

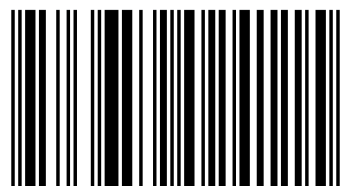
Uso de Minerales para Disminuir el Efecto del Estrés Calórico

En la actualidad la producción avícola en muchos países de Latinoamérica, tal el caso de Venezuela, tiene mayor presencia en la región central (Aragua, Carabobo, Cojedes y Miranda) y occidental (Lara y Zulia), la cual se caracteriza por un régimen climático de altas temperaturas (media anual de 30 °C) y humedad relativas variables, siendo las condiciones optimas para la producción de pollos de engorde, de 20 - 24 °C y 50 - 60 %, respectivamente en el ambiente, para obtener los mejores resultados productivos. Estas características ambientales que afectan negativamente la eficiencia productiva de los pollos de engorde, genera una condición que recibe el nombre de "Estrés Calórico".



Mgter. Charly J. Farfán L.

Nacido en Maracay, Aragua-Venezuela. Ingeniero Agrónomo (2008) y Magíster Scientiarum en Producción Animal (2011) egresado de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Profesor a dedicación Exclusiva en el Instituto-Departamento de Producción animal de la UCV, con actividades Académicas y de Investigación en el área de Producción con No Rumiantes.



978-3-659-02411-5

editorial académica española



Charly J. Farfán L.

Uso de Minerales para Disminuir el Efecto del Estrés Calórico

En la Producción de Pollos de Engorde en Ambiente Tropical de Venezuela

Charly J. Farfán L.

Uso de Minerales para Disminuir el Efecto del Estrés Calórico

Charly J. Farfán L.

Uso de Minerales para Disminuir el Efecto del Estrés Calórico

**En la Producción de Pollos de Engorde en
Ambiente Tropical de Venezuela**

Editorial Académica Española

Impresión

Información bibliográfica publicada por Deutsche Nationalbibliothek: La Deutsche Nationalbibliothek enumera esa publicación en Deutsche Nationalbibliografie; datos bibliográficos detallados están disponibles en internet en <http://dnb.d-nb.de>.

Los demás nombres de marcas y nombres de productos mencionados en este libro están sujetos a la marca registrada o la protección de patentes y son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios. El uso de nombres de marcas, nombre de producto, nombres comunes, nombre comerciales, descripciones de productos, etc. incluso sin una marca particular en estas publicaciones, de ninguna manera debe interpretarse en el sentido de que estos nombres pueden ser considerados ilimitados en materias de marcas y legislación de protección de marcas y, por lo tanto, ser utilizadas por cualquier persona.

Imagen de portada: www.ingimage.com

Editor: Editorial Académica Española es una marca de
LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Alemania
Teléfono +49 681 3720-310, Fax +49 681 3720-3109
Correo Electronico: info@eae-publishing.com

Publicado en Alemania

Schaltungsdienst Lange o.H.G., Berlin, Books on Demand GmbH, Norderstedt,
Reha GmbH, Saarbrücken, Amazon Distribution GmbH, Leipzig
ISBN: 978-3-659-02411-5

Imprint (only for USA, GB)

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek: The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this works is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher: Editorial Académica Española is an imprint of the publishing house
LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany
Phone +49 681 3720-310, Fax +49 681 3720-3109
Email: info@eae-publishing.com

Printed in the U.S.A.

Printed in the U.K. by (see last page)

ISBN: 978-3-659-02411-5

Copyright © 2012 by the author and LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG and licensors

All rights reserved. Saarbrücken 2012

***ADICIÓN DE MINERALES COMO ESTRATEGIA PARA DISMINUIR EL
EFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO EN POLLOS DE ENGORDE***

Charly J. Farfán L.

Magister Scientiarum en Producción Animal
Ingeniero Agrónomo mención Zootecnia
Profesor en Manejo y Alimentación de No Rumiantes
En la Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
Instituto y Departamento de Producción Animal
Maracay – Venezuela

Agradecimiento

A todos aquellos amigos y colegas que colaboraron y asesoraron durante los momentos de ejecución de los experimentos, que alentaron para que esta obra llegara a su meta final, con la finalidad de ser un apoyo fundamental para la ciencia y la docencia, relacionado al área de la producción de Pollos de Engorde. De manera especial a mi esposa, padres, hermano y demás familiares, por su valioso apoyo incondicional.

Tabla de Contenido

	Pág.
<i>Introducción</i>	7
<i>Generalidades sobre el estrés calórico en pollos de engorde</i>	9
<i>Consecuencias del estrés calórico en la producción de pollos de engorde</i>	14
<input type="checkbox"/> Consecuencias Productivas:	14
<input type="checkbox"/> Consecuencias Fisiológicas	16
<i>Factores que modifican la respuesta al estrés</i>	20
<input type="checkbox"/> Sexo	20
<input type="checkbox"/> Condición corporal e interacción con sexo	23
<input type="checkbox"/> Temperatura de la cama	24
<i>Estrategias para reducir el efecto del estrés calórico</i>	25
<i>Metabolismo de los minerales</i>	27
<i>Efecto del uso de los minerales en el balance de electrolitos</i>	29
<input type="checkbox"/> Adición de electrolitos en el alimento	30
<input type="checkbox"/> Adición de electrolitos en el agua	33
<i>Resultados de estudios realizados en Venezuela. Evaluando la adición de electrolitos (minerales) en el agua o alimento</i>	35
<i>Consideraciones Finales</i>	47
<i>Referencias Bibliográficas</i>	48

Listas de Figuras

Figura	Pág.
1. Consumo promedio de alimento durante el día y la noche.....	37
2. Efecto de los tratamientos sobre temperatura corporal.....	38
3. Efecto del sexo y la condición corporal sobre la temperatura corporal...	39
4. Efecto sobre el nivel de hiperventilación según tratamiento aplicado. Figura 5. Efecto de la edad y el sexo sobre el NH en el experimento 2-A.....	40
5. Efecto de la edad y el sexo sobre el NH en el experimento 2-A.....	41
6. Promedios de TC, NH y Electrolitos (Na y Cl) durante la simulación del estrés agudo. (A): Temperatura corporal según tratamiento. (B): Sodio y cloro en sangre según tratamiento. (C): Nivel de hiperventilación según tratamiento. (D): Nivel de hiperventilación bajo el efecto de sexo según tratamiento.....	43

Listas de Cuadros

Cuadro	Pág.
1. Promedios de NH (Insp/min) en los pollos separados por sexo (machos y hembras) en las salas caliente y fresca (TA=28,3 ± ,121) en los diferentes períodos de medición (1: 7h00 a 11h00; 2: 11h00 a 14h00; 3: 14h00 a 17h00 y 4: 17h00 a 20h00) Exp. 3 (n = 397).....	21
2. Efecto de la TA sobre el porcentaje de mortalidad en machos y hembras.....	22
3. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre el consumo de alimento (CAL), consumo de agua (CAG), la ganancia de peso (GP) y Conversión de alimento (CA), durante los periodos experimentales en condiciones de granja (Exp1) y laboratorio (Exp. 2).....	36
4. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre los promedios de las medidas tomadas de; pH sanguíneo (pH), presión parcial de O ₂ (pO ₂), presión parcial de CO ₂ (pCO ₂), y electrolitos (Na, Cl y K) en sangre.....	42
5. Frecuencias cardiacas (FC) con la inclusión de electrolitos en los pollos de engorde.....	44
6. Cantidad y porcentaje de mortalidad de los pollos durante la simulación del estrés calórico agudo.....	45

Introducción

En la actualidad la producción avícola en muchos países de Latinoamérica, tal el caso de Venezuela, tiene mayor presencia en la región central (Aragua, Carabobo, Cojedes y Miranda) y occidental (Lara y Zulia), la cual se caracteriza por un régimen climático de altas temperaturas (media anual de 30 °C) y humedad relativas variables, siendo las condiciones optimas para la producción de pollos de engorde, de 20 - 24 °C y 50 - 60 %, respectivamente en el ambiente, para obtener los mejores resultados productivos. Estas características ambientales que afectan negativamente la eficiencia productiva de los pollos de engorde, genera una condición que recibe el nombre de “Estrés Calórico”.

Entre todas las aves, los pollos de engorde son lo más sensibles al estrés calórico, en vista de su gran capacidad de crecimiento que se obtiene gracias a la fuerte selección genética, que se ha realizado en las últimas tres décadas. Dicha selección ha llevado que trabajemos con aves menos resistentes al calor pero presentan una tasa de crecimiento veloz y ganen tres veces más peso diario, lo cual implica que deben consumir un alimento de alta calidad para sostener la demanda nutricional de su cuerpo. Donde digerir dicho alimento genera mucho calor metabólico, haciendo difícil la disipación de calor producido dentro de su cavidad interna, lo cual les puede generar la muerte (Nilipour, 2004).

Cuando los pollos de engorde están expuestos a altas temperaturas ambientales, el calor corporal se incrementa debido a la combinación de altas temperaturas externas y de la energía asociada con la activación del proceso metabólico requerido para la disipación del calor corporal, observándose un incremento en el consumo de agua y la aceleración del ritmo respiratorio (Wiernusz, 1999). Si estas variaciones fisiológicas no son capaces de crear resistencia antes el estrés calórico, dicha condición puede generar mortalidad en los pollos la cual puede alcanzar hasta el 20% de la población en la última semana de vida (Estrada *et al*, 2005). Las mortalidades presentadas en las últimas semanas (5^{ta} y 6^{ta}) de vida del

pollo de engorde, son un golpe muy fuerte para los productores avícolas, ya que a ese nivel de cría se ha hecho la mayor parte de la inversión económica (alimento, vacunas, mano de obra), generando una fuerte disminución de la eficiencia productiva y en consecuencia un aumento de los costos de la producción.

Con el pasar de los años se han generado muchas técnicas para contrarrestar el efecto del estrés calórico, la cual es una barrera para alcanzar los niveles óptimos de eficiencia productiva en el trópico. Investigadores de distintas partes del mundo han enfocado sus estudios en prácticas aplicadas por medio de la alimentación para controlar el estrés calórico, que se basan principalmente en la restricción, adición de vitaminas, aminoácidos sintéticos y la adición de minerales, esta última ha sido poco estudiada en nuestro país.

Los minerales, son esenciales para la síntesis de tejido muscular, mantenimiento de la homeostasis intracelular y extracelular, y el potencial eléctrico de las membranas de las células, reacciones enzimáticas, y presión osmótica además del balance ácido: básico (Borges *et al*, 2003). La manipulación de los minerales, en específicos los electrolitos, en la dieta tiene una influencia significativa en el comportamiento productivo de los pollos de engorde, debido a su efecto sobre el balance ácido – base (Betancourt y Romero, 2002). Aunque no sabemos en qué forma de adición nos genera una repuesta más eficiente, si es mediante el agua o en el alimento. Aunque la suplementación en el agua puede ser la preferida, ya que es más probable que las aves beban agua a que consuman alimento bajo una condición de estrés calórico (Smith y Teeter, 1987).

En tal sentido, en la presente publicación se pretende discutir la importancia que tiene el conocer los efectos desde el punto de vista productivo y fisiológico que genera el estrés calórico en los pollos de engorde, las distintas técnicas existentes para disminuir los efectos del mismo, en especial la adición de los electrolitos en alimento o agua.

Generalidades sobre el estrés calórico en pollos de engorde

Estrés, (del inglés, "*stress*"), "fatiga", es una reacción fisiológica del organismo en el que entran en juego diversos mecanismos de defensa para afrontar una situación que se percibe como amenazante o de demanda incrementada. Selye, (2009) describió el síndrome general de adaptación en tres estados: 1. **Alarma de reacción**, cuando el cuerpo detecta el estímulo externo. 2. **Adaptación**, cuando el cuerpo toma contramedidas defensivas hacia el agresor, y 3. **Agotamiento**, cuando comienzan a agotarse las defensas del cuerpo.

El estrés incluye, **distrés**, con consecuencias negativas para el sujeto sometido a estrés, y **eustrés**, con consecuencias positivas para el sujeto estresado. Es decir, hablamos de eustrés cuando la respuesta estrés del sujeto favorece la adaptación al factor estresante. Por el contrario, si la respuesta estrés del sujeto no favorece o dificulta la adaptación al factor estresante, hablamos de disestrés. Por poner un ejemplo: cuando un depredador nos acecha, si el resultado es que corremos estamos teniendo una respuesta de eustrés (con el resultado positivo de que logramos huir). Si por el contrario nos quedamos inmóviles, presas del terror, estamos teniendo una respuesta de disestrés (con el resultado negativo de que somos devorados). En ambos casos ha habido estrés. Se debe tener en cuenta además, que cuando la respuesta estrés se prolonga demasiado tiempo y alcanza la fase de agotamiento, estaremos ante un caso de distrés. (Selye, 2009)

El término estrés térmico es frecuentemente empleado para referirse a una mala adaptación del animal a las condiciones ambientales. La exposición de los pollos al frío y calor intenso, en un primer tiempo, produce un aumento de los niveles de corticoides circulante, en los dos casos, pero la respuesta a largo plazo es opuesta en el caso del calor y más moderada en el caso de exposición al frío. (Dantzer y Mormède, 1983). La reacción específica de estrés a corto término es termogénica y podría con ello acentuar los efectos de la temperatura ambiente en clima cálido. Los pollos sometidos a un golpe de calor no mueren en los primeros minutos que son

sometidos a las altas temperaturas, sino algunas horas después (De Basilio y Picard, 2002). En las condiciones de campo, la variación de Temperatura Ambiental es más lenta y progresiva que en el laboratorio. La reacción no específica (reacción inicial) existe pero no es probablemente la responsable directa de la muerte de los pollos.

En el trópico las explotaciones avícolas se ven seriamente afectadas por las olas de calor, siendo esto el principal factor de estrés para los pollos de engorde, como consecuencia se observa una disminución potencial en la producción de carne, (Mejía, 2000). Podemos considerar como estrés 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. El estrés por calor es uno de los más poderosos de los que pueden afectar a las aves y sus efectos sobre la productividad, e incluso sobre la vida de las mismas (Barragán, 2004). Causando disminución del ritmo de crecimiento, la eficacia alimenticia y la supervivencia (Teeter y Smith, 1987).

En los pollos de engorde al nacimiento, una temperatura ambiental de 35 °C es aceptable, mientras que a las siete semanas de edad puede producir una reacción en contra de la productividad. Dicho efecto se presenta por un cambio de la zona de termoneutralidad y la edad de los pollos, donde la cantidad de calor del ave y metabólico, más que el ambiental, sobrepasa a la capacidad de disipación del mismo (Teeter y Smith, 1987).

En las aves se pueden distinguir dos tipos de estrés calórico: el estrés calórico crónico, producido por altas temperaturas ambientales (entre 28 y 31 °C) por espacios relativamente cortos, cuando estas vienen acompañadas por una humedad relativa extremadamente alta o baja, deprime significativamente las funciones fisiológicas del animal, alterando su nivel de producción. Y el estrés calórico agudo conocido como el “golpe de calor” que tiene lugar cuando las condiciones climáticas cambian radicalmente con temperaturas ambientales muy altas (34 a 40 °C) por un breve lapso de tiempo o temperaturas medias (entre 28 y 31 °C) por periodos muy

prolongados (10 a 14 horas), ocasionando igualmente disminución de los índices productivos pero con riesgos de elevar la tasa de mortalidad hasta un 20 % de la población total (Estrada et al 2005; Oliveros, 2000).

Las aves son capaces de mantener su temperatura dentro de unos límites característicos, basado en distintos mecanismos de métodos de transferencia de calor. Donde el calor se pierde hacia el ambiente por los procesos de radiación, conducción, convección, evaporación y excreción, ya que no poseen glándulas sudoríparas (Hoffmann y Volker, 1969). Entre algunos métodos de termorregulación tenemos:

Radiación, se refiere a la emisión continua de energía desde la superficie de todos los cuerpos y es transferida por ondas electromagnéticas, donde el calor se pierde siempre que la temperatura de la superficie del animal sea superior a la temperatura de los objetos y superficie del medio ambiente (Sturkie, 1968; Estrada *et al*, 2005).

Conducción, implica la transferencia directa de calor desde la superficie corporal del animal, al aire y a cualquier objeto sólido con el que pudiera estar en contacto. Esta pérdida de calor generalmente se produce de las patas y el musculo pectoral cuando los pollos están echados y escarbando (Sturkie, 1968; Hoffmann y Volker, 1969).

Convección, aquí la pérdida de calor se produce debido a que el aire que está en contacto directo con la superficie del cuerpo se calienta, con el resultado de que se dilata y disminuye su densidad, el aire caliente se eleva y es reemplazado por el frío. Se pueden distinguir entre convección natural, la cual es originada por el gradiente térmico entre animal y el aire que lo rodea y convección forzada, originada por la fuerza del viento o artificialmente, a través de ventiladores (Sturkie, 1968; Estrada *et al*, 2005).

Evaporación, Jadeo o Hiperventilación, es el proceso más eficiente el cual se pone en marcha por encima de los 28 °C y consiste en la evaporación de la humedad,

donde los pulmones son los que desempeñan esta función a través del recubrimiento húmedo del aparato respiratorio. Este proceso es efectivo cuando el ambiente está seco. Si el aire circulante es húmedo la capacidad que tiene este de absorber calor disminuye notablemente (Oliveros, 2000; Estrada *et al*, 2005). En pollos de engorde, el calor corporal se incrementa significativamente por la elevación del calor derivado del metabolismo del animal. Siempre que la ganancia de calor sea superior a la pérdida del mismo, el animal estará en condiciones de hipertermia (Becerra y Tepper, 2004).

Al considerar el mecanismo de evaporación el más eficaz a la hora de reducir los efectos de la temperatura elevada en las aves, es muy importante la relación que se establece entre la temperatura ambiental y la humedad relativa de la instalación. La eficiencia del sistema de reducción de calor corporal por evaporación es muy alta en situaciones de baja humedad relativa, pero se reduce mucho al incrementarse la saturación de vapor de agua en el aire de la instalación. Por esta razón, es realmente la combinación de temperatura y humedad relativa lo que genera el verdadero peligro en las granjas. Aunque este valor está sujeto a ciertas discusiones, parece que sumas de temperatura de 35 °C y humedad relativa de 75 %, ya suponen un riesgo cierto para las aves. Y si este valor llegara superar los 115, las posibilidades de muerte de las aves se incrementan en grado elevadísimo. Por esta razón hay que ser muy cuidadoso con el manejo de la humedad relativa y temperatura ambiente (Barragán, 2004).

La Hiperventilación o jadeo, es necesario a altas temperaturas ambientales, cuando la radiación y convección son inefficientes para transferir todo el calor producido (Pereira, 1987). La hiperventilación aumenta la evaporación en las vías respiratorias representando el método más eficaz de disipar calor a partir de la evaporación de agua de las membranas que tapizan dichas vías (Sturkie, 1968). Según Yahav (1995) a temperaturas altas, el enfriamiento por evaporación es el mecanismo más importante de control de la temperatura corporal. Pérez (2003)

realizó seguimiento al Nivel de Hiperventilación (NH) de los pollos de engorde y su relación con la TA, donde obtuvo que a mayor TA mayor es el NH. Según Becerra y Tepper (2004) las diferencias de NH son marcadas entre machos y hembras cuando las condiciones ambientales son críticas, con TA superiores a 22°C y HR menores de 60%, el NH de las hembras fue de $170,174 \pm 0,921$ insp/min siendo significativamente superior al de los machos NH $158,319 \pm 0,992$ insp/min. Pérez *et al.* (2006) indica que posiblemente las hembras reaccionan más rápido a las elevaciones de TA aumentando su NH desde las primeras horas de la mañana siendo de 4,2 insp/min en las hembras. Lovera (2004) reportó un NH de los pollos hembras de $187 \pm 2,02$ insp/min, siendo diferente estadísticamente ($P < 0,01$) a la de los machos que fue de $124 \pm 1,64$ insp/min; adicionalmente las hembras presentaron TC más baja ($41,89^{\circ}\text{C}$) que los machos ($41,94^{\circ}\text{C}$) ($P < 0,0001$).

La gran ventaja de la medida de NH sobre TC, es que no requiere captura del ave, siendo más fácil de aplicar en granjas comerciales. En trabajo preliminares a parte de valorar el NH se planteó evaluar otros componentes del denominado proceso de hiperventilación, como son el momento en que inicia y finaliza el proceso, el número de fases en que el ave hiperventila, la frecuencia de aparición de cada fase, el número y la frecuencia de aparición de las pausas, entre otras variables (Colina, 2007). Evaluar el NH permite estimar el momento en que las aves entran en un estado de estrés fisiológico (Becerra y Tepper, 2004). En vista de que, el proceso de la hiperventilación del ave también produce calor, el uso prolongado de este mecanismo de disipación puede, más que resolver el problema, ser una fuente de calor adicional, que sumado al agotamiento de los músculos respiratorios hace limitado en el tiempo la eficacia de este proceso.

Consecuencias del estrés calórico en la producción de pollos de engorde

La producción de calor en los pollos de engorde en parte está controlada por la disponibilidad de nutrientes para su metabolismo. Y al atribuirle la temperatura en conjunto a la humedad relativa del ambiente, nos genera una serie de consecuencias que nos dificultaría realizar un trabajo óptimo con dicha especie animal, donde podemos destacarlas entre las más importantes, desde el punto de visto productivo y fisiológico. Como se explican a continuación

✓ *Consecuencias Productivas:*

Reducción del consumo de alimento, el cual 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 mayores demandas, combinada con las mayores demandas de energía para respiración y trabajo cardíaco (Barragán, 2004).

La disminución del consumo de alimento viene dada, porque la temperatura ambiental sobrepasa la zona de termoneutralidad. Donde el ave se encuentra en un estado de incomodidad, al aumentarle la temperatura corporal (Teeter y Smith, 1987).

Más del 75% de la energía metabolizable consumida por los pollos se convierte en calor. De ahí que, al aumentar la temperatura de 22 a 32 °C, el consumo de alimento disminuye en un 36%, en consecuencia se presenta la disminución de la propiedad de calor endógeno como el mecanismo de la adaptación al calor. Lo cual genera que la tasa de crecimiento sea menor, en un 1.5% (Estrada et al 2005).

May y Lott (2001) publicaron sobre la ganancia de peso a dos temperaturas ambientes. Obteniendo, para 22 °C a los; 28 días 566.8 g; 35 días 614.6 g; 42 días 667.7 g y 49 días 572.8 g. Para 30 °C a los; 28 días 535 g; 35 días 492.7 g; 42 días 502.7 g y 49 días 339.4 g. Demostrando la importancia que tiene la temperatura ambiente sobre el rendimiento de los pollos, para tener un desarrollo óptimo.

Pollos sometidos a una temperatura ambiente de 35 °C durante 6 días, sufren una reducción de la ganancia de peso de 74 %, al ser comparada con la ganancia de peso de pollos bajo un ambiente de 20 °C (Abu-Dieyeh, 2006).

Al momento en que el pollo esta fuera de la zona de termoneutralidad, este incrementa el consumo de agua. El incremento se produce por doble motivo, para aprovechar el valor refrescante de la misma, por lo que las aves mojan sus barbillas, crestas mientras beben, y para compensar las pérdidas de agua producidas durante el jadeo, ya que el balance de agua permanece constante. Este incremento, junto con el de la humedad eliminada por la respiración, justifica un muy significativo incremento de las tasas de ventilación precisas en los meses más cálidos, ya que es mucho mayor el volumen de vapor de agua a eliminar de la explotación (Barragán, 2004). Como norma aproximada, el consumo de agua aumenta un 6% por cada grado centígrado, a partir de los 20 °C, lo que supone 1,8-2,0 veces la cantidad usual de alimento (Cockshott, 2004).

A medida que la temperatura ambiente se eleva más allá del punto crítico (28 °C), la morbilidad y la mortalidad tienden a incrementarse, con una disminución significativa, del incremento del peso, del consumo de alimento, y de los ingresos económicos de las unidades de producción (Angulo, 1991).

Por otra parte, Reece *et al* (1972) realizaron una evaluación con variaciones de temperaturas, en dos tratamientos; en el día (23.9 – 32.2 y 35 °C) y temperatura constante de 21.1 °C y 3 días de aclimatación, donde obtuvieron un 33% de mortalidad para el tratamiento que se encontraba bajo ambiente de temperatura constante. Concluyendo que la variación de temperatura durante el día es una práctica efectiva para que los pollos resistan las altas temperaturas de estrés.

Otro aspecto de importancia desde el punto de vista productivo es la calidad de la canal. El contenido de grasa de la canal aumenta al elevarse la temperatura, disminuyendo su contenido de humedad. El ave estresado por calor, no solo es más

liviana sino que también tiene más grasa total abdominal, aumentadas en un 0.8 y 1.6 %, respectivamente, por cada grado de incremento de la temperatura ambiental. Esta respuesta lipogénica puede ser otra forma de aclimatación ya que su efecto neto es la producción de menos calor (Estrada et al 2005).

✓ *Consecuencias Fisiológicas*

Las aves se caracterizan por tener la capacidad de conservar la temperatura corporal en sus órganos internos, tales como el cerebro, hígado e intestinos, permaneciendo constante dentro unos límites muy pequeños en los pollitos es de 32 a 35 °C, mientras que en pollos adultos es más amplia de 4 – 6 semanas, obteniéndose los mejores resultados productivos dentro de estos límites de temperatura ambiente en forma muy uniforme (Sturkie, 1968; Pereira, 1987), sin embargo temperaturas demasiado altas o demasiado bajas no solo retardaran el crecimiento, sino conducirá a las aves a la muerte (Estrada *et al*, 2005).

La zona de homeoterma en los pollos de engorde, para aquellos que se encuentran en un estado óptimo de alimentación y no se encuentran en un estado de disipación de calor, el límite superior de temperatura corporal esta alrededor de 41,5 – 42 °C y el límite inferior esta alrededor de 40 – 41 °C (Freeman, 1987). La temperatura corporal es mediada por el recto, en este lugar, el termómetro marca en un pollito de un día de nacido 37,6 °C., y a partir de los 22 – 35 días de nacido, su temperatura corporal se estabiliza en 41 a 42 °C (Estrada *et al*, 2005).

Según Pérez, (2003) la temperatura corporal aumenta de manera directa y proporcional a la temperatura ambiente, Temperatura Ambiente = 31.84 ± 0.09 °C y Temperatura Corporal = 42.2 ± 0.05 °C. Igualmente el autor indica que un aumento de la TC promedio (41.76 ± 0.002 °C a 41.93 ± 0.2 °C), afecta el consumo de alimento y ganancia diaria de peso en aproximadamente 70 gr., aumentando así el índice de conversión en 0.30 puntos, en relación a las conversiones normales.

Todo tipo de estrés genera una respuesta adaptativa, ya sea de comportamiento neutral u hormonal, para tratar de reducir el impacto del estrés. Existen tres estados de respuestas no específicas, en las cuales se genera glucogenolisis, gluconeogenesis y agotamiento de las reservas del organismo, siendo; 1^{er}. Reacción de alarma, 2^{do}. Estado de resistencia y 3^{er} estado de fatiga (Sturkie, 1968; Hoffmann y Volker, 1969).

Si persisten las altas temperaturas el estrés calórico genera un alto ritmo de jadeo (nivel de hiperventilación; 250-300 insp/min.) para poder disipar el calor por evaporación (Becerra y Tepper, 2004).

En cuanto a la tasa de respiración, de acuerdo al nivel en que se encuentre le podemos asignar dos denominaciones. Cuando el ave se encuentra en el rango de termoneutralidad, se denomina ritmo respiratorio, la cual puede variar entre 25 y 50 inspiraciones/min y cuando el ave se encuentra en estado de estrés calórico, se denomina nivel de hiperventilación, la cual puede variar de 50 a 350 inspiraciones/min (Valancony, 1997).

El nivel de hiperventilación (NH) disminuye 145,07 insp/min a 97,91 inspiraciones/min con el aumento de la humedad relativa de 75 % a 88,5 % (Pérez, 2003). El NH en las hembras es de $170,174 \pm 0,921$ insp/min siendo efectivamente superior al NH de los machos, $158,319 \pm 0,992$ insp/min. Donde las diferencias de temperatura corporal y nivel de hiperventilación en relación al sexo de los pollos son bien marcadas cuando se encuentran en condición de estrés calórico, con temperatura ambiental superior a 22 °C y humedad relativa mayores a 60 % (Becerra y Tepper, 2004).

El nivel de hiperventilación, la temperatura corporal (TC), y el tiempo en que el animal hiperventila (TH), pueden expresar cambios en las condiciones de la temperatura ambiente, siendo la Tc y el TH los que mejor reflejan los cambios de la TA. Y a medida que la TC y el TH disminuyen en las últimas horas del día (18:00 a

20:00 h) el NH aumenta. Esto nos haría pensar que la TC y el TH reflejan más rápido los cambios de TA que el NH, posiblemente, debido a al hecho de que el NH mantiene la TC dentro de los rangos establecidos como zona de confort para pollos de engorde (Colina *et al*, 2007).

Cuando la tasa de respiración incrementa, como respuesta fisiológica ante el calor, se produce una pérdida excesiva de CO₂, por lo tanto la presión parcial de CO₂ (p CO₂) decrece, causando un decrecimiento de la concentración de ácido carbónico (H₂CO₃) y del hidrogeno (H⁺). Como respuesta el riñón aumenta la excreción del bicarbonato (HCO₃) y reduce la excreción de H⁺, con la finalidad de mantener el balance ácido-base de la sangre (Borges *et al*, 2007).

No está claro si los cambios en el sistema sanguíneo son parte de la aclimatación a temperaturas altas o bajas o son únicamente perturbación aguda. Debe ser determinado si los cambios en el sistema sanguíneo son parte de una respuesta termorreguladora adquirida por las aves para capacitarlas a soportar fluctuaciones diurnas de temperatura en largos periodos de tiempo (Yahav *et al.*, 1997).

El sistema sanguíneo particularmente es sensible a los cambios de temperatura, siendo un indicador muy importante de respuestas fisiológicas de las aves estresadas. Cuantitativamente y morfológicamente los cambio de la sangre están por el estrés calórico, están asociados con los valores de hematocritos, números de circulación de leucocitos, eritrocitos y contenido de hemoglobina (Borges *et al*, 2007). Rossini *et al* (2007), en un estudio de parámetros hematológicos en pollos sometidos a dos ambientes cálidos (fresco y caliente), obtuvieron que las unidades de hemoglobina y los hematocritos disminuyen en un 6,63% y un 5,22% respectivamente, en la sala caliente, produciendo una hemodilución, sin modificar los valores de glóbulos blancos y proteína total.

Freire (1991), reportó valores de hemoglobina 13,13 g/100ml y hematocrito en 30,97% a TA de 20,6°C, disminuyendo a 12,55 g/100ml y 27,40% cuando la TA fue

de 30,8°C; de igual manera en exposiciones a 15°C y 30°C. Yahav *et al*, (1997) publicó valores de hemoglobina en $11,7 \pm 0,39$ g/dl y $8,5 \pm 0,31$ g/dl respectivamente, en relación a la concentración de hematocritos fue de $35,2 \pm 1,52$ % a 15°C disminuyendo en 7,7 % al aumentar a 35°C la TA.

A nivel sanguíneo el equilibrio acido-base está directamente ligado con los electrolitos ingeridos por las aves. El balance de electrolitos (BE) puede influenciar en el crecimiento, apetito, desenvolvimiento óseo, y respuestas al estrés térmico, como también en el metabolismo de ciertos nutrientes, como aminoácidos, minerales y vitaminas. Los principales elementos involucrados en el equilibrio, son los cationes sodios (Na^+), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{++}), los aniones cloro (Cl^-), bicarbonato (HCO_3^-), fosfato bibásico (H_2PO_4^-). El Na^+ y el Cl^- contribuyen sobre todo para en la presión osmótica del plasma sanguíneo (Vieites *et al*, 2004).

Otra consecuencia generada por el estrés calórico, es la alcalosis respiratoria, la cual es el proceso mediante el cual se incrementa la eliminación de CO_2 , caracterizado por baja pCO_2 y alto pH y una disminución compensatoria de HCO_3^- . Causada por el estrés calórico, pero principalmente por el aumento del ritmo respiratorio, el cual al eliminar el agua mediante la evaporación, también experimenta una pérdida de CO_2 , de la misma manera esta alcalosis respiratoria es causada por insuficiencia hepática, lesiones en el sistema nervioso central, entre otras causas (Estrada *et al* 2005; Betancourt y Romero, 2002).

La alcalosis respiratoria es acompañada con una disminución del HCO_3^- sanguíneo, por lo que la adición del HCO_3^- podría ser efectiva. Antes esta respuesta fisiológica del organismo, sucede un aumento de la excreción del HCO_3^- . Haciendo necesario una mayor absorción de iones H^+ , compensada por una mayor excreción de potasio, con fuertes pérdidas del mismo (Betancourt y Romero, 2002).

Los pollos de engorde cuando se acercan a los 42 días de edad son sensibles a los cambios a altas temperaturas. Esta sensibilidad puede ser explicada por la gran

dificultad de los pollos para mantener la homeostasis térmica tanto por la masa corporal como por la alta tasa metabólica asociada con el rápido crecimiento. La respuesta inmediata para el estrés calórico es un incremento en la temperatura corporal y en la ocurrencia de la alcalosis respiratoria (Borges *et al*, 2003)

Datos experimentales justifican el uso de electrolitos en la dieta, durante condiciones de estrés crónico o agudo en los pollos de engorde, debido a que en condiciones ambientales de estrés, a nivel sanguíneo resulta una alcalosis, generando un pobre consumo de alimento y una baja tasa de crecimiento. De la misma manera existe un efecto sobre la alteración de la relación Na: Cl (Teeter *et al*, 1985).

Factores que modifican la respuesta al estrés

✓ *Sexo*

En pollos de engorde, el sexo es un factor de importante consideración, ya que de acuerdo con León (1985), existen características distintivas entre ellos, como son: requerimientos nutricionales, uniformidad en tamaño y peso, además de los rendimientos y composición de sus canales; estas características nos llevan a pensar en los parámetros por los que se debe regir una unidad de producción avícola, y en las verdaderas necesidades de las aves, con el fin de proporcionar el máximo beneficio económico al productor, al utilizar únicamente los recursos necesarios. Así, se conoce que los requerimientos nutricionales en general son más altos en los machos que en las hembras, ocasionando ello que los machos posean un mayor tamaño, peso y conformación corporal, y por ende un mayor rendimiento en canal. Sin embargo, en algunos estudios se indica que los requerimientos nutricionales a edades tempranas son iguales para ambos sexos, ocurriendo posteriormente cambios importantes entre estos, como por ejemplo el incremento en los requerimientos de proteínas en los machos (20% sobre un 16% requeridos por las hembras), mientras en las hembras comienza una acelerada acumulación de grasa en el cuerpo, debida probablemente a una pérdida de la habilidad de estas para regular su consumo de alimento de acuerdo a sus necesidades (Moran, 1973; citado por León, 1985).

En relación a la uniformidad en el tamaño y peso de los pollos de engorde, encontramos que North (1986) expresa que los machos son 1 % más pesados que las hembras al nacer, incrementándose esta diferencia conforme aumenta la edad, llegando a ser un 20 % más pesados los machos a la edad de mercadeo. A medida que se han generado nuevas líneas de pollos de engorde comerciales, se han hecho más evidentes las diferencias entre sexo, el manual Ross 308 (2007), de pollos de engorde, presenta pesos a 35 días de 2173 g para el macho y 1869 g para la hembra, o sea hay alrededor de 300 g de diferencia en peso (13 % de diferencia). Las diferencias no son solo en peso vivo igualmente en proporciones corporales de pechuga y muslo así como de requerimientos nutricionales. En la versión 2009 del manual de Aviagen, distribuidor de los híbridos Ross, hacen la siguiente acotación « La mejor manera de explotar las ventajas del crecimiento de los animales de cada sexo es alojando a los machos separados de las hembras; lo cual permite manejar con más eficiencia a ambos sexos, en lo referente a alimentación, iluminación y densidad de población. El crecimiento por sexos separados tiene la ventaja adicional de que nos permite satisfacer los diferentes requerimientos nutricionales de cada sexo. Los machos crecen más rápido, tienen mayor eficiencia alimenticia y desarrollan menos grasa en la canal que las hembras. La respuesta en la tasa de crecimiento a medida que se incrementa la relación proteína:energía , es mayor en los machos que en las hembras.

Según May y Lott (2001), en presencia de altas temperaturas, el rendimiento productivo entre hembras y machos es diferente, los diferentes valores de IC en hembras y machos para 18°C de TA se ubican en 2,22 y 1,98 respectivamente, diferencia que se hace más significativa cuando la TA es de 32°C arrojando valores de IC de 2,77 para las hembras y 2,24 para los machos. Por lo cual sería idóneo plantearse separar camadas de pollos por sexo u condición lo cual podría reflejar mejores resultados y un mayor control dentro del galpón. En relación al sexo Pérez *et al.* (2006), encontró diferencias de TC altamente significativos ($p < 0,001$), entre machos y hembras con 0,15 °C de TC más en los machos que en hembras. Por el

contrario Berrong y Washburn (1998), reportaron que no existen diferencias significativas en TC entre machos y hembras. Al estudiar los diferentes niveles de hiperventilación en pollos criados en dos salas una denominada fresca con valores de TA entre 25,7 y 30,2 °C, y otra denominada caliente con TA entre 27 °C y 32,7 °C, Colina, (2007), estableció que entre machos y hembras en relación a la sala fresca, el NH de las hembras y machos fue similar al comportamiento de la TA, pero por el contrario, para la sala caliente donde la TA fue de 30,6°C se pudieron observar 16% más de NH en las hembras respecto a los machos en todos los períodos (11%; 21%; 15% y 14 períodos 1, 2, 3 y 4 respectivamente) de evaluación (Cuadro 1). Estos resultados ponen de manifiesto que para poder observar las diferencias en capacidad fisiológica de reaccionar al calor, hay que someter a los pollos a condiciones lo más extremas posible.

Cuadro 1. Promedios de NH (Insp/min) en los pollos separados por sexo (machos y hembras) en las salas caliente y fresca (TA=28,3 ± ,121) en los diferentes períodos de medición (1: 7h00 a 11h00; 2: 11h00 a 14h00; 3: 14h00 a 17h00 y 4: 17h00 a 20h00) Exp. 3 (n = 397).

Periodo (TA en °C) Sala fresca Sala caliente	Fresco		Caliente	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
29,1 ± ,06 / 30,0 ± ,07	30d	36c	40b	45 a
30,2 ± ,03 / 32,7 ± ,18	109d	128b	115c	146 a
28,2 ± ,18 / 32,2 ± ,13	126c	141b	122d	144 a
25,7 ± ,09 / 27 ± ,14	129c	145b	132d	154 a

Letras diferentes indican diferencias significativas entre sexos en los períodos de evaluación. Fuente (Colina 2007).

En condiciones de granjas comerciales, se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) con 9 insp/min más en las hembras. Becerra y Tepper, (2004) indicaron en experimentos en campo que las diferencias de NH son marcadas entre machos y hembras donde las hembras hiperventilaron 7% más que los machos. De igual forma Pérez *et al.*, (2006) reportaron mayor en 4,2 insp/min el NH para las hembras y Johnson y Mac Laury (1974) ya habían mostrado +4insp/min en las

hembras que en los machos, los autores sugieren que estas diferencias entre sexos son vinculadas a la capacidad de adaptación al calor de las hembras.

Siendo la temperatura ambiental un factor de gran importancia en la incidencia del estrés calórico, May y Lott (2001), establecen porcentajes de mortalidad diferenciados por sexos, al ser sometidos a diferentes temperaturas ambientales, (Cuadro 2), haciendo notar la marcada diferencia entre machos y hembras en presencia de alta temperaturas.

Cuadro 2. Efecto de la TA sobre el porcentaje de mortalidad en machos y hembras

TA (°C)	Mortalidad (%)	
	Machos	Hembras
25,9 – 23,8	2,2	0,4
27,8 – 25, 7	0,6	0,4
29,9 – 27,8	1,5	0,0

Fuente: May y Lott (2001)

✓ *Condición corporal e interacción con sexo*

En relación al peso corporal, que en algunos casos se denominada “condición corporal” pareciera ser evidente que los animales más pesados incluyendo al ser humano, con una masa corporal superior deben tener mayores dificultades para sobreponerse a un estrés calórico crónico o agudo. En las granjas comerciales, los productores una vez encontrados los pollos fallecidos por ráfagas de calor, también exclaman que son los pollos más grandes los que se mueren. Experiencias publicadas en De Basilio (2002), mostraron que sometiendo en el laboratorio a 120 pollos a un estrés agudo simulado con TA superiores a 36 °C, que el 70 % de los pollos muertos están en el peso promedio, siendo muy pocos pollos livianos (promedio – 10 % del PV) los que murieron (15%), se concluyo que el bajo peso corporal parece favorecer

la sobrevivencia al calor pero el peso del ave superior al promedio no es necesariamente un indicador de riesgo de mortalidad.

De manera similar, Correa, (2007), al separar los pollos por sexos, en una granja comercial, estos también presentan diferencias significativas ($P= 0,007$), siendo los machos los que presentan mayor TC que las hembras. Una mayor TC y una tendencia a reducir el nivel de hiperventilación pareciera dar a los pollos pesados desventajas en relación a los livianos, pero en cada caso está de por medio la interacción entre pesados y livianos y machos y hembras. Lo que demuestra que los valores de TC de los pollos machos pesados son más altos que el resto de los tipos de pollos clasificados. El aumento mostrado por aves pesadas está más influenciado por los machos pesados; es decir, hay un efecto de interacción sexo x peso.

✓ *Temperatura de la cama*

Las condiciones ambientales donde desarrollemos la producción avícola definitivamente jugarán un papel directo y profundo sobre la salud, calidad y desempeño productivo de nuestras aves. En este sentido, considerando básicamente el sustrato donde los pollos demostrarán todo su potencial. La calidad de la cama, resulta ser un factor clave dentro de nuestros sistemas de producción avícola. (Castillo, 2002). Los pollos de engorde, no alcanzan su potencial genético en un ambiente agresivo, por ende la calidad del ambiente depende en gran parte de la calidad de la cama. A su vez la escasez de materiales de buena calidad en Venezuela es creciente, debido al aumento de la demanda avícola en todas las regiones productoras, también se suma el esfuerzo por limitar el impacto negativo de la cama en la sanidad de los planteles (Paganini, 2004). Los dos factores que influyen en la calidad de la cama son la humedad (defectos de los bebederos) y las excretas. La parte de las excretas no es controlable, pero el productor puede y debe controlar la humedad, cuando es excesiva hay incidencia de ampollas en las pechugas, quemadura en la piel, zonas con costras en las patas (Lacey, 1998).

La cama húmeda es la causa de uno de los factores ambientales que más afecta a la producción como es el amoníaco producto de la fermentación de la materia orgánica de la cama. Los pollos son sensibles al amoníaco una exposición prolongada de altos niveles (50 a 100 ppm) es una de las causas de la queratoconjuntivitis (ceguera), además la gran incidencia de enfermedades virales, aerosaculitis. Las concentraciones de 5 ppm han demostrado que irritan el tejido protector del sistema respiratorio produciendo enfermedades respiratorias. (Lacey, 1998). Este efecto del amoníaco, generado por la fermentación en la cama, también genera un aumento de la temperatura de la cama, creando un balance negativo en los pollos de engorde al momento de disipar calor de su cuerpo.

Estrategias para reducir el efecto del estrés calórico

Existen varias alternativas para resolver el problema del estrés por calor, entre las cuales se puede destacar:

Aclimatación precoz: Esta técnica consiste en el aumento de la temperatura ambiente a 38 - 40 °C durante 24 horas en el quinto día de vida de los pollitos BB, surge como una alternativa para aumentar la capacidad de los pollos a resistir olas de calor y disminuir la mortalidad en la etapa de finalización de las aves, generando una reducción de la mortalidad de 38 a 66 % (De Basilio, 1999, Requena, 2004).

Restricción alimenticia: esta alternativa es una de las más efectiva para combatir el estrés, la cual consiste en someter al pollo a un ayuno antes de las horas más calientes del día (Angulo, 1991). La restricción de alimento reduce la temperatura corporal del animal en un 0.38 – 0.40 °C para los días 35 y 42 respectivamente (Lozano, 2003). Según Becerra y Tepper (2004), esta técnica disminuye la temperatura corporal 0,2C° y una disminución de la mortalidad del 54,3%.

Manejo de la ventilación y uso de nebulizadores: La ventilación es una forma importante para prevenir pérdidas durante las épocas de calor. Donde la utilización de la ventilación túnel tiene una inversión alta sin embargo se compensa en la forma de menos mortalidad y aves de mejor peso, conversión y calidad (Nilipour, 2004). Igualmente otra alternativa que funciona a la par de la ventilación es el enfriamiento evaporativo mediante el uso de nebulizadores, la cual mejora la eficiencia productiva cuando el ave se encuentra fuera la zona termoneutral (Pérez, 2000; Wiernusz, 1999).

Cantidad y calidad del agua: La disponibilidad de agua y de bebederos, en condiciones de clima cálido, es un requerimiento fundamental. En este sentido, se ha determinado que existe una necesidad de suplementar en un 10 o 15% la disponibilidad de bebederos y el área disponible por ave y mejorar la temperatura del agua, que en algunas granjas debido a que las tuberías están cercanas al techo o expuestas al sol, y por razones fisiológicas del ave, tienden a aumentar el consumo de agua en los momentos de temperaturas elevadas (Angulo, 1991)

Otras estrategias: Podemos considerar el uso de las vitaminas; la cual consiste en adicionar vitaminas como; C (ácido ascórbico), E, B2 y B6 en el alimento o agua. Ya que en el momento de estrés agudo las vitaminas no son utilizadas a gran escala, por lo tanto se deben suministrar (Angulo, 1991). Igualmente se puede realizar control de la porción energética de alimento, alimentación alternada (De Basilio, 2001) y adición de aminoácidos sintéticos.

Adición de electrolitos: Debido al incremento del ritmo respiratorio durante las horas de estrés calórico, las aves llegan a una condición de alcalosis respiratoria, provocando un aumento del pH de la sangre, disminución de la concentración de CO₂. Por esta razón resulta conveniente desde el punto de vista productivo y fisiológico adicionar sales (minerales) en el agua de bebida o en el alimento (Teeter y Smith, 1987).

Metabolismo de los minerales

Los minerales son nutrientes que se encuentran divididos en macrominerales (aquellos que son necesario en grandes cantidades) y microminerales o elementos traza. Aunque los microminerales son requeridos solo en pequeñas cantidades, la falta o inadecuado suministro en la dieta puede ser perjudicial para los pollos como la falta de un macromineral. Los minerales tienen un número importante de funciones en el cuerpo. La más reconocida ampliamente es la formación de huesos; fuertes, rígidos y duros. Así como también son necesarios para la formación de células de la sangre. Activación de enzimas, metabolismo de energía y la función adecuada del músculo (Damron *et al*, 2001; NRC, 1994).

Experimentos muestran que el sodio y potasio son alcalogénicos (tienen un efecto de producción alcalino), mientras el cloro es acidogénico (tiene un efecto de producción ácido). El cloro tiende a disminuir el pH y las concentraciones de bicarbonato, mientras el sodio y el potasio, ejercen un efecto contrario, tienden a elevar el pH y la concentración de bicarbonato. Sin embargo el balance ideal de los electrolitos viene dado desde el riñón, el cual es definido por la situación ambiental en que se encuentre el pollo (NRC, 1994).

Por lo tanto, Cloro, sodio y potasio, se estudian juntos debido a que son los electrolitos que tienen un papel muy importante en el mantenimiento del balance ácido-base. Estos iones se absorben en cantidades considerables en el estómago, pero si se lleva a cabo una absorción voluminosa, en la porción superior del intestino delgado y en menor grado en la porción inferior del intestino delgado y en el intestino grueso. La secreción diaria del líquido al aparato digestivo proveniente de la saliva, el jugo gástrico, la bilis y el jugo pancreático es de 4 a 5 veces la cantidad que se consume diariamente por vía oral. Aproximadamente el 80% de la carga de NaCl y el 50% de la carga de K, que se encuentran en dicho aparato provienen de las secreciones. El Cl se secreta en grandes cantidades en el estómago. El Na se secreta

en la porción superior del intestino delgado y el K principalmente en el íleon en intestino grueso (Church y Pond, 1996).

Todavía no se comprende completamente como se efectúa el control de las concentraciones iónicas de K, Na y Cl dentro de los límites estrechos que se presenta entre los compartimientos extra e intracelulares del organismo. Aunque se sabe que el Na es excretado por el riñón y se absorbe parcial, aunque no totalmente, en los túbulos renales. La cantidad que no se reabsorbe se pierde en la orina. Un descenso del Na plasmático, tal como se presenta cuando se disminuye el consumo, trae como resultado un incremento en la liberación de aldosterona, la cual a su vez actúa bajo el control de la hormona adrenocorticotrófica. De la misma manera el consumo de K generalmente excede varias veces los requerimientos de sus necesidades metabólicas, pero aun así generalmente, no se presenta una intoxicación con K, debido a la capacidad que tiene el riñón para controlar su excreción, donde también actúa la aldosterona. Y la concentración de Cl en el líquido extracelular tiende a equilibrarse con relación a la concentración del Na. Donde la excreción renal excesiva también se modifica por la concentración del HCO_3^- . Si el HCO_3^- plasmático se eleva, se excreta una cantidad de Cl en la orina para mantener una concentración igual de cationes y aniones en el plasma (Church y Pond, 1996).

De acuerdo a la alimentación, el estado fisiológico y manejo en que se encuentre las aves y especies animales en general, se pueden encontrar signos de deficiencia de los electrolitos. La deficiencia de K se caracteriza por electrocardiogramas anormales en los terneros, gallinas y cerdos, lo mismo que en otras especies. También se observan lesiones renales, y manifestándose directamente en el retraso del crecimiento, marcha inestable, debilidad muscular global generalizada y adelgazamiento seguido de la muerte. Los signos de deficiencia del Na son una disminución tanto de la tasa de crecimiento como en la eficiencia de aprovechar el alimento y pérdida de peso. Mientras que para el Cl el signo principal es la disminución del índice de crecimiento, y disminuye la concentración de Cl en la

piel, musculo, hígado, riñón, cerebro, vísceras y en toda la canal (Church y Pond, 1996).

Efecto del uso de los minerales en el balance de electrolitos

Los minerales son unos de los recursos pocos aprovechado para combatir el estrés calórico y que además son de suma importancia por intervenir en el balance acido-base, justificando el uso de electrolitos en las dietas y hasta en el agua de bebida (Teeter y Smith, 1986; Deyhim y Teeter, 1991). Dicha adición mineral limita 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, 1991).

Los electrolitos (minerales) mayor importancia fisiológica y metabólica de las aves y especie animal en general, son el K, Na y Cl. Los cuales se manejan en la dieta en términos porcentuales, siendo necesario convertirlos en mEq con el fin de realizar el balance dietario de electrolitos (BDE). La manipulación del BDE tiene una influencia significativa en el comportamiento productivo y fisiológico de los pollos de engorde, debido a su efecto sobre el balance acido-base, por lo cual se requiere estudios que permitan dilucidar los niveles adecuados bajo factores ambientales diferenciales (Betancourt y Romero, 2002).

En las mayorías de las dietas el BDE no llega ha alcanzar los valores deseados para optimizar la producción, más aun, cuando la se formula con proteínas de origen animal tal como harina de pescado. Por ello, para prevenir un imbalance de electrolitos debería considerarse este tema en la formulación, así como la modalidad en que existe mayor eficiencia al ser adicionado los minerales (Cerrate y Gómez, 2002). Por esta razón se describe a continuación dos modos de adicionar minerales a los pollos de engorde, con la finalidad de mantener el balance acido-base:

✓ *Adición de electrolitos en el alimento*

Son muchos los estudios existentes en el mundo relacionados a la adición de electrolitos en el alimento. Donde se toma en cuenta el trabajo realizado por ADA *et al* (1999), quienes realizaron un experimento con 320 pollos de engorde, a los cuales se les adiciono cloruro de sodio (NaCl - sal común) en el alimento, en las siguientes concentraciones; 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.8% y 1.0%, durante 49 días, evaluando el efecto sobre las características productivas del pollo al final del ciclo. Encontrando que el nivel favorable de adición de NaCl es de 0.60%, lo que es igual a 260 mEq/Kg de alimento. Generando un índice de mortalidad del 2.5%, 2318.70 gr de peso corporal, 46,30 gr de ganancia diaria de peso y 2.33 de conversión de alimento. Concluyendo que al aumentar los niveles de inclusión (0.8% y 1%) se deterioran los parámetros productivos y la supervivencia del animal.

En el mismo orden de idea, Damron *et al.* (1985), estudiaron la utilización del sodio (Na) por parte de los pollos de engorde a partir del bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y el NaCl. Donde un grupo de aves se encontraba bajo tratamiento de NaCl, con niveles de adición de 0.0, 0.05, 0.10, 0.15 y 0.20 %, y un grupo adicional recibía suplemento con 0.72, 0.144 y 0.216 %. Con condiciones ambientales controladas y alimentación *ad libitum*. Evaluaron los parámetros productivos de los pollos bajos condiciones críticas de ambiente, concluyendo que el Na a partir del NaHCO₃ es utilizado de manera comparable con respecto al NaCl, ya que no obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Aunque el nivel de NaHCO₃ de 0.144 % obtuvo resultados óptimos de peso corporal, consumo de alimento y consumo de agua.

Los minerales han sido considerados nutrientes esenciales para el crecimiento y mantenimiento del pollo de engorde. Sin embargo, no se ha definido precisamente cual es el rol fisiológico, y existe la dificultad de determinar cuál es la concentración optima a usar. A pesar de esto, Balnave y Gorman (1994), se plantearon un estudio donde suministraron distintas concentraciones de minerales, a partir de todos los

electrolitos (cationes y aniones), requeridos por el pollo para mantener su balance acido-base. El estudio fue realizado en una sala con aire acondicionado, manteniendo una temperatura entre 20 a 25 °C durante las primeras semanas de vida, 30 °C para la etapa final de la cría. Como resultado obtuvieron que las dietas suplementadas con sales carbonatadas no son beneficiosas, mientras que las sales bicarbonatadas son perfectas para los pollos de engorde que experimentaron alcalosis respiratoria, disminuyendo el efecto del mismo.

Por otra parte, Naseem *et al.* (2005), utilizando 100 pollos de engorde, divididos en cinco grupos y mantenidos en salas con temperatura ambiente entre los 35 a 37 °C, a los cuales se le suministraron dietas con KCl y NaCO₃, de manera individual y combinado (1.5 % de KCl, 0.5 % NaCO₃, 1.5 % de KCl + 0.5 % de NaCO₃), se evaluó la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Entre los tratamientos, KCl y NaHCO₃ en niveles de 1.5 % y 0.5 % respectivamente respondieron en un incremento significativo ($P < 0,05$) para los niveles de sueros de potasio y bicarbonato, mejorando la ganancia de peso, consumo y conversión de alimento. Sin embargo la combinación del KCl + NaCO₃, manifestó la disminución del efecto del estrés calórico.

Borgatti *et al* (2004), mediante un estudio experimental, comparan el rendimiento de los pollos de engorde con diferentes dietas de balance electrolítico en condiciones de estrés. Con un total de 1280 aves, evaluándose cuatro dietas con BDE de; 210, 250, 290 y 330 mEq/kg de alimento, adicionándose mediante bicarbonato de sodio (NaHCO₃), carbonato de potasio (KHCO₃) y cloruro de amonio (NH₄Cl). Con 49 días de evaluación, considerando como variables de evaluación la ganancia de peso y consumo de alimento. Como resultado observaron que la influencia del BDE ante el rendimiento de los parámetros productivos, fue significativa en la etapa de iniciación con un BDE de 330 mEq/kg, concluyendo que un contenido optimo de electrolitos se encuentra entre 290 y 330 mEq/kg.

En otro estudio similar, Borges *et al*, (2003), evaluaron diferentes niveles de balance dietario de electrolitos (BDE); 40, 140, 240 y 340 mEq/kg. Y considerando dos ambientes (dos salas) una termoneutral de 25 a 32 °C y otra con calor cíclico con 33 a 35 °C. Para alcanzar los niveles de BDE en las dietas utilizaron NaHCO₃, NaCl, NH₄Cl y KHCO₃. Como resultado obtuvieron que el BDE óptimo es 240 mEq/kg, el cual generan los mejores resultados para el peso vivo (2422 gr), consumo de alimento (4295 gr), conversión (1.775), mortalidad (5%). Dicho estudio coincide con Mushtaq *et al* (2005), donde evalúan distintas proporciones de Na y Cl, concluyendo que la proporción de 0.25% de Na y 0.30 de Cl, igual a 250 mEq/kg, es el balance óptimo para el rendimiento de los pollos bajos estrés calórico, con temperaturas de 32 a 39 °C, aunque no observaron diferencias significativas al evaluar la conversión de alimento y la temperatura corporal.

Para evaluar la eficiencia relativa de diferentes fuentes de electrolitos, Tanveer *et al*, (2005), utilizaron tres fuentes de sodios (NaHCO₃, Na₂SO₄, Na₂SO₄), y fuentes de potasio (KHCO₃, K₂CO₃, K₂SO₄) suplementados bajo un BDE idéntico de 250 mEq/kg, y dos suplementaciones en base a cloro (CaCl₂ y NH₄Cl) de 50 mEq/kg. Como resultado obtuvieron que los rendimientos del crecimiento con suplementación de K, excepto KHCO₃, fueron bajos en comparación con la suplementación con Na. El NaHCO₃, Na₂SO₄, Na₂SO₄ y NH₄Cl incrementaron la ganancia de peso, consumo de alimento, siendo la de mejor respuesta la suplementación mediante el NaHCO₃ y se mejoró la conversión de alimento con la suplementación de K₂CO₃ y K₂SO₄ antes de los 42 días de edad. Se demuestra la importancia de mantener los niveles de minerales en la dieta, de manera individual, considerando los valores de deficiencia y toxicidad.

De Souza *et al*, (2002), evaluaron el efecto de la suplementación de KCl en la dieta, en 6 niveles (0.0%, 0.4 %, 0.8 %, 1.2 %, 1.6 % y 2 %), en 288 pollos de engordes sexados. Los parámetros evaluados fueron peso medio, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión de alimento, parámetros sanguíneos (pH,

pCO₂, pO₂. Entre sus resultados destacan que no hubo efecto significativo (P>0.05) de KCl sobre la ganancia de peso, pero si hubo un efecto (P<0,01) cuando se analizaron según su sexo, donde los machos fueron superados por las hembras. De igual manera lo machos presentaron un pH sanguíneo más elevado que el de las hembras y el nivel optimo de suplementación fue 1,2 % de KCl.

✓ *Adición de electrolitos en el agua*

Para determinar el efecto que causan los desbalances electrolíticos en el ave, Teeter y Smith (1986) diseñaron cuatro experimentos para evaluar el cloruro de amonio (NH₄Cl), cloruro de potasio (KCl) y el carbonato de potasio (K₂CO₃), basando sus observaciones en la medición del pH sanguíneo, ganancia de peso vivo y eficiencia de conversión de alimento en aves bajo estrés en la última fase de crecimiento. En uno de los experimentos evaluaron la suplementación con 0,02% de NH₄Cl en el agua de bebida, reduciendo la fase de jadeo, de igual manera se redujo la fase de hiperventilación, e incrementando la ganancia de peso vivo en un 23 % y en un 7.7% la conversión de alimento. Suplementando 0.15 % KCl incremento el peso vivo en un 46% y la conversión de alimento en 15.4, aunque no hubo un efecto significativo relacionado con el pH de la sangre.

Mediante la utilización de dos cámaras con ambiente controlado, se plantearon dos experimentos. Con la finalidad de evaluar el efecto del NaHCO₃ y KCl. Donde una de las cuatro soluciones de agua fue proporcionada para cada corral presente en las cámaras; 1) 5% NaHCO₃, 2) 5% KCl, 3) 5% NaHCO₃ y KCl y 4) un control sin suplemento en el agua. En donde se evaluaron las interacciones presente entre cada uno de los tratamientos en relación a los ambientes de cada cámara. Y obteniéndose como resultado que la suplementación con 5% NaHCO₃ y KCl generaron una significativa (P<0.05) y alta tasa de consumo de alimento para las hembras, en comparación al resto de los tratamientos, y no mostraron diferencias significativas dentro de los regímenes ambientales. Y en general las soluciones incrementaron

marcadamente el consumo de agua sobre el tratamiento control y correspondiente a un incremento de la humedad relativa (Whiting *et al*, 1991).

Smith y Teeter (1987) evaluaron el efecto de la suplementación de KCl en el agua, en pollos expuestos a calor crónico y temperaturas cíclicas. El KCl fue usado en el agua en rangos de 0.06 a 0.36%, incrementándolo cada 0.06%. Resultando una reducción del consumo de alimento, con el nivel de suplementación de 0.24%, y de la misma manera afecto la ganancia de peso ($P<0.05$). El consumo de agua incremento con el calor y no decreció con la adición del KCl, aunque con la adición de 0.36% el consumo de agua disminuyo un 22%. Los efectos de deterioro por el estrés calórico sobre el crecimiento y conversión de alimento fueron parcialmente aliviados con la suplementación del KCL en el agua.

En otro estudio, Smith y Teeter (1992) aplican KCL en agua de bebida y en una proporción de 0.2%, logrando un mayor consumo de alimento durante el periodo de temperatura continua y la caliente (105.3 g/día y 105.65 g/día respectivamente). Y la ganancia de peso mejoro en el periodo de temperatura continua (46.7 g/día) al igual que el consumo de agua (340.6 ml/día).

Soutyrine *et al*, (1998), estudiaron los efectos de varios periodos de restricción de alimento (10, 8 y 6 hrs) junto a la suplementación con KCl y CO₂ en el agua en la variación del crecimiento y respuestas fisiológicas de pollos comerciales, bajo un ambiente de estrés calórico. Obteniendo un efecto significativo con la combinación de las 8 hrs de restricción y la suplementación de KCl, sobre el peso vivo, conversión de alimento, consumo de agua y temperatura corporal (41.5 °C). Igualmente la suplementación de KCl aumento ($P<0.1$) el nivel de K en el plasma sanguíneo al ser comparado con el grupo control.

Resultados de estudios realizados en Venezuela. Evaluando la adición de electrolitos (minerales) en el agua o alimento

Con la finalidad de evaluar el efecto de la adición de minerales en el agua o en el alimento sobre los parámetros productivos y fisiológicos durante la etapa de finalización, bajo condiciones de estrés calórico agudo en pollos de engorde, Farfán (2008), llevaron a cabo dos experimentos (Exp. 1 y Exp. 2) y en ambos se incluyeron 3 tratamientos: T1= Alimento balanceado sin adición mineral; T2= Alimento balanceado con adición mineral en alimento y; T3= Alimento balanceado con adición mineral en agua. El diseño experimental fue un arreglo completamente al azar, con 4 repeticiones/tratamiento (10 pollos/repeticiones; Exp. 1: Granja Comercial) y 8 repeticiones/tratamiento (8 pollos/repeticiones; Exp. 2: Laboratorio). La composición del suplemento mineral fue: NaHCO_3 (0,83%); NH_4Cl (0,07%) y; NaCl (0,30%), obteniéndose un balance de electrolitos de 240 mEq, desde los días 37– 41 (Exp. 1) y desde 28 – 35 de edad de los pollos (Exp. 2), respectivamente. Se evaluaron los siguientes parámetros: consumo de alimento, consumo de agua (medidos durante el día y la noche), ganancia de peso, conversión alimenticia, temperatura corporal (TC), nivel de hiperventilación (NH), pH sanguíneo, presiones parciales de O_2 y de CO_2 en sangre, respectivamente y niveles de electrolitos en sangre.

Obteniéndose como resultado, que en los parámetros productivos (Cuadro 3) de manera general no existen diferencias significativas entre los tratamientos, para ambos experimentos. Con la acepción del consumo de agua en el experimento 2, que hubo una tendencia significativa ($p=0,016$), donde las aves que recibieron minerales en el agua ($289,80 \pm 19,31\text{ml}$) y en el alimento ($299,68 \pm 23,11\text{ ml}$) presentaron un mayor consumo de agua con respecto a los que no se les adiciono minerales ($219,65 \pm 12,44\text{ ml}$). Estos resultado son similares a los reportados por Damron *et al* (1986); Smith y Teeter (1987) y Tanveer *et al* (2005), donde aseguran que al aplicar minerales tanto en el agua como alimento, incrementa significativamente el consumo de agua y reportan valores no significativos en parámetros productivos. Con respecto

al CAL, este fue mayor en el Exp 1 para los pollos si adición mineral (714,00±29,40 gr/pollo) mientras que en el Exp 2 fue mayor en los pollos tratado con minerales en el alimento (1212,88±58,64 gr/pollo) y para la GP (cuadro 1) los resultado son similares a los reportados por De Souza *et al* (2002) que no encontraron diferencias significativa. Igualmente Borges *et al* (2004) destaco que al adicionar 240 mEq/kg en el alimento es beneficioso para mejorar la GP durante el ciclo de cría de los pollos, utilizando fuentes minerales similares a las que aplicamos en los experimentos. Contrario a los resultados reportados por Tanveer *et al*, (2005) que al utilizar como fuente mineral NaHCO₃ y NH₄Cl obtuvieron efecto significativo (P<0.001) en la fase de crecimiento y finalización, pudiendo ser la fuente mineral y el nivel de inclusión un factor primordial para que exista un efecto significativo. Y con respecto a la CA (Cuadro 1) se puede observar que no hubo efecto de los tratamientos. Sin embargo otros autores que estudiaron el efecto de los minerales reportaron conversiones con mayor eficiencia, tal como Borges *et al*, (2003) con 1.887, Borges *et al*, (2004) con 1.705 y Mushtaq *et al*, (2005) con 1.86, cabe destacar que la diferencia entre los resultados podría deberse a las condiciones en que se realiza los experimentos, así como los híbrido y dieta utilizada.

El consumo de agua, (Cuadro 1) no hubo diferencia significativa, para los pollos del experimento 1, de igual manera se observa que una tendencia de mayor consumo el consumo de agua para los pollos que fueron suplementados con minerales. Este efecto se debe a que la presencia de sales tanto en la dieta como en el agua, estimula a que el pollo aumente el consumo de agua. Similar con Smith y Teeter (1987) los cuales comentan que el consumo de agua incrementa con el calor y aunque dependiendo de la adición mineral es posible que se disminuya el consumo de agua hasta un 22% de diferencia. Al contrario en experimento 2-A donde se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa (P=0.0165) para pollos que recibieron minerales en el agua y en el alimento, en comparación con aquellos que no se les adiciono minerales. Estos valores son similares a los reportados por Damron *et al*, (1986); Smith y Teeter (1987) y Tanveer *et al* (2005), donde aseguran que al

aplicar minerales tanto en el agua como alimento, incrementa significativamente el consumo de agua. Es importante destacar que la concentración de minerales en el agua para el Exp 1 y Exp 2, fueron distintas, debido a que se considero una relación consumo agua: alimento diferente, 2.5: 1(Exp 1) y 4: 1 (Exp 2).

Cuadro 3. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre el consumo de alimento (CAL), consumo de agua (CAG), la ganancia de peso (GP) y Conversión de alimento (CA), durante los periodos experimentales en condiciones de granja (Exp1) y laboratorio (Exp. 2).

Experimento	Edad (condición)	Tratamiento	CAL (gr/pollo)	CAG (ml/pollo)	GP (gr/pollo)	CA
1	37 – 41 días (Granja)	1	714,00±29,40	310,83 ± 20,59	442,45±21,08	1,626 ± 0,132
		2	583,00±22,11	368,69 ± 20,19	295,60±77,81	2,379 ± 0,796
		3	692,75±66,11	353,54 ± 20,04	394,70±46,65	1,806 ± 0,147
		ANOVA (P)	ns	ns	ns	ns
2-A	28 – 35 días (UASC)	1	1109,63±23,48	219,65 ± 12,44 ^a	354,05±16,00	2,090 ± 0,072
		2	1212,88±58,64	299,68 ± 23,11 ^b	571,86±42,68	2,185 ± 0,141
		3	1128,75±34,13	289,80 ± 19,31 ^b	528,56±29,15	2,175 ± 0,124
		ANOVA (P)	ns	0,016	ns	ns

Letras diferentes indican diferencias significativas. Fuente: Farfán et al, (2008).

El consumo de alimento (día y noche), como se refleja en la Figura 1, se observa que hubo diferencia estadísticamente significativa para el tratamiento con adición mineral en el agua, en el experimento 1 (P=0.07) y en el experimento 2 (P=0.002), bajando en un 58,1 % del día a la noche el consumo de alimento, este efecto podría deberse a que los pollos que reciben minerales en el agua, su metabolismo se hace más estable gracias a la ingesta de electrolitos, siendo no necesario el consumo de alimento durante la noche. Mientras que los pollos que se encontraban en el tratamiento 1 y 2 mantiene un consumo de alimento similar durante el día y la noche. Sin embargo en la Figura 1, se observa solo una tendencia (no significativa) en el experimento 2-A, que hay mayor consumo de alimento en la

noche por parte de estos pollos (T1 y T2). Estos resultados coinciden con Damron *et al* (1986), lo cuales indican que al adicionar minerales en el alimento ocurre un efecto significativo de aumentar o mantener el consumo de alimento. Igualmente Borges *et al* (2003) señalan que al adicionar 240 mEq de BDE en el alimento, existe un aumento del consumo de alimento en la noche, el cual se mantiene durante el día. El resultado de T3 es similar al reportado por Smith y Teeter (1987), quienes obtienen una reducción del consumo de alimento, al suplementar con 0.24% de KCl. Contrario al resultado reportado por Smith y Teeter (1992), que al aplicar minerales en agua de bebida, lograron un mayor consumo de alimento durante el periodo de temperatura caliente (105.65 g/día), pudiendo existir diferencia de los resultados debido a la fuente mineral que se ha adicionado en el agua.

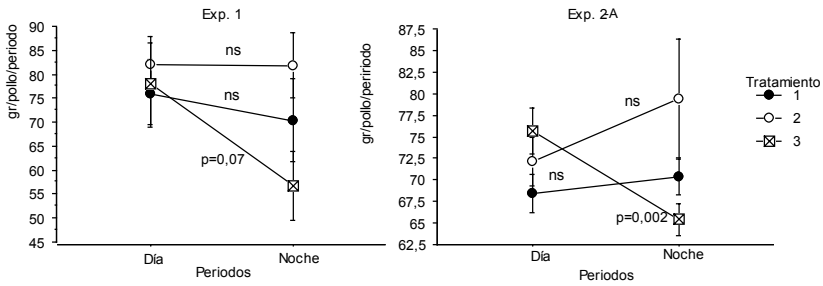


Figura 1. Consumo promedio de alimento durante el día y la noche. Fuente: Farfán *et al*, (2008).

Los consumos de alimento fueron similares (no significativos) en ambos experimentos (Exp. 1 y Exp. 2-A), lo cual hace que el consumo de electrolitos se asume que es similar para ambos, consumiendo 9,94 gr de NaHCO_3 , 0,85 gr de NH_4Cl y 0,36 gr de NaCl . Igualmente el consumo de electrolitos a partir del agua, depende de la relación consumo de agua: alimento considerada en cada experimento.

En relación a las variables fisiológicas, al evaluar la temperatura corporal (TC) de los pollos del experimento 1, existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los pollos del tratamiento 2 con el tratamiento 1 y 3. Reflejándose en la Figura 2

que la adición mineral en el alimento es capaz de disminuir en promedio 0.23 °C en comparación a los pollos que no se les adiciono minerales y aquellos que recibieron minerales en el agua. Obteniéndose un efecto similar al de Borges *et al*, (2004) donde al aplicar minerales en el alimento obtiene es capaz de disminuir 0,94 °C la TC durante el momento de estrés calórico. Sin embargo en el experimento 2-A (Figura 3), se observa que la TC de los pollos que recibieron minerales en el agua fue menor (41.96 ± 0.02 °C), con respecto a los que recibieron minerales en el alimento ($42,04 \pm 0,03$ °C) y los que no se les adiciono minerales ($42,07 \pm 0,03$ °C), existiendo diferencias significativas ($P=0.007$) en relación a los demás tratamientos. Los resultados de T1 y T2 (Exp 2-A) son similares a los expuestos por Lin *et al* (2005), donde presenta una TC de 42.62 °C bajo una TA de 35 °C. La TC baja con la adición mineral en el alimento, en el experimento 1, mientras que en el experimento 2-A, la TC bajo con la adición mineral en el agua, esto ocurrió debido a que al realizar la adición de minerales en el agua (Exp 2-A) se llevo a cabo un ajuste de acuerdo a la relación de consumo de agua y alimento evaluada durante la fase experimental, generando un efecto de mayor beneficio para la TC en el Exp 2-A.

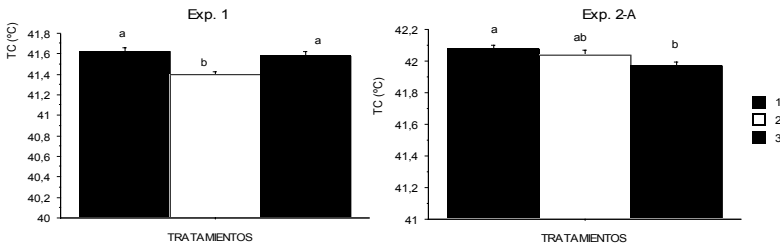


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre temperatura corporal. Fuente: Farfán et al, (2008).

Se puede observar en la Figura 3, que según el sexo y la condición corporal de los pollos de engorde, existe una reacción diferente a los tratamientos siendo el efecto similar con la adición de minerales en el agua y en el alimento. Donde solo las hembras pesadas reaccionan con menores TC a la adición de minerales en el agua ($41,39 \pm 0,07$ °C) para el experimento 1 y los machos pesados ($41,88 \pm 0,05$ °C) y

hembras pesadas ($41,93 \pm 0,04 \text{ }^{\circ}\text{C}$) en el experimento 2-A. Demostrando de esta manera que los pollos pesados, generalmente considerados como más susceptibles por el estrés calórico reaccionan mejor a la adición de minerales en el agua. Igualmente estos valores reportados son considerados normales, ya que se encuentran dentro de la zona homeoterma, la cual se encuentra entre $40 - 42 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Freeman, 1987).

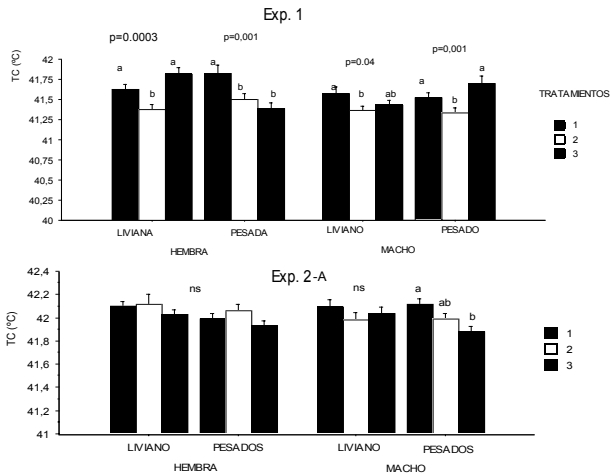


Figura 3. Efecto del sexo y la condición corporal sobre la temperatura corporal. Fuente: Farfán et al, (2008).

En relación al NH, Figura 4. En el experimento 1 se observa que existe una tendencia a ser estadísticamente diferentes ($P=0.10$) el NH de los pollos a los cuales se les adicionó minerales en el alimento ($148.917 \pm 10.078 \text{ insp/min}$), al ser comparado con aquellos que no se les adicionó minerales (184.377 ± 13.334) y aquellos que recibieron minerales en el agua (153.62 ± 8.647). Mientras que el NH del experimento 2-A, fue no significativo. Igualmente se observa que ambas adiciones de mineral lograron disminuir en promedio del NH. Estos valores promedio obtenidos son comparables a los reportados por Colina (2007) de 143 insp/min , así como también a reportados por Mather *et al*, (1980); Barnas y Mather (1980), y Zhou y Yamamoto (1997) entre $140 - 200 \text{ insp/min}$ para pollos criados bajo

condiciones de estrés calórico. En el Exp 1 existe un efecto sobre el NH, lo que no ocurre en el Exp 2-A, esto debido a que la HR máxima durante el Exp 1 son mayores, permitiendo que los NH en granja sean estadísticamente significativos y exista un mejor desempeño de los minerales sobre el mantenimiento del balance acido-base de los pollos.

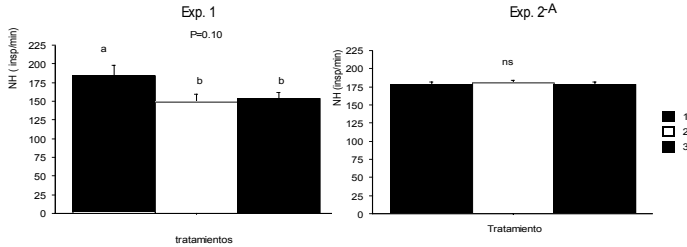


Figura 4. Efecto sobre el nivel de hiperventilación según tratamiento aplicado. Fuente: Farfán et al, (2008).

Se observa en la Figura 5, que al evaluar el efecto de la edad y el sexo sobre el NH, hay una disminución del NH tanto para hembras y machos en el día 35, obteniéndose en promedio un NH de $144,46 \pm 2,18$ insp/min, con respecto a los días 28 ($195,93 \pm 1,96$ insp/min) y 31 ($194,39 \pm 2,68$ insp/min), aunque no son estadísticamente diferentes, es una respuesta que llama la atención. Esta reducción del NH se debe principalmente a la TA la cual vario del día 28 ($32,24 \pm 0,06$ °C) al día 35 ($31,34 \pm 0,20$ °C), logrando disminuir el NH el cual se encuentre en valores entre 140 – 200 insp/min para pollos criados bajo condiciones de estrés calórico según lo reportado por Mather *et al.*, (1980); Barnas y Mather (1980). Igualmente son comparables con los datos reportados por Zhou y Yamamoto (1997), donde los pollos mantienen el NH de 154 ± 20 insp/min bajo una TA de 32 °C.

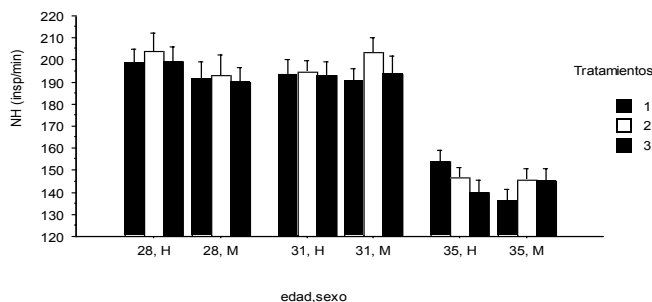


Figura 5. Efecto de la edad y el sexo sobre el NH en el experimento 2-A. Fuente: Farfán et al, (2008).

En ambos experimentos en general no hubo efecto significativo de los tratamientos sobre los parámetros sanguíneos. En el Cuadro 4 se puede observar que en el Exp 1 en relación a la pCO_2 hubo un efecto significativo ($P=0,02$) al adicionar minerales, reduciendo en promedio; 8,69 mmhg los tratados con minerales en el alimento y 9,27 mmhg los tratados con minerales en el agua, este efecto significativo se relaciona al NH el cual es significativo, donde existe un alto nivel de hiperventilación que disminuye los niveles de bicarbonato, provocando la disminución de la pCO_2 lo cual crea en los pollos una condición de alcalosis respiratoria, que no es posible de evitar con el nivel de minerales incluidos tanto en el alimento como en el agua. En el experimento 2-A no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sobre los parámetros sanguíneos. Los valores del cuadro 3 son similares con los reportados por Tanveer *et al* (2005), quienes obtienen: $pH=7.33$; $Na=142.1$ mEq/l; $Cl=112$ mEq/l y $K=5.70$ mEq/l. Dichos valores de niveles de electrolitos (Na, Cl y K) obtenidos en ambos experimentos no son diferentemente significativos, ya que existe un mecanismo de osmoregulación el cual mantiene las concentraciones de iones y la presión osmótica a nivel de los compartimentos extracelulares del cuerpo, evitando que la adición mineral tanto en el agua como en el alimento sea capaz de romper los niveles normales de electrolitos y demás parámetros sanguíneos en sangre (Randall *et al.*, 2002). Igualmente De Souza *et al* (2002) reportan que la pCO_2 y pO_2 , equivalen a 53.92 mmhg y 26 mmhg, respectivamente, los cuales son similares a los que se obtuvieron. Y Yahav *et al*,

(1997) reporta valor de pCO_2 , 26.5 ± 1.15 mmhg, siendo este menor al reportado en este experimento. En cuanto a los valores de pH no hay gran diferencia con los reportados por; Tanveer, *et al*, (2005) de 7.33, De Souza *et al*, (2002) de 7.363 y Yahav *et al*, (1997) 7.593.

Cuadro 4. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre los promedios de las medidas tomadas de; pH sanguíneo (pH), presión parcial de O_2 (pO_2), presión parcial de CO_2 (pCO_2), y electrolitos (Na, Cl y K) en sangre

tratamiento	pH	pO_2 (mmhg)	pCO_2 (mmhg)	Na (mEq/l)	Cl (mEq/l)	K (mEq/l)
<i>Experimento 1. (Granja)</i>						
1	7,25±0,04	62,82±2,55	53,10±3,79 _a	143,17±0,74	112,50±0,72	7,77±0,426
2	7,31±0,01	69,44±2,55	44,41±1,34 ^b	143,00±1,13	112,14±0,17	7,81±0,171
3	7,33±0,01	63,70±4,65	43,82±0,85 ^b	143,67±1,15	112,33±0,72	7,12±0,215
ANOVA (P)	ns	ns	0,02	ns	ns	ns
<i>Experimento 2-A. (UASC)</i>						
1	7,28±0,02	56,91±2,26	46,12±2,21	144,10±1,19	111,65±0,79	4,79±0,435
2	7,32±0,02	66,25±5,26	42,64±1,55	143,00±2,14	112,89±0,86	5,05±0,42
3	7,30±0,02	56,96±3,03	44,96±2,13	144,32±1,54	111,59±1,43	6,18±1,32
ANOVA (P)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Letras diferentes indican diferencias significativas. Fuente: Farfán *et al*, (2008).

En el mismo estudio, Farfán, (2008), se realizó una simulación de estrés calórico agudo en los pollos de engorde, llegando a temperatura ambiental entre los 38 a 40 °C. Por lo cual en la Figura 6 (A) se observa que no hubo diferencia estadística entre los distintos tratamiento aplicado a los pollos. Sin embargo se aprecia que los pollos que recibieron minerales en el agua, en promedio obtuvieron la menor TC (42.80 ± 0.16 °C). Estos resultados son más bajo a los reportados por Toyomizu *et al* (2005) donde refieren una TC entre 44 y 46 °C bajo cambios de TA de 36 a 38 °C, y similares a los reportados por Yahav *et al* (1997) reportan 42.0 ± 0.3 °C en condiciones de estrés calórico. Al evaluar los electrolitos en sangre, Figura 6 (B) los que presentaron diferencia significativa fueron el Na (P=0.06) y el Cl

($P=0.03$). Existieron diferencias entre los pollos que no se les adiciono minerales, con respecto a los que se les adiciono minerales en el agua, siendo mayor el nivel de Na ($129,73 \pm 1,87$ mEq/litro) y Cl ($111,73 \pm 1,54$ mEq/litro) para los que no recibieron minerales. Al contrario a estos valores Toyomizu *et al* (2005) reportan valores no significativos de Na^+ bajo 38°C de TA, mientras que Yahav *et al* (1997) reporta valor similar de Cl⁻ de 102.5 ± 0.7 mEq/litros. En la Figura 6 (C) se observa que existe diferencia significativa ($P=0,02$) para el NH, siendo menor nivel el de los pollos suplementados en el agua, mientras que en la Figura 6 (D) se ve claramente que los pollos (hembras y machos) tratados con minerales en el agua obtuvieron menor nivel de NH, siendo significativa la diferencia ($P=0,035$), reflejando que las hembras poseen un NH mayor (169.80 ± 6.11 insp/min) en comparación a los machos (149.40 ± 6.97 insp/min), comparable con los valores reportados por Becerra y Tepper (2004) donde reportan un NH en hembras de $170,174 \pm 0,921$ insp/min y en machos $158,319 \pm 0,992$ insp/min.

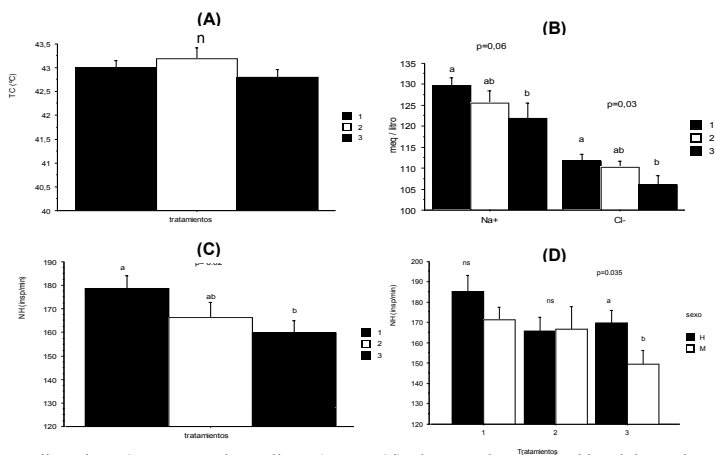


Figura 6. Promedios de TC, NH y Electrolitos (Na y Cl) durante la simulación del estrés agudo. (A): Temperatura corporal según tratamiento. (B): Sodio y cloro en sangre según tratamiento. (C): Nivel de hiperventilación según tratamiento. (D): Nivel de hiperventilación bajo el efecto de sexo según tratamiento. Fuente: Farfán et al, (2008).

En otro estudio, Rojas *et al*, (2008), con la adición de electrolitos en el alimento o agua, determinaron el efecto del mismo sobre las frecuencias cardiacas en los pollos de engorde. Obteniendo que la FC (Cuadro 5) promedio obtenida tanto en

condiciones de estrés calórico crónico como agudo, fue de 257 ± 8 lat/min, oscilando entre un mínimo de 170 lat/min y un máximo de 460 lat/min. El Cuadro ,5 muestra que la media de FC durante el período de estrés calórico crónico (28 a 35 d) fue similar (aproximadamente 199 lat/min) para todos los tratamientos. De igual forma, durante el estrés calórico agudo (36 d), la FC promedio de los tres tratamientos estuvo en el orden de los 396 lat/min. En este período de estrés térmico, las FC para el T2 ($393 \pm 9,0$ lat/min) y para el T3 ($395 \pm 10,0$ lat/min) fueron menores, pero sin significación estadística con respecto al T1 ($400 \pm 11,0$ lat/min). Por otra parte, al hacer la comparación entre la FC entre los dos períodos de estrés (crónico vs agudo), se evidenciaron incrementos estadísticamente significativos ($P < 0,001$) de aproximadamente 200, 193 y 195 lat/min, para T1, T2 y T3, respectivamente. De lo señalado anteriormente, se puede observar que los tratamientos no tuvieron una influencia significativa sobre la FC, ni en condiciones de estrés calórico crónico ni agudo.

Cuadro 5. Frecuencias cardiacas (FC) con la inclusión de electrolitos en los pollos de engorde

Tratamiento	FC 28d (n=48)	FC 35d (n=48)	FC 36d (n=48)
T1 (Sin electrolitos)	199 ± 3,7	198 ± 5,0	400 ± 11,0
T2 (Electrolitos el alimento)	204 ± 4,1	195 ± 5,0	393 ± 9,0
T3 (Electrolitos en el agua)	199 ± 3,6	201 ± 4,0	395 ± 10,0
P	NS	NS	NS

FC en lat/min. Valores expresados como la media ± el error estándar de la media (EEM). La significación estadística entre d, se muestra en la filas. Estrés crónico: 28-35 d; estrés agudo: 36 d

Por otra parte, Farfán *et al*, (2010), reportaron la cantidad y proporción de pollos muertos por tratamiento (Cuadro 6) al simular un estado de estrés calórico agudo, obteniendo la menor la mortalidad en los pollos que recibieron minerales en el agua, en comparación con el tratamiento que no recibió minerales, disminuyo la mortalidad en un 21.87%. Durante el momento del golpe de calor, los pollos que no recibieron minerales en el alimento tenían el mayor NH, ocurriendo de esta manera

una ruptura del balance ácido-base más un efecto atribuido al agotamiento de los mismos, provocando una alta mortalidad en comparación a los demás tratamientos. Estos resultados son comparables con los reportados por Tanveer *et al*, (2005), que obtuvo una mortalidad de 12% en la etapa de crecimiento, adicionando minerales en el alimento y Borges *et al*, 2003, quienes reportan 0,12% de mortalidad al adicionar 240 mEq/kg de alimento en pollos de engorde bajo condiciones de estrés, pero crónico.

Cuadro 6. Cantidad y porcentaje de mortalidad de los pollos durante la simulación del estrés calórico agudo.

Tratamiento	Pollos muertos/total de pollos	% Mortalidad
1	24/64	37.5 ^a
2	20/64	31.25 ^a
3	10/64	15.63 ^b
P (ANOVA)		0,001

Letras diferentes indican diferencias significativas. Fuente: Farfán *et al*, (2010).

Consideraciones Finales

El efecto del estrés calórico sobre la producción de pollos de engorde en Venezuela y el tópico mundial, es un problema de gran interés, aun no se tienen soluciones absolutas por índices de mortalidad que genera, pero hay soluciones parciales que han sido ya evaluadas en otras partes del mundo y se han iniciado en Venezuela. Existen estrategias que resultan beneficiosas al ser aplicadas por los productores como el uso de ventiladores que pudiera ser una recomendación generalizada, mientras que existen otros métodos que generan efectividad pero con alto costo inicial, como lo es el uso de instalaciones de ambiente controlado. Por lo cual, la adición de mineral, en específico los electrolitos, tanto en el alimento como en el agua, se ha evidenciado que no afectan las variables productivas de los pollos de engorde, generando un efecto de mantenimiento. Y se puede lograr efectos positivos con la adición de minerales en el agua, cual mejoró el desempeño fisiológico de los pollos de engorde, logrando disminuir la temperatura corporal y el nivel de hiperventilación durante las condiciones de estrés calórico crónico y reduciendo la mortalidad hasta un 22% en condiciones de estrés calórico agudo.

Otra manera de manejar el estrés calórico en las granjas, es la cría según el sexo, que aunado a la condición corporal de los pollos, existe una respuesta diferente ante la aplicación de minerales (electrolitos), facilitando el manejo por separado de los pollos de engorde en granjas comerciales.

En el área de la Producción Avícola Venezolana, aun quedan mucho por estudiar sobre el estrés calórico, ya que es un efecto por la ubicación geográfica de nuestro país. Que al avanzar la mejora genética en los pollos de engorde, se debe ir ingeniendo las estrategias específicas para contrarrestar el efecto del estrés calórico en especial en las fases finales de la cría.

Referencias Bibliográficas

- Abu-Dieyeh. 2006. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 5(1): 19 – 21.
- Ada.; Ortiz, J. y Ortuño, R. 1999. Evaluación del comportamiento productivo de pollos barrilleros alimentados con diferentes niveles de cloruro de sodio. XVI congreso latinoamericano de avicultura, conferencias. Lima – Perú. pp 323-326.
- Angulo, I. 1991. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. FONIAP divulga, julio-septiembre, Venezuela. p 1-4.
- Aviagen. 2009. Manual de manejo de pollo de engorde Ross 308, consulta el 30 Diciembre 2008, [http://www.avicolacolombiana.com/images/stories/manuales/broiler%](http://www.avicolacolombiana.com/images/stories/manuales/broiler%2008)
- Balnave, D. and Gorman, J. 1994. Effects of dietary mineral supplementation on the performance and mineral retentions of broilers at high temperatures. *British Poultry Science*. 35: 563 – 572.
- Barnas G., and F. Mather. 1980. Respiration during hyperthermia in the chicken as influenced by an increase in inhaled CO₂. *Poultry Science* 59:468-469.
- Barragan, J. 2004. Estrés térmico en aves. *Selecciones avícolas*. pp 423- 426
- Becerra, A. y Tepper, E. 2004. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa sobre os cambio de temperatura corporal e hiperventilación de pollos de engorde durante la etapa de finalización en una granja comercial del estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. P 4.
- Berrong, S., and Washburn, K. 1998. Effects of genetic variation on total plasma protein, body weight gains and body temperature responses to heat strees. *Poultry Sci*. 77: 379-385.
- Betancourt, L y Romero, H. 2002. Una revisión del metabolismo acido-base y su relación con la nutrición en aves. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria*. Vol. 15:2. Medellín-Colombia. pp. 198-205.

- Borgatti, I.; Albuquerque, R.; Meister, N.; Souza I.; Lima f. and Trindade, N. 2004. Performance of broiler fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Vol. 6. 153 – 157.
- Borges, S. A.; Fischer Da Silva, A; Majorca, A; Hooge, D. and Cummings, k. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science* 82:301–308
- Borges, S. A.; Fischer Da Silva, A; Majorca, A; Hooge, D. and Cummings, K. 2004. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). *Poultry Science* 83:1551–1558
- Borges, S.; Fischer Da Silva, A and Maiorka, A. 2007. Acid-base balance in broilers. *World's Poultry Science Association*. 63: 73 – 79.
- Castillo, M. 2002. Algunas consideraciones y alternativas al momento de reutilizar la cama en avicultura. *Venezuela Avícola* 38 p. 29. [En línea] Dirección URL: <http://www.pzca.com.ve/va/articulos/va38pag29.html> [Consulta 29 julio 2006].
- Cerrate, S. y Gómez C. 2006. Uso del bicarbonato de sodio en pollos de carne. Departamento de Nutrición, UNA. La Molina. Perú pp. 1 – 5. En línea; http://tarwi.lamolina.edu.pe/~cgomez/uso_bicarbonato_sodio_pollo_carne.edu [Consulta: Mayo 2007].
- Church, D. y Pond, W. 1996. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Edición Noriega. México. pp. 166 – 169.
- Cockshott. 2004. Manejo del pollo de carne y de los reproductores en zonas de clima cálido. *Poultry Middle East & North Africa*. pp. 1 -5.
- Colina, Y.; De Basilio, V.; Rojas, J. y Martínez G. 2007. Variables fisiológicas para predecir el nivel de estrés térmico de pollos de engorde en la última semana de cría. XX reunión de la asociación latinoamericana de producción animal. Cusco – Perú. pp. 1 -5.

- Correa, F. 2007. Efecto del peso vivo sobre las variables del proceso de hiperventilación en pollos de engorde en etapa de finalización. Tesis de Pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 63 p.
- Damron, B.; Sloan, D. y García, J. 2001. Nutrición para pequeñas parvadas de pollos. Universidad de Florida. Extensión instituto de alimentación y ciencias agrícolas. pp. 1 – 4. En línea; <http://edis.ifas.ufl.edu> [consulta julio 2007].
- Dantzer R., Mormède P., 1983. Stress in farm animals: a need for reevaluation. *J. Anim. Sci.*, 57, 6-18.
- De Basilio V., 2002. Acclimatation précoce des poulets de chair au climat tropical. Thèses Doctoral en sciences mention Biologie Agronomie. De L'Ecole National Supérieur Agronomique de Rennes. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes.
- De Basilio, V. 1999. L'acclimatation précoce et l'alimentation alternée augmentent la résistance des poulets de chair males soumis à un stress thermique. *Memorie de fin detudes DEA Ecole National supérieure Agronomique de Rennes. France.* 23 p.
- De Basilio, V. et Picard, M. 2002. La capacité de survie des poulets à un coup de chaleur est augmentée à une température élevée. *INRA. Producción Animal.* 15(4) 235-245.
- De Basilio, V.; Vilariño, M.; León, A.; Picar, M. 2001. Efecto de la alimentación precoz sobre la termotolerancia en pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de clima tropical. *Rev. Cient FCV-LUZ. Vol :* 11, pp 60-68
- De Souza, B.; Bertechini, A.; Teixeira, A.; De Freitas, J e Fonseca, R. 2002. Efeito da suplementacao cloreto de potasio na dieta sobre o equilibrio acido-basico e o despempenho de frangos de corte no verao. *Cienc. Agrotec., lavras.* 26: 1297 – 1304.
- Deyhim, f. and Teeter, R. 1991. Research note: sodium and potassium chloride drinking water supplementation effects um acid-bade balance and plasma

- corticosterone in broilers reared in thermoneutral and heat-distressed environments. *Poultry Sci* 70: 2551-2553.
- Estrada, M. y Márquez, S. 2005. Interacción de los factores ambientales con las respuestas del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 18:3. Medellín-Colombia. pp. 205-252
- Farfán, C. 2008. Efecto de la Adición de Minerales en Agua o en Alimento sobre Parámetros Productivos y Fisiológicos en Pollos de Engorde en Finalización bajo Estrés Calórico. Tesis de Grado. UCV. Facultad de Agronomía. Maracay. Edo. Aragua. Venezuela. 23 p.
- Farfán, C., Oliveros, Y., De Basilio, V. 2010. Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. *Zootecnia Tropical*., 28(3): 363-373.
- Freeman, B. 1987. Body temperature and thermoregulation. In: *Physiology And Biochemistry Of The Domestic Fowl*, freeman b., ed., academic press, huntington (gbr), vol. 4, 365-377.
- Freire E. 1991. Influencia de la temperatura ambiente en la respuesta de algunos parámetros biofísicos del broiler en desarrollo. *Avances en Ciencias Veterinarias*. Vol. 6 N° 1:36-42.
- Hoffmann y Volker. 1969. *Anatomía y Fisiología de Las Aves Domesticas*. Editorial Acribia. Zaragoza - España. P 122.
- Johnson, T and Mc Laury, D. 1974. Respiratory frequency in birds selected for high and low oxygen consumption. *Poultry Sci*. 53: 1619-1620.
- Lacy, M and Czarick, M. 1992. Tunnel-ventilated broiler houses: Broiler performance and operating J. *Poultry Res* 1: 104-109.
- León, A. 1985. Factibilidad técnico económica de la explotación de pollos de engorde con sexos separados. Trabajo de grado sometido a consideraciones de postgrado de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias como requisito para optar al grado de Magister Scientiarum. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 133 p.

- Lin, H.; Zhang, H.; Du, R.; Gu, H.; Zhang, Y.; Buyse, J. and Decuypere, E. 2005. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. Ii. Four weeks of age. *Poultry Science* 84: 1173 – 1178.
- Lovera, M. 2004. Efecto de la restricción de alimentos sobre la productividad de pollos de engorde durante la etapa de finalización en una granja comercial. Tesis de Pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 33-58.
- Lozano, C. 2003. Efecto de la inclusión de maíz de grano y restricción de alimentos en periodos calurosos del día sobre la capacidad productiva de los pollos de engorde en clima tropical. Tesis de pregrado; mención zootecnia. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. pp. 30-33.
- Mather F., G. Barnas and R Burger. 1980. The influence of alkalosis on panting. *Comp. Biochem physiol.* 67(a) 265-268.
- May and Lott. 2001. Relating weight gain and feed: gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poultry Science.* 80: 581 - 584.
- Mejia, M. 2000. Incorporación de distinto niveles de Cl, Na y K en las dietas para pollos de engorde como medida preventiva para combatir el estrés calórico. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. p 6.
- Mushtaq, T.; Sarwar, M.; Nawaz, H.; Aslam, M and Ahmad, T. 2005. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight day of age) under subtropical summer conditions. *Poultry Science.* 84: 1716 – 1722.
- Nassem, M.; Nassem, S.; Younus, M.; Zafar, I.; Ghafoor, A.; Asim, A. and Akhter S. 2005. Effect of potassium chloride and sodium bicarbonate supplementation on thermotolerance of broilers exposed to heat stress. *International Journal of Poultry Science.* 11: 891 – 895.
- National Research Council (NRC), 1994. *Nutrient Requirements of Poultry.* 9^{na} Edition. USA – Washington. pp. 13 – 16.

- Nilipour, A. 2004. Manejo integral de los pollos de engorde en condiciones tropicales de acuerdo a la genética actual. Quality Assurance and investigation, grupo Melo S.A.
- North, M. 1986. Manual de producción Avícola. Editorial Manual Moderno S.A. p 523-529
- Oliveros, Y. 2000. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. Tesis de postgrado. Producción animal. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Paganini, F. 2004. Reutilización de cama en la producción de broilers: Porque, cuando y como hacerlo. Revista Avicultura Profesional. Vol. 22. Nº5: 18 – 21.
- Pereira, G. 1987. Fisioclimatología de los Animales Domésticos Aplicados a la Producción Animal en el Trópico Americano. Editorial América. Caracas, Venezuela. 269 P.
- Pérez, M. 2003. Algunos indicadores del nivel de estrés térmico en pollos de engorde en granjas comerciales del estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de agronomía. Universidad central de Venezuela. pp. 44-68.
- Pérez, M., V. De Basilio, Y. Colina, Y. Oliveros, S. Yahav, M. Picard, D. Bastianelli. 2006. Evaluation du niveau de stress thermique par mesure de la température corporelle et du niveau d'hyperventilation chez le poulet de chair dans des conditions de production au Venezuela. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (59):1. XX.
- Pérez, R. 2000. Caracterización de los parámetros productivos de pollos de engorde bajo una condición de microclima controlado en una granja comercial ubicada en Maracay, Estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. pp. 33 - 34.
- Randall, D.; Burggren, W.; French, K. 2002. Animal physiology mechanisms and adaptations. Editorial Freeman and Company. pp 581- 584

- Reece, F.; Deaton, J. and Kubena, L. 1972. Effects of high temperature and humidity on heat prostration of broiler chickens. *Poultry Science* 51: 2021 – 2025.
- Requena, F. 2004. La aclimatación de pollos de engorde: una técnica promisoriosa en clima tropical. CENIAP. Septiembre – Diciembre. 2004.
- Rojas J.; Comerma, S.; Chacon, T.; Rossini, M.; Zerpa, H.; Farfán C. Y De Basilio V. 2008. Efecto de la adición de minerales en el agua o alimento sobre la frecuencia cardíaca, en pollos de engorde sometidos a estrés calórico crónico y agudo. Octubre. Venezuela. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV.* 49 (2):99-111.
- Ross 308. 2007. Manual de manejo de pollo de engorde Ross 308, consulta el 30 diciembre 2008, [http://www.avicolacolombiana.com/images/stories/manuales/broiler%](http://www.avicolacolombiana.com/images/stories/manuales/broiler%20ross308.pdf)
- Rossini, M.; Colina, Y.; Comerma-Steffensen, S. y De Basilio v. 2007. Parámetros hematológicos en pollos de engorde, sometidos a dos tipos de ambiente cálido en última semana de vida. XX Congreso Latinoamericano de Avicultura. Porto alegre - Brasil. pp. 246 – 248.
- Selye, 2009. El estrés. Consulta el 19 de agosto 2009, es.wikipedia.org/wiki/Estr%C3%A9s
- Smith, M. and Teeter, R. 1987. Potassium balance of the 5 to 8 week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. *Poultry science* 66: 487 – 492.
- Smith, M. and Teeter, R. 1992. Effects of potassium chloride supplementation on growth of heat-distressed broilers. *Journal Applied Poultry Science.* 1. 321 – 324.
- Soutyrine, G.; Smith, M.; Sivanadian, B. 1998. Feed withdrawal, potassium chlorine, and carbonated water effects on broiler tolerance. *J Applied Poultry Science.* 7: 138 – 143.
- Sturkie, P. 1968. Fisiología aviar. Editorial acribia. Zaragoza - España. P 152-154.

- Tanveer, A.; Sawar, M.; Un-Nisa, M.; Ul-haq, A. y Ul-hasan, Z. 2005. Influence of varying source of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. *Animal Feed Science And Technology*. 120: 277 – 298.
- Teeter, R. and Smith, M. 1986. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. *Poultry Science*. 65: 1777-1781.
- Teeter, R. and Smith, M. 1987. Durante el tiempo caluroso es necesario un correcto manejo de los broilers. *Selecciones Avícolas*. pp. 141 – 147.
- Teeter, R.; Smith, M.; Owens, F. and Arp, S. 1985. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poultry Science*. 64: 1060 – 1064.
- Toyomizu M., M. Tokuda, A. Mujahid and Akiba Y. 2005. Progressive alteration to core temperatura, respiration blood acid-base balance in broiler chickens exposed to acute heat stress. *The Journal Poultry Science*, 42:110-118.
- Valancony H. 1997. Les moyens de lutte contre le coup de chaleur. *Journées de la recherche avicole*, 2, 153-160.
- Vieites, F.; Kling De Moraes, G.; Teixeira, L.; Santiago, H.; Cláudia, A.; Alvares Da Silva, F. e Atencio, A. 2004. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre parâmetros sanguíneos e ósseos de frangos de corte aos 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33: 1520-1530.
- Whiting, T.; Andrews, L. and Stamps, I. 1991. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. 1. Performance and exterior carcass quality of broilers grown under termoneutral or cyclic heat-stress conditions. *Poultry Science*. 70: 53-59.
- Wiernusz, C. 1999. Terapias nutricionales para optimizar la producción avícola durante periodos de altas y bajas temperaturas y humedades. *Boletín técnico de Cobb-Ventress Incorporate*. Arkansas USA. pp. 1-2.

- Yahav S., A. Straschnow, I. Plavnik, and S. Hurwitz. 1997. Blood System Response of Chickens to Changes in Environmental Temperature. *Poultry Sciences* 76:627–633.
- Yahav, S. Golgfeld, S.; Plavnik, I. and Hurwitz, S. 1995. Physiological responses of chickens and Turkeysto relative Humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal Thermal Biology* 20:245 – 253.
- Zhou, W and Yamamoto S. 1997. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *British Poultry Science*, 38: 107-114.

Charly J. Farfán L.

Magister Scientiarum en Producción Animal
Ingeniero Agrónomo mención Zootecnia
Profesor en Manejo y Alimentación de No Rumiantes
En la Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
Instituto y Departamento de Producción Animal
Maracay – Venezuela

2012



MoreBooks!
publishing



yes i want morebooks!

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at

www.get-morebooks.com

¡Compre sus libros rápido y directo en internet, en una de las librerías en línea con mayor crecimiento en el mundo! Producción que protege el medio ambiente a través de las tecnologías de impresión bajo demanda.

Compre sus libros online en

www.morebooks.es



VDM Verlagsservicegesellschaft mbH

Heinrich-Böcking-Str. 6-8
D - 66121 Saarbrücken

Telefon: +49 681 3720 174
Telefax: +49 681 3720 1749

info@vdm-vsg.de
www.vdm-vsg.de

