

Interacción de diferentes niveles de minerales en la dieta de reproductoras pesadas en una segunda etapa de producción

Interaction of different minerals levels in broiler breeder's diet over a second production stage

Lucy Rodríguez¹, (c)M. Sc.; Edgar Santos², M. Sc.; Edgar Oviedo³, Ph. D.

Resumen

Dentro de las principales causas por las cuales se descartan las reproductoras pesadas al terminar el primer ciclo productivo, está la deficiente calidad de la cáscara del huevo con destino a incubación, atribuible, especialmente, a la incapacidad en la absorción de minerales para formación de la cáscara. Debido a los pocos estudios en Colombia, se realiza esta investigación, con el fin de determinar la interacción de 3 niveles diferentes de calcio (2,8, 3,4 y 4 %) con (0,5 %) bicarbonato de sodio y (0,2 %) cloruro de potasio, en correlación con parámetros de producción y de incubabilidad, en reproductoras pesadas de la línea Ross, en un segundo ciclo de producción. Las aves fueron distribuidas en 6 tratamientos, de a 2 aves por jaula, con 5 repeticiones cada uno. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos para las variables porcentaje de producción, peso de huevo, ganancia de peso, gravedad específica, humedad de las heces, porcentaje de incubabilidad, nacimiento de fértiles y número de poros en la cáscara. Mientras que para la variable pérdida de humedad y conductancia de la cáscara sí se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. Determinándose que la pérdida de agua de los huevos y la conductancia de la cáscara es alta, debido al tamaño de los huevos en reproductoras viejas y a la presencia de cáscaras más delgadas. Igualmente, se concluye que no es necesaria la adición de sales inorgánicas en la dieta de reproductoras para obtener buenos resultados a nivel de producción y de incubabilidad.

Palabras clave: bicarbonato de sodio, calcio, cloruro de potasio, fertilidad.

Abstract

Among the main reasons why breeders are discarded at the end of the first production cycle, is the poor quality of the egg shell bound incubation, especially attributable to the inability in absorbing minerals for shell formation. Because of the few studies in Colombia. This study was conducted to determine the interaction between 3 different levels of calcium 2,8, 3,4 and 4%, with 0,5% sodium bicarbonate and 0,2% potassium chloride and its correlation with production parameters and hatchability in Ross broiler, in a second production cycle. Birds were divided into 6 treatments of 2 birds per cage, with 5 replicates each. No significant differences ($p > 0,05$) between treatments for the variables production %, egg weight, weight gain, specific gravity (SG), moisture of feces, % of hatchability, birth of fertile eggs and number of pores in the shell were found. Whereas variables moisture loss and shell conductance were significantly different ($p < 0,05$) between treatments. Determining that eggs water loss and shell conductance is high because of the size of the eggs and the presence of thinner shells. It is concluded that to addition inorganic salts in the diet of breeding to obtain good results in terms of production and hatchability is not necessary.

Keywords: sodium bicarbonate, calcium, potassium chloride, fertility.

¹Estudiante de Maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

²Docente catedrático, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

³Departamento de Ciencias Avícolas, Universidad Estatal de Carolina del Norte, Estados Unidos.

Recibido para publicación: Julio 7, 2013; Aceptado para publicación: Septiembre 3, 2013.

Este trabajo fue financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad del Tolima, capital de empresa privada y por la estudiante que desarrolló el correspondiente proyecto de tesis.

Cómo citar este artículo: Rodríguez L, Santos E, Oviedo E. Interacción de diferentes niveles de minerales en la dieta de reproductoras pesadas en una segunda etapa de producción y su correlación con parámetros de producción y de incubabilidad. Revista Colombiana de Ciencia Animal 2013, 6: 44-50

Autor de correspondencia a doctora Lucy Rodríguez, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Tel. 313 818 47 33. Correo electrónico: luroce@hotmail.com

Copyright © 2013. Revista Colombiana de Ciencia Animal, Universidad del Tolima

El manejo nutricional y ambiental en las aves representa uno de los mayores desafíos en la avicultura, debido a las nuevas políticas de calidad y seguridad alimentaria, siendo necesario implementar nuevas estrategias que le permitan al industrial producir de forma segura, eficiente y a un bajo costo.

Boerjan (2005) afirma que durante los últimos 20 años la industria del pollo ha obtenido avances genéticos sorprendentes, que han llevado a la conformación de líneas pesadas, conduciendo a la producción de animales con parámetros más exigentes en ciclos más cortos, buscando un óptimo rendimiento en la conversión de alimento en carne, haciendo más eficiente el sistema productivo de engorde, siendo necesaria la obtención de un huevo en las mejores condiciones con destino a una buena producción de pollitos de buena calidad, para su posterior ciclo productivo, como lo afirma la Guía de Manejo Ross (2001), ya que hace 26 años el pollo de engorde pasaba un periodo de 84 días en etapa de cría y hoy en día se ha reducido a 42 días su etapa productiva (Boerjan, 2005).

Asimismo, los nutrientes necesarios para el buen desempeño de una ave en postura integran un adecuado balance de minerales, como el calcio y de la suplementación con sales en la dieta, los cuales varían según los criterios que se emplean para determinar esas necesidades, como producción de huevo, grosor de la cáscara, eficiencia alimenticia, huevos incubables y número de pollos al nacimiento. Sin embargo, las altas concentraciones de calcio no afectan el peso del huevo, pero sí los resultados en producción (Chan et al., 2007).

Igualmente, la investigación debe enfocarse en la obtención de nuevos parámetros productivos de referencia, respecto de los aportes y requerimientos nutritivos en las gallinas reproductoras pesadas, y así poder tomar decisiones e implementar alternativas que le permitan al industrial producir de forma competitiva y sostenible, haciendo que el costo por amortización del valor de la reproductora de un día se diluya en el mayor número de huevos fértiles en condiciones medioambientales de Colombia.

El objetivo del presente estudio fue determinar la interacción entre diferentes niveles de calcio, con sales inorgánicas en la dieta de reproductoras pesadas de más de 65 semanas de edad, en una segunda etapa de producción en correlación con parámetros de producción y de incubabilidad.

Materiales y métodos

Localización

Este experimento se llevó a cabo en la finca El Amparo, vereda de San Antonio, municipio de Ibagué, departamento del Tolima, temperatura media anual de 24 °C, altura sobre el nivel del mar de 1248 msnm. El proceso de incubación se realizó en la incubadora AVINTER S. A., ubicada en el municipio de Sylvania (Cundinamarca), temperatura media de 20 °C, altura sobre el nivel del mar de 1470 msnm.

Instalaciones y equipos

Las aves se colocaron en jaulas metálicas, de a dos por jaula; las jaulas tenían una longitud de 50 cm de frente por 40 cm de fondo, para un total de 30 jaulas dentro de un galpón encerrado en malla, piso de hormigón, con una pendiente hacia el centro para facilitar la limpieza del piso debajo de las jaulas, cubiertas en teja de cinc a dos aguas, 1 nipple por cada dos aves, para un total de 30 nipples; se utilizó polisombras para proporcionar oscurecimiento durante el periodo de muda forzada; a la entrada del galpón se instaló un pediluvio con desinfectante. Para realizar el pesaje de las aves y el alimento, se utilizó una balanza digital.

Manejo sanitario. Para el alistamiento del galpón se tuvieron en cuenta las normas de bioseguridad y el plan de vacunación establecido en la granja y por la línea genética Ross.

Material experimental

Se utilizaron 60 aves reproductoras pesadas de la estirpe Ross de más de 65 semanas de edad y 4 machos de 24 semanas de edad de la estirpe Ross, provenientes de una granja productora de huevos para pollo de engorde.

Dietas experimentales

Las dietas se elaboraron en la fábrica de Alimentos y Forrajes Ltda., departamento del Tolima. Se formularon 6 dietas experimentales para las 13 semanas de experimentación, conformándose los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): adición de 2,8 % de Ca.

Tratamiento 2 (T2): adición de 2,8 % de Ca + 0,5 % de NaHCO_3 + 0,2% de KCl.

Tratamiento 3 (T3): adición de 3,4 % de Ca.

Tratamiento 4 (T4): adición de 3,4 % de Ca + 0,5 % de NaHCO_3 + 0,2 % de KCl

Tratamiento 5 (T5): adición de 4,0 % de Ca.

Tratamiento 6 (T6): adición de 4,0 % de Ca + 0,5 % de NaHCO_3 + 0,2 % de KCl.

Elaboración de las dietas

Se elaboraron 6 dietas experimentales, compuestas por maíz, torta de soya y harina de arroz. Las dietas se elaboraron para las 13 semanas de experimentación (tabla 1), y fueron balanceadas para que fueran isoenergéticas e isoaminoácidas. Asimismo, la adición de 0,5 % de NaHCO_3 se hizo según lo descrito por Makled y Charles (1997) y la adición de 0,2 de KCl se realizó según lo descrito por Smith y Teeter (1992).

Tabla 1. Composición de dietas experimentales y composición nutricional calculada en gallinas reproductoras pesadas de la estirpe Ross de 65-81 semanas de edad

Componentes de la dieta	Niveles de calcio, bicarbonato de sodio y cloruro de potasio en las dietas (%)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Maíz amarillo	56,40	57,28	58,16	56,71	57,59	58,47
Torta de soya	17,44	17,46	17,47	17,53	17,54	17,55
Harina de arroz	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Carbonato de calcio M 30	6,43	7,00	7,00	6,43	7,00	7,00
Carbonato de calcio M4	0,00	0,99	2,57	0,99	0,99	2,57
Pica de arroz	6,84	4,38	1,92	6,06	3,61	1,15
Soya integral Extruida	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato monocálcico	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Sal	0,35	0,35	0,35	0,18	0,18	0,18
BN BIOVITMIN	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
METIONINA –OH	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Control Salmonella	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Febendazol	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Bentonita	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Larvadex	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Bicarbonato sódico	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50
Cloruro de potasio	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
Composición nutricional calculada						
Ca (%)	2,80	3,40	4,00	2,80	3,40	4,00
PB (%)	16,00	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
EM (kcal/kg)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Lisina (%)	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73
Metionina + cistina (%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65
Metionina (%)	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38
Treonina (%)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Triptófano (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
P. disponible (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
P. total (%)	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Sodio (%)	0,18	0,18	0,18	0,26	0,26	0,26
Potasio (%)	0,91	0,91	0,91	1,11	1,11	1,11
Cloro (%)	0,24	0,24	0,24	0,15	0,15	0,15
DEB (mEq/kg)	243	243	244	359	360	360

Ca = calcio, PB = proteína bruta, EM = energía metabolizable, BED = balance electrolítico. Fuente: programa Allix nutrición para aves.

Manejo experimental

Las reproductoras fueron pesadas e identificadas individualmente y después fueron distribuidas al azar de a 2 aves por jaula, para un total de 30 jaulas. A continuación, se dio inicio a la restricción total de alimento y el suministro de agua ad libitum por 15 días, donde se les redujo el fotoperiodo totalmente. Las aves fueron pesadas cada 5 días, buscando una disminución de 25 % sobre el peso inicial. Finalizado el periodo de muda se dio inicio al consumo de las 6 dietas (tabla 1) durante 13 semanas; a los machos se les suministró una dieta comercial y fueron colocados individualmente en jaulas en el galpón de las reproductoras.

Igualmente, entre la semana 79 a 81 se recolectaron los huevos para incubación, los cuales eran marcados, pesados, seleccionados, desinfectados y puestos en refrigeración. Cada 7 días, los huevos fueron transportados para su posterior incubación. Finalizado el proceso de incubación, se procedía a recolectar las cáscaras para ser llevadas al Laboratorio de Ecofisiología de la Universidad del Tolima para el conteo de poros.

VARIABLES EVALUADAS

Durante la etapa de producción fueron evaluadas: ganancia de peso, porcentaje de producción, peso del huevo, gravedad específica (GE) según el protocolo de Hamilton (1982) y humedad de las heces según

lo descrito por Souza et al. (2004). Las variables evaluadas durante cada periodo de incubación corresponden a conductancia de la cáscara según el protocolo de Rahn et al. (1977), pérdida de humedad, porcentaje de incubabilidad y nacimiento de fértiles según el protocolo de Ross (2001) y número de poros en la cáscara según el protocolo de Ledoux (1977).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar el efecto de los tratamientos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial 2×3 donde los seis tratamientos fueron el resultado de la combinación de los factores principales presencia o ausencia de las sales inorgánicas (0,5 % NaHCO_3 y 0,2 % KCl) y el nivel de calcio (2,8- 3,4 y 4,0 %). Con 5 repeticiones por tratamiento para un total de 30 muestras, se realizó el test de Duncan para diferenciar los efectos en aquellos; los datos se analizaron en el programa SAEGE versión 4.0 de la Universidad Federal de Viçosa (Brasil).

Resultados

En el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos para las variables de producción (ganancia de peso, porcentaje de producción, peso de huevo, GE y humedad de las heces) (tabla 2).

Tabla 2. Promedios de parámetros productivos de los tratamientos en reproductoras pesadas de la línea Ross en una segunda etapa de producción

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	DS	p
Peso final (g)	4,02	4,11	4,10	4,12	4,07	4,14	5,33	NS
Ganancia peso (g)	1,02	1,02	1,09	1,03	1,00	1,16	22,41	NS
Humedad de las heces (%)	26,56	22,96	24,22	23,90	24,0	27,3	19,22	NS
Producción huevo (%)	50,8	49,4	41,2	44,4	47,6	41,2	36,50	NS
Peso huevo (g)	70,5	70,2	72,26	71,76	70,34	71,42	3,407	NS
Gravedad específica	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06	1.07	1,00	NS

DS = desviación estándar, p = probabilidad. Las letras diferentes dentro de la misma fila son estadísticamente distintas ($p < 0,05$). NS = no significativo. Las letras indican las diferencias estadísticas ($p < 0,05$) por prueba de Duncan.

De la misma manera, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos para las variables de incubación que corresponden a porcentaje de incubabilidad, nacimiento de fértiles y número de poros en la cáscara (tablas 3); sin embargo, se observaron diferencias significativas para la pérdida de humedad entre los tratamientos T6 (13,75 %) con un menor porcentaje de pérdida de

humedad con relación al T1 (15,75 %). El promedio de los 6 tratamientos fue de 14,83 % durante el periodo de incubación (tabla 3), lo cual puede atribuirse a la edad de las aves y a la alta porosidad encontrada en las cáscaras.

Para la variable conductancia de la cáscara, se hallaron diferencias ($p < 0,05$) entre los tratamientos

T2 (18,87 mg/día/torr) y T6 (18,52 mg/día/torr) con una menor tasa de intercambio de gases, con respecto a los T1 (20,67 mg/día/torr) y T3 (20,31 mg/día/torr) que presentaron una mayor tasa de intercambio de

gases; el promedio de los seis tratamientos fue de 19,57 mg/día/torr durante el periodo de incubación (tabla 4).

Tabla 4. Promedios de parámetros de incubación de los tratamientos en reproductoras pesadas de la línea Ross en una segunda etapa de producción (semana 79 a 81)

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	DS	p
Nacimiento de fértiles (%)	96,43	95,73	95,8	94,93	90,9	94,73	12,9	NS
Incubabilidad (%)	93,73	84,40	91,60	91,73	84,93	87,87	3,080	NS
Pérdida de humedad (%)	15,75 ^a	14,45 ^c	15,25 ^b	14,67 ^c	15,12 ^b	13,75 ^d	8,434	<0,001
Conductancia (mg/día/torr)	20,67 ^a	18,87 ^{cd}	20,31 ^a	19,30 ^{bc}	19,76 ^b	18,52 ^d	1,619	<0,002
N.º de poros en la cáscara cm ²	88,8	91,0	86,0	105,8	115,8	94,2	14,63	NS

DS = desviación estándar, p = probabilidad. Las letras diferentes dentro de la misma fila son estadísticamente distintas ($p < 0,05$). NS = no significativo. Las letras indican las diferencias estadísticas ($p < 0,05$) por prueba de Duncan.

Discusión

Después de 14 días de restricción de alimento durante el proceso de muda forzada al que fueron inducidas las aves, se observó una disminución de peso de 25 % sobre el peso inicial, lo cual coincide con los resultados indicados por Bell y kuney (1992). De acuerdo con Bell (2000), la práctica de la muda forzada tiene efectos positivos en la calidad interna y externa del huevo (peso del huevo) en un segundo ciclo productivo, debido a la regresión que ocurre sobre el ovario y el oviducto, que normalmente es de gran tamaño en aves adultas, y que determina en gran parte el tamaño del huevo para que cumpla con las características de incubabilidad.

Posteriormente, a las 13 semanas de administradas las dietas con diferentes niveles de calcio y la adición de sales inorgánicas, no se observó pérdida de peso en los animales, lo cual se relaciona con el hecho de que estuvieran de a 2 aves por jaula, lo cual les impedía, en gran parte, el movimiento y, por lo tanto, el gasto de energía. Tampoco se establecieron diferencias estadísticas significativas para la producción de huevos, peso de huevo y humedad de las heces; sin embargo, los resultados obtenidos para humedad de las heces coinciden con los resultados de Smith et al. (2000) donde reportan que la adición de sales de bicarbonato y cloruro en la dieta no producen diferencias significativas en el consumo de agua y el contenido de humedad en las heces; pero diferente de los resultados obtenidos por Souza et al. (2004), los cuales observaron que distintos porcentajes de cloruro de potasio (0,4, 0,8, 1,2, 1,6

y 2 %), a medida que aumentaban su presencia en la dieta, disminuyen paulatinamente la materia seca en las excretas.

La gravedad específica tampoco presentó diferencias estadísticas significativas, lo que concuerda con Kontecka et al. (2012), quienes realizaron un estudio con reproductoras de la línea Ross 308, de diferentes edades (22, 34, 48 y 58 semanas), y no encontraron diferencias estadísticas significativas entre las distintas edades, obteniendo un rango de 1065 y 1075 g/cm³ para gravedad específica y unos buenos resultados en incubabilidad.

Es importante tener en cuenta que la producción presentó un promedio similar (45,77 %) en comparación con los parámetros de producción de huevo manejados por la estirpe Ross (2001); para la semana 64, que corresponde a 52,1 %, estos resultados son consecuencia de la utilización de aves viejas (aves en un segundo ciclo productivo) y de un nivel alto de estrés en las aves, teniendo en cuenta que su primer ciclo productivo se desarrolló en piso, mientras el segundo ciclo productivo se desarrolló en jaulas, lo cual pudo tener relación con el bajo porcentaje en producción de huevo. Sin embargo, estos valores representan gran importancia para un plantel avícola, porque permiten obtener una mayor cantidad de huevos producidos durante toda la vida de la gallina y disminuyen los costos de reposición de las reproductoras.

Para la variable de incubación nacimiento de fértiles, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. Estos resultados difieren

de los obtenidos por Ulmer-Franco et al. (2010), al concluir que la edad de la reproductora y el peso del huevo no afectan los porcentajes de fertilidad ni de incubabilidad. Asimismo, Leeson y Summer (2000) sugieren que con la utilización de la técnica de inseminación artificial se aseguran mejores porcentajes de fertilidad y huevos más limpios, reduciendo la cantidad de huevos de descarte con destino a incubación

La variable porcentaje de incubabilidad no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Lo cual difiere de los resultados obtenidos por Wilson (1997), al asociar que las deficiencias o niveles muy altos de minerales, como el calcio, puede afectar la calidad de la cáscara y, por consiguiente, el desarrollo embrionario, aumentando la mortalidad al inicio y al final del periodo de incubación.

En cuanto al conteo de poros en la cáscara de los huevos provenientes de incubación, no se observaron diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos. Lo cual coincide con los resultados encontrados por Kontecka et al. (2012), quienes realizaron un experimento con gallinas de diferentes edades 26, 31, 36, 41, 46, 51 y 56 semanas, sin encontrar diferencias en el número de poros entre las distintas edades. Mientras Tullett (1984) observó una disminución en el número de poros en la cáscara de huevos de gallinas ponedoras, debido a la pérdida limitada de agua del huevo, como un método usado por el ave para adaptarse a unas condiciones climáticas desfavorables (temperatura y humedad).

La variable pérdida de humedad obtuvo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, lo cual coincide con lo expuesto por Peebles et al. (2001) y Ulmer-Franco et al. (2010), quienes indican que en gallinas viejas aumenta la pérdida de agua de los huevos durante el periodo de incubación, debido a cáscaras muy delgadas y de mala calidad. Además, se observó que el T6 (13,75 %) fue el que se acercó más al porcentaje de pérdida de peso (12 %) hacia el día 18 de incubación, como normalmente lo sugiere la guía de incubación de la línea genética Cobb (2008); sin embargo, todos los tratamientos reflejaron una pérdida de agua superior a la que regularmente debe perder un huevo, lo cual no afectó la fertilidad e incubabilidad de los huevos.

La conductancia de la cáscara fue estadísticamente diferente ($p < 0,05$) entre los tratamientos. Similar a los resultados reportados por O'Dea et al. (2004), quienes precisan que la conductancia del vapor de agua a través de la cáscara aumenta a medida que aumenta el peso del huevo en reproductoras viejas, debido a la presencia de cáscaras más delgadas. No obstante, Ar et al. (1974) indican que 14,36 mg/día/

torr es la conductancia ideal para huevos de gallina reproductora. Asimismo, otros autores reportan que la geometría de los poros determina la conductancia de los gases en respuesta a las necesidades metabólicas del embrión (Wangensteen y Rahn, 1970).

Aunque la pérdida de humedad y la conductancia de la cáscara durante el proceso de incubación de los huevos fueron superiores a los valores reportados por otros investigadores y por las casas genéticas, estos resultados no afectaron las variables de incubación y corresponden a lo esperado, debido a la presencia de huevos de gran tamaño con alta porosidad en la cáscara, provenientes de gallinas viejas y en un segundo ciclo de producción.

Conclusiones

La implementación de dietas con adición de sales inorgánicas en interacción con diferentes niveles de calcio no produjo diferencias significativas en algunas variables de incubación, como nacimiento de fértiles e incubabilidad, ni en las variables de producción, reflejando que no es necesaria la adición de sales en la dieta de reproductoras pesadas para obtener buenos resultados en incubabilidad.

Asimismo, para los parámetros de producción, a pesar de los bajos porcentajes en producción de huevos, se debe tener en cuenta que estas aves durante el tiempo de experimentación estuvieron en un ambiente muy diferente del que presentaron durante el primer ciclo productivo, ya que pasaron de un sistema de piso a un sistema en jaula incrementándose el nivel de estrés. Sin embargo, las cifras obtenidas son de gran importancia para un plantel avícola, ya que se aumenta el número de huevos por ave. El uso limitado en el número de repeticiones (5 por tratamiento) pudo ocasionar que las variables no presentaran diferencias significativas.

La implementación de la técnica de muda forzada en los planteles avícolas permite aumentar el número de huevos por reproductora aumentando la vida útil del ave y el margen de rentabilidad para la industria.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Oficina de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad del Tolima por el apoyo financiero al proyecto y a todas aquellas personas que de, una u otra forma, se relacionaron con la ejecución del proyecto.

Referencias

- Ar, A., Paganelli, R. B., Reeves, R. B., Greene, D. G., Rahn, H., 1974. The Avian Egg: Water Vapor Conductance, Shell Thickness, and Functional Pore Area. *The Condor* 76, 153-158.
- Bell, D. D., 2000. Flock-Friendly Molting-A Progress Report. Universidad de California Poultry Symposium, Modesto/Riverside, pp. 1-7.
- Bell, D. D., Kuney D. R., 1992. Effect of Fasting and Post-Fast Diets on Performance In Molted Flocks. *Poultry Science* 1, 200-206.
- Boerjan, M., 2005. Los Avances Genéticos Producen Cambios en la Tecnología de la Incubación. *World Poultry* 20, 16-17.
- Chan, D., Pro, A., García, M., Sosa, E., Gallegos, J., 2007. Diferentes Concentraciones de Energía y Calcio en la Dieta de Gallinas: para Aumentar el Peso del Huevo al Inicio de la Postura. APPA- ALPA, Perú.
- Cobb, 2008. Hatchery Management Guide. Arkansas 72761. USinfo@cobb-vantress.com (Consultado 15 de julio 2012).
- Hamilton, R. M., 1982. Methods and Factors that Affect the Measurement of Egg Shell Quality. *Poultry Science* 61, 2022-2039.
- Kontecka, H., Nowaczewski, S., Sierszula, M., Witkiewicz, K., 2012. Analysis of Changes in Egg Quality of Broiler Breeders during the First Reproduction Period. *Animal Science* 12, 609-620.
- Ledoux, T., 1977. "The Inverse Relationship Between High Altitude and Total Pore Area in the Eggshell of Chicken." *Fed. Proc* 36a-534.
- Leeson, S. & Summer, J., 2000. Broiler Breeder Production. Berforts South East Ltd, England. Nottingham University Press.
- Makled, M. N., Charles. O. W., Eggshell Quality as Influenced by Sodium Bicarbonate, Calcium Source and Photoperiod. Citado por Balnave, D., Muheereza, K., 1997. Improving Eggshell Quality at High Temperatures with Dietary Sodium Bicarbonate. *Poultry Science* 76, 588-593.
- O'Dea, E. E., Fassenko, G. M., Feddes, J. J., Robinson, F. E., Segura, J. C., Ouellette, C. A., Van Middelkoop, J. H., 2004. Investigating the Eggshell Conductance and Embryonic Metabolism of Modern and Unselected Domestic Avian Genetic Strains at Two Flock Ages. *Poultry Science* 83, 2059-2070.
- Peebles, E. D., Doyle, C. D., Zumwalt, P. D., Gerard, M. A., Boyle, C. R., 2001. Breeder Age Influences Embryogenesis in Broiler Hatching Eggs. *Poultry Science* 80, 272-277.
- Rahn, H., Carey, C., Balmas, K., Bhatia, B., Paganelli, C., 1977. Reduction of Pore Area of the Avian Eggshell as an Adaptation to Altitude. *Physiological Sciences* 74, 3095-3098.
- Ross, 2001. Guía de Manejo Reproductoras Ross 308. Scotland. www.aviagen.com
- Smith, M. O., Teeter, R. G., 1992. Effects of Potassium Chloride Supplementation on Growth of Heat-Distressed Broilers. *Poultry Science* 1, 321-324.
- Smith, S., Rose, S. P., Wells, R. G., Pirgozliev, V., 2000. Effect of Excess Dietary Sodium, Potassium, Calcium and Phosphorus on Excreta Moisture of Laying Hens. *British Poultry Science* 41, 598-607.
- Souza, B. B., Bertechini, A. G., Dos Santos, C. D., Lima, J. A., Teixeira, A. S., Fonseca, R. T., 2004. Balanço de Potássio E Desempenho de Frangos de Corte Suplementados com Kcl no Verão. *Ciencias Agrotecnias* 28, 1160-1168.
- Tullett, S. G., 1984. The Porosity of Avian Eggshells. *Comparative Biochemistry and Physiology* 78, 5-13.
- Ulmer- Franco, A. M., Fassenko, G. M., Christopher, E. E., 2010. Hatching Egg Characteristics, Chick Quality, and Broiler Performance At 2 Breeder Flock Ages and from 3 Egg Weights. *Poultry Science* 89, 2735-2742.
- Wangenstein, O. D., Rahn, H., 1970. Respiratory Gas Exchange by the Avian Embryo. *Respiration Physiology* 11, 1-45.
- Wilson, H. R., 1997. Effects of Maternal Nutrition on Hatchability. *Poultry Science* 76, 134-143.