadístico

Los animales fueron distribuidos mediante un Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, en donde el factor bloque fue el sexo del ave (macho y hembra). Los datos fueron analizados en cada variable mediante el análisis de varianza con grado de confiabilidad de 95 %.

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = u + T_i + B_j + e_{ijk}$$

Dónde:

u = Media poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2, \text{ y } 3$)

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

Y_{ijk} = *j*-ésimo bloque en el *i*-ésimo tratamiento

e_{ijk} = Error experimental

Para el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre las medias del tratamiento se utilizó la prueba DUNCAN ($p < 0.05$), así mismo, se realizó el análisis de regresión y correlación lineal simple para estudiar las relaciones existentes entre las variables involucradas.

3.12. Variables dependientes

Indicadores productivos

- Consumo de alimento diario (g)
- Ganancia de peso (g)
- Conversión alimenticia (CA)
- Mortalidad (%)

Indicadores fisiológicos

- Consumo agua (lt)
- Frecuencia respiratoria (resp/min)
- Porcentaje de jadeo (%)
- PH sanguíneo

Indicadores medioambientales

- Temperatura ambiental (°C) y humedad ambiental (%)

Indicadores económicos

- Beneficio Neto (s/)
- Merito Económico

3.12.1. Indicadores productivos

Consumo de alimento diario (g), el alimento fue pesado en cada semana durante la racionalización por jaulas de acuerdo a los requerimientos y consumo diario de los pollos, el alimento se pesó al inicio de la semana para cada jaula y se suministró a los pollos en función de los tratamientos, y al término de la semana se pesó la fracción restante y por diferencia se calculó el consumo semanal, a partir de ello se realizó los cálculos dividiendo la cantidad consumida entre los días que consumieron y entre el número de aves por jaula para establecer el consumo diario de alimento por ave.

Ganancia de peso (g), ganancia de peso diario, se determinó por la diferencia del peso final con el peso inicial de las aves, luego el resultado fué dividido entre el número de días evaluados.

$$Ganancia\ Peso\ diario = \frac{\text{Peso Final} - \text{peso inicial}}{\text{Numero de días evaluados}}$$

Conversión alimenticia (CA), la conversión alimenticia se determinó mediante la división del consumo diario del alimento y la ganancia de peso diario.

$$Conversion\ alimenticia = \frac{\text{consumo diario de alimento}}{\text{ganancia de peso diario}}$$

Mortalidad (%), la mortalidad fue evaluada a través de la observación continua y diaria en cada tratamiento para así poder tener datos sobre los efectos antagónicos y medioambientales durante el experimento.

3.12.2. Indicadores fisiológicos

Consumo de agua (H₂O) por día, el agua fue controlada antes de suministrar a las aves; por tratamiento y bloques, luego al momento de cambiar el agua se midió el sobrante y se sacó el promedio de consumo por día, esto se realizó cada día, se promedió por semana hasta la saca.

Frecuencia respiratoria (respiraciones/min.), para este parámetro se visualizó los pollos y se grabó con una cámara filmadora (para evitar el estrés), durante 5 minutos, esto se realizó por tratamientos (hembras y machos), luego fue medido la frecuencia respiratoria por minutos, para esto se utilizó un reloj; este proceso se realizó 2 veces por semana en horario de (7:00 a.m.) y (2:00 p.m.)

Porcentaje de jadeo (%), este parámetro fue evaluado a través de visualizaciones constantes; donde el jadeo de los pollos, fue gravado con una cámara filmadora, luego fue visualizado y contado. Este proceso se realizó durante las horas del día que presentan mayor temperatura.

PH sanguíneo, para la evaluación del pH de la sangre, se utilizó “pH- METRO DIGITAL \mV\Temp\ PORTATIL EXTECH 407227”, Pantalla doble para pH o mV y temperatura, con ajuste de contraste. Temperatura en grados centígrados o Farenheid. Retención de datos máximos, mínimos y promedio. Auto apagado. Interface RS 232 para registro de datos, indicador de batería baja. Rangos: 0-14 pH, \pm 1999 mV, 0 a 50 °C. Exactitud 0.01 pH, 1 mv, 0.1 °C. Compensación manual y automática de temperatura usando punta de temperatura. Una vez calibrada la maquina se procedió para la lectura.

Para ello se determinó 2 animales al azar por bloque, tratamiento y repetición, y se tomaron los datos al inicio y final del periodo experimental, a los 21 y 40 días de edad de los pollos; el instrumento fue llevado al lugar experimental y al momento del goteo se recolecto en tubos de ensayo de 20 ml., recolectándose 2 ml de la sangre extraída de la vena alar, medidos inmediatamente por “pH- METRO DIGITAL \mV\Temp\ PORTATIL EXTECH 407227”. Luego de la lectura se procedió a registrar la información en la libreta de campo, luego se lavó el electrodo con agua destilada, procediéndose al secado con papel secante, para luego realizar la nueva lectura del siguiente animal.

3.12.3. Indicadores medioambientales

Temperatura ambiental (°C) y humedad ambiental (%), la temperatura y humedad ambiental fueron registradas tres veces por día, a

las: 7:00 am., 11:00 am. y 3:00 pm. a través de un termómetro digital ambiental. Este proceso se realizó diariamente durante el periodo de evaluación del experimento. Para esto se colocó un termómetro digital ambiental en el lugar donde se realizó el experimento.

3.12.4. Indicadores económicos

Se determinó a través del beneficio neto por animal y por Kg de peso por cada tratamiento, en función de los costos de producción, las cuales se consideran los costos variables (costo de alimento) y costos fijos (precio de compra de las aves, mano de obra y medicamentos).

Beneficio neto (s/), los cálculos del beneficio neto para cada tratamiento se analizó mediante la siguiente ecuación:

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Dónde:

$BN_j =$	Beneficio neto en S/. Por animal
$j =$	Tratamiento
$P =$	Precio por kg del ave (S/.)
$Y_j =$	Peso final por cada tratamiento (S/. /kg)
$CV_j =$	Costo variable por ave / tratamiento (S/.)
$CF_j =$	Costo fijo por ave (S/.)

Merito económico (%), para el análisis de mérito económico, se empleó la siguiente ecuación:

$$ME (\%) = \frac{BN}{CT} \times 100$$

Dónde:

ME= Mérito económico en porcentaje.

BN= Beneficio neto por tratamiento.

CT= Costo total por tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Indicadores productivos

4.1.1. Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia

El Cuadro 4, muestra los promedios del desempeño de pollos COBB VANTRES 500 en la fase de acabado, pesos promedios inicial, peso final e incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia por animal por tratamiento, por el efecto de la administración de diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en la ración alimenticia, T1 (NaHCO_3 0 %) T2 (NaHCO_3 0.5 %), T3 (NaHCO_3)1 % y T4 (NaHCO_3) 1,5 % respectivamente.

Cuadro 4. Pesos, de inicio a los 21 días, final y ganancia de peso, consumo de alimento (g) y conversión alimenticia de pollos cobb vantes 500 en la fase de acabado en función a los tratamientos en estudio.

Parámetros	Tratamientos				P-valor	CV (%)
	NaHCO ₃	NaHCO ₃	NaHCO ₃	NaHCO ₃		
	0%	0,5 %	1%	1,5 %		
Peso (g) a 21 días	601,35	595,69	618,89	610,66	0,16	3,48
Peso (g) a 40 días	1994,80 ab	1931,69 b	2034,7a	2000,9 b	0,12	4,23
GDP/a/T (g)	1393,45	1336,00	1415,81	1390,30	0,27	5,87
GDP/a/d/T (g)	73,33	70,31	74,52	73,18	0,27	5,87
CDA/a/T (g)	121,38	120,28	122,34	123,66	0,70	4,89
C.A.	1,65	1,71	1,64	1,69	0,17	3,80

Letras diferentes en la misma fila expresan diferencias por Duncan ($p > 0,05$)

GDP= Ganancia de peso, CDA= Consumo de alimento, CA=Conversión alimenticia

Reg. = Regresión, L=Lineal

4.1.2. Índice de mortalidad

En el Cuadro 5 se muestra la mortalidad de los animales en estudio por tratamiento de los pollos cobb vantes 500 en la fase de acabado, donde el mayor porcentaje de mortalidad fue el T1 (NaHCO₃) 0 %) con 7,8 % y el menor fue en el T3 (NaHCO₃)1 % y T4 (NaHCO₃)1,5 % con 3,1 % respectivamente.

Cuadro 5. Mortalidad numérica y porcentual de los animales en estudio de pollos cobb vantres 500 en la fase de acabado en función a los tratamientos en estudio con diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

Parámetros	Tratamientos				P-valor	CV (%)
	NaHCO_3 0%	NaHCO_3 0,5 %	NaHCO_3 1%	NaHCO_3 1,5 %		
Mortalidad en #	5 a.	3 ab	2 b	2 b	21.2	0.08
Mortalidad en %	7.8	4.7	3.1	3.1		

Letras diferentes en la misma fila expresan diferencias por Duncan ($p > 0.05$)

Reg. = Regresión, L=Lineal

4.2. Indicadores Fisiológicos

4.2.1. Consumo de agua

En el Cuadro 6, el consumo de agua promedio por tratamiento y por animal en estudio de los pollos cobb vantres en la fase de acabado, al análisis de variancia se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) donde el mayor consumo fue con el T3 (NaHCO_3 1 %) seguido del T1 (NaHCO_3 0 %) y el más bajo fue el T2 (NaHCO_3 0.5%) con el menor consumo de agua.

Cuadro 6. Consumo promedio de agua por tratamiento, por animal desde los 21 días, a 40 días

Parametros	Tratamientos				CV %	P- valor	Reg. L
	NaHCO ₃	NaHCO ₃	NaHCO ₃	NaHCO ₃			
	0%	0.50%	1%	1.50%			
Consumo total (lt)	44,10 b	39,59 c	47,11 a	40,61 c	1.36	0.001	L
consumo diario (lt)	0,290 b	0,260c	0,310 a	0,267 c	1.92	0.001	L

Letras diferentes en la misma fila expresan diferencias por Duncan ($p > 0,05$)

Reg. = Regresión, L=Lineal

4.2.2. Frecuencia respiratoria/tratamiento y jadeo durante 20 días de experimento (21 a 40 días)

El Cuadro 7, muestra la frecuencia respiratoria promedio/a/ tratamiento, encontrándose diferencias significativas, si siendo superiores el T1, T2 y T4 al T3, con respecto al % de jadeo/trat/animal, se encontró diferencias significativas entre los tratamientos siendo superior el T1 a los demás tratamientos T2, T3 y T4 respectivamente.

Cuadro 7. Frecuencia respiratoria/tratamiento promedio y % de jadeo promedio /tratamiento/animal desde los 21 días, a 40 días

Parametros	Tratamientos				CV (%)	P - valor	Reg
	NaHCO ₃ 0%	NaHCO ₃ 0.50%	NaHCO ₃ 1%	NaHCO ₃ 1.50%			
Frecuencia respiratoria/min	168,12 a	163.6 ^a	143.21b	163.27a	1.2	0.029	L
Jadeo (%)	6.65a	6.21 b	5.67c	5.65c	3.4	0.001	L

Letras diferentes en la misma fila expresan diferencias por Duncan ($p > 0,05$)
Reg. = Regresión, L=Lineal

4.2.3. pH sanguíneo al inicio (21 días) y final (40 días) del experimento

En el Cuadro 8, se puede observar los valores de pH sanguíneo a los 21 días y 40 días de los pollos en experimento, al análisis de variancia a los 21 días no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos, a los 40 días de evaluación si se encontró diferencias significativas ($P > 0,05$), pero el pH superior fue el T1 (testigo) y T2 (0,5%NaHCO₃), reduciéndose significativamente T3 (1%NaHCO₃) y T4 (1,5%NaHCO₃)

Cuadro 8. pH sanguíneo al inicio y final por tratamiento, por animal desde los 21 días, a 40 días de pollos Cobb vanrees 500 en la fase de acabado conteniendo diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH_3).

Parametros	Tratamientos				CV (%)	P - valor	R eg
	NaHCO_3 0%	NaHCO_3 0.50%	NaHCO_3 1%	NaHCO_3 1.50%			
pH a los 21 días	7.43	7.42	7.41	7.4	0.83	0.436	L
pH a los 40 días	7.40 ^a	7.39a	7.32b	7.29b	0.83	0.001	L

Letras diferentes en la misma fila expresan diferencias por Duncan ($p > 0,05$)

Reg. = Regresión, L=Lineal

4.3. Indicadores medioambientales

4.3.1. Temperatura y humedad medioambiental

La evaluación de los animales en estudio con diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en la ración durante 20 días se tuvo un promedio de temperatura 28.25 °C con una humedad relativa de 68.56 % a nivel de galpón, donde se puede apreciar en la Figura 1.

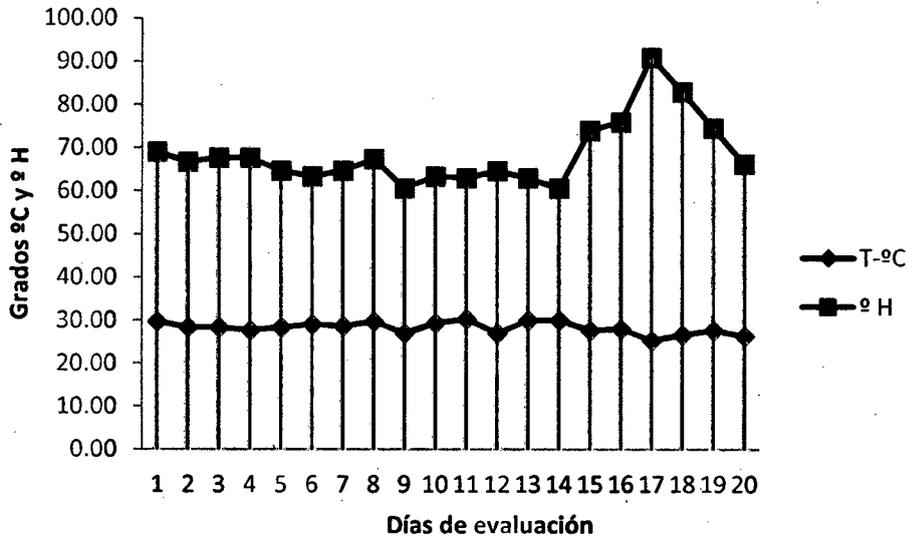


Figura 1. Temperatura y humedad relativa durante los días de evaluación con niveles bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en la ración alimenticia.

4.4. Indicadores económicos

4.4.1. Beneficio neto y merito económico

En el Cuadro 9, se muestran el rendimiento económico de los animales en estudio con diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaCOH_3) en la ración durante el experimento se encontró que el M.E. fue T3 (1 % NaHCO_3) con 35.46 %, seguido por T4 (1% NaHCO_3) con 32.86 %, T1 (0 % NaHCO_3) con 30.78 % y, T2 (0.5% NaHCO_3) 26.86 %, respectivamente.

Cuadro 9. Beneficio Neto, costo Total y Mérito Económico por tratamiento/animal en pollos COBB VANTRES 500, en la fase de acabado conteniendo diferentes niveles de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

Parametros	Tratamientos			
	NaHCO_3 0%	NaHCO_3 0.50%	NaHCO_3 1%	NaHCO_3 1.50%
Beneficio Neto/a (S/)	2,94	2,63	3,50	3,27
Costo Total/a (S/)	9,55	9,79	9,87	9,95
Mérito Económico (%)	30,78	26,86	35,46	32,86

V. DISCUSIÓN

5.1. Indicadores productivos

5.1.1. Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia

En el Cuadro 4, se muestra el desempeño de los animales, con respecto, al peso final a los 40 días/tratamiento se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) siendo superior el T3 (NaHCO_3 1%) al T2 (NaHCO_3 0.5%) pero similares al T1 (NaHCO_3 0%) y T4 (NaHCO_3 1.5%), se puede afirmar que los niveles de 1% de NaHCO_3 mejoró la ganancia de peso, lo cual concuerda con CERRATE y GOMEZ (2002). cuando ocurre un balance de electrolitos se mejora la respuesta biológica.

Pero cuando se evalúa la ganancia de peso/animal/tratamiento y ganancia de peso/animal/día/t, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en estudio existiendo una diferencia numérica a favor del T3 (1.0% NaHCO_3) 74.52 gr, siendo el menor el T2 con 70.31 (NaHCO_3 0.5%). Con respecto al consumo de alimento por animal/tratamiento no se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en estudio, mejorando el consumo el T4, Así como lo afirma BARRAGAN (2004); MILES *et al.* (2000). quienes mencionan que la

temperatura corporal depende del equilibrio entre el consumo y pérdida de calor, es por ello que el ave en temperaturas altas disminuye su consumo de alimento, generando poca ganancia de peso, con una forma de regulación de su temperatura.

Para la conversión alimenticia no se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en estudio, solo encontrándose diferencias numéricas, siendo más eficiente el T3 (1.0% NaHCO_3) con 1.64 con respecto a los demás tratamientos; esto concuerda con CERRATE y GOMEZ (2002) y BARRAGAN (2004) y MILES *et al.* (2000). Probablemente este es debido a que se reduce el estrés térmico con la adición de bicarbonato de sodio al 1 %, mejorando las condiciones fisiológicas y estrés del animal.

5.1.2. Índice de mortalidad

La mortalidad en el presente estudio se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), Cuadro 5, encontrándose mayor mortalidad en el testigo T1 (0% NaHCO_3), mejorando a los tratamientos con la adición de T3 (1% NaHCO_3) T4 (1.5% NaHCO_3), estos valores concuerda con CERRATE y GOMEZ (2002), quienes afirman que la adición del bicarbonato en ración de pollos se reduce la mortalidad, así también NILIPOUR (2004), afirma que cuando la suma de la temperatura más humedad están sobre 106. Estaría entrando en una mortalidad del animal, debido a una descompensación del sistema acido-base, así mismo con la adición de bicarbonato de sodio,

tratamos de contrarrestar la mortalidad, así como lo afirma CERRATE y GOMEZ (2002).

5.2. Indicadores fisiológicos

5.2.1. Consumo de agua

El consumo de agua al ser evaluados en los tratamientos en estudio, por animal/tratamiento, se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) obteniéndose mayor consumo de agua en el T3 (1% NaHCO_3) con respecto al T1 (0% NaHCO_3), a diferencia de los T2 (0.5 % NaHCO_3) y T4 (1.5 % NaHCO_3), (BARRAGAN, 2004). Menciona que 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, y para compensar las pérdidas de agua producidas durante el jadeo, ya que el balance de agua debe permanecer constante. Una consecuencia indirecta de este incremento de consumo de agua es un aumento en la humedad de las deyecciones. Así también NILIPOUR (2004), El consumo de agua tiene una relación directa a la regulación del calor. Este es el factor principal de control cuando se trata del estrés calórico, es más importante que cualquier otro factor. El agua afecta a todas las reacciones metabólicas y fisiológicas que ocurren en el cuerpo. Bajo condiciones normales y por promedio, las aves consumen el doble de agua que de alimento. Pero esta diferencia puede ser mucho más cuando la temperatura se incrementa de 75 a 90°F (de 24 a 32°C).

5.2.2. Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria de los animales en estudio se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos siendo superiores en T1 (0% NaHCO_3), T2 (0.5% NaHCO_3) y T4 (1.5% NaHCO_3) con respecto al T3 (1% NaHCO_3), esto concuerda con CERRATE y GÓMEZ (2002), que con adiciones de 250 mEq/kg de bicarbonato en la ración se llega a equilibrar los desbalances de electrolitos, provocados por el stress térmico. Mientras OLIVEROS *et al.*, (2008), señalan que los promedios de frecuencia respiratoria (FR), durante el ciclo fueron 127 ins/min, con máximas de 277 insp/min entre los días evaluados; así también, así mismo QUILES *et al.*, (2005), refiere que la FR alcanza un máximo a una temperatura somática profunda de 44°C pasando de 25 a 160 insp/min. Los Valores menores de FR se corresponden con los días de baja Temperatura ambiente.

5.2.3. Jadeo

Con respecto al jadeo/tratamiento, al análisis de variancia se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) siendo superior el T1 (0% NaHCO_3) a los demás tratamientos, que recibieron diferentes niveles de bicarbonato de sodio, T2 (0.5% NaHCO_3), T3 (1% NaHCO_3) y T4 (1.5% NaHCO_3), respectivamente, este resultado concuerda con (GORMAN y BALNAVE, 1994), quien indica los niveles de bicarbonato, disminuyen el stress térmico provocando disminución del jadeo. Por ello se puede decir que el bicarbonato ayuda a disminuir el porcentaje de jadeo por animal.

5.2.4. pH sanguíneo

El pH de la sangre al inicio del experimento antes de la adición de bicarbonato de sodio, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, teniendo un promedio general 7.42 de pH, a la evaluación a los 40 días, se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) donde los pH de T1 (0% NaHCO_3) y T2 (0.5% NaHCO_3) fueron superiores al T3 (1% NaHCO_3) y T4 (1.5% NaHCO_3) respectivamente, esta disminución se debe a que la adición del bicarbonato de sodio mitigó el stress térmico así como lo afirma GORMAN y BALNAVE (1994). Así mismo CERRATE y GÓMEZ (2002) y GORMAN y BALNAVE (1994), mencionan que stress térmico se puede mitigar adicionando de 250 mEq/kg a 300 mEq/kg bicarbonato de sodio. Así también GUYTON (2006) refiere que el pH de la sangre debe ser ligeramente alcalino (7.35 – 7.45), para humanos promedio (7.39); aves (7.53), y oveja (7.4), promedios que por debajo o por encima de estos rangos, comienzan los problemas o enfermedades. Un pH de 7.0 es neutral, que permite que el cuerpo lleve a cabo procesos bioquímicos importantes que mantienen al cuerpo funcionando en forma normal. Un pH muy por debajo de 7.0, interfiere con la capacidad corporal de luchar contra las enfermedades y de llevar a cabo los procesos bioquímicos que mantienen la salud general elevando un pH normal con la adición de bicarbonato de sodio y si hay un pH muy alto (> 7.5), se presentan problemas fisiológicos y que se puede elevar este nivel adicionando ácido acético o ácido propiónico en el agua de bebida

Los límites del valor de pH compatibles con la vida son aproximadamente 7.0 y 7.8. Se puede añadir una gran cantidad de ácido o álcali a la sangre sin que se produzca cambios considerables de su pH. Algunas sustancias tienen una naturaleza ácida y sin embargo la sangre mantiene un pH constante, incluso tras recibir estos metabolitos ácidos, en primer lugar porque contienen sistemas de tampón y segundo gracias a los mecanismos respiratorios y renales de eliminación de dióxido de carbono e iones amonio e hidrógenos (REECE, 2009).

5.3. Indicadores medioambientales

5.3.1. Evaluación de temperatura y humedad

La temperatura evaluada en el periodo de investigación (19 días) la temperatura promedio fue de 28.5 °C con una Humedad relativa de 68.56 % a nivel de galpón, teniendo una variación entre las horas de evaluación sobre las 7:00 a.m., 11:00 a.m. y 3.00 p.m. tal como se puede observar en el cuadro 8, además NILIPOUR (2004), refiere que si la temperatura llega a 110-114 F, mata al pollo. La mala noticia es que la combinación del calor más humedad, puede ser mortal. Según los científicos, la combinación de los dos no debe sobrepasar 160. Por ejemplo, cuando la temperatura es 80 F + 80% de Humedad Relativa, las dos suman 160, y allí comienza el estrés de calor. con una temperatura moderada y humedad de 80, el clima se siente como 86 F, o con una temperatura de 90 F y 100% humedad, los pollos pueden sentir como 133 F, que puede ser fatal para ellos. Ha sido demostrado que en los galpones cerrados de ambiente controlado que la

temperatura interior puede ser reducida unos 16°F si la temperatura ambiental es del 30%, pero si la humedad aumenta al 50%, entonces la temperatura sólo se reduce por 10°F. Con una temperatura de 104°F y el 75% de humedad relativa, la temperatura corporal del pollo alcanzará los 110°F (de una temperatura corporal normal de 106°F) y esto matará a más del 30% de los pollos.

5.4. Indicadores económicos

5.4.1. Beneficio neto y Merito económico

La evaluación económica que se muestra en el cuadro 9 se observa que le T₃ (NaHCO₃ al 1%) tiene mejor Beneficio Neto seguido por T₄ (NaHCO₃ al 1.5%) con respecto a los demás tratamientos, de igual manera refleja un mejor Merito Económico para el T₃ (NaHCO₃ al 1%) seguido por T₄ (NaHCO₃ al 1.5%), respecto a los demás tratamientos, esto nos indica que la adición del bicarbonato de sodio mejora la respuesta económica, así mismo (GORMAN y BALNAVE, 1994) y (CERRATE y GÓMEZ, 2002).mencionan que adiciones de 250 mEq/kg a 300 mEq/kg bicarbonato de sodio mejoran el rendimiento económico.

VI. CONCLUSIONES

- Los niveles de NaHCO_3 en la ración para pollos Cobb 500 en la fase de acabado (21 a 40 días de edad) se encontró mejor peso final en T₃ con niveles 1 % NaHCO_3 de inclusión, por tanto mejor conversión alimenticia y mayor consumo de agua en inclusiones del T₃ 1 % NaHCO_3 .
- La inclusión de 1 y 1.5% de NaHCO_3 , en la ración disminuyó el porcentaje de mortalidad de los pollos.
- La inclusión de 1 y 1.5% de NaHCO_3 , disminuyó el pH sanguíneo a los 40 días de edad de los pollos.
- La frecuencia respiratoria y jadeo en los pollos cobb 500 a los 40 días disminuyó con inclusiones 1 y 1.5 % de NaHCO_3 .
- Al incluir 1 % de NaHCO_3 , en la ración se obtuvo mejor desempeño económico tanto para Beneficio Neto y Mérito Económico.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación utilizando otros niveles de inclusión de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en época de verano con temperaturas controladas.
- Utilizar adiciones de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) al 1 % en la ración alimenticia para aves.

ABSTRACT

EFFECT OF THREE LEVELS OF SODIUM BICARBONATE (NaCOH₃) ON THE PERFORMACE OF BROILERS CHICKEN IN TINGO MARIA

This research was conducted at the facilities of the Experimental Poultry Unit, Faculty of Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva. The objectives were to evaluate the effect of three levels of sodium bicarbonate (NaCOH₃) on performance in broilers of Cobb Vantress line 500: of feed intake, weight gain and feed conversion rate, mortality, water consumption, respiratory rate, economic performance and blood pH in Cobb Vantress 500 broilers .in the finishing phase under heat stress. Two hundred and fifty six 21 days old chickens, divided into 4 treatments with 4 replicates per experimental unit blocks were used. No significant difference was found for weight gain, but numerical difference of 1% NaCOH₃ was recorded. There were better feed and water consumption and increased to the 1% NaCOH₃. Significant difference ($P > 0.05$) the inclusion 1% NaCOH₃, decreasing the percentage of mortality. The inclusion of 1 and 1.5% NaCOH₃, decreased blood pH at 40 days of age in chickens. The respiratory rate and panting in chickens decreased 1% NaCOH₃. The average temperature was 28.5°C with a relative humidity of 68.56%, having variation to the 7:00 am, 11:00 am and 3:00 pm. To inclusion 1% NaCOH₃, resulted in good economic performance for net Income and economic merit.

Keywords: Sodium Bicarbonate, Stress Caloric, Respiratory rate, Performance, pH, Economic Performance.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 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.
- ANGULO, I. 1991. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. Venezuela. Fonaiap. Boletín Técnico 20 p.
- ALEGRÍA C.; CELIS W.; PASHANASI B.; MATHIOS M.; CÁCERES J. 2008. Efecto de la Adición de Diferentes Niveles de Bicarbonato de Sodio en la Performance de Pollos Parrilleros. Yurimaguas - Loreto, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 39 p.
- AVIAGEN 2009. Ross suplemento de nutrición de pollos de engorde, Cummings Research Park, 5015 Bradford Drive, Huntsville, Alabama 35805, USA.
- [En línea]. AVIAGEN [http://pt.aviagen.com/assets/_Tech_Center/_BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross - Suplemento-Nutricin-Pollo- Engorde -2009.pdf](http://pt.aviagen.com/assets/_Tech_Center/_BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross_-_Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf), Journal, 20 Jun 2011.
- BARRAGÁN, I. (2004), estrés térmico en aves, selecciones avícolas, veterinario autónom o, Madrid, España. [En línea]: aviculture, <http://www.avicultura.com/docsav/SA2004jul423-426.pdf>, journal, 15 Jun. 2011.

- BORGES, S.; DA SILVA, F.; ARIKI, J.; HOOGE, D.; CUMMINGS K. 2003
Dietary Electrolyte Balance for Broiler Chickens Under Moderately High
Ambient Temperatures and Relative Humidities. *PoultrySci.*, 82:301-308.
- CEULAR, A.; RICO, M. 2000. El estrés en la producción aviar. Mundo avícola.
Argentina. Universidad Nacional de Rio Cuarto. 29.
- CERRATE, B. 2002. Efectos del nivel de lisina, arginina y el balance
electrolítico sobre el comportamiento productivo de pollos de carne en la
etapa de inicio. Tesis MSc Nutrición, Lima, Perú. Universidad Nacional
Agraria la Molina. 75 p.
- 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.
- COLINA, Y. 2007. Evaluación del proceso de hiperventilación como indicador
del estrés térmico de pollos de engorde en condiciones de laboratorio y
comerciales. Tesis de Maestría. Venezuela. Universidad Central de
Venezuela, 61p.
- DE BASILIO, V. 2002. Acclimatation précoce des poulets de chair au climat
tropical. Thèses Doctoral en sciences. L'Ecole National Supérieur
Agronomique de Rennes., [En línea],
<http://avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf>, journals, 15
Jun. 2011.
- DE BASILIO, V.; OLIVEROS, I.; VILARIÑO, M.; DÍAZ, J.; LEÓN, A.; PICARD,
M., 2001. Efecto de la aclimatación precoz sobre la termo tolerancia en
pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de

- clima tropical. Rev. Ven. Vet. Universidad Central de Venezuela. 11(3), 60-68.
- GORMAN, I.; BALNAVE, 1994. Effect of dietary mineral supplementation on the performance and mineral retentions of broilers at high ambient temperatures. Br. Poultry. Sci. 35 - 536.
- GUYTON, A.; HALL, J., 2010. Tratado de Fisiología Medica. Decimosegunda edición. Editorial Elsevir Saunder.
- LOZANO, C.; DE BASILIO, A.; OLIVEROS I.; 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 en finishing broilers? Animal. Res. 55 (2)71-76.
- MACARI M.; FUSLAN A.; GONZALES E. 1994. Fisiología aviar aplicada a frangos de corte, jaboticabal, FENEP/UNESP. Brasil. 296p.
- 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.
- MAHMOOD, S.; AHMAD, R.; RAZA, S. 2001. Effect of two sources of sodium on performance and electrolyte balance in broilers. Poultry Sci. Supplement. 80: 407.
- 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

- NILIPOUR, A., 2004, Manejo integral de pollos de engorde en climas tropicales de acuerdo a su genética actual, Ph.D. Director of Quality Assurance and Investigation Grupo Melo, S.A, Panamá 88 p.
- OLIVEROS, Y.; DE BASILIO V., MÉNDEZ, Y., ZAMBRANO, M., 2008, condiciones ambientales y respuesta fisiológica en pollos de engorde en clima tropical, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [En línea]: producción animal. <http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/MDQ/197.htm>. Journal, 25 Oct. 2013.
- PEREYRA, C. 2002. Regulación de la temperatura y densidad de nutrientes de la dieta sobre la performance de pollos parrilleros en Tingo María. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 46p.
- QUILES, L.; HEVIA, M. 2005. Fisiologismo De La Termorregulación En Las Gallinas, Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. [En línea]: producción animal. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_avicola/26-fisiologismo_de_la_termorregulacion_en_gallinas.pdf, Journal, 20 Jun. 2011.
- REECE, W, 2010. Dukes: Fisiología de los animales domésticos. doceava edición editorial. ACRIBIA. Zaragoza-España. 68 p.
- ROSTAGNO, H.; TEIXEIRA, A.; DONZELE, J.; GOMES, P.; DE OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.; FERREIRA, A.; TOLEDO BARRETO, S., 2005. Tabla brasileña para aves y cerdos, composición de alimentos y requerimientos nutricionales, 2da ed. Brasil. Universidad Federal de Vicosa. 186p.

SAÍNZ, B. 2006. Alteraciones del equilibrio ácido básico. Cirujano. Facultad de Ciencias Médicas. Argentina. Universidad Salvador Allende 72 p.

TEXEIRA, L. NEME R. 1998. Interrelación ambiente x nutrición en pollos de carne. In: simposio sobre nutrición animal y tecnología de producción de raciones. Sao Paulo, Brasil. CBNA. 64-74p.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA- UNAS. 2010. Datos meteorológicos, año 2006. Estación meteorológica José Avelardo Quiñones. (Archivos).

ANEXO

Anexo I. La temperatura y humedad ambiental registrada tres veces por día, en las horas: 7:00 am., 11:00 am. y 3.00 p.m. durante el periodo de evaluación sobre la influencia de niveles de bicarbonato de (NaHCO_3) en la ración alimenticia.

Días	TEMPERATURA				HUMEDAD			
	07:00 a.m.	11:00 a.m.	3.00 p.m.	\bar{X}	07:00 a.m.	11:00 a.m.	3.00 p.m.	\bar{X}
1	24	31	34	30	88	65	54	69
2	24	29	32	28	87	63	50	67
3	24	29	32	28	89	62	52	68
4	23	28	32	28	88	64	51	68
5	23	29	33	28	87	62	45	65
6	23	31	33	29	90	56	44	63
7	23	31	32	29	89	54	51	65
8	23	32	34	30	91	53	58	67
9	21	29	31	27	87	58	37	61
10	22	31	35	29	94	55	41	63
11	23	32	36	30	94	55	40	63
12	23	28	30	27	92	55	47	65
13	22	35	33	30	94	44	51	63
14	23	32	35	30	92	51	39	61
15	23	32	28	28	94	63	65	74
16	21	30	33	28	95	79	54	76
17	23	29	24	25	94	88	91	91
18	21	27	32	27	95	71	83	83
19	22	30	31	28	93	76	55	75
20	24	29	26	26	91	56	52	66
\bar{x}	23	30	32	28	91	62	53	69
SD	0.97	1.88	2.97	1.94	2.88	10.46	13.55	8.96

Anexo III. Consumo de alimento de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio

Trat. y Blq	Consumo Total	Sobra Total	Consumo Neto	Consumo /REP./JAU L.	Consumo o./ Ave/día	\bar{x} Consumo / Trat	\bar{x} Cons. / REP.	\bar{x} Consumo/ Día/ Animal
R1M	18922.00	575.00	18347.00	2293.38	120.70	73528	9191.00	483.74
	19222.00	351.00	18871.00	2358.88	124.15			
	18422.00	940.00	17482.00	2185.25	115.01			
	19622.00	794.00	18828.00	2353.50	123.87			
R2 M	17522.00	1054.00	16468.00	2058.50	108.34	68877	8609.63	453.14
	18322.00	584.00	17738.00	2217.25	116.70			
	18522.00	447.00	18075.00	2259.38	118.91			
	17522.00	926.00	16596.00	2074.50	109.18			
R3 M	19022.00	697.00	18325.00	2290.63	120.56	70972	8871.50	466.92
	19822.00	403.00	19419.00	2427.38	127.76			
	16522.00	1911.00	14611.00	1826.38	96.13			
	19622.00	1005.00	18617.00	2327.13	122.48			
R4 M	17722.00	591.00	17131.00	2141.38	112.70	67089	8386.13	441.38
	16922.00	710.00	16212.00	2026.50	106.66			
	17122.00	954.00	16168.00	2021.00	106.37			
	18422.00	844.00	17578.00	2197.25	115.64			
R1 H	19022.00	309.00	18713.00	2339.13	123.11	78429	9803.63	515.98
	19922.00	174.00	19748.00	2468.50	129.92			
	19822.00	213.00	19609.00	2451.13	129.01			
	20422.00	63.00	20359.00	2544.88	133.94			
R2 H	17222.00	1492.00	15730.00	1966.25	103.49	64834	8104.25	426.54
	16922.00	303.00	16619.00	2077.38	109.34			
	17272.00	805.00	16467.00	2058.38	108.34			
	17222.00	1204.00	16018.00	2002.25	105.38			
R3 H	19722.00	257.00	19465.00	2433.13	128.06	78161	9770.13	514.22
	19122.00	481.00	18641.00	2330.13	122.64			
	19972.00	230.00	19742.00	2467.75	129.88			
	20422.00	109.00	20313.00	2539.13	133.64			
R4 H	17522.00	1186.00	16336.00	2042.00	107.47	66772	8346.50	439.29
	17322.00	428.00	16894.00	2111.75	111.14			
	17722.00	1357.00	16365.00	2045.63	107.66			
	18426.00	1249.00	17177.00	2147.13	113.01			

Anexo IV. Consumo de agua de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Tratam y Bloque	Cosumo Total	Sobra	Consum Neto	Consum/Rep. /Jaula	Consum /Ave/Dia	\bar{X} Consumo / Trat.
R1 M	49.300	10.485	38.815	4.852	0.255	163.670
	49.800	5.260	44.540	5.568	0.293	
	47.800	11.090	36.710	4.589	0.242	
	49.800	6.195	43.605	5.451	0.287	
R2 M	48.300	11.989	36.311	4.539	0.239	157.485
	48.800	7.618	41.182	5.148	0.271	
	48.800	6.997	41.803	5.225	0.275	
	47.300	9.111	38.189	4.774	0.251	
R3 M	49.800	5.395	44.405	5.551	0.292	168.465
	49.800	3.425	46.375	5.797	0.305	
	48.300	13.460	34.840	4.355	0.229	
	49.800	6.955	42.845	5.356	0.282	
R4 M	47.800	10.830	36.970	4.621	0.243	152.530
	47.800	9.820	37.980	4.748	0.250	
	48.800	10.900	37.900	4.738	0.249	
	48.800	9.120	39.680	4.960	0.261	
R1 H	52.400	6.725	45.675	5.709	0.300	189.115
	52.000	4.350	47.650	5.956	0.313	
	51.900	6.755	45.145	5.643	0.297	
	52.500	1.855	50.645	6.331	0.333	
R2 H	48.300	6.589	41.711	5.214	0.274	158.781
	47.300	8.845	38.455	4.807	0.253	
	47.800	7.760	40.040	5.005	0.263	
	48.300	9.725	38.575	4.822	0.254	
R3 H	54.700	1.045	53.655	6.707	0.353	208.445
	52.400	2.849	49.551	6.194	0.326	
	53.500	1.150	52.350	6.544	0.344	
	54.000	1.111	52.889	6.611	0.348	
R4 H	47.800	5.325	42.475	5.309	0.279	172.360
	48.300	3.565	44.735	5.592	0.294	
	47.800	7.275	40.525	5.066	0.267	
	48.800	4.175	44.625	5.578	0.294	

Anexo V. Mortalidad de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Tratamiento / Repeticiones /bloque		MORTALIDAD							
		T1		T2		T3		T4	
		M	H	M	H	M	H	M	H
R1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
R2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
R3	3	0	2	1	0	0	0	1	0
R4	4	1	0	1	0	1	0	0	1
Total / T.		3	2	2	1	1	1	1	1

Anexo VI. Jadeo de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Tratamientos y Bloque	% Jadeo /Día Ev.	X Jadeo /Nº An	X Jadeo /Nºan.	Blq.
R1 M	128	6.7	6.7	M
	127	6.7		
	126	6.6		
	127	6.7		
R2 M	129	6.8	6.6	H
	122	6.4		
	127	6.7		
	125	6.6		
R3 M	118	6.2	6.2	M
	117	6.2		
	116	6.1		
	117	6.2		
R4 M	125	6.6	6.3	H
	119	6.3		
	113	5.9		
	118	6.2		
R1 H	107	5.6	5.8	M
	110	5.8		
	106	5.6		
	118	6.2		
R2 H	97	5.1	5.5	H
	106	5.6		
	109	5.7		
	107	5.6		
R3 H	108	5.7	5.8	M
	108	5.7		
	108	5.7		
	117	6.2		
R4 H	101	5.3	5.5	H
	108	5.7		
	105	5.5		
	107	5.6		

Anexo VII. pH de sangre de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Tratamiento /Repeticiones /bloque M	PH – Inicio				PH - Final			
	21 días				42 días			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
R1	7.34	7.4	7.46	7.41	7.4	7.43	7.27	7.28
R2	7.47	7.39	7.43	7.41	7.45	7.37	7.29	7.37
R3	7.51	7.43	7.45	7.4	7.37	7.51	7.24	7.44
R4	7.6	7.36	7.46	7.5	7.36	7.32	7.32	7.26
PROMEDIO/TRAT.	7.48	7.39	7.45	7.43	7.39	7.4	7.28	7.34

Tratamiento /Repeticiones /bloque H	PH – Inicio				PH - Final			
	21 días				42 días			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
R1	7.33	7.37	7.41	7.46	7.47	7.37	7.4	7.29
R2	7.49	7.47	7.4	7.4	7.39	7.4	7.25	7.31
R3	7.31	7.41	7.32	7.33	7.49	7.46	7.26	7.3
R4	7.45	7.39	7.45	7.41	7.33	7.32	7.32	7.28
Promedio/Trat.	7.39	7.41	7.39	7.4	7.42	7.38	7.31	7.3

Anexo VIII. Temperatura del ambiente de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Dias Evaluado	Temperatura Diaria				
	7	11	2	X2/D.	X3/D.
22	24	31	34	32.5	29.7
23	24	29	32	30.5	28.3
24	24	29	32	30.5	28.3
25	23	28	32	30	27.7
26	23	29	33	31	28.3
27	23	31	33	32	29.0
28	23	31	32	31.5	28.7
29	23	32	34	33	29.7
30	21	29	31	30	27.0
31	22	31	35	33	29.3
32	23	32	36	34	30.3
33	23	28	30	29	27.0
35	22	35	33	34	30.0
36	23	32	35	33.5	30.0
37	23	32	28	30	27.7
38	21	30	33	31.5	28.0
39	23	29	24	26.5	25.3
40	21	27	32	29.5	26.7

Anexo IX. Humedad del ambiente de los animales en estudio, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Días Evaluados	Humedad Relativa Diaria				
	7	11	2	X2/D.	X3/D.
22	88	65	54	59.5	69.0
23	87	63	50	56.5	66.7
24	89	62	52	57.0	67.7
25	88	64	51	57.5	67.7
26	87	62	45	53.5	64.7
27	90	56	44	50.0	63.3
28	89	54	51	52.5	64.7
29	91	53	58	55.5	67.3
30	87	58	37	47.5	60.7
31	94	55	41	48.0	63.3
32	94	55	40	47.5	63.0
33	92	55	47	51.0	64.7
35	94	44	51	47.5	63.0
36	92	51	39	45.0	60.7
37	94	63	65	64.0	74.0
38	95	79	54	66.5	76.0
39	94	88	91	89.5	91.0
40	95	71	83	77.0	83.0

Anexo XII. Análisis económico de los animales en estudio. Con diferentes niveles de bicarbonato

COSTOS FIJOS				
Pollos bb	256	1.8	460.8	
Viruta	56	1	56	
Focos	4	1.5	6	
Luz mes	2	7.2	14.4	
Vacuna	2	8	16	
Electrolitos	1	7	7	
Biomisin super	1	12	12	
Alquiler galpon	1	120	120	
Pasajes	12	1.5	18	
Tubos	5	11	55	
Tapas tubos	64	2	128	
Maderas	1	35	35	
Otros	1	150	150	CF/tratam.
Total			1078.2	269.558

COSTOS VARIABLES

Bicarbonato	4	15	60	
Alimento de inicio	11.52	1.9	21.88	
Alimento crecimiento	308.71	1.9	586.549	
Alimento acabado	283.68	1.7	482.256	
Mano de obra	1	300	300	CV/tratam.
			1450.685	1390.685
				347.67

	PY	PESO (P)	PRECIO (Y)		
T1	T1M	78.195	5.5	430.0725	
	T1H	68.221	5.5	375.2155	805.288
T2	T2M	79.375	5.5	436.5625	
	T2H	66.33	5.5	364.815	800.5625
T2	T3M	85.38	5.5	469.59	
	T3H	71.21	5.5	391.655	861.245
T4	T4M	86.23	5.5	474.265	
	T4H	68.559	5.5	377.0745	851.3395

Anexo XIII. Balance neto por tratamiento

		PY	CF	CV		BN
T1	BN	805.288	269.558	347.67	0	188.06
T2	BN	800.5625	269.558	347.67	15	168.3345
T3	BN	861.245	269.558	347.67	20	224.017
T4	BN	851.3395	269.558	347.67	25	209.1115

Anexo XIV. Merito económico por tratamiento

	ME	BN/CT * 100			
		BN	CT		ME
T1	188.06	611.568	100	0.30750464	30.7504644
T2	168.3345	626.568	100	0.26866118	26.8661183
T3	224.017	631.568	100	0.35469973	35.4699731
T4	209.1115	636.568	100	0.32849829	32.8498291

Anexo XV. Análisis de varianza de la variable dependiente: consumo diaria de alimento.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	69.43320000	23.14440000	76.8	<.0001
Error	8	2.40846667	0.30105833		
Total	11	71.84166667			

C.V. = 7.69 %

Anexo XVI. Análisis de variancia de los pesos finales por tratamiento, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	29211653.50	4173093.36	7.97	<.0001
TRAT	3	1608026.50	536008.83	1.02	0.3998
BLOQUE	1	24318338.00	24318338.00	46.43	<.0001
TRAT*BLOQUE	3	3285289.00	1095096.33	2.09	0.1281
Error	24	12571662.00	523819.25		
Total correcto	31	41783315.50			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PESO Media		
0.699122	3.916760	723.7536	18478.38		

Anexo XVII. Análisis de variancia del incremento peso por tratamiento, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1054107.192	150586.742	21.66	<.0001
TRAT	3	43755.4659	14585.1553	2.10	0.1271
BLOQUE	1	994296.7653	994296.7653	143.03	<.0001
TRAT*BLOQUE	3	16054.9609	5351.6536	0.77	0.5222
Error	24	166841.428	6951.726		
Total correcto	31	1220948.620			
R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PESO Media		
0.863351	4.497984	83.37701	1853.653		

Anexo XVIII. Análisis de variancia del consumo de agua por tratamiento, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	127.6971875	18.2424554	39.77	<.0001
TRAT	3	26.53843750	8.84614583	19.29	<.0001
BLOQUE	1	70.50781250	70.50781250	153.73	<.0001
TRAT*BLOQUE	3	30.65093750	10.21697917	22.28	<.0001
Error	24	11.0075000	0.4586458		
Total correcto	31	138.7046875			
R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PESO Media		
0.920641	1.364617	0.677234	49.62813		

Anexo XIX. Análisis de variancia del consumo de agua /animal/tratamiento, con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

Fuente	DF	suma de cuadrados	cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.00538147	0.00076878	19.56	<.0001
TRAT	3	0.00106134	0.00035378	9.00	0.0004
BLOQUE	1	0.00318003	0.00318003	80.91	<.0001
TRAT*BLOQUE	3	0.00114009	0.00038003	9.67	0.0002
Error	24	0.00094325	0.00003930		
Total correcto	31	0.00632472			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PESO Media		
0.850863	1.922495	0.006269	0.326094		

Anexo II. Peso de los animales en estudio con diferentes niveles de bicarbonato de sodio.

BLOQUE 1		T1 TESTIGO																
		T1MR1				T1MR2				T1MR3				40 DIAS				
		21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS		21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	
MACHOS	Nº @ / Jaula	1	671	1505	1825	1985	737	1155	2330	1945	596	1005	2115	2215	501	1280	2175	2370
	2	591	1475	2075	2240	554	1580	1905	2485	676	1140	1570	1780	684	1595	2000	2225	
	3	770	1384	2040	2215	563	1755	1750	1945	566	1635	1690	2500	686	1570	1635	2540	
	4	671	1121	2065	2135	676	1455	2410	2630	798	1785	1620	1865	677	1355	2165	2325	
	5	709	1379	2105	2325	780	2355	1755	2055	660	1550	1695	2305	841	1325	2030	1790	
	6	542	1323	2170	2000	570	1145	0	0	680	1455	2345	1700	796	1510	2320	2360	
	7	728	1288	1954	2275	728	1785	1765	1945	695	1475	2165	2055	624	1740	1835	2035	
	8	746	1158	0	0	556	1195	2815	2995	550	1120	1945	1780	602	1125	0	0	
		679	1329	1779	2168	646	1553	1841	2286	653	1396	1893	2025	676	1438	1770	2235	
BLOQUE 2		T1 TESTIGO																
		T1HR1				T1HR2				T1HR3				T1HR4				40 DIAS
		21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS		
HEMBRAS	Nº @ / Jaula	1	430	1610	1905	2085	597	1240	1515	1885	595	1280	1635	1785	583	1480	1780	1705
	2	477	1700	2000	2165	480	1435	1670	2080	540	1435	1810	2020	582	1415	1700	1900	
	3	554	1120	1440	1800	515	1335	1490	1660	541	1410	1870	2000	541	1305	1700	1740	
	4	678	1150	1575	1585	543	1335	1930	1730	515	1355	1720	1770	524	1145	1545	1820	
	5	473	1355	1425	1610	630	1625	1665	1820	516	1535	1755	1905	594	1445	1620	1820	
	6	553	1340	1210	1740	605	1315	1625	1790	500	1405	1650	1930	545	1360	1765	1730	
	7	599	1030	1635	1320	509	1216	1740	1820	528	0	0	0	449	1170	1620	1920	
	8	566	1330	1600	1760	470	1380	1570	1630	559	1410	1740	0	471	1460	1425	1630	
		541	1329	1599	1758	544	1360	1651	1802	537	113	1523	1902	536	1348	1644	1783	

BLOQUE 1		T2 0.5 % DE NaHCO3																
		Nº @ / Jaula	T2MR1				T2MR2				T2MR3				T2MR4			
			21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS
MACHOS	1	688	1219	2126	2090	659	1755	2255	2435	504	1865	2035	1880	594	1490	1570	2335	
	2	732	1330	1945	2230	703	1235	1660	2545	742	1790	1910	2170	571	1050	1625	2160	
	3	646	1115	1670	1805	729	1420	2335	2100	613	1355	2415	2540	687	1170	2280	2455	
	4	743	1625	2085	2205	714	1660	1860	2370	592	1530	2455	2325	631	1460	1735	1810	
	5	684	1165	1645	1895	552	1730	1925	2305	570	1665	1790	2070	680	1565	1970	1760	
	6	607	1265	1785	1835	716	1395	2160	1840	815	1090	2195	1865	648	1475	2145	2145	
	7	684	1635	1655	1810	725	1415	2160	2005	796	1180	1780	2720	687	1325	1995	1940	
	8	682	1258	1780	1915	582	1630	1905	2030	571	1290	0	0	739	1640	0	0	
		683	1327	1836	1973	673	1530	2033	2204	650	1471	1823	2224	655	1397	1665	2086	
BLOQUE 2		T2 0.5 % DE NaHCO3																
		Nº @ / Jaula	T2HR1				T2HR2				T2HR3				T2HR4			
			21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS
HEMBRAS	1	543	1340	1655	1720	384	1330	1430	1395	516	950	1060	1195	450	1270	1410	2020	
	2	431	1135	1585	1810	501	1365	1590	1760	549	1365	1640	1790	558	1455	1825	2035	
	3	554	1225	1455	1800	578	1555	1635	1810	410	1085	1525	1370	568	1535	1425	1600	
	4	573	1395	1625	1765	502	1235	1265	1995	597	1235	1685	1660	525	1545	1820	1995	
	5	511	1465	1425	1800	485	1555	1635	1740	480	1240	1300	1605	507	1275	1810	1965	
	6	621	1135	1700	1855	538	1320	1700	1565	523	1255	1440	1695	557	1575	1535	1695	
	7	570	1265	1605	0	464	1350	1820	1810	615	910	1520	1895	543	1530	1815	1990	
	8	510	1280	1580	1620	511	1385	1645	1855	513	1215	1215	1585	650	1165	1795	1565	
		539	1280	1579	1767	495	1387	1590	1741	525	1157	1423	1599	545	1419	1679	1858	

BLOQUE 1		T3 1 % DE NaHCO3																
		N° @ / Jaula	T3MR1			T3MR2				T3MR3				T3MR4				
			21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	42 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS
MACHOS	1	732	1360	1775	2295	617	1455	2030	2495	712	1225	2205	1815	741	985	1980	2115	
	2	679	1545	1910	1910	696	1800	2035	2480	748	1455	1970	2095	727	1570	1960	2185	
	3	664	1660	2015	2400	711	1555	1715	1860	710	1285	1990	2310	700	1650	2095	2340	
	4	593	1625	2175	2130	787	1270	2100	2300	747	1530	2355	2110	805	1495	2070	2230	
	5	729	1485	2225	2230	693	1625	2315	2170	650	1880	1585	1750	702	1515	2185	2230	
	6	630	1760	2265	2370	654	1775	2325	2280	558	1725	2000	2470	766	1610	2420	2075	
	7	664	1325	2105	2040	657	1625	2080	1780	703	1570	1610	2115	593	1780	2060	2575	
	8	747	1605	2070	2215	609	1175	1625	2225	618	1470	2080	2195	748	1515	0	0	
		680	1546	2068	2199	678	1535	2028	2199	681	1518	1974	2108	723	1515	1846	2250	
BLOQUE 2		T3 1 % DE NaHCO3																
		N° @ / Jaula	T3HR1			T3HR2				T3HR3				T3HR4				
			21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	42 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS	21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS
HEMBRAS	1	380	1475	1915	1550	509	1480	1755	2100	675	1050	1490	2065	675	1675	1915	2020	
	2	404	1550	1795	1915	529	1535	1795	1930	485	1655	1890	1625	510	1645	1965	2145	
	3	627	1480	1785	1945	666	1505	1870	1955	528	1320	1980	1900	567	1500	1595	2160	
	4	461	935	1730	1910	586	1495	1855	1760	474	1415	1380	1815	575	1255	1855	2115	
	5	575	1480	1400	2005	484	1165	1600	1610	614	1465	1765	1515	570	1450	1705	1865	
	6	602	1430	1835	2090	550	1170	1455	1875	671	1570	1640	2145	484	1615	1920	1755	
	7	509	1090	1295	1455	476	1505	1650	1790	511	1195	1685	1770	557	1445	1615	1795	
	8	516	1435	1765	0	659	1335	1850	2010	530	1380	1690	1835	558	1305	1745	1915	
		509	1359	1690	1838	557	1398	1729	1879	561	1381	1690	1834	562	1486	1789	1971	

BLOQUE 1		T4 1.5% DE NaHCO3																
		N° @ / Jaula	T4MR1				T4MR2				T4MR3				T4MR4			
			21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS												
MACHOS	1	747	1435	2280	2175	715	1445	2085	2555	641	1285	2600	2315	634	1745	2265	2445	
	2	685	1280	2215	2465	705	1435	1800	2105	710	1345	2150	1875	769	1090	2315	2065	
	3	793	1480	2155	2150	707	1465	2015	1965	764	1645	2365	2705	541	1725	2570	1825	
	4	631	1690	1710	2190	739	1685	2320	2385	891	1650	1385	2440	727	1315	1500	2645	
	5	679	1490	2005	2395	692	1780	2255	2415	787	1735	2300	2530	713	1315	1750	1905	
	6	714	1640	1985	1845	670	1375	2485	2140	613	1845	1925	2090	791	1485	2345	2450	
	7	714	1545	2025	2170	688	1610	2145	2255	702	1190	0	2045	620	1850	1645	2360	
	8	559	1205	1835	2005	563	1335	2005	2150	691	1135	1895	0	732	1795	1945	1775	
			690	1471	2026	2174	685	1516	2139	2246	725	1479	1828	2286	691	1540	2042	2184
BLOQUE 2		T4 1.5% DE NaHCO3																
		N° @ / Jaula	T4HR1				T4HR2				T4HR3				T4HR4			
			21 DIAS	33 DIAS	38 DIAS	40 DIAS												
HEMBRAS	1	455	1180	1350	1600	473	1465	1700	1790	641	1680	2025	1540	571	1445	1910	2065	
	2	402	1420	1685	1763	504	1455	1550	1800	571	1465	1770	1763	538	1630	1965	2175	
	3	477	1400	1705	2100	507	1585	1760	1795	532	965	1590	2100	571	1480	1700	1835	
	4	562	1235	1400	1945	612	1280	1560	1825	427	1655	1945	1945	667	1550	1735	1640	
	5	512	1240	1395	1870	523	1385	1615	2075	417	800	1520	2290	489	1195	1530	1840	
	6	490	1585	1570	1520	536	1470	1925	1725	539	1255	1150	1645	633	1415	1450	1820	
	7	436	905	1930	1250	573	1390	1695	1650	454	1270	1260	1345	584	1280	1720	1505	
	8	593	1340	1170	1410	561	1235	1710	1615	442	1380	1690	1860	462	1220	0	0	
			491	1288	1526	1682	536	1408	1689	1784	503	1309	1619	1811	564	1402	1501	1840

Anexo X. Frecuencia respiratoria en hembras con diferentes niveles de bicarbonato de los animales en estudio

TRAT	DIAS																			\bar{x}
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
T1H	166	163	167	164	174	188	147	184	154	190	190	142	192	190	118	181	74	164	153	173
T2H	163	158	160	170	150	178	142	171	157	171	187	143	181	202	121	194	73	168	152	167
T3H	135	135	139	138	134	161	97	150	128	169	171	118	171	160	104	176	73	137	126	148
T4M	163	161	164	164	173	177	151	180	155	173	184	142	177	198	122	183	76	166	151	166

Anexo XI. Frecuencia respiratoria en machos con diferentes niveles de bicarbonato de los animales en estudio

TRAT	DIAS																			\bar{x}
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
T1M	175	172	180	177	197	197	161	198	167	196	198	154	190	202	124	191	74	176	163	173
T2M	168	167	169	183	167	187	156	181	164	184	191	153	199	197	123	176	75	179	163	167
T3M	144	145	148	151	141	173	115	161	140	177	183	130	184	183	109	180	75	150	134	148
T4H	166	167	169	171	160	188	147	183	159	181	196	149	186	209	125	185	84	169	159	166