

Influencia del balance electrolítico y la relación electrolítica en la productividad de las gallinas ponedoras

L. G. ALDRIGUI^{1*}, R. S. FILARDI¹, L. TEDESCHI¹, M. GARCIA-NETO², F. A. NEVES¹, R. M. DOMINGUES¹

¹Fac. de Ingeniería de Ilha Solteira, Universidad Estatal Paulista, Avda. Brasil, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, ²Fac. de Medicina Veterinaria de Araçatuba, Universidad Estatal Paulista, Calle Clóvis Pestana, 793, Araçatuba, São Paulo, Brasil.

*e-mail: leticiaguerra.zoo@gmail.com (FAPESP 2012/09329-2)

El estrés por calor en las ponedoras afecta a las tasas de producción y la calidad de los huevos. Esto se explica por la dificultad en la deposición de calcio en la superficie del huevo, cuando las aves están sufriendo de alcalosis respiratoria. En la búsqueda de alternativas para minimizar los efectos de este trastorno se realizó un experimento con 288 gallinas Lohmann, a las 24 semanas de edad, mantenidos en condiciones ambientales de alta temperatura. Los pollos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar en un factorial 4 x 3 (balance electrolítico - BE y electrolitos relación - ER), por un total de 12 tratamientos con 4 repeticiones de 6 aves. Los cuatro seran evaluadas fueron 140, 210, 280 y 350 mEq.kg-1 obtenida teniendo en cuenta la ecuación $K + Na - Cl$. El ER utilizadas fueron 2:1, 3:1, 4:1, teniendo en cuenta la ecuación $(K + Cl) \cdot Na^{-1}$. Dietas isonérgicas isocalcium isoproteicas y isophosphoric fueron formuladas en el Programa de Práctica formulación de los piensos (PPFR), modelado de software libre no lineal. Para siete ciclos de 14 días cada uno evaluó el rendimiento y la calidad interna y externa de los huevos. La calidad del huevo se analizó en los dos últimos días de cada ciclo, con una muestra de tres huevos por tratamiento fue estudiado como masa de huevos, la unidad Haugh, grosor de la cáscara, la gravedad específica y el porcentaje de albúmina, yema y cáscara. Todos los datos se sometieron a análisis de varianza, utilizando el programa SAS. Interacción significativa entre el BE y RE ($P < 0,01$) para las variables de rendimiento (consumo ração.ave⁻¹. día⁻¹ en la producción ovos.ciclo⁻¹, la producción de huevos y la masa de huevo). Para el BE ER 2: 1 puede variar dentro de la gama de 140-350 mEq.kg-1 sin cambiar el desempeño de respuesta. RE en el rango de 3:1 estar restringido 140-280 mEq.kg-1, no se recomienda que sea de 350 mEq.kg-1 mediante la presentación de los resultados son peores para otros sean. Lo mismo sucede con el RE 4:1, esta relación mEq.kg BE 280-1 no debe ser utilizado para los índices también muestran un bajo rendimiento. En contraste no hubo interacción entre BE y RE ($P > 0,05$) para las variables de calidad de los huevos, que se producen sólo efecto de EB en el grosor de la cáscara ($P < 0,01$), con los peores resultados observados en el BE 350 mEq.kg-1. La reducción de grosor de la cáscara puede afectar directamente a la calidad de los huevos almacenados.

Palabras clave: alcalosis respiratoria; calidad de los huevos; equilibrio de electrolitos

Heat stress in layers affects the rates of production and eggs quality . This is explained by the difficulty in the deposition of calcium in the egg surface when the birds are suffering from respiratory alkalosis . In search of alternatives to minimize the effects of this disorder an experiment was conducted using 288 hens , Lohmann at 24 weeks of age , kept in environmental conditions of high temperature. The chickens were distributed in a completely randomized design in a factorial 4 x 3 (electrolyte balance - EB and electrolyte Relation - ER) , totaling 12 treatments with 4 replicates of 6 birds. The four EB evaluated were 140 , 210, 280 and 350 mEq.kg -1 obtained by considering the equation $K + Na - Cl$. The ER used were 2:1, 3:1, 4:1 ,

considering equation $(K + Cl) \cdot Na^{-1}$. Isonergic, isoproteic, isocalcium and isophosphoric diets were formulated in the Program Practical Feed Formulation (PPFR), free software modeling nonlinear. For seven cycles of 14 days each evaluated the performance and internal and external quality of eggs. Egg quality was analyzed in the last two days of each cycle, with a sample of three eggs per treatment was studied as egg mass, Haugh unit, shell thickness, specific gravity and percentages of albumen, yolk and shell. All data were subjected to analysis of variance, using the SAS program. Had been significant interaction between EB and ER ($P < 0.01$) for the performance variables (feed intake.bird⁻¹day⁻¹, egg production.cycle⁻¹, egg production and egg mass). For the ER 2:1 EB may vary within the range 140-350 mEq.kg⁻¹ without changing the response performance. In the range of ER 3:1 EB restricted 140-280 mEq.kg⁻¹, it is not recommended EB 350 mEq.kg⁻¹ by presenting the results are worse for others EB. The same happens with the ER 4:1, this relationship mEq.kg EB 280⁻¹ should not be used for indexes also exhibit lower performance. In contrast there was no interaction between EB and ER ($P > 0.05$) for the variables of egg quality, occurring only effect of EB on the shell thickness ($P < 0.01$), with the worst results observed in the EB 350 mEq.kg⁻¹. The reduction in shell thickness can directly affect the quality of eggs stored.

Keywords: respiratory alkalosis, egg quality, electrolyte balance

Introducción

El objetivo de la utilización del balance electrolítico y la relación electrolítica es minimizar los efectos de la exposición de las aves a altas temperaturas.

Rozenboim et al. (2007) relatan que después que las aves sean expuestas por dos días al estrese térmico, hay una disminución en el peso del huevo y un decrecimiento de 20% en la producción. Además de eso, la exposición prolongada también afecta la calidad de la cáscara del huevo, parámetro de extrema importancia que influencia en el tiempo de anaquel del producto, en la conservación del valor nutritivo del huevo y en su comercialización, siendo que las pérdidas por grietas y rajaduras representan cerca de 6,0 a 12,3% al año (VICENZI, 1996).

A partir de la importancia que el balance ácido-básico tiene sobre la producción animal, es necesario mayor cuidado en la formulación de las dietas, una vez que el desequilibrio electrolítico afecta al consumo de ración y al desarrollo de las aves (RIDDELL, 1975; BORGATTI et al., 2004), la sanidad (SAVEUR, 1984), la expresión del potencial genético de los (THORP et al., 1993), viene como respuestas al estrés térmico (TEERTER et al., 1985; FURLAN, 2006), además de su interferencia en el metabolismo de los aminoácidos (HARA et al., 1987), de minerales (LUTZ, 1984) y de las vitaminas (REDDY et al., 1982; THORP et al., 1993), lo que demuestra la necesidad de mayor entendimiento de esas interacciones (PESTI et al., 1991; BORGATTI et al., 2004).

La preocupación con la alimentación de las aves y la acción de sus ingredientes sobre la manutención de pH sanguíneo es un principio que viene siendo estudiado hace más de 60 años, tanto con la relación a los cambios fisiológicos que ocurren en las aves como en las modificación de los parámetros zootécnicos relacionados. Mongin (1968) fue el primero a proponer el uso de un balance parcial de cationes y aniones en la dieta, utilizando para eso el sodio (Na), cloro (Cl) y o potasio (K). La selección de los minerales, K, Na y Cl, está relacionada a 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 lo equilibrio ácido-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 decurrente de la exposición de las aves a altas temperaturas (BALNAVE e MUHEEREZA, 1997; BORGES, 2006).

Las aves en situación de estrés calórico aumentan la frecuencia respiratoria para restablecer la temperatura corporal interna, lo que ocasiona la disminución HCO₃ e CO₂ y consecuentemente altera el equilibrio ácido-básico sanguíneo, determinando alcalosis respiratoria. Ese evento puede resultar en

huevo pequeños y de cáscara fina, lo que afecta directamente a la conservación del valor nutritivo y la comercialización de los huevos (MURAKAMI, 2003). Nobakht et al. (2006) y Nobakht et al. (2007), evaluando el efecto de diferentes balances electrolíticos (0, 120, 240 e 360 mEq.kg⁻¹) en raciones para ponedoras entre 55 e 65 semanas en condiciones de estrés calórico y ponedoras entre 24 e 34 semanas de edad, respectivamente, se observó en los dos estudios que los índices de desempeño no fueron afectados por los diferentes balances electrolíticos, pero los efectos sobre los parámetros relacionados a la cáscara indican que el aumento en el balance electrolítico para 360 mEq.kg⁻¹ determinan mejoría en la calidad de la cáscara tanto en la fase pos pico como en la fase inicial de postura.

La literatura tratando de la relación electrolítica $([K^+] + [Cl^-]).[Na^+]^{-1}$ é escasa, a pesar que el concepto haya sido propuesto hace más de 30 años (Mongin, 1981), eso posiblemente ocurre por las limitaciones en la utilización de esa estrategia nutricional en la planilla de cálculo para formulación una vez que la mayoría utiliza la programación lineal.

A fin de amenizar los efectos del estrés térmico, el presente trabajo estudió los efectos del balance y de la relación entre los iones Na, K e Cl en la dieta de gallinas ponedoras, sobre los parámetros productivos e calidad de los huevos, utilizando programación no lineal como el software libre en la dieta de gallinas ponedoras, sobre los parámetros productivos e calidad dos ovos, utilizando programación no lineal con o software libre PPR (Programa Práctico de Formulación de Ración).

Material y métodos

El ensayo experimental fue conducido en el Sector de Avicultura da Faculdade de Engenharia – UNESP – Ilha Solteira. Las ponedora fueron alojadas en el galpón convencional de postura (4,2 m de ancho, 30 m de largo y 2,8 m de pié-derecho), equipados con jaulas de alambre galvanizado subdivididas en cuatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuidas lateralmente en pisos, distantes 0,80 m al suelo.

Fueron utilizadas 288 ponedoras comerciales leves (Lohmann) con 24 semanas de edad, distribuidas en un delineamiento completamente al azar, con seis repeticiones, en esquema factorial 4x3, con cuatro balances electrolíticos (140, 210, 280 e 350 mEq.kg⁻¹) e 3 relaciones electrolíticas (2:1, 3:1 e 4:1) en la dieta, utilizándose para eso diferentes niveles de sodio, potasio y cloro, en raciones formuladas por programación no lineal en software libre. El peso medio de las aves en cada parcela fue de aproximadamente 1,75 kg. El régimen de iluminación utilizado fue la de 16 horas de luz.dia⁻¹ y durante todo el período experimental las aves recibieron agua y ración à voluntad, siendo el consumo de ración cuantificado al final de cada período.

El experimento tuvo duración de 98 días (7 ciclos de 14 días cada). Las aves fueron criadas igual en condiciones a altas temperaturas y sometidas a cuatro balances electrolíticos (140, 210, 280 y 350 mEq.kg⁻¹) y 3 relaciones electrolíticas (2:1, 3:1 y 4:1) en la dieta, utilizándose para eso diferentes niveles de sodio (Na), potasio (K) y cloro (Cl), en raciones formuladas por programación no lineal en software libre. Las raciones experimentales fueron isoproteicas, isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas, formuladas a base de maíz y salvado de soya (Tabla1), siguiendo las exigencias prescritas por él manual de linaje y respetando los valore nutricionales de los alimentos según Rostagno et al. (2011).

El balance electrolítico fue calculado a partir de la formula descrita por Mongin (1968): $BE (mEq.kg^{-1}) = mEqNa^+ + mEqK^+ - mEqCl^-$. Utilizándose el valor calculado en porcentajes de los electrolitos, fue aplicada la siguiente formula: $BE = Na^+ \times 434,97 + K^+ \times 255,74 - Cl^- \times 282,06$, siendo los valores dos iones en porcentaje. La relación electrolítica fue basada en el cálculo descrito por Mongin (1981), $RE = ([K^+] + [Cl^-]).[Na^+]^{-1}$. El cálculo empleado para encontrar la RE a partir de los porcentajes de los iones fue: $RE = (K^+ \times 255,74 + Cl^- \times 282,06) / (Na^+ \times 434,97)$.

Fueran evaluados parámetros de desempeño y calidad de los huevos. El consumo de ración (g.ave⁻¹.dia⁻¹) fue medido al final de cada ciclo de 14 días. La producción de huevos fue cuantificada diariamente durante cada ciclo. En los dos últimos días de cada ciclo toda la producción de huevos fue pesada y cuantificada para el cálculo de masa de huevos. Una muestra de tres huevos por parcela fue analizada cuanto al peso del huevo, unidad Haugh, porcentaje de cáscara, porcentaje de albumen, porcentaje de yema, espesura de cáscara y densidad específica.

Todos los datos fueron sometidos a análisis de variancia, utilizándose el test de Tukey a 5% de probabilidad.

Tabla 1: Composición porcentual y tabla de las dietas experimentales.

Balance Electrolítico Relación Electrolítica	140 mEq.kg ⁻¹			210 mEq.kg ⁻¹			280 mEq.kg ⁻¹			350 mEq.kg ⁻¹		
	2:1	3:1	4:1	2:1	3:1	4:1	2:1	3:1	4:1	2:1	3:1	4:1
Ingredientes (kg)												
Maíz (7,88%)	60,6	60,9	60,0	60,8	60,6	60,2	58,7	58,8	59,4	58,8	58,5	58,5
Salvado de Soya (45%)	1	6	6	1	60,6	9	5	3	2	58,9	1	7
Calcáreo Calcídico	25,3	25,5	25,5	25,4	25,4	25,4	25,7	25,7	25,6	25,7	25,7	25,7
Aceite de Soya	7	25,5	3	25,5	4	9	6	5	5	4	6	25,8
Fosfato Bicálcico	9,73	9,77	9,72	9,76	9,73	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72
Polimix PR – 101*	1,5	1,51	1,68	1,51	1,5	1,6	2,17	2,1	1,9	2,08	2,11	2,19
Cloruro de Na (NaCl)	1,13	1,13	1,12	1,13	1,12	1,12	1,13	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13
Cloruro de K (KCl)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Cloruro de Ca (CaCl ₂)	1,05	0,53	0,53	0,34	0,62	0,53	0,91	0,82	0,53	0,24	0,24	0,32
Bicarb. de Na (NaHCO ₃)	-	-	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-
Sulfato de K (K ₂ SO ₄)	-	0,1	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DL-Metionina	-	-	-	0,45	-	-	0,37	-	-	0,89	0,56	0,3
Lisina - HCL	-	0,04	0,5	-	0,52	0,52	0,76	1,18	1,18	0,84	1,21	1,5
L- Treonina	0,28	0,28	0,27	0,3	0,27	0,27	0,28	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28
Total	0,06	0,06	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Total	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes												
Composición Calculada												
Energ. Met. Aves (kcal.kg ⁻¹)	280											
Proteína Bruta (%)	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Calcio (%)	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
P Disponible (%)	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
Potasio (%)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Sodio (%)	0,64	0,65	0,85	0,64	0,85	0,98	0,95	1,13	1,13	0,99	1,14	1,26
Cloro (%)	0,43	0,23	0,22	0,27	0,26	0,22	0,48	0,34	0,23	0,35	0,27	0,23
Ácido Linoléico (%)	0,75	0,45	0,62	0,26	0,43	0,5	0,61	0,55	0,38	0,2	0,2	0,25
Lisina Dig. (%)	2,17	2,17	2,26	2,17	2,17	2,22	2,47	2,46	2,36	2,44	2,46	2,5
Metionina Dig. (%)	0,83	0,83	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Metion + Cistina Dig. (%)	0,5	0,5	0,5	0,52	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Treonina Dig. (%)	0,73	0,73	0,73	0,76	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
BE= Na+K-Cl (mEq.kg ⁻¹)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
RE= (K+Cl).Na ⁻¹	140	140	140	210	210	210	280	280	280	350	350	350
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4

* composición por quilogramo do producto: Vitamina A - 8.000.000 UI; Vitamina D₃ - 2 .100.000 UI; Vitamina E - 7.000 mg; Vitamina K₃ - 2.000 mg; Vitamina B1 - 1.000 mg; Vitamina B2 - 3.000 mg; Vitamina B6 - 700 mg; Vitamina B12 - 6.000 mcg; Ácido Fólico - 100 mg; Biotina - 10 mg; Niacina - 20.000 mg; Pantotenato de Calcio - 10.000 mg; Cobre - 6.000 mg; Cobalto - 100 mg; Iodo - 1.000 mg; Fierro - 50.000 mg; Manganeseo - 55.000 mg; Zinc - 50.000 mg; Selenio - 200 mg; Antioxidante - 2.000 mg.

Resultados y discusión

Ocurrió interacción significativa entre BE y RE ($P < 0,01$) solamente para consumo de ración.ave⁻¹ día⁻¹, producción de huevos.ciclo⁻¹, porcentaje de postura y masa de huevo (Tabla 2). Los desdoblamientos de las interacciones pueden ser observadas en la tabla 3. Para a RE 2:1 el BE puede variar dentro da faja de 140 a 350 mEq.kg⁻¹ sin alterar la respuesta en el desempeño. Este resultado está de acuerdo con MILES y ROSSI (1984), que dicen que el sodio de la dieta, al ser absorbido, se combina con el fósforo plasmático, dando formación al fosfato de sodio, y por consiguiente, facilita su eliminación por los riñones. De esa forma, la disminución del fósforo plasmático trae efectos benéficos sobre la incorporación del calcio al ion carbonato, con consecuente elevación de síntesis de carbonato de calcio. SAUVEUR e MOGIN (1978) y MILES y ROSSI (1984) verificaron que el fósforo plasmático de las ponedoras comienza a declinarse en el momento que ocurre la postura hasta 6 horas después de la ovoposición y, entonces, nuevamente se eleva.

En la RE 3:1 la faja de BE se restringe de 140 a 280 mEq.kg⁻¹, no siendo recomendado o BE de 350 mEq.kg⁻¹ por presentar los peores resultados en relación a los demás BE. Lo mismo sucede con la RE 4:1, en esa relación el BE 280 mEq.kg⁻¹ no debe ser utilizado por también presentar índices inferiores de desempeño.

Tabla 2. Valores de significancia e coeficientes de variación para los efectos del BE y RE sobre los parámetros evaluados.

Factores	Tasa de Postura (%)	Peso de huevos (g)	Masa de huevos (g)	CA (kg/kg)	UH	% Cáscara	Espesura de cáscara (mm)	Densidad (g.cm ⁻³)	% Yema	% Albúmen
BE	0.0093	>0.050	>0.050	0.0104	0.1399	0.0881	<0.001	0.0943	>0.050	0.1559
RE	0.1365	0.0554	0.0385	>0.050	0.2755	>0.050	>0.050	0.3068	>0.050	>0.050
BE×RE	<0.001	0.0947	0.0067	0.0012	>0.050	>0.050	0.0723	>0.050	>0.050	0.0825
CV (%)	1,26	2,76	3,22	2,37	7,11	2,05	2,33	0,1	3,9	1,09

Tabla 3. Desdoblamiento de la interacción entre BE y RE para el porcentaje de postura, masa de huevos y conversión alimentar.

	Porcentaje de postura (%)			Masa de huevos (g)			Conversión Alimentar (kg/kg)		
	RE			RE			RE		
	2:1	3:1	4:1	2:1	3:1	4:1	2:1	3:1	4:1
BE									
140	97.0663 aA	97.7891 abA	98.7670 aA	56.1788 aA	56.2570 abA	56.2131 abA	1.7693 aA	1.7123 aA	1.7224 bA
210	98.2143 aA	97.7891 abA	98.5119 aA	57.3334 aA	57.0149 aA	56.7588 abA	1.7170 aA	1.7477 aA	1.7200 bA
280	98.1293 aA	98.4269 aA	92.8997 bB	57.9789 aA	56.5183 abAB	54.4459 bB	1.6966 aB	1.7502 aB	1.8379 aA
350	98.9796 aA	95.4507 bB	98.9796 aA	58.1987 aA	53.0670 bB	58.1452 aA	1.7126 aA	1.7007 aA	1.6911 bA

Medias en la columna (línea) seguidas de diferentes letras minúsculas (mayúsculas) difieren entre sí ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Cuando se considera el efecto aislado de los factores evaluados (Tabla 2), se observa que el BE interfirió ($P < 0,01$) solamente en la espesura de la cascara, mientras que la RE no afecto aisladamente

($P > 0,05$) ningún parámetros evaluado. En la Tabla 4 son presentados los valores medios para peso del huevo, densidad, espesura da cáscara, unidad Haugh, y porcentajes de yema, albumen e cascara, donde observase que el BE en la faja 140 e 280 mEq.kg^{-1} no afecta la espesura de cascara, aunque elevándose el BE para 350 mEq.kg^{-1} ocurre una disminución en ese valor. Ese resultado difiere e l observados en la literatura pertinente. Hamilton e Thompson (1980) verificaron que el balance electrolítico de ración influencio el balance iónico en las ponedoras, más no hubo relación entre el balance acido-base y la resistencia de la cascara del huevo. En los estudios de Murakami et al. (2003) con ponedoras del primer e segundo ciclo de producción, observaron que raciones con niveles crecentes de sodio (0,12; 0,15; 0,18; 0,21 y 0,24% en el primer ciclo y 0,13; 0,15; 0,17; 0,19 e 0,21% en el segundo ciclo) y de balances electrolíticos (205, 218, 231, 243 y 246 mEq.kg^{-1} en el primer ciclo y 174, 183, 192, 200 y 209 mEq.kg^{-1} en lo segundo ciclo), no afectaran el desempeño o la calidad externa de los huevos en las dos fases evaluadas. Por otro lado, en los estudios de Nobakht et al. (2006) y Nobakht et al. (2007) el BE de 360 mEq.kg^{-1} determino mejorías en la calidad da la cáscara, tanto en la fase inicial de postura como en la fase pos pico. En el presente estudio, quedo evidente que el BE encima de 280 mEq.kg^{-1} determina reducción en la espesura de cáscara.

Tabla 3. Valores medios de las variables de desempeño y calidad de los huevos para valores de BE y RE avaluados.

BE	Peso del huevo	Densidad	UH	Espesura	% Cáscara	% Yema	% Albumen
140	57.41801 a	1.08986 a	105.32210 a	0.35619 a	9.61585 a	26.29391 a	64.09024 a
210	57.90376 a	1.08954 a	106.85360 a	0.35909 a	9.63795 a	26.25275 a	64.24737 a
280	58.36920 a	1.08979 a	100.90530 a	0.35020 ab	9.68204 a	26.15367 a	64.29421 a
350	57.57019 a	1.09064 a	101.24220 a	0.34203 b	9.81249 a	26.01487 a	64.73278 a
dm s	1.75503	0.00119	8.09425	0,00899	0.21830	1.12284	0.77079
RE	Peso del huevo	Densidad	UH	Espesura	% Cáscara	% Yema	% Albumen
2: 1	58.40943 a	1.08962 a	102.01470 a	0.35367 a	9.64190 a	26.30312 a	64.15242 a
3: 1	57.03299 a	1.09006 a	102.72310 a	0.35062 a	9.70479 a	26.28917 a	64.42616 a
4: 1	58.00346 a	1.09020 a	106.00460 a	0.35135 a	9.71457 a	25.94411 a	64.44487 a
dm s	1.37883	0.00094	6.35918	0.00706	0.17151	0.88215	0.60556

Con este estudio es posible deducir que la relación 2:1 es más ventajosa do que las demás relaciones por permitir una faja amplia de BE sin perjudicar los índices productivos. En contrapartida la RE 3:1 no debe ser utilizada con o BE de 350 mEq.kg^{-1} y la RE 4:1 no debe ser utilizada no BE de 280 mEq.kg^{-1} por presentar resultados desfavorable al desempeño y calidad dos ovos.

Referencias

- BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S. K.** Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poultry Science*, Savoy, v. **76**, p. 588-593, 1997.
- BORGATTI, L.M.O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N.C.; SOUZA, L.M.O.; LIMA, F.R.; TRINDADE NETO, M.A.** Performance of broilers fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*. v. **6**, p. 153-157, 2004.
- BORGES, S.A.** Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: Conferência APINCO 2006 de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, Anais...,SP, 2006. p. 123-137.
- FURLAN, R.L.** Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, Chapecó, Anais...,SC, 2006. p.104-135.
- HAMILTON, R.M.G.; THOMPSON, B.K.** Effects of sodium plus potassium to chloride ratio in practical – type diets on blood gas levels in three strains of white leghorn hens and the relationship between acid-base balance and egg shell strength. *Poultry Science*, v. **59**, n.6, p.1294–1303, 1980.
- HARA, Y., MAY, R.C.; KELLY, R.A.; MITCH, W.E.** Acidosis, not azotemia, stimulates branchedchain, aminoacid catabolism in uremic rats. *Kidney Int.*, v.32, p.808-814, 1987.
- JUDICE, M. P. M. ; BERTECHINI, A. G ; MUNIZ, J. A. ; RODRIGUES, P. B. ; FASSANI, E. J.** Balanço cátió-aniónico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo.. *Ciência e Prática*, Lavras, v. **26**, n.3, p. 598-609, 2002.
- LUTZ, J.** Calcium balance acid-base status of women as affected by increased protein intake and by sodium bicarbonate ingestion. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.**39**, p. 281-288, 1984
- MILES, R.D.; ROSSI, A.** Cation-anion balance in laying hens. In: FLORIDA NUTRITIONAL CONFERENCE, 1984, Clearwater Beach. Proceedings...Clearwater Beach: University of Florida, 1984. p.15-22.
- MONGIN, P.** Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*., v. **40**, p. 285-294, 1981.
- MONGIN, P.** Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. *World's Poultry Science Journal*. Beekbergen, Netherlands. v.**24**, p. 200-230, 1968.
- MURAKAMI, A. E. ; FIGUEIREDO, D. F. ; PERUZZI, A. Z. ; FRANCO, J. R. G. ; SAKAMOTO, M. I.** Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science*, Viçosa-NG, v. **32**, n.6, p. 1674-1680, 2003.
- NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A.R.** The Effects of Dietary Electrolyte Balance on Performance of Laying Hens Exposed to Heat - Stress Environment in Late Laying Period. *International Journal of Poultry Science*, v. **5**, n. 10, p. 955-958, 2006.
- NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A.R.** The Effects of Dietary Electrolyte Balance on the Performance and Eggshell Quality in the Early Laying Period. *Pakistan Journal of Nutrition*, v.6, p. 543-546, 2007.
- PESTI, G.M.; CERVANTES, H.; BAKALLI, R.I.; BAFUNDO, K. W.; GARCIA, M. N.** Studies on Sempduramicin and Nutritional Responses: 3. Electrolyte Balance. *Poultry Science*, v.**78**, p.1552–1560, 1999.
- REDDY, G.S.; JONES, G.; KOOH, S.W.; FRASER, D.** Inhibition of 25-hydroxyvitamin D3-1-hydroxylase by chronic metabolic acidosis. *American Journal of Physiology*., v. **243**, p. 265-E271, 1982.
- RIDDEL, C.** Studies on the pathogenesis of tibial dyschondroplasia in chickens. II. Growth rate of long bones. *Avian Diseases*, v.**19**, p.490-496, 1975.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.;**
- EUCLIDES, R.F.** Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- ROZENBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; PROUDMAN, J. A.; UNI, Z.** The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. *Poultry Science*, v.**86**, p.1760-1765, 2007.
- SAVEUR, B.; MONGIN, P.** Interrelationships between dietary concentrations of sodium, potassium and chloride in laying hens. *British Poultry Science*, v.**19**, p. 475-485, 1978.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo – Aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: APA, 1996. p.77-91

SAVEUR, B. Dietary factors as causes of leg abnormalities in poultry – a review. *World's Poultry Science Journal.*, v.**40**, p. 195-206, 1984.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N.; ARP, S.C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J.E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poultry Science*, v.**64**, p. 1060-1064, 1985.

THORP, B.H.; DUCRO, B.; WHITEHEAD, C.C. Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol. *Avian Pathology*, v.**22**, p.311-324, 1993.