



JOSIMAR SANTANA RIBEIRO

**NÍVEIS DIETÉTICOS DE POTÁSSIO PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM FINAL
DE CICLO DE PRODUÇÃO**

LAVRAS - MG

2015

JOSIMAR SANTANA RIBEIRO

**NÍVEIS DIETÉTICOS DE POTÁSSIO PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS LEVES EM FINAL DE CICLO DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Antônio Gilberto Bertechini

Coorientadores

Prof. Édison José Fassani

Prof. Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS - MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Ribeiro, Josimar Santana.

Níveis dietéticos de potássio para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção / Josimar Santana Ribeiro. – Lavras : UFLA, 2015.

52 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Antônio Gilberto Bertechini.

Bibliografia.

1. Minerais. 2. Relação eletrolítica. 3. Balanço eletrolítico. 4. Desempenho. 5. Qualidade de ovos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

JOSIMAR SANTANA RIBEIRO

**NÍVEIS DIETÉTICOS DE POTÁSSIO PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS LEVES EM FINAL DE CICLO DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de junho de 2015.

Dr. Antônio Gilberto Bertechini UFLA

Dr. Édison José Fassani UFLA

Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Dr. Adriano Geraldo IFMG Bambuí

Dr. Antônio Gilberto Bertechini

Orientador

LAVRAS - MG

2015

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa determinar a necessidade de suplementação dietética de potássio com a relação (Na+K)/Cl da dieta fixa ou livre para poedeiras comerciais. Foram realizados dois experimentos em conjunto, sendo que os experimentos foram compostos por 924 poedeiras Hy - Line - W 36 em final de ciclo de produção, com 71 semanas de idade. No experimento 1 foi mantida a relação eletrolítica (Na+K)/Cl fixa e no experimento 2 a relação eletrolítica (Na+K)/Cl livre. Em cada experimento as poedeiras foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e sete repetições de 12 aves por unidade experimental. Os níveis de potássio avaliados nos dois experimentos foram 0,580; 0,680; 0,780; 0,880 e 0,980%, e um tratamento controle sem a suplementação de potássio. A pesquisa teve duração de 84 dias divididos em quatro períodos de 21 dias, sendo avaliado o desempenho (produção de ovos, peso do ovo, consumo de ração, conversão alimentar e ovos viáveis), a qualidade dos ovos (Unidade Haugh, espessura da casca, peso específico, porcentagem de casca e peso da casca por unidade de superfície de área), peso das aves, matéria seca das excretas e análise sanguínea (pH, pCO₂, HCO₃⁻, Cl, Na e K). Concluiu-se que não é necessário a suplementação dietética de potássio com a relação (Na+K)/Cl da dieta fixa ou livre para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção.

Palavras-chave: Minerais. Relação eletrolítica. Balanço eletrolítico. Desempenho. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

The objective in this study was to determine the need for dietary potassium supplementation with (Na+K)/Cl fixed or free diet for laying hens. Two trials were conducted in conjunction, and were composed by 924 laying hens Hy - Line - W 36 at the end of the production cycle, with 71 weeks of age. In the trial 1 was maintained electrolyte ratio (Na+K)/Cl fixed and in the trial 2 electrolyte ratio (Na+K)/Cl free. In each experiment the hens were distributed in a completely randomized design with six treatments and seven repetitions of 12 hens per experimental unit. Potassium levels evaluated in the two experiments were 0.580; 0.680; 0.780; 0.880 and 0.980%, and a control treatment without potassium supplementation. The research had duration of 84 days divided into four periods of 21 days, being evaluated the performance (egg production, egg weight, feed intake, feed conversion and viable eggs), egg quality (Haugh unit, shell thickness, specific weight, eggshell percentage and shell weight per unit surface area), hens weight, dry matter of feces and blood analysis (pH, pCO₂, HCO₃⁻, Cl, Na and K). It was concluded that dietary supplementation of potassium is not necessary with (Na+K)/Cl fixed or free diet for light commercial laying hens at the end of the production cycle.

Keywords: Minerals. Electrolyte ratio. Electrolyte balance. Performance. Eggs quality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Importância do potássio, sódio e cloro na dieta de poedeiras comerciais...8	
2.2 O efeito da relação eletrolítica (Na+K)/Cl sobre a fisiologia da formação do ovo.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Experimento 1 - Níveis de potássio com relação (Na+K)/Cl fixa	29
4.2 Experimento 2 - Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre	37
5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO.....	51

1 INTRODUÇÃO

O Brasil figura como um dos grandes produtores de ovos no mundo, tendo produzido 2,826 bilhões de dúzias em 2014, com um plantel estimado em mais de 132 milhões de poedeiras comerciais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 2015). A produção nacional de ovos vem crescendo ano após ano devido ao aumento do consumo *per capita* que no ano de 2014 foi de 182 ovos/ano (SANTIN, 2015).

O avanço do melhoramento genético resultou no surgimento de poedeiras modernas com alto potencial produtivo. Comparadas aos híbridos criados nas décadas passadas, as poedeiras modernas apresentam baixo peso corporal e baixo consumo alimentar. Essa evolução genética tornou-se um desafio devido ao dinamismo da poedeira moderna, principalmente sobre os aspectos nutricionais em que são necessárias reavaliações e adequações frequentes das exigências nutricionais das aves, com o intuito de dar suporte à máxima expressão genética dessas aves.

A nova realidade nas formulações de rações para poedeiras com o uso de aminoácidos industriais como lisina, metionina e outros, resulta em uma redução na utilização do farelo de soja, que além de ser uma fonte proteica, contribui significativamente com o fornecimento de minerais, principalmente o potássio.

A maioria dos manuais das linhagens de poedeiras comerciais não traz recomendações de potássio, pois, leva em consideração que esse mineral presente nos ingredientes normais das rações, como o milho e o farelo de soja, seja suficiente para suprir as necessidades das aves. Consequentemente, devido à diminuição da utilização do farelo de soja em relação a maior utilização de aminoácidos industriais ocorre a diminuição do potássio na dieta, podendo levar a um déficit deste mineral para as aves.

As rações das aves possuem quantidades específicas de íons como, sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-), que em equilíbrio asseguram desempenho e crescimento das aves. Este balanço é conhecido como balanço eletrolítico (BE), expresso em mEq/kg de alimento. A restrição de um desses minerais resulta no desequilíbrio eletrolítico, prejudicando o desempenho e até comprometendo a sanidade das aves.

O potássio, além de participar no balanço eletrolítico, atua em diversas outras funções fisiológicas e metabólicas como reações enzimáticas, na transferência ou utilização de energia, síntese de proteínas e no metabolismo de carboidratos.

Na literatura as pesquisas envolvendo balanço eletrolítico utilizam normalmente fontes de potássio e sódio, com o cloreto de potássio e o bicarbonato de sódio. Atualmente, com a aplicação do conceito de proteína ideal e uso de aminoácidos digestíveis, é rotina a suplementação de aminoácidos industriais como é o caso da L-lisina HCl, que traz o cloro em sua composição, além de suplementos de vitaminas como o cloreto de colina, que também contribui com o aporte de cloro nas rações de poedeiras, fato que se não computado pode afetar o balanço eletrolítico pelo excesso de cloro. Na prática, formular dietas para poedeiras, utilizando das recomendações existentes e das fontes minerais comuns, como o sal comum (NaCl) inviabiliza atingir os valores estipulados como ideal em cloro e potássio. Nessas dietas, o cloro sempre está acima da exigência e o potássio possivelmente abaixo, favorecendo as dietas em um maior poder acidogênico pelo excesso de cloro.

As recomendações em termos de balanço eletrolítico para poedeiras são bastante variáveis e pesquisas recentes estão mudando o conceito de balanço eletrolítico para relação eletrolítica, sendo esta a soma dos cátions (Na e K) relacionados à quantidade de ânion (Cl) da dieta. O uso da relação eletrolítica é

mais vantajoso, pois pode trabalhar com um determinado valor, controlando o balanço eletrolítico da dieta.

As fontes mais comuns de eletrólitos disponíveis para uso em rações animais são o bicarbonato de sódio e o cloreto de sódio. Contudo, para adequar a relação eletrolítica de uma ração se faz necessária uma fonte de potássio sem a presença de cloro ou sódio, utilizando neste caso o carbonato de potássio ou o fosfato monopotássico.

A exigência de potássio e a relação eletrolítica da dieta para galinhas poedeiras são pouco estudadas. Diante do exposto, pesquisas são necessárias para dar melhor entendimento sobre o nível de potássio e da relação eletrolítica da dieta para poedeiras em final de ciclo de produção.

O objetivo na pesquisa foi determinar a necessidade de suplementação dietética de potássio para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção, adotando o conceito de relação eletrolítica fixa ou livre.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do potássio, sódio e cloro na dieta de poedeiras comerciais

O potássio é o terceiro mineral mais abundante no organismo animal e o principal cátion intracelular. Esse mineral vem sendo mais estudado na nutrição animal, devido à baixa quantidade presente em alguns alimentos e também em decorrência da maior necessidade do animal por este elemento (McDOWELL, 1992). Segundo o National Research Council - NRC (1994), o potássio atua para manter a homeostase, a relação osmótica e o pH corporal.

O potássio contribui inevitavelmente para a regulação ácido-base do organismo, evitando a ocorrência de acidose e alcalose (SUTTLE, 2010). A acidose pode ser causada pelo excesso de cloro na dieta, sendo evitada através da ingestão de potássio que atua equilibrando a relação cátion-aniônica no organismo. A hipocaliemia, que é a baixa concentração de potássio no sangue leva a alcalose onde, devido a um diferencial de concentração o potássio, tende a sair do interior da célula e íons de hidrogênio entram, diminuindo assim a concentração de hidrogênio no sangue, aumentando o pH sanguíneo, levando a alcalose, sendo evitada através da ingestão de potássio, normalizando a concentração deste no sangue.

Segundo Araújo et al. (2010) as principais funções do potássio são: regular o balanço osmótico celular; regulação ácido-base, onde neutraliza os ácidos, evitando a acidose; atua como um íon afetando as funções capilares e celulares e a excitabilidade nervosa, regulando os batimentos cardíacos; mantém o balanço de água no organismo; participa da ativação de várias enzimas, como na transferência ou utilização de energia, síntese de proteínas e no metabolismo dos carboidratos. É um elemento importante na produção e na composição de diversos produtos de origem animal, tais como leite, carne e ovos. Portanto,

alterações na homeostase do potássio podem afetar as várias funções celulares, interferindo no desempenho do animal e afetando a qualidade dos produtos.

A absorção do potássio nas aves ocorre principalmente no intestino delgado por difusão simples, ou seja, a favor do gradiente de concentração, do local de maior concentração para o de menor concentração (ARAÚJO et al., 2010).

De acordo com Campestrini et al. (2008), o potássio está relacionado a vários processos fisiometabólicos, entre eles está a síntese proteica. O aumento da captação de aminoácidos pelas células ocorre através do mecanismo de transporte ativo da bomba de sódio potássio. Nesse sistema, quando o sódio é bombeado contra o seu gradiente de concentração para fora da célula, o potássio entra também contra seu gradiente de concentração, facilitando a entrada de aminoácidos na célula, onde os aminoácidos são direcionados para a síntese proteica.

Leach Júnior (1974) estudando cinco níveis (0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,30%) de potássio para galinhas poedeiras, observou que os níveis (0,10; 0,15; 0,20 e 0,30%) de potássio, proporcionaram a melhor produção de ovos e também constatou uma ótima formação da casca do ovo.

A deficiência de potássio na dieta de galinhas poedeiras resultará na queda do desempenho das aves, provocando a diminuição da produção, do peso do ovo, da espessura da casca e do teor de albumina dos ovos. Uma deficiência extrema deste mineral é ainda mais grave, resultando em fraqueza, incapacidade da ave em ficar de pé e morte (TEETER; BELAY, 1995).

Segundo o NRC (1994) a quantidade de 0,15% de potássio é adequada para poedeiras com ingestão diária de 100 g de ração, essa recomendação não leva em consideração a presença do potássio nos ingredientes da ração. Rostagno et al. (2011) recomenda 0,580% de potássio para poedeiras leves e ainda variando a recomendação de acordo com a variação da temperatura

ambiente, sendo para temperaturas alta e baixa quantidades de potássio de 0,624% e 0,537% respectivamente, sendo que estas recomendações levam em consideração a presença do potássio nos ingredientes da ração, como o milho e farelo de soja. No entanto, no manual da linhagem Hy-Line W-36 não há recomendações de níveis de potássio, pois este leva em consideração a quantidade do mineral presente no milho e farelo de soja da dieta.

São vários os alimentos que contêm potássio, alguns com quantidades significativas outros não. Fonte de carboidratos geralmente contêm baixas quantidades de potássio 3 a 5 g/kg MS, no entanto as fontes proteicas apresentam altas quantidades de 10 a 20 g/kg MS de potássio, como o farelo de soja que contêm quantidades significativas (SUTTLE, 2010). Segundo Rostagno et al. (2011) o farelo de soja (45%) e o milho (7,88%) contêm respectivamente 1,83% e 0,29% de potássio. Contudo, parte do potássio presente nas fontes vegetais pode estar indisponível pela ligação com o ácido fítico.

A soja, um dos principais ingredientes da ração avícola, contém de 1 a 1,5% de fitato (RIBEIRO et al., 1999). Nutricionalmente a presença de fitato nos ingredientes da ração é desfavorável, pois acarreta na formação de complexos insolúveis com minerais e proteínas, diminuindo assim a biodisponibilidade desses nutrientes para serem aproveitados pelo animal (TORREZAN et al., 2010).

Outro cátion importante para o organismo animal é o sódio, sendo o principal monovalente do fluído extracelular (SMITH et al., 1988). Este mineral por ser barato e de fácil disponibilidade, não é menos importante que os demais nutrientes para o organismo, exercendo e participando de várias funções metabólicas.

O sódio atua na absorção de aminoácidos, minerais, glicose e de vitaminas hidrossolúveis, controle da pressão osmótica, equilíbrio ácido básico, excitabilidade nervosa, mineralização óssea e contração muscular e cardíaca

(MURAKAMI, 2000; UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Contudo, evita o canibalismo, melhora a palatabilidade da ração, estimulando o consumo de ração e água nas aves (SILVA; RIBEIRO; JORDÃO FILHO, 2006).

A deficiência de sódio na ração causa grande redução no consumo das aves. Em contrapartida, o excesso de sódio na ração, resulta em má qualidade das excretas, aumentando a umidade em decorrência do aumento no consumo de água, elevando a proliferação de patógenos e de gases tóxicos como a amônia nas excretas, sendo prejudicial à saúde das aves (HOOGE, 1999).

A absorção de sódio, segundo Cunningham (1993), ocorre de três formas distintas, primeiro como cotransporte do sódio com moléculas orgânicas; segundo é a absorção do sódio ligado ao cloreto e o terceiro é a absorção do sódio por difusão simples.

São várias as fontes de sódio para as aves, como, a água, os grãos, cloreto de sódio, bicarbonato de sódio e o carbonato de sódio. Junqueira et al. (2000) avaliando diferentes fontes de sódio para poedeiras comerciais, observaram que o cloreto de sódio e o bicarbonato de sódio, influenciaram o desempenho e os parâmetros sanguíneos das aves.

São várias as recomendações de sódio para poedeiras no primeiro ciclo de produção, segundo o NRC (1994) a quantidade de 0,15% é adequada, já Rostagno et al. (2011) recomendam 0,225% de sódio.

Bertechini, Lira e Fassani (1996), estudando diferentes níveis de sódio para poedeiras criadas em clima tropical, durante o pico e o final de postura, concluíram que as exigências de sódio para ótima produção de ovos são 0,150 e 0,180% e para a conversão alimentar são 0,192 e 0,198%, respectivamente, em cada período estudado.

Rodrigues et al. (2004) avaliaram três níveis de sódio 0,15; 0,25 e 0,35% para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção e observaram que o nível de 0,15% de sódio na ração é o suficiente para atender à exigência

nutricional de sódio para poedeiras no segundo ciclo de produção, para melhores desempenho e qualidade dos ovos, no entanto, o nível de 0,25% de sódio foi o que apresentou melhor espessura da casca.

Junqueira et al. (2003) estudando diferentes fontes e níveis de sódio 0,37% e 0,67% de NaCl; 0,37% de NaCl mais 0,41% de NaHCO₃ e 0,37% de NaCl mais 0,34% de Na₂SO₄; sendo que o primeiro tratamento continha 0,17% de sódio e os demais 0,28% de sódio para poedeiras comerciais no primeiro ciclo de produção, observaram que as fontes e os níveis de sódio não influenciaram os parâmetros produtivos; o peso específico dos ovos foi afetado quando se elevou os níveis de sódio independente da fonte e os parâmetros sanguíneos pH, HCO₃⁻ e pCO₂ foram influenciados pelos níveis e fontes de sódio, sendo os maiores valores obtidos com o uso de bicarbonato de sódio na dieta.

No trabalho de Ribeiro et al. (2008), os autores avaliaram sete níveis de sódio, de 0,08; 0,13; 0,18; 0,23; 0,28; 0,33 e 0,38% para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. Observaram que a produção de ovos, massa de ovos e a conversão por massa de ovos foram afetadas de forma quadrática, sendo estimada a exigência de sódio em 0,21; 0,22 e 0,21%, respectivamente e no segundo ciclo, além das variáveis observadas no primeiro, afetou a conversão por dúzia de ovos de forma quadrática, nesse ciclo, as exigências de sódio foram estimadas em 0,20; 0,19; 0,18 e 0,19%, respectivamente.

Além dos cátions potássio e sódio, o cloro é o principal ânion presente no fluido extracelular dos animais. Este mineral está presente no suco gástrico como parte do ácido clorídrico e é responsável pela ativação da amilase intestinal. Assim como o potássio e o sódio, o cloro também está envolvido na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico, transmissão de

impulsos nervosos, transporte ativo dos aminoácidos e da glicose em nível celular (UNDERWOOD, 1981).

A principal fonte de cloro para as aves é o sal comum (NaCl), que contém 59,6% de cloro e 39,7% de sódio de acordo com Rostagno et al. (2011).

Rostagno et al. (2011) recomendam 0,20% de cloro para poedeiras comerciais leves, já o NRC (1994) recomenda 0,13% de cloro com consumo diário de 100 g de ração.

As dietas das aves são formulas à base de milho e farelo de soja mais cloreto de sódio, ocorrendo predominância do elemento cloro. Sendo que as exigências de sódio e cloro já estão bem definidas, os nutricionistas atualmente estão dando mais atenção em estabelecer um balanço ideal de cátions e ânions da dieta (LESSON; DIAZ; SUMMERS, 1995).

Segundo Chen e Balnave (2001), tanto o excesso de sódio quanto o de cloro, afeta negativamente a qualidade da casca, podendo estar relacionado à menor atividade da enzima anidrase carbônica da glândula da casca, limitando o fornecimento de íons bicarbonato para o lúmen da glândula da casca, e consequentemente de cálcio, resultando em uma menor formação de bicarbonato de cálcio que será depositado na casca, resultando em ovos de casca mais fina.

Ernest et al. (1975) estudaram o nível de 0,23% de sódio com diferentes níveis de cloro nas dietas de poedeiras comerciais com 90 semanas de idade, estipulando as relações sódio:cloro 0,77; 0,88 e 1,28:1. Os autores não observaram alterações na produção, peso dos ovos e na espessura da casca.

Hess e Britton (1989) avaliaram três níveis de cloro (0,09; 0,13 e 0,33%) com sódio variando de 0,14 a 0,19% na dieta de poedeiras comerciais com 72 semanas de idade. Os autores observaram que a redução do nível de cloro não influenciou o consumo de ração, produção e peso dos ovos, porcentagem e deformação da casca. No entanto, o nível mais baixo 0,09% de cloro resultou nos maiores valores para a densidade dos ovos.

2.2 O efeito da relação eletrolítica (Na+K)/Cl sobre a fisiologia da formação do ovo

A principal função dos eletrólitos é fazer a manutenção e o equilíbrio iônico da água corporal. Os íons fortes (Na^+ , K^+ e Cl^-) que atuam na homeostase do fluido corporal não podem ser considerados individualmente, pois o equilíbrio global que é importante. O equilíbrio ácido-base das aves é influenciado principalmente pela nutrição e pelo ambiente. Portanto, a manutenção desse equilíbrio acarreta em melhorias no desempenho das aves (AHMAD; SARWAR, 2006).

O equilíbrio ácido-básico é medido pela diferença entre cátion-ânion em miliequivalente (mEq) por uma variedade de fórmulas, incluindo íons monovalentes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) - Cl^- ou bivalentes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) - ($\text{Cl}^- + \text{S}^{2-}$) (SUTTLE, 2010).

Dietas contendo altos teores de ânions (Cl^-) resultam na diminuição do pH sanguíneo causando acidemia. Por outro lado dietas com altos teores de cátions (Na^+ e K^+) provocam o aumento do pH sanguíneo resultando em alcalemia. Por tanto, ambas as situações afetam negativamente o desempenho das aves, resultando em queda de produção e afetando a sanidade das aves (AHMAD; SARWAR, 2006). Os eletrólitos presentes na ração exercem influência no equilíbrio ácido-base e com isso afetam os processos metabólicos como, crescimento, resistência a doenças, adaptação ao estresse e aos parâmetros de desempenho (ARAÚJO et al., 2010).

A concentração dos íons na corrente sanguínea durante a formação da casca do ovo em poedeiras é determinante na deposição do cálcio na casca. Segundo Mongin (1968) o balanço cátion/aniônico é um importante fator que influencia a resistência da casca do ovo.

De acordo com Mongin (1980) a diferença cátion-aniônica atua diretamente na manutenção da qualidade da casca. Os minerais Na, K e Cl são

escolhidos pela importância que desempenham no metabolismo, pela participação no balanço osmótico, no balanço ácido-base e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. O balanço destes minerais age diretamente no equilíbrio ácido-base das aves, podendo influenciar o seu desempenho, o metabolismo do cálcio e a utilização do fósforo.

Alterações no equilíbrio ácido-básico podem levar as poedeiras a produzir ovos com casca mais fina, pois altera o metabolismo do cálcio durante o processo de formação da casca. Isso ocorre, porque a alcalose afeta a concentração de cálcio no sangue. A glândula da casca das aves remove cálcio ionizado do sangue para formar a casca, e esse pode ser rapidamente repostado pela dissociação do cálcio ligado a proteína. Porém, durante a alcalose, há um aumento no pH do sangue devido à perda de CO_2 , sendo esse aumento no pH acompanhado por uma diminuição no nível sanguíneo de cálcio ionizado. Dessa forma, uma diminuição do pH resultará em um aumento no nível de cálcio ionizado, devido à liberação de íons cálcio ligados às proteínas (FURLAN et al., 2005).

Segundo Mongin (1981) deve-se adequar uma ração não apenas ao balanço eletrolítico, pela diferença ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), mas, também à relação eletrolítica ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$)/ Cl^- .

Junqueira et al. (2000) estudando diferentes fontes e níveis de sódio, cloro, potássio e da relação eletrolítica da dieta para poedeiras em final de ciclo de produção, eles observaram melhor produção de ovos, redução no consumo de ração e melhor conversão alimentar, com a relação ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$)/ Cl^- de 4,46 contendo 0,23; 0,26 e 0,93% de sódio, cloro e potássio, respectivamente.

Segundo Abbas et al. (2012) o balanço eletrolítico ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Cl}^-$) para as poedeiras em gaiolas foi estimado em 180 mEq/kg, já para as matrizes é recomendado cerca de 180 a 190 mEq/kg e para o período de alta temperatura

ambiental pode elevar para 200 mEq/kg visando estimular o consumo de água para amenizar o estresse térmico.

Gezen e Eren (2005) estudaram três níveis de balanço eletrolítico 80, 256 e 330 mEq/kg, que correspondem à relação eletrolítica de 1,44; 4,90 e 5,73; respectivamente, para galinhas poedeiras. Eles observaram o aumento significativo do peso do ovo, espessura e resistência da casca para o balanço eletrolítico de 256 mEq/kg, com a relação $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/\text{Cl}^-$ de 4,90 contendo 0,29; 0,21 e 0,74% de sódio, cloro e potássio, respectivamente; e também observaram o aumento significativo do pH sanguíneo e da concentração de HCO_3^- para os balanço eletrolítico de 256 mEq/kg, contendo 0,29; 0,21 e 0,74% de sódio, cloro e potássio, respectivamente, e com a relação $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/\text{Cl}^-$ de 4,90 e com o balanço eletrolítico de 330 mEq/kg, contendo 0,39; 0,22 e 0,87% de sódio, cloro e potássio, respectivamente, e com a relação $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/\text{Cl}^-$ de 5,73; sugerindo assim uma melhora da qualidade do ovo pela suplementação alcalina.

Nobakht et al. (2006) estudaram três quantidades diferentes de balanço eletrolítico 120, 240 e 360 mEq/kg, correspondendo à relação eletrolítica de 1,82; 3,66 e 6,14; respectivamente, para galinhas poedeiras, eles observaram para o balanço eletrolítico de 360 mEq/kg, que corresponde a $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)/\text{Cl}^-$ de 6,14; contendo 0,50; 0,21 e 0,79% de sódio, cloro e potássio respectivamente, aumento significativo nos parâmetros de qualidade do ovo, peso específico, peso da casca, espessura da casca e peso da casca por superfície de área. Os autores concluíram que ao aumentar o balanço eletrolítico da dieta em períodos de estresse térmico resulta em melhorias na qualidade da casca do ovo de poedeiras em período de postura tardio.

Chen e Balnave (2001) relataram uma ótima atividade da enzima anidrase carbônica em meio alcalino, essa enzima atua na glândula da casca, sendo responsável pela deposição de cálcio na casca do ovo. Dietas contendo altas quantidades de cloro, resultam na redução do pH sanguíneo, limitando a

atividade da enzima anidrase carbônica, que reduz a deposição de cálcio na casca do ovo, levando a formação de ovos de má qualidade de casca.

Murakami et al. (2003) realizaram dois experimentos com diferentes níveis de sódio, variando de 0,12 a 0,24% contendo diferentes relações eletrolíticas (Na+K)/Cl de 4,81 a 7,53 para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. Observaram que os níveis de 0,12% de sódio, em dietas com (Na+K)/Cl de 6,61, para poedeiras no primeiro ciclo de produção, e de 0,13% de sódio, em dietas com (Na+K)/Cl de 4,81, para poedeiras no segundo ciclo de produção, proporcionaram bom desempenho produtivo e melhor qualidade externa dos ovos.

Judice et al. (2002) estudaram a influência do balanço cátion-aniônico das rações e do manejo de uso das rações em diferentes horários do dia com diferentes níveis de cálcio, sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. Os autores concluíram que a ração catiônica contendo 3,8% de cálcio e relação eletrolítica (Na+K)/Cl de 3,54 resultou em melhor produção de ovos e qualidade da casca, aumentando a porcentagem de ovos viáveis.

Há vários estudos na nutrição de poedeiras comerciais com balanço eletrolítico da dieta, fontes e níveis de minerais, principalmente, de sódio. No entanto não se encontram muitas informações sobre níveis de potássio e da relação eletrolítica da dieta. Sendo que o potássio está envolvido em várias funções fisiológicas e metabólicas no organismo, contribuindo significativamente para o desempenho, qualidade do ovo e saúde das aves. Essa pesquisa vem a contribuir com mais informações e esclarecimento sobre o mineral potássio e a relação eletrolítica da dieta, atuando no desempenho, qualidade do ovo e nos constituintes e níveis sanguíneos de poedeiras comerciais em produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos para determinar a necessidade de suplementação dietética de potássio para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção, mantendo a relação eletrolítica fixa ou livre. As médias da temperatura e da umidade relativa mínima e máxima registrada durante o período experimental foram de 14,22 e 25,67° C; e 44,64 e 91,32%, respectivamente. No primeiro experimento foi fixada a relação eletrolítica (Tabela 1 e 2) e no segundo experimento a relação eletrolítica ficou livre (Tabela 3 e 4), se assemelhando aos experimentos comumente realizados com níveis de minerais para aves.

Na sequência estão descritos os procedimentos gerais adotados nos dois experimentos e, posteriormente, os detalhes específicos que foram realizados em cada um dos ensaios.

Localização e período experimental

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich. Os experimentos foram realizados concomitantemente no período de maio a agosto de 2014, ambos com duração de 84 dias, divididos em quatro períodos de avaliação de 21 dias.

Instalações e equipamentos

O galpão de poedeiras apresenta um conjunto de gaiolas de arame galvanizado, sendo cada gaiola com medidas de 100 cm de frente x 45 cm de profundidade x 40 cm de altura, que constituíram uma parcela e são equipadas

com comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple. Em cada gaiola foram alojadas 12 galinhas, conferindo uma densidade de 375 cm²/ave. No interior do galpão foram instalados quatro termohigrômetros para o registro das temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar durante todo o período experimental. Foi adotado um programa de iluminação de 16 horas por dia, complementando a iluminação natural com lâmpadas fluorescentes.

Aves e manejo geral

Foram utilizadas 924 poedeiras comerciais leves, com 71 semanas de idade, da linhagem Hy-line W-36 em final de ciclo de produção, oriundas do plantel de avicultura do Departamento de Zootecnia. As aves foram distribuídas nas unidades experimentais de modo aleatório, e a ração fornecida duas vezes ao dia em comedouro tipo calha e água à vontade em bebedouro tipo nipple. Diariamente foi anotado em fichas apropriadas, o número de ovos íntegros, quebrados, sem casca, com casca mole, e sujos por sangue ou excreta em cada parcela. A coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia sempre as 10 e às 16 horas. Ao final de cada semana foram pesados todos os ovos íntegros e o consumo de ração de cada parcela. Os parâmetros de qualidade interna e externa foram medidos nos ovos colhidos no último dia de cada período de 21 dias.

Tratamentos e rações experimentais

Os experimentos foram conduzidos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Cada experimento foi constituído por cinco tratamentos mais o controle, o qual era igual para ambos. Cada tratamento continha sete repetições com doze aves por unidade experimental, totalizando 420 poedeiras para os cinco tratamentos e 84 poedeiras para o tratamento controle. As rações experimentais (Tabela 2 e 4) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações descritas no manual da linhagem Hy-Line W-36 e a

composição química dos ingredientes utilizados na formulação obtida por Rostagno et al. (2011).

Os dois experimentos foram constituídos por cinco tratamentos com níveis crescentes de potássio, sendo: 0,580; 0,680; 0,780; 0,880 e 0,980%, mais um tratamento controle, sem suplementação de potássio, estimando consumo em 98 gramas por ave/dia, suplementado apenas por sal comum e com a relação eletrolítica livre. No experimento 1 a relação eletrolítica foi fixada em 4,0, sendo este valor fixado pelo resultado calculado da relação eletrolítica do manual da linhagem. No experimento 2 a relação eletrolítica foi mantida livre, conforme as tabelas 1 e 3. O cálculo da relação eletrolítica (Na+K)/Cl foi realizado tomando-se os valores de Na, K e Cl fornecidos pelas rações e pelos sais (NaHCO_3 , NaCl e KH_2PO_4).

Para a suplementação e adequação dos níveis de sódio, cloro e potássio foram utilizadas fontes comerciais desses elementos, a saber: sal comum (Na 39% e Cl 61%), bicarbonato de sódio (Na 27,1%) e fosfato monopotássico (K 34% e P 52%). Na formulação foi computada a contribuição em fósforo fornecido pelo fosfato monopotássico, nos tratamentos que essa fonte foi incluída e corrigida a quantidade de fosfato bicálcico e calcário, conforme indicado nas tabelas 2 e 4.

Tabela 1 Níveis de potássio para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção, com a relação eletrolítica (Na+K)/Cl fixa

Tratamento	Sódio	Cloro	Potássio	Relação: (Na + K)/Cl	BE (mEq/kg)
1	0,180	0,190	0,580	4,0	170
2	0,180	0,215	0,680	4,0	189
3	0,180	0,240	0,780	4,0	207
4	0,180	0,265	0,880	4,0	226
5	0,180	0,290	0,980	4,0	244
6 (controle)	0,180	0,345	0,580	2,2	126

Tabela 2 Composição das rações experimentais, com diferentes níveis de potássio e relação eletrolítica fixa para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Ingredientes (%)	Níveis de potássio (%)					Controle
	0,580	0,680	0,780	0,880	0,980	0,580
Milho	60,690	60,690	60,690	60,690	60,690	62,957
Farelo de soja	21,920	21,920	21,920	21,920	21,920	21,508
Óleo vegetal	2,421	2,421	2,421	2,421	2,421	1,651
Fosfato bicálcico	1,759	1,327	0,900	0,473	0,040	1,756
Calcário calcítico	10,844	11,125	11,402	11,680	11,961	10,847
Suplemento vit/min*	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de colina, 70%	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL-Metionina, 99%	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,162
L-Lisina HCL, 78%	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,059
Adsorvente**	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal comum	0,154	0,196	0,238	0,280	0,322	0,410
Bicarbonato de sódio	0,372	0,310	0,252	0,190	0,128	--
Fosfato monopotássico	--	0,348	0,697	1,045	1,394	--
Inerte	0,974	0,797	0,614	0,435	0,258	--
Total	100	100	100	100	100	100
Composição calculada***:						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	14,84	14,84	14,84	14,84	14,84	14,84
Cálcio (%)	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Metionina+cistina digestível (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Triptofano digestível (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Treonina digestível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cloro (%)	0,190	0,215	0,240	0,265	0,290	0,345
Potássio (%)	0,580	0,680	0,780	0,880	0,980	0,580
Relação (Na+K)/Cl	4	4	4	4	4	2,2
Balanco eletrolítico (mEq/kg)	170	189	207	226	244	126

* Fornecimento por kg de produto: A: 7.100.000 UI; D3: 2.100.000 UI; E: 6.000 UI; K3: 1.600 mg; B₂: 3.000 mg; B₁₂: 8.000 mcg; Niacina: 21.000 mg; Ácido Pantatênico: 5.000 mg; Biotina: 10 mg; B.H.T. (Hidróxido de Tolueno Butilado): 18.000 mg; Cu: 10.000 mg; Fe: 50.000 mg; I: 1.200 mg; Mn: 80.000 mg; Se: 200 mg; Zn: 60.000 mg.

** BR Bond: Aluminosilicatos hidratados de sódio e cálcio - mín. 1,000 g/kg.

*** Valores de tabela (ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 3 Níveis de potássio para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção, com a relação eletrolítica (Na+K)/Cl livre

Tratamento	Sódio	Cloro	Potássio	Relação: (Na + K)/Cl	BE (mEq/kg)
1	0,180	0,180	0,580	4,22	172
2	0,180	0,180	0,680	4,77	198
3	0,180	0,180	0,780	5,33	224
4	0,180	0,180	0,880	5,88	249
5	0,180	0,180	0,980	6,44	275
6 (controle)	0,180	0,345	0,580	2,20	126

Tabela 4 Composição das rações experimentais, contendo diferentes níveis de potássio mantendo a relação eletrolítica livre, para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Ingredientes (%)	Níveis de potássio (%)					Controle
	0,580	0,680	0,780	0,880	0,980	0,580
Milho	60,690	60,690	60,690	60,690	60,690	62,957
Farelo de soja	21,920	21,920	21,920	21,920	21,920	21,508
Óleo vegetal	2,421	2,421	2,421	2,421	2,421	1,651
Fosfato bicálcico	1,759	1,332	1,164	0,473	0,040	1,756
Calcário calcítico	10,844	11,121	11,231	11,680	11,961	10,847
Suplemento vit/min*	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de colina, 70%	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL-Metionina, 99%	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,162
L-Lisina HCL, 78%	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,059
Adsorvente**	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal comum	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,410
Bicarbonato de sódio	0,390	0,390	0,390	0,390	0,390	--
Fosfato monopotássico	--	0,348	0,697	1,045	1,394	--
Inerte	0,970	0,772	0,481	0,375	0,178	--
Total	100	100	100	100	100	100
Composição calculada***:						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	14,84	14,84	14,84	14,84	14,84	14,84
Cálcio (%)	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Metionina+cistina digestível (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Triptofano digestível (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Treonina digestível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cloro (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,345
Potássio (%)	0,580	0,680	0,780	0,880	0,980	0,580
Relação (Na+K)/Cl	4,22	4,77	5,33	5,88	6,44	2,20
Balanço eletrolítico (mEq/kg)	172	198	224	249	275	126

* Fornecimento por kg de produto: A: 7.100.000 UI; D3: 2.100.000 UI; E: 6.000 UI; K3: 1.600 mg; B₂: 3.000 mg; B₁₂: 8.000 mcg; Niacina: 21.000 mg; Ácido Pantatênico: 5.000 mg; Biotina: 10 mg; B.H.T. (Hidróxido de Tolueno Butilado): 18.000 mg; Cu: 10.000 mg; Fe: 50.000 mg; I: 1.200 mg; Mn: 80.000 mg; Se: 200 mg; Zn: 60.000 mg.

** BR Bond: Aluminossilicatos hidratados de sódio e cálcio - mín. 1,00 g/kg.

*** Valores de tabela (ROSTAGNO et al., 2011).

Variáveis avaliadas

- **Produção média de ovos**

A produção média de ovos a cada período de 21 dias, expressa em % ovos/ave/dia, foi obtida tomando-se diariamente o número de ovos produzidos incluindo os trincados, quebrados, sem casca mole e ovos sujos por sangue ou excreta.

- **Peso médio dos ovos**

No último dia de cada semana experimental, foram pesados todos os ovos íntegros produzidos e foi obtido o peso médio de cada parcela. Ao final de cada período de 21 dias foi calculada uma média das pesagens para obter o peso médio dos ovos produzidos no período.

- **Consumo de ração**

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração foi determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave/dia. Ao final de cada período, foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período.

- **Conversão alimentar**

A conversão alimentar foi calculada através da fórmula:

$$CA = (CR / Pr \times PO) \times 100$$

CA: conversão alimentar. CR: consumo de ração. Pr: produção de ovos PO: peso do ovo. Sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido (g/g).

- **Ovos viáveis**

Diariamente, foram anotadas as quantidades de ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca e ao final de cada semana foi calculada a porcentagem de ovos perdidos (OP) em relação ao total produzido. Ao final de cada período, foram calculadas as porcentagens de ovos viáveis, através da diferença:

$$\text{OV} = (100 - \text{OP})$$

OV: ovos viáveis (%). OP: ovos perdidos (%).

- **Qualidade dos ovos**

Ao final de cada período, foram pesados todos os ovos por parcela e o obtido o peso médio do ovo. Foram coletados três ovos por parcela, de peso semelhante à média da parcela, e tomadas as medidas para se determinar a qualidade interna e externa. Para determinar o peso específico foi feita uma avaliação no último dia dos períodos, com todos os ovos íntegros produzidos na unidade experimental.

- a) **Unidade Haugh**

Os três ovos amostrados por parcela, ao final de cada período, devidamente identificados foram pesados e quebrados sobre uma superfície plana de vidro para a obtenção da altura de albúmen, medida que foi realizada com um micrômetro de profundidade, com precisão de 0,1 mm. Os valores Unidade Haugh foram calculados utilizando-se a fórmula apresentada por Card e Nesheim (1968):

$$\text{UH} = 100 \log (\text{H} + 7,57 - 1,7 \times \text{PO}^{0,37})$$

H = altura de albúmen (mm). PO = peso do ovo (g).

b) **Espessura da casca**

Após a secagem em estufa a 65 °C por 72 horas, as cascas foram pesadas e em seguida tomadas as medidas de sua espessura em três pontos na região equatorial do ovo e obtida a média através de um micrômetro da marca Mitutoyo, com precisão de 0,001 mm (0,001 – 25,000 mm) os valores obtidos nos três ovos de cada parcela foram transformados em valores médios por parcela.

c) **Peso específico**

O peso específico foi feito em todos os ovos íntegros produzidos no último dia de cada período, o método se baseia no princípio de Arquimedes usando a equação descrita por Hempe et al. (1988).

$$\text{PE} = \text{peso do ovo} / (\text{peso do ovo na água} \times \text{correção da temperatura})$$

Correção da temperatura (D) segundo Kell (1975).

$$D = (0,9998676 + 17,801161 \times 10^{-3} t - 7,942501 \times 10^{-6} t^2 - 52,56328 \times 10^{-9} t^3 + 137,6891 \times 10^{-12} t^4 - 364,4647 \times 10^{-15} t^5) / (1 + 17,735441 \times 10^{-3} t)$$

t: temperatura média da água em grau Celsius - $(t_i + t_f)/2$

d) **Porcentagem de casca**

Feito nos três ovos amostrados em cada parcela ao final de cada período após serem quebrados para avaliação de Unidade Haugh. As cascas foram lavadas em água e secas em estufas a 65 °C por 72 horas, em seguida, foram pesadas obtendo-se o percentual através da relação (peso da casca / pesos do ovo).

e) **Peso de casca por unidade de superfície de área**

O peso da casca dos ovos por unidade de superfície de área (PCSA), expresso em mg/cm^2 foi calculado pela equação de Abdallah, Harms e El-Husseiny (1993).

$$\text{PCSA} = [\text{PC}/3,9782 \times (\text{PO})^{0,7056}] \times 1000$$

PC = peso da casca (g). PO = peso do ovo (g).

- **Peso das aves**

Ao final dos experimentos, três aves de cada parcela foram pesadas (total de 126 aves), individualmente, sendo colocadas em uma gaiola de pesagem e utilizando balança digital. Com os dados individuais dos pesos de cada ave, foi calculado o peso médio das aves por tratamento.

- **Matéria seca da excreta**

A coleta foi realizada duas vezes ao dia, nos três últimos dias dos experimentos, sendo coletadas em bandejas revestidas com plástico sob cada gaiola experimental, para facilitar a coleta e evitar a perda de excretas.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em *freezer*, à temperatura de $-5\text{ }^\circ\text{C}$, até o final do período de coleta, quando foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Em seguida foram retiradas amostras de 350g para as análises laboratoriais posteriores. Essas amostras foram submetidas a uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada ($65\text{ }^\circ\text{C}$), durante 72 horas, para a determinação da amostra seca ao ar e depois secas em estufa ($105\text{ }^\circ\text{C}$) por 12 horas, então, encaminhadas ao laboratório para a determinação dos teores de matéria seca (MS), conforme as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

- **Análises sanguíneas**

Ao final do quarto período experimental foram colhidas amostras de sangue de duas aves por tratamento dos dois experimentos, totalizando 22 amostras para realização das análises de pH, pCO₂, HCO₃⁻, Cl, Na e K. Foram coletadas amostras de 3 mL de sangue por ave, da veia braquial (asa) utilizando seringa esterilizada, as amostras foram colocadas em tubos plásticos apropriados e devidamente identificados. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório Santa Cecília no município de Lavras MG.

Análise estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo, foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade para comparação com a dieta controle, e para a estimativa do nível de potássio (K) foi aplicado o teste de regressão polinomial utilizando o software estatístico ASSISTAT 7.7 (SILVA, 1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1 - Níveis de potássio com relação (Na+K)/Cl fixa

Os efeitos dos diferentes níveis de potássio com a relação eletrolítica fixa da dieta, sobre o desempenho estão representados na Tabela 5.

Tabela 5 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl fixa, sobre a produção de ovos (PrO), peso do ovo (PO), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	PrO (%)	PO (g)	CR (g/ave/dia)	CA (g/g)
	(%)								
1	0,180	0,190	0,580	4,0	170	83,74 ± 4,96 ^{DP}	66,73 ± 1,48	104,55 ± 4,26	1,814 ± 0,22
2	0,180	0,215	0,680	4,0	189	84,07 ± 5,19	68,19* ± 1,89	106,08 ± 5,50	1,819 ± 0,16
3	0,180	0,240	0,780	4,0	207	83,54* ± 5,20	67,84 ± 1,69	102,59* ± 6,45	1,814 ± 0,18
4	0,180	0,265	0,880	4,0	226	84,58 ± 5,61	67,52 ± 1,64	106,37 ± 4,94	1,815 ± 0,16
5	0,180	0,290	0,980	4,0	244	83,99 ± 5,83	68,86** ± 1,65	108,22** ± 5,52	1,812 ± 0,19
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,2	126	84,56 ± 4,32	67,38 ± 2,14	105,17 ± 5,65	1,817 ± 0,17
Média						83,98	67,83	105,56	1,815
CV (%)						2,90	2,61	5,18	1,54

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. DUNNETT comparação dos tratamentos com a dieta controle **($P < 0,01$), *($P < 0,05$).

A produção de ovos diminuiu ($P < 0,05$) com a suplementação de 0,780% de potássio na dieta, comparada com o tratamento controle (Tabela 5). Este resultado discorda do obtido por Junqueira et al. (2000), que não observaram efeito sobre a produção de ovos de poedeiras comerciais suplementadas com dois níveis de potássio 0,730 e 0,930% e diferentes relações eletrolíticas da dieta, variando de 3,46 a 6,46. Segundo Leach Júnior (1974) a recomendação mínima de potássio para a produção de ovos é de 0,10%.

O peso do ovo foi significativamente aumentado com a utilização dos níveis de 0,680% ($P < 0,05$) e 0,980% ($P < 0,01$) de potássio, comparados com o tratamento controle (Tabela 5). Segundo Teeter e Belay (1995), o potássio atua na síntese proteica, aumentando principalmente o teor de albumina no ovo. Os

níveis estudados podem ter aumentado a síntese de albumina no ovo, resultando em ovos mais pesados. Gezen e Eren (2005) avaliando diferentes balanços eletrolíticos, contendo diferentes níveis de potássio na dieta de poedeiras comerciais, observaram aumento do peso dos ovos das aves com o balanço eletrolítico de 256 mEq/kg, contendo 0,740% de potássio e relação (Na+K)/Cl de 4,90. Nobakht et al. (2006) trabalhando com diferentes balanços eletrolíticos da dieta com dois níveis de potássio 0,640 e 0,790%, não observaram efeito dos tratamentos sobre o peso dos ovos das aves.

O consumo de ração reduziu ($P < 0,05$) com a utilização de 0,780% de potássio e aumentou ($P < 0,01$) com 0,980% de potássio, em relação ao tratamento controle (Tabela 5). O baixo consumo de ração pode estar relacionado com a baixa produtividade de ovos, que também foi observado para o nível de 0,780% de potássio. As aves de baixa produtividade acabam mobilizando menores quantidades de nutrientes para a formação e composição do ovo. Consequentemente, elas acabam reduzindo o consumo de ração, consumindo somente o necessário para manter a homeostase corporal. Murakami et al. (2003) avaliando diferentes níveis de sódio, com dois níveis de potássio 0,740 e 0,640% para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção, não observaram diferença no consumo de ração.

A conversão alimentar das aves não foi afetada ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis de potássio (Tabela 5). Junqueira et al. (2000) avaliando diferentes fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação eletrolítica da dieta de poedeiras comerciais, observaram uma melhor conversão alimentar quando as aves receberam dietas com adição de KCl contendo 0,930% de potássio, comparada a dietas com NaCl e 0,730% de potássio, que apresentaram os piores resultados para este parâmetro.

Os ovos viáveis não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de potássio, com a relação (Na+K)/Cl fixa (Tabela 6).

Tabela 6 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl fixa sobre ovos viáveis (OV), peso da aves (PA) e matéria seca das excretas (MS) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	OV (%)	PA (kg)	MS ¹ (%)
1	0,180	0,190	0,580	4,0	170	93,6 ± 3,06 ^{DP}	1,640 ± 0,05	27,40** ± 0,38
2	0,180	0,215	0,680	4,0	189	94,0 ± 2,60	1,650 ± 0,08	27,40** ± 0,31
3	0,180	0,240	0,780	4,0	207	95,2 ± 2,15	1,677 ± 0,07	25,33** ± 0,55
4	0,180	0,265	0,880	4,0	226	95,4 ± 2,69	1,714 ± 0,07	24,93** ± 0,30
5	0,180	0,290	0,980	4,0	244	92,5 ± 3,23	1,668 ± 0,06	24,40** ± 0,40
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,2	126	93,8 ± 3,44	1,653 ± 0,06	26,47 ± 0,27
Média						94,1	1,67	25,89
Regressão						NS	NS	L
CV (%)						3,33	4,20	1,60

1- (P<0,01); Y = 32,497 - 8,466X; R² = 0,89

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. DUNNETT comparação dos tratamentos com a dieta controle
 **(P<0,01). L efeito linear. NS não significativo.

Gezen e Eren (2005) avaliando três balanços eletrolíticos da dieta (BE), sendo, 80; 256 e 330 mEq/kg, contendo 0,730; 0,740 e 0,870% de potássio para poedeiras comerciais de primeiro ciclo de produção. Os autores observaram um aumento na porcentagem de ovos viáveis, para o grupo de 256 mEq/kg com 0,740% de potássio, sugerindo uma melhora da qualidade do ovo pela suplementação dietética alcalina. Chen e Balnave (2001) relataram uma atividade ótima da enzima anidrase carbônica em meio ligeiramente alcalino, sendo que esta enzima desempenha um importante papel na formação da casca do ovo. Uma melhor qualidade da casca está diretamente relacionada com o aumento da porcentagem de ovos viáveis.

O peso final das aves não sofreu influencia dos diferentes níveis de potássio (P>0,05) (Tabela 6). Os resultados mostram que o peso das aves está de acordo com o manual da linhagem (Hy-line W-36), para a idade que as aves estavam de 85 semanas. A característica ganho de peso não é tão expressiva em poedeiras, ao contrário de frango de corte. No entanto, o resultado para este parâmetro está dentro do esperado.

A porcentagem de matéria seca das excretas foi alterada ($P < 0,01$) pelos níveis de potássio em relação ao tratamento controle (Tabela 6), em que os níveis de 0,580 e 0,680% de potássio causaram o aumento da matéria seca das excretas e os níveis 0,780; 0,880 e 0,980% de potássio causaram a diminuição da matéria seca das excretas. Foi observado um efeito linear ($P < 0,01$) para a porcentagem de matéria seca das excretas, mostrando que o aumento dos níveis de potássio na dieta das aves resulta em uma diminuição da matéria seca das excretas (Figura 1). Isso se deve ao aumento no consumo de água resultando no aumento da umidade das excretas, ou seja, piora na qualidade das excretas. Os resultados concordam com os encontrados por Gezen e Eren (2005), avaliando três balanços eletrolíticos da dieta 80; 256 e 330 mEq/kg, contendo 0,730; 0,740 e 0,830% de potássio respectivamente, para poedeiras comerciais, que relataram que o aumento de eletrólitos nas dietas das aves resulta na diminuição da matéria seca das excretas.

Destaca-se também o nível de 0,580% de potássio com relação $(Na+K)/Cl$ de 4,0 que propiciou um teor de matéria seca superior ao tratamento controle, que também continha 0,580% de potássio, mas com relação $(Na+K)/Cl$ inferior, propiciada pela maior quantidade de cloro, porém, destacando o fornecimento de bicarbonato de sódio no primeiro caso.

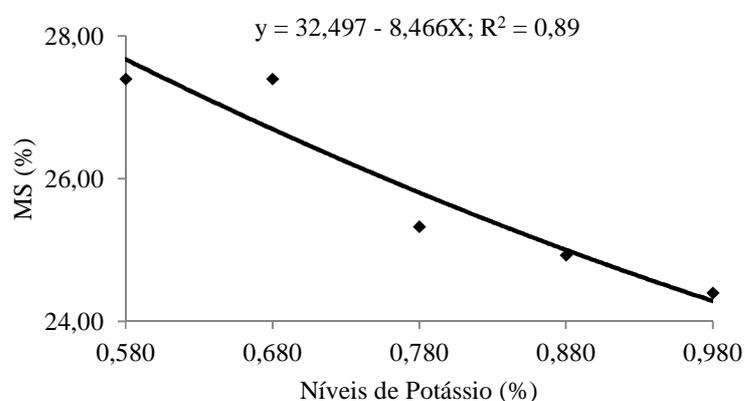


Figura 1 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl fixa na dieta sobre a porcentagem de matéria seca das excretas (MS) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Os resultados para a Unidade Haugh estão descritos na Tabela 7 e demonstram que os níveis 0,580; 0,780 e 0,880% de potássio proporcionaram a melhor qualidade interna dos ovos ($P < 0,01$) comparados com o tratamento controle. Segundo Llobet, Pontes e Gonzalez (1989), a qualidade interna do ovo vai decrescendo com o avanço da idade da ave, sendo este um fenômeno irreversível. Os três níveis de potássio, bem como a utilização do bicarbonato de sódio para controlar a quantidade de cloro da dieta, podem estar relacionados com a melhora da qualidade interna do ovo. Judice et al. (2002), avaliando dietas cátion-aniônicas com diferentes níveis de potássio para poedeiras comerciais, não observaram diferenças das dietas na qualidade interna dos ovos.

Tabela 7 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl fixa sobre a Unidade Haugh (UH), espessura da casca (EC), porcentagem de casca (PC), peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) e peso específico (PE) de ovos de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	UH (%)	EC (mm)	PC (%)	PCSA (mg/cm ²)	PE (g/cm ³)
	(%)									
1	0,180	0,190	0,580	4,0	170	87,11** ± 2,88 ^{DP}	0,359 ± 0,02	8,43 ± 0,57	73,39 ± 3,30	1,074 ± 0,01
2	0,180	0,215	0,680	4,0	189	85,92 ± 2,68	0,360 ± 0,02	8,46 ± 0,60	73,70 ± 2,97	1,076 ± 0,01
3	0,180	0,240	0,780	4,0	207	86,92** ± 2,92	0,359 ± 0,02	8,54 ± 0,66	74,24 ± 3,02	1,078 ± 0,02
4	0,180	0,265	0,880	4,0	226	87,12** ± 3,05	0,353 ± 0,02	8,40 ± 0,69	73,84 ± 3,00	1,075 ± 0,01
5	0,180	0,290	0,980	4,0	244	86,12 ± 2,63	0,356 ± 0,02	8,43 ± 0,68	73,70 ± 2,84	1,077 ± 0,01
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,2	126	85,58 ± 2,45	0,357 ± 0,02	8,46 ± 0,61	73,70 ± 3,64	1,073 ± 0,01
Média						86,64	0,357	8,45	73,77	1,076
CV (%)						3,23	6,68	7,58	4,28	0,99

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. DUNNETT comparação dos tratamentos com a dieta controle **(P<0,01).

As medidas da qualidade externa do ovo, espessura da casca, porcentagem de casca, peso da casca por unidade de superfície de área e peso específico do ovo não sofreram alterações (P>0,05) com os diferentes níveis dietéticos de potássio, mantendo fixa a relação eletrolítica da dieta (Tabela 7). Murakami et al. (2003) avaliando diferentes níveis de sódio, com dois níveis de potássio 0,640 e 0,740% para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção, não observaram efeito dos minerais sobre a espessura da casca, porcentagem de casca e peso específico do ovo. No entanto Gezen e Eren (2005) estudando diferentes balanços eletrolíticos da dieta, contendo três diferentes níveis de potássio 0,730; 0,740 e 0,870% para poedeiras comerciais no primeiro ciclo de produção, observaram aumento na espessura da casca do ovo, com balanço eletrolítico de 256 mEq/kg, contendo 0,740% de potássio.

As concentrações sanguíneas dos minerais sódio, cloro e potássio não foram influenciadas (P>0,05) pelos diferentes níveis de potássio com a relação eletrolítica fixa da dieta (Tabela 8). Gezen e Eren (2005), estudando o balanço eletrolítico da dieta, com diferentes níveis de potássio, não observaram

alterações nas concentrações sanguíneas de sódio e potássio, mas no entanto, eles observaram alteração na concentração de cloro. O resultado das concentrações dos minerais encontrados no plasma das aves está dentro dos parâmetros normais, em que as aves necessitam de uma determinada quantidade de minerais para a produção e homeostase corporal, sendo o excesso excretado nas fezes.

Tabela 8 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl fixa sobre a concentração sanguínea de sódio, cloro e potássio de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	Sódio (mEq/L)	Cloro (mEq/L)	Potássio (mEq/L)
1	0,180	0,190	0,580	4,0	170	150,00 ± 1,00 ^{DP}	118,50 ± 0,50	3,55 ± 0,05
2	0,180	0,215	0,680	4,0	189	151,50 ± 0,50	119,00 ± 0,05	3,70 ± 0,30
3	0,180	0,240	0,780	4,0	207	147,00 ± 1,00	115,50 ± 1,50	3,70 ± 0,20
4	0,180	0,265	0,880	4,0	226	149,50 ± 3,50	117,00 ± 1,00	4,35 ± 0,55
5	0,180	0,290	0,980	4,0	244	148,00 ± 1,00	117,50 ± 0,50	4,10 ± 0,30
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,2	126	146,50 ± 0,50	115,00 ± 0,50	3,45 ± 0,05
Média						149,20	117,5	3,88
CV (%)						1,54	0,95	11,01

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. (P>0,05).

Os valores de pH, pressão de gás carbônico e bicarbonato no sangue das poedeiras não sofreram alterações ($P>0,05$) com o uso de diferentes níveis de potássio com a relação eletrolítica fixa da dieta (Tabela 9).

Tabela 9 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl fixa sobre o pH, pressão de gás carbônico (pCO_2) e bicarbonato (HCO_3^-) no sangue de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	pH	pCO_2 (mm Hg)	HCO_3^- (mmol/L)
1	0,180	0,190	0,580	4,0	170	$7,345 \pm 0,08^{DP}$	$54,00 \pm 11,00$	$28,00 \pm 1,00$
2	0,180	0,215	0,680	4,0	189	$7,365 \pm 0,02$	$52,50 \pm 3,50$	$29,50 \pm 1,50$
3	0,180	0,240	0,780	4,0	207	$7,395 \pm 0,10$	$46,50 \pm 9,50$	$27,50 \pm 0,50$
4	0,180	0,265	0,880	4,0	226	$7,295 \pm 0,08$	$54,50 \pm 6,50$	$25,50 \pm 1,50$
5	0,180	0,290	0,980	4,0	244	$7,355 \pm 0,02$	$49,50 \pm 3,50$	$27,00 \pm 1,00$
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,2	126	$7,465 \pm 0,05$	$44,50 \pm 8,50$	$31,00 \pm 2,00$
Média						7,351	51,40	27,50
CV (%)						1,21	21,50	6,74

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. ($P>0,05$).

Junqueira et al. (2000) avaliando as fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação eletrolítica da dieta para poedeiras comerciais, observaram diferença para o pH sanguíneo. Gezen e Eren (2005) avaliando diferentes balanços eletrolíticos, com diferentes níveis de potássio na dieta de poedeiras comerciais, não observaram diferenças para a pressão de gás carbônico (pCO_2), no entanto, constataram efeito sobre o pH e bicarbonato (HCO_3^-) no plasma sanguíneo das aves. O pH sanguíneo pode ser alterado com o alto consumo de cloro, reduzindo o pH do sangue, os diferentes níveis de potássio atuou no controle das variações dos níveis dietéticos de cloro, evitando alterações no pH sanguíneo. A pCO_2 e HCO_3^- são influenciados principalmente nas épocas de alta temperatura, em que as aves aumentam a frequência respiratória para perder calor por evaporação, o que resulta na diminuição das variáveis pCO_2 e HCO_3^- no sangue, levando as aves a uma acidose metabólica. Os níveis de potássio com o uso de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) utilizado para minimizar o estresse

térmico e manter o equilíbrio ácido-base, foram efetivos em manter as variáveis analisadas dentro dos parâmetros normais, evitando a ocorrência de distúrbios metabólicos nas aves.

4.2 Experimento 2 - Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre

O efeito dos diferentes níveis de potássio com a relação eletrolítica livre da dieta sobre o desempenho das aves está descrito na Tabela 10, onde se observa que, a produção de ovos reduziu ($P<0,01$) com a utilização dos níveis 0,580; 0,680 e 0,880% de potássio com relação (Na+K)/Cl de 4,22; 4,77 e 5,88 respectivamente, comparado ao controle. Observou-se também diminuição ($P<0,05$) na produção de ovos com o nível mais alto 0,980% de potássio com relação (Na+K)/Cl de 6,44.

Tabela 10 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre sobre a produção de ovos (PrO), peso do ovo (PO), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação	BE	PrO	PO	CR ¹	CA
	(%)			(Na+K)/Cl	(mEq/kg)	(%)	(g)	(g/ave/dia)	(g/g)
1	0,180	0,180	0,580	4,22	172	81,53** ± 2,77 ^{DP}	66,67 ± 2,51	101,52** ± 4,70	1,812 ± 0,18
2	0,180	0,180	0,680	4,77	198	81,03** ± 2,90	66,84 ± 2,06	101,61** ± 6,69	1,813 ± 0,12
3	0,180	0,180	0,780	5,33	224	82,90 ± 3,78	66,54* ± 1,27	102,87* ± 4,85	1,814 ± 0,13
4	0,180	0,180	0,880	5,88	249	81,84** ± 3,31	66,20** ± 2,34	103,56 ± 5,46	1,811 ± 0,12
5	0,180	0,180	0,980	6,44	275	82,23* ± 3,68	66,83 ± 1,38	103,31 ± 6,08	1,823 ± 0,10
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,20	126	84,56 ± 4,32	67,38 ± 2,14	105,17 ± 5,65	1,817 ± 0,17
Média						82,90	66,62	102,57	1,810
Regressão						NS	NS	L	NS
CV (%)						3,35	3,02	5,49	1,49

1- ($P<0,01$); $Y = 98,257 + 5,533X$; $R^2 = 0,84$

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. DUNNETT comparação dos tratamentos com a dieta controle **($P<0,01$), *($P<0,05$). L efeito linear.

NS não significativo.

Níveis de potássio com relação (Na+K)/Cl baixos e altos afetaram negativamente a produção de ovos, sendo que o valor intermediário 0,780% de

potássio com relação (Na+K)/Cl de 5,33 não influenciou ($P>0,05$) a produção de ovos em comparação ao tratamento controle. Gezen e Eren (2005) não observaram efeito dos diferentes balanços eletrolíticos, contendo diferentes níveis de potássio, sobre a produção de ovos de poedeiras comerciais.

O peso do ovo diminuiu com a suplementação de 0,780% de potássio com relação (Na+K)/Cl de 5,33 ($P<0,05$) e com 0,880% de potássio com relação (Na+K)/Cl de 5,88 ($P<0,01$) comparados ao tratamento controle (Tabela 10). Junqueira et al. (2000) observaram uma redução no peso do ovo quando a relação (Na+K)/Cl da dieta variou de 3,46 para 6,46. Gezen e Eren (2005) observaram aumento no peso do ovo com o balanço eletrolítico de 256 mEq/kg, contendo 0,740% de potássio, 0,290% de sódio e 0,210% de cloro e com relação (Na+K)/Cl de 4,90.

O consumo de ração diminuiu com 0,580 e 0,680% de potássio com relação (Na+K)/Cl de 4,22 e 4,77 respectivamente ($P<0,01$) e também com 0,780% de potássio com relação (Na+K)/Cl de 5,33 ($P<0,05$) comparados com o tratamento controle (Tabela 10). Observou-se também para esta variável um comportamento linear (Figura 2), em que ao aumentar o nível de potássio e da relação (Na+K)/Cl da dieta resultou no aumento do consumo de ração pelas aves. Junqueira et al. (2000) observaram diminuição no consumo de ração em poedeiras comerciais com o aumento do nível de potássio de 0,730 para 0,930% e da relação (Na+K)/Cl da dieta de 3,46 para 6,46.

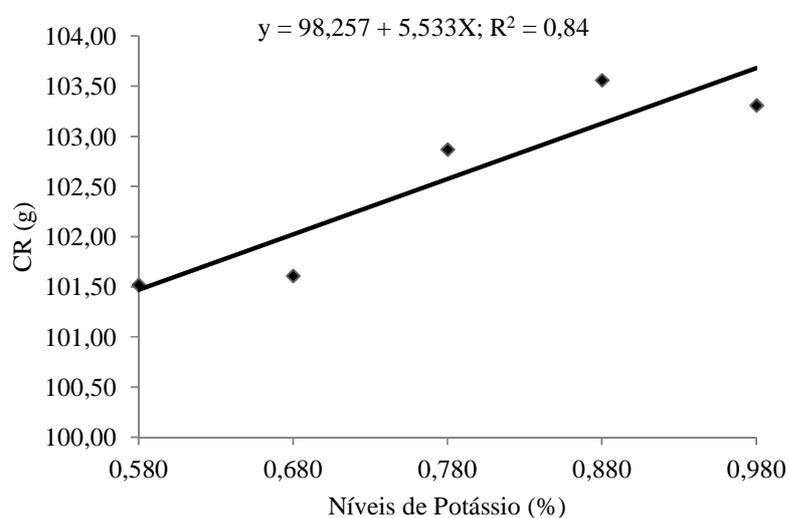


Figura 2 Efeito dos níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre na dieta sobre o consumo de ração (CR) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

A conversão alimentar não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis de potássio e da relação (Na+K)/Cl da dieta (Tabela 10). Junqueira et al. (2000) observaram diferenças na conversão alimentar de poedeiras alimentadas com dois níveis de potássio 0,730 e 0,930% com diferentes relações (Na+K)/Cl da dieta 3,46 a 6,46.

A porcentagem de ovos viáveis e o peso das aves não foram modificados ($P>0,05$) com os diferentes níveis de potássio com relação (Na+K)/Cl da dieta (Tabela 11).

Tabela 11 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre sobre ovos viáveis (OV), peso da aves (PA) e matéria seca das excretas (MS) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	OV (%)	PA (kg)	MS ¹ (%)
1	0,180	0,180	0,580	4,22	172	94,4 ± 1,85 ^{DP}	1,629 ± 0,05	27,13 ± 0,27
2	0,180	0,180	0,680	4,77	198	95,3 ± 1,40	1,578 ± 0,15	26,45 ± 0,97
3	0,180	0,180	0,780	5,33	224	94,8 ± 1,53	1,633 ± 0,09	25,33* ± 0,50
4	0,180	0,180	0,880	5,88	249	94,8 ± 1,61	1,642 ± 0,05	23,60** ± 0,46
5	0,180	0,180	0,980	6,44	275	94,5 ± 2,29	1,646 ± 0,07	23,40** ± 0,92
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,20	126	93,8 ± 3,44	1,653 ± 0,06	26,47 ± 0,27
Média						94,6	1,626	25,18
Regressão						NS	NS	L
CV (%)						2,44	5,63	2,72

1- ($P<0,01$); $Y = 33,233 - 10,319X$; $R^2 = 0,96$

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. DUNNETT comparação dos tratamentos com a dieta controle

**($P<0,01$), *($P<0,05$). L efeito linear. NS não significativo.

Os resultados mostram que os níveis de potássio e da relação (Na+K)/Cl estudados atuaram mantendo estes parâmetros semelhantes ao tratamento controle. Ao contrário dos resultados, Gezen e Eren (2005) estudando diferentes relações (Na+K)/Cl contendo diferentes níveis de potássio da dieta de poedeiras, observaram uma redução na porcentagem de ovos viáveis com os balanços eletrolíticos de 81,62 e 330,11 contendo 0,730 e 0,870% de potássio respectivamente.

A porcentagem de matéria seca das excretas diminuiu comparada com o tratamento controle, com 0,780% de potássio e relação (Na+K)/Cl de 5,33 ($P<0,05$), 0,880 e 0,980% de potássio e relação (Na+K)/Cl de 5,88 e 6,44 ($P<0,01$) respectivamente (Tabela 11). Também foi observado para esta variável um comportamento linear (Figura 4), em que ao aumentar o nível de potássio e da relação (Na+K)/Cl da dieta, resultou na diminuição da quantidade de matéria

seca das excretas. Os níveis crescente de potássio e da relação (Na+K)/Cl da dieta, estimularam o aumento de consumo de água nas aves, aumentando assim a umidade das excretas. Os resultados encontrados diferem de Murakami et al. (2003), que não observaram mudanças na umidade das excretas das aves alimentadas com diferentes níveis de sódio e potássio.

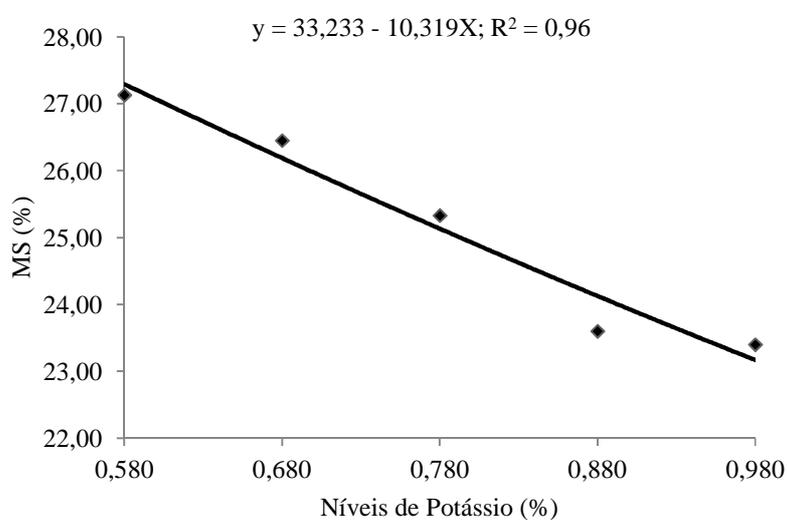


Figura 3 Porcentagem de matéria seca das excretas (MS) de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção recebendo níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre na dieta

As variáveis de qualidade interna e externa do ovo, Unidade Haugh, espessura da casca, porcentagem de casca, peso da casca por unidade de superfície de área e peso específico do ovo (Tabela 12) não foram alteradas ($P > 0,05$) em decorrência dos diferentes níveis de potássio e da relação (Na+K)/Cl da dieta. Os resultados mostram que os níveis de potássio estudados com as diferentes relações (Na+K)/Cl da dieta, foram eficazes em manter as variáveis de qualidade interna e externa do ovo. Murakami et al. (2003) não observaram alterações sobre a qualidade do ovo, estudando diferentes níveis de

sódio, com dois níveis de potássio 0,640 e 0,740% para poedeiras comerciais de primeiro e segundo ciclo de produção.

Tabela 12 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre sobre a Unidade Haugh (UH), espessura da casca (EC), porcentagem de casca (PC), peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) e peso específico (PE) de ovos de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	UH (%)	EC (mm)	PC (%)	PCSA (mg/cm ²)	PE (g/cm ³)
1	0,180	0,180	0,580	4,22	172	85,55 ± 1,84 ^{DP}	0,356 ± 0,02	8,46 ± 0,62	74,94 ± 2,63	1,073 ± 0,01
2	0,180	0,180	0,680	4,77	198	85,07 ± 1,96	0,355 ± 0,02	8,46 ± 0,71	74,52 ± 2,65	1,071 ± 0,01
3	0,180	0,180	0,780	5,33	224	85,30 ± 2,08	0,356 ± 0,02	8,50 ± 0,61	74,80 ± 2,21	1,073 ± 0,01
4	0,180	0,180	0,880	5,88	249	85,32 ± 1,81	0,353 ± 0,02	8,55 ± 0,58	74,88 ± 2,09	1,074 ± 0,01
5	0,180	0,180	0,980	6,44	275	84,78 ± 1,72	0,354 ± 0,02	8,57 ± 0,66	74,93 ± 2,47	1,076 ± 0,02
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,20	126	85,58 ± 2,45	0,357 ± 0,02	8,46 ± 0,61	73,70 ± 3,64	1,073 ± 0,01
Média						85,20	0,355	8,51	74,81	1,073
CV (%)						2,26	6,06	7,49	3,30	1,01

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. (P>0,05).

As concentrações dos minerais sódio, cloro e potássio no sangue das aves não foram alteradas (P>0,05) pela suplementação dos diferentes níveis de potássio e da relação (Na+K)/Cl da dieta (Tabela 13). A suplementação crescente de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre da dieta das aves, mantiveram as concentrações destes minerais no sangue das aves dentro dos valores normais, comparados com o tratamento controle. Gezen e Eren (2005) não observaram mudanças nos níveis de sódio e potássio, mas houve aumento nos níveis de cloro com a utilização dos balanços eletrolíticos 256 e 330 mEq/kg contendo 0,740 e 0,870% de potássio respectivamente.

Tabela 13 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre sobre a concentração sanguínea de sódio, cloro e potássio de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	Sódio (mEq/L)	Cloro (mEq/L)	Potássio (mEq/L)
	(%)							
1	0,180	0,180	0,580	4,22	172	147,00 ± 0,50 ^{DP}	115,50 ± 0,50	3,85 ± 0,45
2	0,180	0,180	0,680	4,77	198	148,00 ± 2,00	117,00 ± 1,00	3,85 ± 0,15
3	0,180	0,180	0,780	5,33	224	146,00 ± 0,50	115,50 ± 0,50	4,35 ± 0,25
4	0,180	0,180	0,880	5,88	249	148,00 ± 1,00	116,00 ± 0,50	3,85 ± 0,45
5	0,180	0,180	0,980	6,44	275	149,00 ± 0,50	116,50 ± 0,50	4,10 ± 0,05
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,20	126	146,50 ± 0,50	115,00 ± 0,50	3,45 ± 0,05
Média						147,60	116,10	4,00
CV (%)						0,90	0,66	10,37

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. (P>0,05).

As medidas de pH, pressão de gás carbônico e bicarbonato no sangue das aves não foram alteradas (P>0,05) pelos diferentes níveis de potássio e relação (Na+K)/Cl da dieta (Tabela 14). Os tratamentos estudados atuaram de forma eficaz, mantendo as variáveis semelhantes ao tratamento controle. Gezen e Eren (2005) observaram alterações no pH e no bicarbonato sanguíneo das aves, onde os balanços eletrolíticos 80 mEq/kg com 0,730% de potássio e 330 mEq/kg com 0,870% de potássio, respectivamente diminuíram e aumentaram o pH sanguíneo das aves. Os balanços eletrolíticos 256 e 330 mEq/kg contendo respectivamente 0,740 e 0,870% de potássio aumentaram a quantidade de bicarbonato no sangue das aves, no entanto eles não observaram alterações para a pressão de gás carbônico no sangue das aves.

Tabela 14 Níveis de potássio com a relação (Na+K)/Cl livre sobre o pH, pressão de gás carbônico (pCO₂) e bicarbonato (HCO₃⁻) no sangue de poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção

Tratamento	Na	Cl	K	Relação (Na+K)/Cl	BE (mEq/kg)	pH	pCO ₂ (mm Hg)	HCO ₃ ⁻ (mmol/L)
	(%)							
1	0,180	0,180	0,580	4,22	172	7,410 ± 0,06 ^{DP}	44,00 ± 7,00	27,50 ± 0,50
2	0,180	0,180	0,680	4,77	198	7,395 ± 0,11	42,00 ± 7,00	25,00 ± 2,00
3	0,180	0,180	0,780	5,33	224	7,385 ± 0,02	46,50 ± 0,50	27,00 ± 2,00
4	0,180	0,180	0,880	5,88	249	7,320 ± 0,04	56,50 ± 7,50	28,00 ± 1,00
5	0,180	0,180	0,980	6,44	275	7,395 ± 0,05	47,50 ± 4,50	28,50 ± 0,50
6 (Controle)	0,180	0,345	0,580	2,20	126	7,465 ± 0,05	44,50 ± 8,50	31,00 ± 2,00
Média						7,381	47,30	27,20
CV (%)						1,16	19,37	7,62

BE balanço eletrolítico. DP desvio padrão. (P>0,05).

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que não é necessária a suplementação de potássio em dietas com a relação (Na+K)/Cl fixa ou livre para poedeiras comerciais leves em final de ciclo de produção.

Houve influencia dos tratamentos sobre o desempenho das aves, qualidade dos ovos e porcentagem da matéria seca das excretas. Sendo esses efeitos atribuídos à relação eletrolítica da dieta e à utilização do bicarbonato de sódio controlando o nível de cloro da dieta.

Como continuidade a esta pesquisa, sugere-se a realização de novos estudos que possam dar entendimento sobre os níveis de cloro e da relação eletrolítica da dieta para poedeiras comerciais leves em produção.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A. et al. Cation anion balance in avian diet: (a review). **Agricultural Science Research Journal**, Ghana, v. 2, n. 6, p. 302-307, June 2012.
- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2038-2043, 1993.
- AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 62, p. 638-656, Dec. 2006.
- ARAÚJO, W. A. G. et al. Potássio na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 7, n. 4, p. 1280-1291, jul./ago. 2010.
- BERTECHINI, A. G.; LIRA, V. M. C.; FASSANI, E. J. Effects of dietary sodium level on performance and egg quality of laying hens in the tropical climate. **Official Journal of the Poultry Science Association**, London, v. 75, n. 1, p. 167, 1996.
- CAMPESTRINI, E. et al. Níveis de lisina com dois balanços eletrolíticos para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 40 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p. 1405-1411, 2008.
- CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Produccion avícola**. New York: Ithaca, 1968.
- CHEN, J.; BALNAVE, D. The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and eggshell quality of a modern colored layer strain. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 91-94, 2001.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 454 p.
- ERNEST, R. A. et al. The effect of feeding low chloride diets with added sodium bicarbonate on egg shell quality and other economic traits. **Poultry Science**, Champaign, v. 54, p. 270-274, 1975.

FURLAN, R. L. et al. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. p. 51-73.

GEZEN, S. S.; EREN, M. The effect of different dietary electrolyte balances on eggshell quality in laying hens. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse, v. 156, n. 10, p. 491-497, 2005.

HEMPE, J. K. et al. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, p. 902-907, 1988.

HESS, J. B.; BRITTON, W. M. The effect of dietary chloride or protein changes on eggshell pimpling and shell quality in late production leghorn hens. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v. 40, n. 6, p. 1107-1115, 1989.

HOOGE, D. M. A importância dos eletrólitos. **Avicultura Industrial**, São Paulo, n. 1068, p. 20-26, jul. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE**: estatística da produção pecuária. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/aba-te-leite-couro-ovos_201501_publ_completa.pdf> Acesso em: 3 jun. 2015.

JUDICE, M. P. M. et al. Balanço cátion-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 598-609, 2002.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na + K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1110-1116, 2000.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Fontes e níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 79-84, 2003.

KELL, G. S. Density, thermal expansivity, and compressibility of liquid water from 0°C to 150°C: correlations and tables for atmospheric pressure and saturation reviewed and expressed on 1968 temperature scale. **Journal of Chemical and Engineering Data**, Washington, v. 20, p. 97-105, 1975.

LEACH, JÚNIOR, R. M. Studies on the Potassium requirement of the Laying Hen. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 104, p. 684-686, 1974.

LESSON, S.; DIAZ, G.; SUMMERS, J. D. **Poultry metabolic disorders and mycotoxins**, Guelph: University Books, 1995.

LLOBET, J. A. C.; PONTES, M. P.; GONZALEZ, F. F. Características del huevo fresco. In: _____. **Producción de huevos**. Barcelona: Tecnograf, 1989. p. 54.

McDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic, 1992. 524 p.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 40, p. 285-294, 1981.

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg shell formation. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 24, p. 200-230, 1968.

MONGIN, P. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. In: NUTRITION CONFERENCE OF FLORIDA, 1., 1980, Florida. **Proceedings...** Florida: NCF, 1980. p. 114-117.

MURAKAMI, A. E. Balanço eletrolítico e sua influência sobre desempenho dos ossos de frango. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TENOLOGIA AVÍCOLA, 1., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Apinco, 2000. p. 33-61.

MURAKAMI, A. E. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1674-1680, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, 1994. 155 p.

NOBAKHT, A. et al. 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**, Faisalabad, v. 5, n. 10, p. 955-958, 2006.

RIBEIRO, M. L. G. et al. Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 7, p. 1257-1264, 2008.

RIBEIRO, M. L. L. et al. Efeito da germinação de soja CV. BR-13 E Paraná sobre ácido fítico, fósforo total e inibidores de tripsina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 31-36, jan. 1999.

RODRIGUES, E. A. et al. Níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 391-396, 2004.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252 p.

SANTIN, R. **Instituto Ovos Brasil apresenta prestação de contas aos avicultores**. Disponível em: <<http://www.ahoradoovo.com.br/no-mundo-do-ovo/noticias/?id=838%7Cinstituto-ovos-brasil-apresenta-prestacao-de-contas-aos-avicultores>>. Acesso em: 3 jun. 2015.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, F. A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6., 1996, Cancun. **Anais...** Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298.

SILVA, J. H. V.; RIBEIRO, M. L. G.; JORDÃO FILHO, J. O Sódio afeta o crescimento de órgãos dos sistemas circulatório, digestivo e imune de frangas. **Revista Ave World**, [S. l.], n. 23, p. 31-36, ago./set. 2006.

SMITH, E. L et al. **Bioquímica mamíferos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 620 p.

SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 4th ed. Cambridge: CABI, 2010. 565 p.

TEETER, R. G.; BELAY, T. **Potassium's evolving role in poultry electrolytes nutrition**. Mundelein: Feed ingredients- IMC Agrico, 1995.

TORREZAN, R. et al. Efeito do tratamento sob alta pressão isostática sobre os teores de fitato e inibidor de tripsina de soja. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 179-186, jul./dez. 2010.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3rd ed. New York: CAB International, 1999. 614 p.

UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic, 1981. 111 p.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
 COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS
 Cx.P.3037 - Lavras - MG - 37200-000 - (35) 3829-5182 cba@nintec.ufla.br

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 032/14, relativo ao projeto intitulado Suplementação de potássio em rações para poedeiras comerciais leves mantendo constantes os níveis de sódio e cloro, que tem como responsável Édison José Fassani está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Comissões Permanentes/PRP-UFLA), tendo sido aprovado na reunião de 26/06/2014.

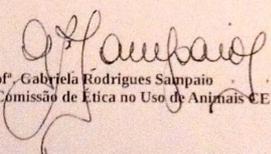
Início do projeto:01/07/2014 - Término do projeto:22/09/2014

CERTIFICATE

We hereby certify that the Protocol nº 032/14, related to the project entitled "Potassium supplementation in diets for light type laying keeping constant levels of sodium and chlorine", under the supervision of Édison José Fassani, is in agreement with the Ethics Principles in Animal Experimentation, adopted by the Institutional Animal Care and Use Committee (Standing Committees/PRP-UFLA), and was approved in June 26, 2014.

Project's beginning:01/07/2014 - Project's end:22/09/2014

Lavras, 26 de junho de 2014


 Prof. Gabriela Rodrigues Sampaio
 Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais CEUA

Universidade Federal de Lavras
 Pró-Reitoria de Pesquisa / Comissões Permanentes
 Campus Universitário -
 Caixa Postal 3037 / CEP 37200 000 - Lavras, MG - Brasil
 Tel.: +55 (35) 3829 5182
 cba@nintec.ufla.br - www.prp.ufla.br