ESTIMACIÓN DEL BALANCE ELECTROLITICO PARA CODORNICES JAPONESAS (*Coturnix coturnix japónica*) EN FASE FINAL DE POSTURA EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO

ANDRÉS ORLANDO SANABRIA HOLGUIN

DAVID FABIAN SOLER NIÑO

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO, META
2016

ESTIMACIÓN DEL BALANCE ELECTROLITICO PARA CODORNICES JAPONESAS (*Coturnix coturnix japónica*) EN FASE FINAL DE POSTURA EN El LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO

Trabajo de investigación presentado para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista

ANDRÉS ORLANDO SANABRIA
Código 121002533

DAVID FABIAN SOLER NIÑO
Código 121002331

Director: VÍCTOR LIBARDO HURTADO NERY
MVZ. Esp. MSc. PhD

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO, META
2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____
_____
_____
_____
_____

_____
Jurado

_____
Jurado

Villavicencio, 2016

DEDICATORIA

A Eva Pérez, sus enseñanzas, consejos, apoyo y cariño fundamentaron la mejor motivación para desarrollar este proyecto de vida. A mis padres y hermanas en quienes siempre encontré apoyo incondicional para lograr esta meta.

Andrés Orlando Sanabria Holguín

DEDICATORIA

A la memoria de Rosana Avella, su ejemplo de vida es un constante estímulo para superar cada problema y ser perseverante para llegar a cumplir cada meta.

David Fabián Soler Niño

AGRADECIMIENTOS

A Dios por dotarme de la salud, la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar este proyecto de forma exitosa.

A mi madre Elsa Marina Holguín Pérez, mi padre Orlando Sanabria Díaz quienes han sido, son y serán mi ejemplo a seguir, por su tenacidad y perseverancia, y por ser las personas que más me apoyaron en el transcurso de toda mi carrera.

A mis hermanas Andrea Sanabria y Daniela Vergara, por su amistad, apoyo y constante motivación.

A mis formadores profesionales: Víctor Líbardo Hurtado Nery, Diana Milena Torres Novoa, Cristina Hernández, Daniel Alexander Céspedes, Vladimir Sánchez Moreno, Edgar Fuentes, Mario Alfonso González Gómez, Pedro Eslava, María Tatiana Suescún, Carlos Julio Sejín, Héctor Torres, Miguel Ángel Peña Joya, Camilo Plazas, Gustavo González Paya, William León y Javier Ricardo Jara, por compartir sus conocimientos, enseñarme y educarme de manera humana y profesional.

Finalmente, a mis amigos y compañeros de trabajo durante todo mi periódo de formación, por su amistad apoyo y camaradería muchas gracias y bendiciones para todos.

Andrés Orlando Sanabria Holguín

AGRADECIMIENTOS

A Dios, él con su gran sabiduría y amor, ha permitido la apertura y finalización de este proyecto.

A mis padres, hermano y familiares, su apoyo incondicional han sido el motor para culminar con éxito mis metas propuestas.

A todos los docentes de mi formación profesional y personal, en especial a, Víctor Hurtado, Edgar Fuentes, Cristina Hernández, Pedro Eslava, Miguel Ángel Peña, Daniel Céspedes, Tatiana Suescún, Ricardo Buitrago y William León.

A mis amigos, el apoyo mutuo en nuestra formación profesional hoy en día toma sus frutos.

David Fabián Soler Niño

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN....23
ABSTRACT 24
1. INTRODUCCION....13
2. OBJETIVOS 15
2.2. GENERAL 15
2.3. ESPECÍFICOS....15
3. REVISIÓN DE LITERATURA 16
3.1. COTURNICULTURA 16
3.2. CODORNIZ JAPONESA....16
3.3. NUTRICIÓN DE LA CODORNIZ....18
3.4. BALANCE ELECTROLITICO (BE)....18
3.4.1. Estrés calórico....19
3.4.2. Postura....19
3.4.3. Compuestos 20
4. MATERIALES Y METODOS....22
4.1. TIPO DE ESTUDIO 22
4.2. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO....22
4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL 22
4.4. TRATAMIENTOS....24
4.3 ANALISIS ESTADISTICO....25
4.4 ANALISIS ECONOMICO 25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
6. CONCLUSIONES....33
7. BIBLIOGRAFIA....34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica *Coturnix coturnix japónica* ……..…**17**

Tabla 2 . Ración experimental……**23**

Tabla 2. Codornices japonesas suplementadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio, bicarbonato de sodio y cloruro de potasio……..**23**

Tabla 3. Tratamientos con diferentes niveles de suplementación de bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio. ……**23**

Tabla 4. Concentración de mEq-kg para cada tratamiento, suplementado con bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio……..**25**

Tabla 5. Parámetros zootécnicos de codornices japonesas suplementadas con diferentes concentraciones de bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio.……..……**33**

Tabla 6. Consumo y costo de concentrado para cada tratamiento suplementado con bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio ……..……..….**33**

Tabla 7. Relación costo beneficio para cada tratamiento suplementado con bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio ……....**33**

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Conversión alimenticia/docena de huevos (CADZ) y Conversión alimenticia/masa de huevo (CAMAS).....**28**
Gráfica 2. Consumo diario de ración (CDR).....**29**
Gráfica 3. Postura (POS) y peso de huevos (PESOH).....**30**
Gráfica 4. Postura (POS) de codornices japonesas **31**

RESUMEN

La temperatura por encima de los 22°C en codornices de postura puede originar en estas aves condiciones de estrés. Conllevándolas a una disminución drástica de las constantes fisiológicas, las cuales se verán reflejadas en su productividad Para contrarrestar estos efectos se han determinado diferentes metodologías químicas, como la suplementación alimenticia con bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y cloruro de sodio (NaCl), con el objetivo de establecer un balance electrolítico a nivel sanguíneo y así disminuir las condiciones estresantes para el ave.

En este trabajo se utilizaron 160 codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) en postura de 230 días de edad. utilizando un diseño experimental con cuatro tratamientos de cuatro repeticiones y 10 aves por unidad experimental. Los tratamientos fueron constituidos por raciones isoprotéicas, isoenergéticas con cuatro niveles iguales de suplementación de fosfato bicálcico (0,133 Kg) y cuatro niveles de suplementación de carbonato de calcio (0,542 Kg).

Se utilizaron concentraciones ascendentes de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) así T_1 10, T_2. 20, T_3. 30 y T_4 40 g/10 kg y cloruro de sodio (NaCl) en proporciones de T_1 20, T_2. 30, T3. 40 y T_4. 50 g/10kg y Cloruro de potasio (KCl) en proporciones de T_1 1, T_2 2, T_3 3, T_4 4 gr/10 kg. Se determinó el consumo diario de ración, ganancia de peso, postura de huevos y conversión alimenticia sin encontrar diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en las variables evaluadas.

Sin embargo, se observó una tendencia en los tratamientos en donde los resultados con mayor favorabilidad se presentaron en las codornices del tratamiento número uno T_1 el cual fue suplementado con 0,10 kg de Bicarbonato de sodio/10kg de ración ($NaHCO_3$), 0,2 kg de cloruro de sodio/10 kg de ración y 1 gr/10 Kg de Cloruro de potasio. Podemos concluir que realizar un equilibrio de electrolitos en las proporciones adecuadas al ser suplementadas en la dieta de aves en fase de postura cuando son sometidas a estrés térmico pueden verse reflejado benéficamente en parámetros zootécnicos.

ABSTRACT

The temperature above 22 ° C in quail position in these birds can cause stress conditions. Conllevándolas to a drastic decrease in physiological constants, which will be reflected in productivity To counter these effects have been determined different chemical methodologies, such as nutritional supplementation with sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) and sodium chloride (NaCl), with the aim of establishing a blood level electrolyte balance and thus reduce stressful conditions for the bird.

In this work 160 Japanese quail (Coturnix coturnix japonica) were used in position 230 days old. using an experimental design with four treatments of four replicates and 10 birds per experimental unit. Treatments were made by isoproteic portions, four equal isoenergetic with supplementation levels of dicalcium phosphate (0.133 kg) and four levels of supplementation of calcium carbonate (0.542 Kg).

increasing concentrations of sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) and T1 10 T2 were used. 20, T3. 30 and T4 40 g / 10 kg and sodium chloride (NaCl) in proportions of 20 T1, T2. 30, T3. 40 and T4. 50g / 10kg and potassium chloride (KCl) in proportions of T1 1 T2 2 T3 3, T4 4 g / 10 kg. daily feed intake, weight gain, egg laying and feed conversion no differences statistically significant ($P \leq 0.05$) in the variables evaluated was determined.

However, a tendency in treatments where more favorability results were presented in treatment quail number one T1 was observed which was supplemented with 0.10 kg of sodium bicarbonate / 10kg ration ($NaHCO_3$), 0, 2 kg of sodium / 10kg ration and 1 g / 10 kg chloride potassium chloride. We can conclude that carry a balance of electrolytes in the right to be supplemented in the diet of birds in stance phase when subjected to thermal stress can be reflected in zootechnical parameters beneficially proportions.

1. INTRODUCCION

La coturnicultura, al igual que la industria avícola, ha atravesado en Colombia por innumerables crisis; relacionadas con la disponibilidad de materias primas, la producción no planificada, los problemas sanitarios y la consecución de pie de cría, que han causado en algunos planteles bajas significativas de su capacidad instalada (Vásquez y Ballesteros., 2007).

En Colombia no se ha estimado los requerimientos de minerales para las diferentes fases productivas de codornices japonesas en postura. Por esta razón, para la elaboración de programas nutricionales y alimenticios para codornices en postura, los fabricantes de balanceados comerciales utilizan las recomendaciones de minerales elaboradas en otros países, según recomendaciones del NRC (1994), que han sido determinados con aves de alto potencial genético para las condiciones de la zona templada del norte.

Los electrolitos del alimento consumido por los animales influyen en el equilibrio ácido-base y en consecuencia afectan los procesos metabólicos relacionados con el crecimiento, resistencia a enfermedades, la supervivencia a los parámetros de estrés y rendimiento. Los primeros estudios sobre los efectos del equilibrio electrolítico de la ración sobre los rendimientos fueron realizados con aves en los años 70's. Sauveur y Mongin (1978) encontraron una respuesta curvilínea de la velocidad de crecimiento cuando el BE aumentaba, siendo el crecimiento máximo para un BE de alrededor de 250 mEq/kg.

El Na^+, K^+ y Cl^- son nutrientes de importantes funciones metabólicas, en particular de la actividad eléctrica de las células nerviosas, el equilibrio ácido-base, la presión osmótica y la absorción de monosacáridos y aminoácidos, entonces es necesario suplir los niveles y realizar el equilibrio adecuado para un crecimiento óptimo, buen desarrollo productivo de las aves. Uno de los métodos utilizados para el control el estrés es la manipulación química de la dieta a través del equilibrio ácido-base, donde se trabaja a través del equilibrio electrolítico de la dieta de las aves por compuestos tales como bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), cloruro de potasio (KCl), cloruro de calcio ($CaCl_2$) y cloruro de amonio (NH_4Cl) en el agua y/o el alimento (Borges, 2006).

El uso de $NaHCO_3$ como suplemento alimenticio durante episodios de estrés calórico pude reducir el impacto de éste y verse reflejado en la formación de la cáscara del huevo mejorando el grosor de esta, todo esto debido al ion sodio y no al bicarbonato (Miles y Harms en 1982, Makled Charles en 1987, Balnave y Maheereza en 1997. En contraste a esto Baião y Lucio (2005) aseguran que el uso de Na en la dieta no genera cambios estructurales en el huevo.

Las dietas formuladas con altos niveles de Cl^- (NH_4Cl, HCl y $CaCl_2$) tienden a disminuir el grosor de la cáscara de huevo, éste efecto se atribuye a una reducción del pH de la sangre y los fluidos uterinos durante la formación del huevo.Este problema obliga a estudiar con detalle los requerimientos nutricionales de alimento para mantener un equilibrio electrolítico lo que va a maximizar la producción de huevos de codornices japonesas y así mismo reducir los costos de producción.

Debido a que en nuestro medio no se cuenta con valores de referencia de volúmenes alimenticios propios de nuestra región, con este proyecto de investigación se pretende aportar datos básicos e imprescindibles para el manejo clínico y nutricional de la Codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica)* en la ciudad de Villavicencio.

2. OBJETIVOS

2.2. OBJETIVO GENERAL

Estimar el efecto de los niveles de balance electrolítico (mEq/kg de ración) utilizando dietas a base de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de potasio (KCl) sobre el desempeño zootécnico de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) en fase de postura, en la ciudad de Villavicencio.

2.3. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de niveles de balance electrolítico sobre el consumo diario de ración en codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) en fase de postura.
- Determinar el efecto de niveles de balance electrolítico sobre la postura de huevos en codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*).
- Establecer el efecto de niveles de balance electrolítico sobre la conversión alimenticia docenas de huevo producidas y Kg de ración / Kg de huevo en codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*).
- Analizar la rentabilidad mediante una evaluación de costos-beneficios al suplementar la dieta con electrolitos.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. COTURNICULTURA

La coturnicultura es una rama de la avicultura cuya finalidad es la de criar, mejorar y fomentar la producción de codornices para aprovechar sus productos: huevos, carne, codornaza, entre otros. Este tipo de explotación ha tenido en los últimos años un gran auge, mostrando unas perspectivas amplias de comercialización e industrialización, en particular de variedades como japónica, coreana, faraona y lassoto, entre otras, de gran interés zootécnico por sus características de precocidad y alta postura (Vásquez y Ballesteros, 2007).

De acuerdo con expertos, aunque el consumo de huevo y carne de codorniz aún no está muy extendido, cada día más personas se inclinan por este alimento teniendo en cuenta el valor nutricional y los bajos contenidos de colesterol; aumentando así la demanda de su principal producto el huevo. (Mahecha & Rico, 2009)

En la actualidad el segmento coturnícola se encuentra en pleno crecimiento, pues el plantel del territorio nacional asciende a 2 millones de aves en postura (Vásquez y Ballesteros, *2007*). De esta, el 76% se encuentra en producción, con 550 millones de huevos/año, con un valor de mercado estimado en $50 mil millones. La cría de codornices puede involucrar desde una pequeña explotación familiar, como complemento de ingresos, hasta una producción de tipo industrial con más de 20.000 aves. En la actualidad existen pocos criaderos en Colombia de más de 10.000 aves en producción. El 90% cuenta con un plantel de 500 a 1.000 codornices, instalaciones deficientes y escaso conocimiento técnico, por esta razón no se distingue un gran competidor, o determinado número de oferentes, razones por las cuales se identifica un mercado para este producto de libre oferta y una libre demanda (Mahecha y Rico, *2009*).

3.2. CODORNIZ JAPONESA

La codorniz pertenece a la superfamilia Phasianoidea y a la familia Odontophoridae de la orden Galliformes de la clase Aves del reino animal. Especies y subespecies del género Coturnix son nativos de todos los continentes excepto de las Américas.

La codorniz es un animal muy rustico y resistente a enfermedades. Su carne posee alto poder nutritivo. Los huevos son apreciados por ser ricos en proteínas, vitaminas, hierro y por contener bajo porcentaje de colesterol (Lázaro, *2005*).

Randall *et al.* (*2008*) expresa que la codorniz japonesa madura a las seis semanas de edad y la fase productiva empieza a los 50 días. Las hembras ponen 200 huevos en su primer año de postura. La expectativa de vida es de 2 a 2.5 años. Los machos pesan de 100–140 gramos, mientras que las hembras entre 120–160 gramos. Las hembras se caracterizan por tener plumas de color café claro con pintitas negras en la garganta y la parte superior de la pechuga. Los machos tienen una garganta café ladrillo al igual que las plumas de la pechuga. Los machos tienen una glándula cloacal (glándula paragenital) que es una estructura bulbosa en el borde superior de la cloaca que secreta un material espumoso blanco.

Tabla 1. Clasificación taxonómica *Coturnix coturnix japónica*

REINO	*Animal*
TIPO	*Vertebrado*
CLASE	*Ave*
SUBCLASE	*Carenadas*
ORDEN	*Gallinaceas*
FAMILIA	*Phasianidae*
GENERO	*Coturnix*
ESPECIE	*coturnix japónica*
NOMBRE COMUN	*Codorniz*

Fuente: *La cría de codornices (coturnicultura*).Vásquez, R., & Ballesteros, H.

(2007).

La codorniz puede tolerar diferentes condiciones ambientales pero para su explotación debe manejarse idealmente en zonas con temperatura entre 18 a 24 grados C y con ambiente seco, humedad relativa entre 60% y 65%. Deben estar entre los 500 y 1700 msnm, ya que en este rango se estimula la ovulación y se favorece el rendimiento en la producción de huevos. (Vásquez & Ballesteros, 2007)

El principal producto es la producción de huevos, con altos índices de productividad (80 – 95%), cerca de 300 huevos en un ciclo productivo corto de postura regular de 12 meses. (Vásquez & Ballesteros, 2007), los huevos son grandes en relación al tamaño del cuerpo, correspondiendo aproximadamente

8,1% de su peso corporal, porcentaje mucho mayor comparado con las gallinas en las cuales los huevos corresponden a 1,9 a 3,0% de su peso corporal. (Murakami, 1998), igualmente posee una excelente fertilidad y precocidad sexual, hembras a los 42 días y machos a los 55 – 60 días alcanzan la madurez. (Vásquez & Ballesteros, 2007)

3.3. NUTRICIÓN DE LA CODORNIZ

La atención de los requerimientos nutricionales en las dietas de codornices permite que las aves expresen su máximo potencial genético para la producción de huevos. El requerimiento de un nutriente es la cantidad del mismo a ser ofrecido en la dieta para atender las necesidades del animal en condiciones de un ambiente compatible con su buena salud (Sakomoura y Rostagno, *2007*).

Los requerimientos nutricionales pueden variar en función de la edad, sexo, temperatura ambiental, consumo de ración y línea genética, entre otros factores. Con el fin de controlar estas fuentes de variación, se debe definir los niveles a ser evaluados para obtener la respuesta en el rendimiento animal (Barreto, *2007*).

El exceso de aminoácidos en la dieta ocasiona mayor gasto de energía, ocasionando reducción en el consumo diario de ración debido al exceso de ese nutriente circulante en la sangre, provocando también un incremento en la excreción de nitrógeno, impactando negativamente el ambiente, entre tanto la deficiencia de aminoácidos afecta la postura de huevos afectando la rentabilidad de esta actividad pecuaria (Hurtado, *2011*).

3.4. BALANCE ELECTROLITICO (BE)

Los electrolitos del alimento consumido por los animales influyen en el equilibrio ácido-base y en consecuencia afectan los procesos metabólicos relacionados con el crecimiento, resistencia a enfermedades, la supervivencia a los parámetros de estrés y rendimiento. Los primeros estudios sobre los efectos del equilibrio electrolítico de la ración sobre los rendimientos fueron realizados con aves en los años 70´s. Sauveur y Mongin (1978) encontraron una respuesta curvilínea de la velocidad de crecimiento cuando el BE aumentaba, siendo el crecimiento máximo para un BE de alrededor de 250 mEq/kg.

El Na^+, K^+ y Cl^- son nutrientes de importantes funciones metabólicas, en particular de la actividad eléctrica de las células nerviosas, el equilibrio ácido-base, la presión osmótica y la absorción de monosacáridos y aminoácidos, entonces es necesario suplir los niveles y realizar el equilibrio adecuado para un crecimiento óptimo, buen desarrollo productivo de las aves. (Fischer da silva *et al*., *1994*).

BE= Na^++K^+-Cl^- (Restrepo *et al., 1977*)

Mongin (1968) fue el primero en proponer el uso de un balance parcial de cationes y aniones en la dieta, utilizando para eso el sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K). La selección de los minerales, K, Na y Cl, está relacionada con la importancia que desempeñan en el metabolismo, por la participación en el balance osmótico, en el balance ácido-básico y en la integridad de los mecanismos que regulan el transporte a través de las membranas celulares. Así el balance de esos minerales actúan directamente en el equilibrio acido-básico de las aves, pudiendo influenciar su desempeño por comprometer muchas funciones metabólicas (Judice *et al., 2002*). De esta forma la aplicación del concepto de equilibrio electrónico es utilizada como estrategia para reducir la alcalosis respiratoria recurrente de la exposición de las aves a altas temperaturas (BALNAVE e MUHEEREZA, 1997; BORGES, 2006).

3.4.1. Estrés calórico

Las aves bajo estrés calórico aumentan su frecuencia respiratoria acompañada de una alcalosis asociada a unos niveles reducidos de CO_2 y HCO_3^-, y esta pérdida excesiva de CO_2 causa un desequilibrio ácido-base en el animal, en particular durante los períodos de jadeo. (Felver *et al., 2012)*

Este fenómeno fisiológico es llamado alcalosis respiratoria. Los electrolitos suministrados en la dieta de las aves pueden afectar este equilibrio ácido-base. La adición de NH_4Cl y/o de $NaHCO_3$ supone una mejora neta de los rendimientos al reducirse la alcalosis por el primero y aumentar la disponibilidad de bicarbonato por el segundo respectivamente *(*Teeter *et al., 1985).*

3.4.2. Postura

Cuando la temperatura ambiente se eleva, la temperatura corporal aumentará ocasionando una disminución en la alimentación, alteración que se ve relacionada con la disminución de la ganancia de peso y postura del ave. El desequilibrio de electrolitos afecta la tasa de crecimiento y la eficiencia de la alimentación en aves de corral, y el sodio, potasio y cloro son particularmente importantes en la formulación de las raciones. (Amir H, 2004)

Valores bajos o demasiado elevados del BE se traducen en un descenso del consumo y de la velocidad de crecimiento, siendo estos efectos exacerbados en condiciones de estrés térmico.

3.4.3. Compuestos

Uno de los métodos utilizados para el control del estrés es la manipulación química de la dieta a través del equilibrio ácido-base, donde se trabaja a través del equilibrio electrolítico de la dieta de las aves por compuestos tales como bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), cloruro de potasio (KCl), cloruro de calcio ($CaCl_2$) y cloruro de amonio (NH_4Cl) en el agua y/o el alimento (Borges, 2006).

(Miles y Harms, 1982), (Makled, en 1987), (Balnave y Maheereza, 1997), confirman que el uso de $NaHCO_3$ como suplemento alimenticio durante episodios de estrés calórico puede reducir el impacto de este y verse reflejado en la formación de la cascara del huevo mejorando el grosor de este, todo esto gracias al ion sodio y no al bicarbonato. En contraste a esto Baião y Lucio en el 2005 aseguran que el uso de Na en la dieta no genera cambios estructurales en el huevo.

La adición de NH_4Cl en concentración del 0,3 al 1,0% reduce el pH de la sangre un 9,5%, sin alterar la ingesta de agua, reduce la mortalidad y mejora la ganancia de peso en un 25%, mientras que el NH_4Cl en concentraciones superiores al 3,0% en el alimento o el agua es tóxico para las aves (Teeter y Smith, 1985). Las dietas formuladas con altos niveles de Cl^- (NH_4Cl, HCl y $CaCl_2$) tienden a disminuir el grosor de la cáscara de huevo, y este efecto se atribuye a una reducción del pH de la sangre y los fluidos uterinos durante la formación del huevo.

Debido a la ausencia de las glándulas sudoríparas, se produce la pérdida de calor principalmente a través de jadeo, La pérdida de dióxido de carbono (CO_2), así, la presión parcial de CO_2 (pCO_2) disminuye, dando lugar a disminución de la concentración de ácido carbónico (H_2CO_3) y iones (H +). Inicialmente, no hay ningún cambio en la concentración de HCO_3 plasma con la pCO_2, pero las reacciones de almacenamiento temporal de bicarbonato no pueden presentarse inmediatamente. Los riñones reducen la excreción de H+ por túbulos renales y la excreción de bicarbonato, lo que permite una mayor pérdida de HCO_3 por la orina. Con la excreción gradual de HCO_3 la concentración plasmática tiende a caer, alcanzando niveles subnormales, seguidamente se presenta una compensación renal, ajustando el pH de la sangre, estos cambios en el equilibrio ácido-base se denominan alcalosis respiratoria (Furlan *et al*., *2006*).

3.5. Fisiología del estrés calórico

Fisiológicamente, el estrés puede ser definido como cualquier alteración del equilibrio homeostático del animal. Por otra parte, desde el punto de vista económico, el estrés significa cambios que causan bajo rendimiento productivo del ave. Las aves son animales de sangre caliente y tienen un centro termorregulador del sistema nervioso central, el hipotálamo, que es un órgano con funciones

fisiológicas como termostato, el cual controla la producción y disipación de la temperatura a través de diversos mecanismos, tales como el flujo de sangre en la piel, el cambio en la frecuencia cardíaca, el aumento en la respiración y el cambio en la tasa metabólica (Moro, 1995). El aparato de termorregulación de las aves es poco desarrollado, haciéndolos sensibles al frío y al calor. El confort térmico zona de confort se puede definir como un rango de temperatura ambiente donde la tasa metabólica es mínima y homeotermia se mantiene con menos gasto de energía. Dentro de la zona confort térmico, el animal mantiene un intervalo de temperatura normal corporal y la frecuencia respiratoria, el apetito es normal y como resultado los parámetros productivos son altos (Baccari *et al.,* 1997). Las codornices son muy exigentes en cuanto a los límites de variables climáticas. En la fase de postura la temperatura promedio ideal se encuentra entre 18 a 22°C. (Vásquez y Ballesteros, 2007*)*

Dentro de las respuestas fisiológicas compensatorias de las aves cuando se exponen a calor incluye la vasodilatación periférica, para que mayor cantidad de sangre llegue a partes como la cresta, patas y zonas de alta irrigación, con la finalidad de perder temperatura. Por lo tanto, con el fin de aumentar la disipación de calor, las aves pueden aumentar el área de superficie, manteniendo las alas levantadas y con esto intensificar la circulación periférica. La pérdida de calor por evaporación puede ocurrir con el aumento de la producción de orina (Borges *et al.,* 2003). Cuando la zona de ajuste de calor está por encima de la temperatura termo-neutral la actividad física se reduce, disminuyendo la producción. La sangre migra a la superficie del cuerpo en su mayoría crestas y las barbas.

La vasodilatación que se produce, hace que las crestas y papada aumenten de tamaño. Por lo tanto, el calor metabólico migra a la superficie del cuerpo que puede ser liberado al ambiente por procesos conducción, convección y radiación. Las aves buscan zonas frescas, con el fin de aumentar la pérdida de calor por conducción, puesto que las piernas y patas, tienen un sistema vascular bien desarrollado responsable la pérdida de calor sensible al medio ambiente, que es facilitado por la ausencia plumas (Moura, 2001).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. TIPO DE ESTUDIO

La metodología propuesta correspondió a un proyecto de investigación aplicada, relacionado con la alimentación, nutrición y salud animal.

4.2. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en la unidad de codornices de la granja Barcelona y en el laboratorio de la Clínica veterinaria del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad de los Llanos. Esta institución se encuentra en Villavicencio a 465 msnm, con una humedad relativa del 85%, temperatura promedio de 25,6°C, y una precipitación anual entre 1830 y 3568 mm (IDEAM 2013).

4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 160 codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) en postura de 230 días de edad. En un diseño experimental con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y 10 aves por unidad experimental. Las aves se mantuvieron alojadas en un galpón cerrado con techo de zinc, ubicadas en baterías de jaulas, elaboradas con alambre galvanizado, que consta de cinco pisos con tres divisiones y capacidad de 10 aves por división, dotados de comederos convencionales y bebederos automáticos.

La ración basal fue constituida por maíz, torta de soya, suplementos de vitamina y minerales, bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, cloruro de potasio, fosfato bicálcico, carbonato de calcio y material inerte (Tabla 2). La fase experimental tuvo una duración de 12 semanas dividida en tres periodos de cuatro semanas cada uno, en los cuales la temperatura y la humedad relativa fueron monitoreadas diariamente. El suministro de ración en los comederos fue realizado dos veces al día, con el fin de garantizar consumo de ración y de agua at libitum.

Se administraron cantidades de tres compuestos, Bicarbonato de sodio, Cloruro de sodio y Cloruro de potasio en concentraciones ascendentes (Tabla 3), determinando mediante estequiometría las proporciones cuantitativas de las reacciones de cada compuesto dadas en mEq y su sumatoria total (Tabla 5), en adición a la dieta basal. (Tabla 4).

Tabla 2. **Ración experimental**

Composición centesimal**	
Ingredientes	**Cantidad**
Maíz	59,95
Torta de soya	31,35
Fosfato Bicálcico*	1,33
Carbonato de calcio*	5,42
Aceite vegetal	1,61
Vitamix	0,5
L-lisina	0,21
DL Meti	0,18
Material inerte	7,5

* Los niveles de Sodio y cloro fueron suministrados mediante inclusión creciente de Bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio en sustitución al ingrediente inerte.

** La dieta suministra 19,61% PB; 2791 kcal EM; 2,7% Fibra cruda.

Tabla 3. Codornices japonesas suplementadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio, bicarbonato de sodio y cloruro de potasio.

Suplementación	T1(g)	T2(g)	T3(g)	T4(g)	Significancia
Cloruro de sodio (NaCl)	20	30	40	50	ns
Bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$)	10	20	30	40	ns
Cloruro de potasio (KCl)	1	2	3	4	ns

Tabla 4. Tratamientos con diferentes niveles de suplementación de bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio.

Ingredientes (Kg)	TTO 1	TTO 2	TTO 3	TTO 4
Maíz	59,95	59,95	59,95	59,95
Torta de soya	31,35	31,35	31,35	31,35
Fosfato bicalcico	1,33	1,33	1,33	1,33
Carbonato de calcio	5,42	5,42	5,42	5,42
Bicarbonato de sodio	0,1	0,2	0,3	0,4
Vitamix	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloruro de sodio	0,20	0,30	0,40	0,50
L-lisina	0,21	0,21	0,21	0,21
DL meti	0,18	0,18	0,18	0,18
Material inerte	0,75	0,56	0,36	0,16
Cloruro de potasio	0,01	0,02	0,03	0,04
Total	100	100	100	100

4.4. TRATAMIENTOS

4.4.1. Bicarbonato de sodio

Fueron utilizadas concentraciones ascendentes de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) así T1 10g (120 mEq)/10kg, T2. 20 (240mEq)/10kg, T3. 30 (360 mEq)/10kg y T4 40g (480 mEq)/10kg.

4.4.2 Cloruro de sodio

Fueron utilizadas concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) en proporciones de T1 20g (341,56 mEq)/10kg, T2. 30g (512,7 mEq)/10kg, T3. 40g (1400 mEq)/10kg y T4. 50g (854,5 mEq)/10kg .

4.4.3 Cloruro de potasio

Fueron utilizadas concentraciones de cloruro de potasio (KCl) en proporciones de, T1. 1g (13,4 mEq)/10kg, T2. 2g (26,8 mEq)/10kg, T3. 3g (40,2 mEq)/10kg, T4. (53,6 mEq)/10kg.

Los valores de mEq/10kg de ración experimental fueron hallados mediante el cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de cada reacción química, por estequiometría.

Tabla 5. Concentración de mEq-kg para cada tratamiento, suplementado con bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio.

Composición total 1Kg	
Tratamiento	**mEq/kg**
1	47,49
2	77,95
3	108,38
4	138,81

Los valores en mEq están dados por la sumatoria de los valores individuales de mEq de cada compuesto según la fórmula estequiométrica:

$$\mathbf{BE= Na^{+}+K^{+}-Cl^{-}}$$

4.3 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos fueron recopilados en registros manuales diseñados para la recolección de información diaria, luego se agruparon en planillas de Excel y posteriormente sometidos análisis de varianza y de regresión polinomial en el programa Statisitical Analysis Sistem, SAS (2008).

4.4 ANALISIS ECONOMICO

Para determinar y comparar la rentabilidad del proyecto se constató el flujo de costos y beneficios. Los costos correspondieron a los recursos utilizados (aves, depreciación de instalaciones y equipos, servicios públicos, ingredientes para raciones, etc). Los beneficios corresponden a la venta de la producción de huevos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de desempeño zootécnico de codornices alimentadas con dietas conteniendo diferentes niveles de balance electrolítico (BE), se presentan en la tabla No.6.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas (P≤0.05) en las variables evaluadas. Sin embargo, se observó que en general los resultados con mayor favorabilidad se presentaron en las codornices del tratamiento número 1 las cuales fueron suplementadas con 47,49 mEq con respecto a la postura y el peso del huevo.

Tabla 6. Parámetros zootécnicos de codornices japonesas suplementadas con diferentes concentraciones de bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio.

Variables	Tto 1	Tto 2	Tto 3	Tto 4	CV	Valor P
CADZ(g/doc)	0.3861	0.3980	0.4047	0.4006	9.39	0.8418
CAMAS(g/doc)	2.9606	3.0462	3.2247	3.1867	9.97	0.4371
CDR(g/ave/día)	24.147	24.490	24.901	24.463	3.90	0.6054
PESOH(g)	10.886	10.876	10.457	10.464	4.62	0.2557
POS(%/día)	0.7573	0.7493	0.7413	0.7352	10.56	0.9649

Conversión alimenticia por docena de huevos (CADZ), Conversión alimenticia por masa de huevo (CAMAS), Consumo diario de ración (CDR), peso de huevo (PESOH), Postura (POS).

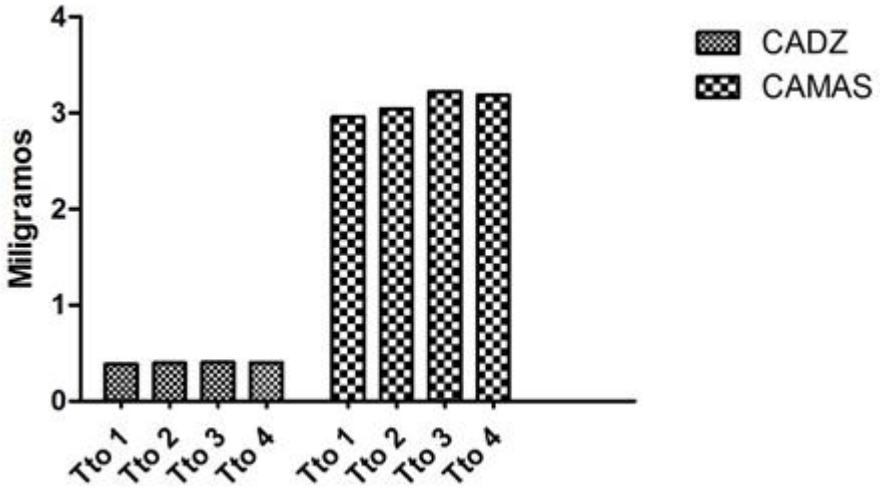
Es muy importante tener en cuenta la selección y el balance de los minerales que se pueden suplementar debido a la función que cumple cada uno de ellos en el equilibrio osmótico, balance ácido-básico y la integridad de los mecanismos que regulan el transporte a través de las membranas celulares (JUDICE *et al*., 2002). La preocupación con la alimentación de las aves y la acción de sus ingredientes sobre la manutención de pH sanguíneo, tanto con la relación a los cambios fisiológicos que ocurren en las aves como en la modificación de los parámetros zootécnicos relacionados.

En la evaluación de minerales como el bicarbonato de sodio determinaron que al suplementar codornices con este compuesto la producción de huevos aumentaba

(JUNQUEIRA *et al.,* 2000). MILES & Harms (1982) observaron efectos beneficiosos en la adición de 0,25 o 0,50% de $NaHCO_3$ en raciones de ponedoras, ellos observaron huevos con cáscaras más gruesas mejorando significativamente la calidad del huevo. Así mismo BALNAVE & MAHEEREZA (1997) mostraron que las gallinas ponedoras sometidas a altas temperaturas cuando eran suplementadas con $NaHCO_3$ mejoraron la calidad de la cáscara del huevo. Estos porcentajes de inclusión se encuentran cerca de los porcentajes de bicarbonato de sodio utilizados en el presente experimento, sin embargo no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$) aunque en varios trabajos realizados por otros autores (BALNAVE & MAHEEREZA 1997; JUNQUEIRA *et al.,* 2000) se evidencia el beneficio de la suplementación con estos minerales.

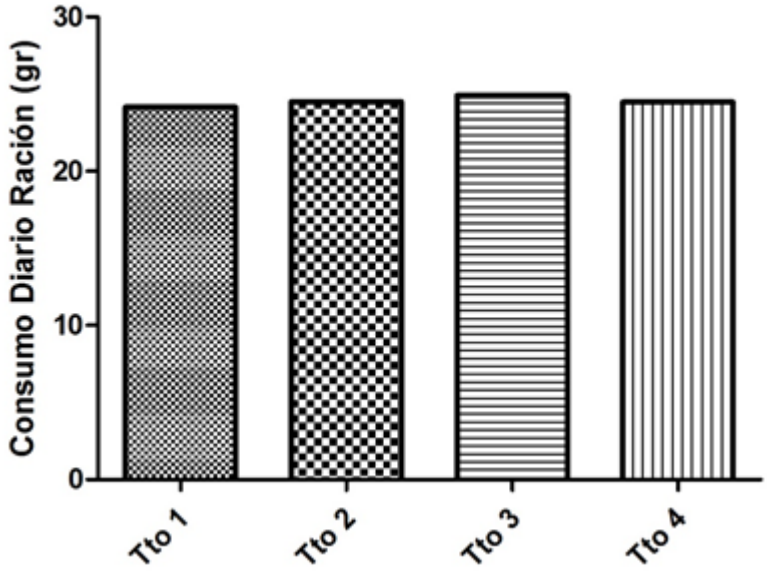
Con respecto a la suplementación con cloruro de sodio (NaCl) tampoco se observaron diferencias con respecto a los demás tratamientos evaluados. Algunos autores encontraron que la adición de las dietas de bicarbonato de sodio pueden promover mejora en la calidad de la cáscara, este efecto debe ser atribuido al ion sodio y no el ion bicarbonato, (ALTAN *et al.,* 2000). Así mismo, existen estudios que demuestran que la adición de sodio en la alimentación durante el periodo de postura de las aves no presenta cambios estructurales mayores en la cáscara del huevo (Baião y Lucio, 2005). Los resultados variables con respecto a la adición de NaCl están mediados por varios factores como el estado fisiológico, la temperatura, la nutrición etc.

Por otro lado estudios desarrollados por Nobakht *et al.* (2006 y 2007),donde evaluaron el efecto de diferentes balances electrolíticos (0, 120, 240 y 360 mEq.kg-1) en raciones para ponedoras entre 55 a 65 semanas en condiciones de estrés calórico y ponedoras entre 24 e 34 semanas de edad, respectivamente, se observó que los índices de desempeño no se vieron afectados, pero si se observaron efectos positivos sobre los componentes de la cáscara en las aves que fueron expuestas a los balances electrolíticos más altos (360 mEq.kg-1) tanto en la fase pos pico como en la fase inicial de postura.



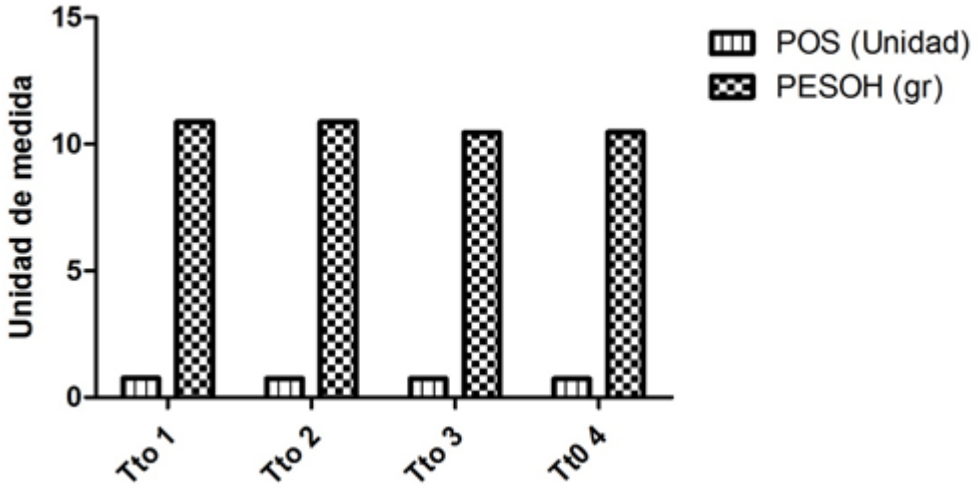
Gráfica 1. Conversión alimenticia/docena de huevos y Conversión alimenticia/masa de huevo (CAMAS)

En la conversión alimenticia por docena de huevo, el mejor resultado se observó en los animales que fueron suplementados con 47,49 mEq (Gráfica 1), valores correspondientes al tratamiento 3, resultados similares se obtuvieron para la conversión alimenticia por masa de huevo en donde los mejores resultados fueron para las codornices alimentadas con las mismas proporciones.



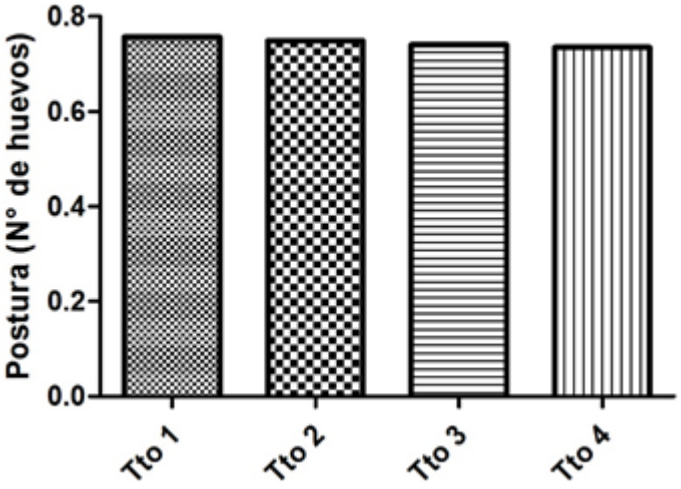
Gráfica 2. Consumo diario de ración (CDR)

Para la variable consumo diario de ración el tratamiento de mayor consumo diario de ración fue el tratamiento 3 (24.901g), seguido del tratamiento 2 (24.490g) y el que menor consumo se observó fue el tratamiento 1 (24.147g), (Gráfica 2). Diversos trabajos han demostrado que la producción de huevos está relacionada con las condiciones medio ambientales, especialmente la temperatura, la ingesta de alimento disminuye a medida que aumenta la temperatura a partir de 21°C (Tinô co & Gates, 2005). Aunque la temperatura durante la fase experimental osciló entre 26,5 y 28°C lo cual afectaría drásticamente el consumo de alimento pudimos observar que no se observaron diferencias significativas (P>0,05) en los tratamientos evaluados. Trabajos muestran que codornices alimentados con una dieta que contenía 140 y 196 mEq / kg mostró una mejoría en el consumo de alimento (Junqueira *et al*. 2000), estos datos no concuerdan con los resultados del experimento en el cual las mejores tasas de consumo de alimento se dieron en los tratamientos suplementados con 108,36 mEq correspondiente al tratamiento 3 y 77,95 mEq correspondiente al tratamiento 2. En otro experimento con pollos de engorde sometidos a estrés calorico, los cuales fueron suplementados con una dieta que contiene 360 mEq / kg se observó un menor consumo de alimento (Borges, 2006), estos resultados muestran que para determinar cuál es la proporción del balance electrolítico adecuado para obtener unos resultados satisfactorios se debe tener en cuenta el fin productivo del ave (ave de postura o ave para ceba) para así determinar los requerimientos y suplementación nutricional.



Gráfica 3. Postura (POS) y peso de huevos (PESOH)

En la evaluación del peso de los huevos (Gráfica 3), se observó que en las codornices expuestas a 47,49 mEq/kg correspondientes al tratamiento 1, mostraron los mejores pesos y los de menor fueron para el tratamiento 3, el cual se suplementó con 108,38 mEq/kg. En estudios desarrollados por Nobakht *et al*. (2006) determinaron que para aves expuestas a estrés calórico el balance electrolítico óptimo es de 320 mEq / kg el cual proporcionó el mayor crecimiento, así mismo determinarón que 241 mEq / kg mostraron los mejores resultados en la calidad de los huevos tanto en la fase inicial de postura como en la fase pos pico. En este estudio no se determinó la calidad nutricional del huevo ni propiedades de la cáscara, sin embargo, se pudo constatar que la suplementación con bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio en las dosis evaluadas da como resultado peso del huevo que oscila entre 10.457 y 10.886 g, valores que son aceptables para los estándares de producción de huevo de codorniz.



Gráfica 4. Postura (POS) de codornices japonesas

En cuanto a la variable postura la producción de huevos fue mejor para el tratamiento 1 con 0,7573% y el menor para el tratamiento 4 con 0.7352% el cual es el tratamiento con mayor inclusión de bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio correspondiente a 138,1 mEq/kg (Gráfica 4). El porcentaje de postura se pudo ver afectado porque el estrés calórico reduce el consumo de alimento y los niveles de calcio disponible en la sangre para la posterior formación del huevo. Así mismo puede reducir la actividad de la anhidrasa carbónica, la cual es una enzima que actúa en la síntesis de bicarbonato, el cual es importante para la formación de la cáscara del huevo (BALNAVE *et al.,* 1997). Cuando las aves son expuestas por dos días al estrés térmico, hay disminución en el peso del huevo y decrecimiento de 20% en la tasa de postura (VICENZI, 1996). Pudimos observar que los porcentajes de postura fueron menores a medida que se elevaba la suplementación con bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y cloruro de potasio lo cual determina que se deben evaluar detalladamente las proporciones utilizadas de minerales para obtener una adecuada respuesta de las aves.

Evaluación económica

Desde el punto de vista económico, el estrés significa cambios que causan bajo rendimiento productivo del ave. El estrés por calor en las ponedoras produce alcalosis respiratoria la cual genera una disminución en la deposición de calcio en la superficie del huevo lo que se ve reflejado en las bajas tasas de producción (ALDRIGUI *et. al.,* 2012).

Todo esto conlleva a una baja calidad en la cáscara del huevo, el cual es uno de los parámetros zootécnicos en avicultura de extrema importancia, se estima que las pérdidas por grietas y rajaduras representan cerca de 6,0 a 12,3% al año (VICENZI, 1996). Dependiendo de su calidad se puede determinar el tiempo de anaquel y su valor nutricional, así mismo la alcalosis respiratoria originada por condiciones de estrés lleva a la producción de huevos con unos menores tamaños (MURAKAMI, 2003) lo que finalmente se reflejara en su comercialización.

En la última fase de postura de las aves en dicha investigación, que llevó 230 días, se obtuvo una serie de datos, como consumo ave/día, consumo de aves/230 días, costos de concentrado y costos variables (Tabla 7). Como también se obtuvo una representación de la ganancia por venta de huevo, que arroja una rentabilidad del 50% (Tabla 8).

Tabla 7. Consumo y costo de concentrado según cada tratamiento.

Tratamiento	TTO1	TTO2	TTO3	TTO4
Consumo g ave/día	25	25	25	25
Consumo g 40 aves/ día	1000	1000	1000	1000
Costo ($) g de concentrado	1,266	1,286	1,307	1,327
Costo ($) concentrado día/40 aves	1266	1288	1207	1327
Costo ($) concentrado 230 días/ 40 aves	291180	295780	300610	305210

Tabla 8. Relación costo beneficio según cada tratamiento.

Tratamiento	TTO1	TTO2	TTO3	TTO4
Costo ($) concentrado 230 dias/40 aves	291180	295780	300610	305210
Gastos ($) variables	50000	50000	50000	50000
Postura 40 aves en 230 días	8400	8400	8400	8400
Venta de huevo ($90/unidad)	756000	756000	756000	756000
Total costo	341180	345780	350610	355210
Diferencia	414820	410220	405390	400790

6. CONCLUSIONES

A pesar que no se observaron diferencias estadísticas significativas en el experimento, si se observaron algunas tendencias con las cuales podemos concluir que realizar un equilibrio de electrolitos en las proporciones adecuadas al ser suplementadas en la dieta de aves en fase de postura cuando son sometidas a estrés térmico pueden verse reflejado benéficamente en parámetros zootécnicos como la conversión alimenticia, consumo de alimento, postura y peso de los huevos lo cual mejorara en general los costos de producción que es el factor de mayor importancia a tener en cuenta en un sistema de producción de codornices.

Sería interesante estudiar los efectos de la implementación de compuestos con electrolitos en la dieta de codornices sobre sus parámetros productivos aislando variables medioambientales, (temperatura y humedad) y así bajo condiciones controladas y constantes, determinar si existen diferencias significativas en la adición de compuestos electrolíticos sobre los parámetros zootécnicos de la coturnicultura.

La relación costo beneficio garantiza una rentabilidad de hasta el 50%, al vender huevos sin ningún tipo de proceso, lo que en una producción a gran escala, mayor a mil aves encasetadas, representa una excelente opción para nuevos empresarios del sector avícola.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALTAN, A.; ALTAN, O.; OZKAN, S.; ACIKGOZ, Z. and OZKAN, K. Effects of dietary sodium bicarbonate on egg production and egg quality of laying hens during high summer temperature. In: Archiv fur Geflugelkunde. 2000. Vol. 64, no. 6. p 269-272.

- BACCARI, F.; BRASIL, L. TEODORO, S.; GONCALVES, H.; WECHSLER, F.; AGUIAR, I. and HOFF, S. Thermoregulatory responses of alpine goats during thermal stress. In: International Livestock Environment Symposium, 5, Minneapolis. Anais. Minneapolis. 1997. p. 29-31.

- BAIÃO, N.C. e LÚCIO, C.G. Nutrição de matrizes pesadas. Em: MACARI, M.; MENDES, A.A (Eds). Manejo de matrizes pesadas. Campinas: Facta, 2005. cap.10, p.198-216.

- BALNAVE, D. and MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. In: Poultry Science. 1997. Vol. 76, no. p. 588-593.

- DE TOLEDO BARRETO, Sergio; DE SOUSA QUIRINO, Bárbara; BRITO, Claudson; UMIGI, Regina; DE ARAUJO, Marcelle; COIMBRA, Jane; GARCIA Edwin; FERNANDES, Jackson e DE SOUSA REIS, Renata. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. Em: Revista Brasileira de Zootecnia. 2007. Vol. 36, no. 1. p.79-85.

- BORGES, S.A. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. Em: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, Anais, SP. 2006. p. 123-137.

- BORGES, Sebastiaô; MAIORKA, Alex. e FISHER DA SILVA, Ana. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. Em: Ciência Rural. 2003. Vol. 33, no. 5. p. 975-981.

- FISCHER DA SILVA, A. V.; FLEMMING, J. S. e FRANCO, S. G. Utilização de diferentes sais na prevenção do estresse calórico de frangos de corte criados em clima quente. Em: Revista Setor de Ciências Agrárias. 1994. Vol. 13, no. p. 287-92, 1994.

- FURLAN, Renato. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. Em: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, Chapecó, Anais, SC. 2006. p.104-135.

- HURTADO, Victor. Determinación de los niveles de proteína bruta y energía metabolizable óptimos para codornices japonesas en postura. En Universidad de los Llanos, (Manuscrito). 2011. p. 12.

- JUDICE, Mônica; BERTECHINI, Antônio; MUNIZ, Joel; RODRIGUES, Paulo. e FASSANI, Édison. Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. Em: Ciência e Prática, Lavras. 2002. Vol. 26, no. 3. p. 598-609.

- JUNQUEIRA, Otto; CAMARGO FILHO, Benedito.; ARAÚJO, Lúcio; ARAÚJO, Cristiane e SAKOMURA, Nilva. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sangüíneo de poedeiras comerciais. Em: Revista Brasileira de Zootecnia. 2000. Vol.29, no. 4. p.1110-1116.

- LÁZARO, R.; SERRANO, M. y CAPDEVILA, J. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices. En: XXI Curso de Especialización FEDNA. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid, España. 2005.

- MAHECHA; Gloria y RICO Hernán. Creación de una granja coturnícola en el municipio de Guaduas Cundinamarca dedicada a la producción y comercialización de huevos de codorniz. Trabajo de grado Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. Bogotá. Colombia. 113 p.

- MAKLED, M.N. and CHARLES, O.W. Eggshell quality as influenced by sodium bicarbonate, calcium source and photoperiod. In: Poultry Science. 1987. Vol. 66, no 4. p. 705-712.

- MILES, R.D. and HARMS, R.H. Relationship between egg specific gravity and plasma phosphorus form hens fed different dietary calcium, phosphorus and sodium levels. En: Poultry Science. 1982. Vol 61, no. 1. p. 175-177.

- MILES, R.D. and ROSSI, A. Cation-anion balance in laying hens. In: Florida Nutritional Conference. Clearwater Beach. Proceeding Clearwater Beach: University of Florida. 1984. p. 15-22.

ANEXOS

2
BE T4R4

6
BE T2R1

8
BE T2R4
9

15
BE T5R3

18
BE T2R3
4

BE T1R2

B.E.
T1
B.E.
T1

B.E.
T1
B.E.
T1