

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CÚRCUMA E SORGO PARA CODORNAS EM POSTURA

Autora: Weslane Justina da Silva
Orientadora: Dr.^a Cibele Silva Minafra

Rio Verde GO
Dezembro 2016

CÚRCUMA E SORGO PARA CODORNAS EM POSTURA

Autora: Weslane Justina da Silva
Orientadora: Dr. Cibele Silva Minafra

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde – Área de concentração Zootecnia.

Rio Verde GO
Dezembro 2016

Silva, Weslane Justina.
S586 c Cúrcuma e sorgo para codornas em postura .
– Rio Verde- 2016.
xii, 53 f. : il.,

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2016.

Orientadora: Dr.^aCibele Silva Minafra.

Bibliografia.

1. Codornas japonesas. 2. Codornas – alimentação. 3 I. Silva,
Weslane Justina. II. Título. III. Orientador.

CDD:633.11

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CÚRCUMA E SORGO PARA CODORNAS EM POSTURA

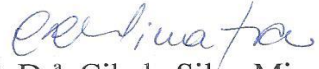
Autora: Weslane Justina da Silva
Orientadora: Cibele Silva Minafra

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 20 de dezembro de 2016.


Prof. Dr. Rodolfo Alves Vieira
Avaliador externo
BRF/SA


Prof. Dr. Fabiana Ramos dos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/RV


Prof. Dr. Cibele Silva Minafra
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

A Deus, principal sustentador desta obra, pelas bênçãos que tem derramado em minha vida e toda a força necessária para a realização deste sonho.

À minha família, em especial a minha amada mãe Maria e Pai José Luís, por serem meus braços fortes e pela dedicação, amor para comigo e meus filhos, sem os quais seria muito difícil completar esta jornada.

Ao meu digníssimo esposo, por toda a dedicação e paciência que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra, por acreditar em mim, fazer parte da minha vida nos momentos bons e ruins, por ser exemplo de profissional e de mulher.

Agradeço também a Prof. Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos, que sempre se mostrou disposta a me auxiliar quando tive dúvidas, pelo apoio na execução do projeto com a doação das codornas e disponibilização do laboratório de nutrição animal.

À Prof.^a Dr.^a Priscila Alonso, por disponibilizar o laboratório de leite e derivados para realização das análises.

À EQUIPE, dignamente formada por, Alison Batista, Regina Carvalho, Diones Montes, Janaína Borges, Jadinéia Silva, Fabrício Eumar, Fabiana Ramos, Júlia Marixara, Cibele Minafra, Priscila Alonso, Cleison de Sá, pela AMIZADE, carinho e

auxílio técnico, mas, principalmente, pelo sorriso e bom humor constantes principalmente nos momentos difíceis.

À Júlia Marixara, pelo exemplo de amizade, apoio técnico e profissional.

Aos funcionários do Instituto Federal Goiano- Campus Rio verde, em especial o senhor Nilton, pela colaboração prestada sempre que solicitada.

À fábrica de rações Nutrição Pilões, pela doação dos ingredientes para a formulação das rações.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e Mestrado em produção animal, pela amizade e companheirismo.

“Quanto ao mais, irmãos, tudo o que é verdadeiro, tudo o que é honesto, tudo o que é justo, tudo o que é puro, tudo o que é amável, tudo o que é de boa fama, se há alguma virtude, e se há algum louvor, nisso pensai. ”

Filipenses 4:8

BIOGRAFIA DA AUTORA

Weslane Justina da Silva, filha de Maria Justina da Silva e José Luís da Silva, nascida em Tesouro - MT em 26 de janeiro de 1986. Sua formação profissional iniciou em 2007, no curso Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. Em 2014 iniciou no Mestrado em Zootecnia na área de Produção Animal pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, concluindo no ano de 2016.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	12
ABSTRA.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1.1 Codornas	16
1.2 Sorgo como alimento alternativo.....	16
1.3 Qualidade de ovos.....	17
1.4 Cor da gema.....	18
1.5 Pigmentos naturais.....	19
1.6 Cúrcuma.....	20
1.7 Cúrcuma na alimentação animal.....	22
2 REFERÊNCIAS.....	23
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4 CONCLUSÃO	48
5 REFERÊNCIAS.....	48

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas à base de milho e sorgo com e sem inclusão de níveis de cúrcuma	33
Tabela 2. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), da cúrcuma	33
Tabela 3. Temperatura °C e umidade relativa do ar dentro do galpão, em cada ciclo de produção.....	34
Tabela 4. Desempenho na fase de produção de codornas japonesas alimentadas com rações à base de sorgo com a inclusão de cúrcuma.	37
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade de proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE) de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma.....	37
Tabela 6. Variáveis de cor das gemas dos ovos de codornas: luminosidade, amarelo e branco, alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma..	38
Tabela 7. Qualidade dos ovos de codornas em postura alimentadas com rações contendo níveis de cúrcuma.	40
Tabela 8. Peso, comprimento do trato gastrointestinal, peso relativo trato gastrointestinal, esôfago + papo, proventrículo+moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas, fígado, de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.	41
Tabela 9. Peso (g), morfometria (mm) e índice Seedor (mg/mm) de Fêmures de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.	42
Tabela 10. Teores no sangue de cálcio (mg/dL); fósforo (mg/dL); proteínas totais (mg/dL); triglicérides (mg/dL); fosfatase alcalina (mg/dL); colesterol (mg/dL) de	

codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.....	43
Tabela 11. Concentração de proteína, glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT) e glutamato-piruvato transaminase (GPT) transaminases (mg/dL) no fígado de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.....	46
Tabela 12. Valores médios da análise sensorial de cor, aroma e sabor dos ovos de codornas, avaliação média da escala hedônica de nove pontos.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Estrutura da <i>Curcumina</i>	21

RESUMO

Este estudo foi realizado para avaliar os níveis de cúrcuma, em dietas de codornas japonesas à base de sorgo, sobre desempenho, metabolismo animal, cor das gemas, qualidade dos ovos, trato gastrintestinal, ossos, bioquímica do sangue e do fígado e análise sensorial. Foram utilizadas 210 codornas da espécie *Coturnix coturnix japônica*, com idade de 50 dias de vida, durante 90 dias, com três ciclos de 28 dias cada e seis dias de adaptação, em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com seis tratamentos e cinco repetições com sete aves por repetição. Os tratamentos consistiram de uma ração controle à base de milho e rações à base de sorgo, acrescida de diferentes níveis de cúrcuma (0%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2%). Observaram que o sorgo e os níveis de cúrcuma não influenciaram: desempenho, metabolização da proteína e do extrato etéreo, qualidade interna e externa dos ovos, biometria do trato gastrintestinal, morfometria da tíbia e fêmur, perfil bioquímico cálcio, fósforo e triglicerídeos. Houve diferença significativa em relação aos níveis de colesterol sanguíneo entre os tratamentos indicando nível de 1% de cúrcuma apresentou o menor valor de colesterol. A coloração da gema diferiu significativamente, em relação ao tratamento controle, todavia foram bem aceitos para o consumo. Concluiu-se que cúrcuma tem a capacidade de reduzir o colesterol de codornas em postura.

Palavras-chave: Açafrão-da-terra, coturnicultura, curcumina, gema, ovo.

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate turmeric levels in sorghum-based of Japanese quail diets on performance, animal metabolism, egg color, egg quality, gastrointestinal tract, bone, blood and liver biochemistry and sensory analysis. A total of 210 quails of the *Coturnix coturnix japonica* species, with 50 days of age 90 days, with three cycles of 28 days each and six days of adaptation were used in a completely randomized design (DIC) with six treatments and five replicates with seven birds by repetition. Treatments consisted of a corn-based control diet and sorghum-based rations plus different levels of turmeric (0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2%). It was observed that sorghum and turmeric levels did not influence: performance, metabolism of protein and ethereal extract, internal and external egg quality, gastrointestinal tract biometry, tibial and femur morphometry, biochemical profile of calcium, phosphorus and triglycerides. There was significant difference in relation to blood cholesterol levels between treatments indicating level of 1% turmeric had the lowest cholesterol value. The color of the yolk differed significantly, compared to the control treatment, but they were well accepted for consumption. It has been concluded that turmeric has the ability to reduce cholesterol in laying quails.

Key words: Saffron, coturniculture, curcumin, yolk, egg.

INTRODUÇÃO

A codorna, (*Coturnix coturnix*) é uma ave migratória de origem europeia domesticada pelos japoneses desde 1300 D.C., devido a sua alta fertilidade, rápido crescimento, maturidade sexual precoce e longevidade, foi possível sua criação com baixo investimento e rápido retorno financeiro, no Brasil, a produção de ovos é mais representativa através da subespécie Japônica (TEIXEIRA et al., 2012).

A coturnicultura brasileira tem como destaque a produção de ovos, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de ovos de codornas, com produção de aproximadamente 342 503 mil dúzias, graças ao surgimento de grandes criações automatizadas (IBGE, 2014).

Apesar do baixo consumo de ração, os custos da produção são afetados pela alimentação porque estas aves são exigentes nutricionalmente, a utilização de ingredientes alternativos ao milho nas rações, além de reduzir custos na produção de ovos, é uma oportunidade de encontrar outras fontes energéticas que substituam o milho sem ocorrer prejuízos no desempenho das codornas (GARCIA et al., 2012).

A produção de não ruminantes tem passado por constantes períodos de instabilidade, principalmente pelo baixo preço do produto final, associados a custos elevados de produção. O milho que é considerado a principal fonte energética da ração, onera substancialmente o custo da alimentação das aves e é também a principal fonte de pigmento amarelo em rações comerciais de aves.

A utilização de alimentos alternativos tem sido constante em rações para frangos de corte e galinhas de postura, mas, na alimentação de codornas, pouco se tem estudado, considerando que essas aves apresentam diferenças fisiológicas e comportamentais, diferenciando das demais em eficiência alimentar e produtividade (MURAKAMI & FURLAN, 2002).

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (2014), grãos de sorgo, que é um ingrediente alternativo ao milho, são usados para formulação de rações animais de maneira crescente no Brasil. O segmento de avicultura consome 56,4%, do sorgo produzido no país, que é utilizado na formulação de rações para frangos de corte e poedeiras. Entretanto, sua inclusão gera despigmentação nas gemas dos ovos sendo necessário a adição de pigmentantes naturais nas dietas das aves

para pigmentação da gema, o açafrão (*Curcuma longa*), por exemplo, tem sido estudado como aditivo na alimentação animal (ZARASWAT et al, 2013).

O açafrão-da-terra tem sido utilizado há tempos pelo seu forte sabor e coloração amarelada marcante. Também conhecido como “falso açafrão”, gengibre amarelo ou cúrcuma é uma especiaria indiana derivada dos rizomas da planta *Curcuma Longa* muito utilizada na alimentação e pela medicina. Destaca-se por apresentar óleos essenciais ricos em terpenos voláteis (como turmerona, curlicona e curcufenol) e pigmentos (como curcumina, desmetoxicurcumina e bisdesmetoxicurcumina) (AHSAN et al., 1999; SUETH-SANTIAGO et al., 2015) que lhe conferem as seguintes propriedades biológicas: anti-inflamatória (RAMADAN et al., 2011; NONOSE et al., 2014); imunestimulante (VARALAKSHMI et al., 2008; SRIVASTAVA et al., 2011); antioxidante (BRAGA et al., 2003; RAMADAN et al., 2011) e antimicrobiana (SINGH et al., 2011; GAIKWAD et al., 2014).

A cor da gema é importante fator de qualidade para os consumidores, sendo um critério fundamental na rejeição ou aceitação do produto, é associada ao valor nutricional do ovo (MENDES, 2010).

Apesar de existirem trabalhos com pigmentantes em ovos sobre qualidade e desempenho (MOURA et al., 2016; ROJAS et al., 2015; GARCIA et al., 2015, LAGANÁ et al., 2012; MOURA et al., 2011), ainda não são conhecidos os efeitos metabólicos da cúrcuma no organismo de codornas e sobre pigmentação de gemas.

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da substituição do milho por sorgo e a inclusão de percentuais cúrcuma (0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0%), sobre o desempenho, coloração e qualidade dos ovos, biometria do trato gastrointestinal e dos ossos, perfil bioquímico do sangue e fígado e análise sensorial dos ovos de codornas japonesas em postura.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Codornas

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencem à família dos Fasianídeos (*Phasianidae*) e à subfamília *Perdicionidae*. Foram criadas primeiramente na China, Coreia e Japão, e após vários cruzamentos deram origem à *Coturnix coturnix japonica*, ou codorna doméstica, com plumagem cinza-bege e pequenas listas brancas e pretas, apta à produção de ovos (PINTO et al., 2002).

A criação comercial de codornas no Brasil, teve início em 1989, implantada inicialmente no sul do Brasil. Atualmente, a coturnicultura tem grande importância na economia agropecuária, e criações automatizadas e tecnificadas aliadas a novas formas de comercialização do ovo e da carne de codornas têm dado ao país desde 2011 a posição de segundo maior produtor mundial de ovos (SILVA et al., 2011).

Seu crescimento impulsionado pelo aumento no consumo dos ovos de codorna nos últimos anos, relacionado às mudanças sociais e de hábitos da população, aumento da produção, conhecimento da qualidade do produto e a comercialização de ovos *in natura* e ovos processados (conserva), (PASTORE, 2012). Em 2014, houve aumento de 12% na criação de codornas no Brasil, e a produção de ovos aumentou em 14,7% representado por 392,73 milhões de dúzias (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2014). Dos ovos de codornas consumidos (cerca de, 38% são em conserva, 71% *in natura* e 1% de outras formas) (BERTECHINI, 2010).

A produção de ovos na coturnicultura é uma atividade rentável pela alta produtividade, resistência às doenças e exigência de pouco espaço para a produção, por ser uma ave rústica, sua zona de conforto térmico está entre 18 e 22 °C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% calor (UMIGI et al., 2012). Segundo Macleod & Dabhuta (1997), as codornas toleram temperaturas mais elevadas sendo boa opção de criação no centro-oeste, por gerar renda as famílias rurais, além de colaborar com a oferta de proteína de origem animal no mercado de carne e ovos.

1.2 Sorgo como alimento alternativo

Segundo Miranda et al. (2014), a produção de proteínas de origem animal para alimentação humana advém da utilização de milho como fonte energética na nutrição dos animais. Considerando que a nutrição corresponde a aproximadamente 75% dos custos de produção na criação de codornas, é interessante a utilização de alimentos

alternativos, favorece a expressão do potencial genético dos animais sem impactar o custo de produção (CUNHA, 2009).

O sorgo é um alimento alternativo ao milho, porém seus grãos têm quantidade deficiente de caroteno e pigmentos como as xantofilas, e por isso o seu fornecimento à ave induz a despigmentação da gema do ovo (ANDRIGUETO, 2002).

Por ser uma planta tolerante a estresses hídricos, a produção de grãos de sorgo exibe uma gama de híbridos e variedades, de ciclo precoce a médio, de grãos brancos a marrom escuro, de porte muito baixo a medianamente alto, geralmente tolerantes ou resistentes às principais enfermidades da cultura (RIBAS et al., 2014). Está presente na cultura de sucessão (soja-sorgo), fornece alimento para os rebanhos no período seco (interação agricultura /pecuária). O cultivo de sorgo em sucessão a culturas de verão mantêm a oferta de alimentos de boa qualidade para alimentação animal com baixo custo, tanto para pecuaristas como para a agroindústria de rações (RODRIGUES, 2009).

Uma das opções de baixar os custos da ração é viabilizar o uso de substitutos dos alimentos tradicionalmente utilizados na nutrição animal, no caso o milho, de forma que atendam às exigências das codornas, sem afetar a produção e a qualidade dos ovos.

1.3 Qualidade de ovos

O ovo de codorna é composto de nutrientes essenciais a nutrição humana, vitaminas A, D, E, K, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), ácido ascórbico (vitamina C), ácido fólico, ácido Pantatênico, piridoxina, lipoproteínas, fosfolipídios, ácidos graxos e minerais, como ferro, fósforo, zinco, manganês, cálcio, e componentes bioativos, carotenoides, luteína e zeaxantina, colina e lecitina (TACO, 2011).

Sua estrutura compreende formato oval-arredondado, com aproximadamente 3cm de comprimento e 2,5 de largura (THOMPSON et al., 1981), o peso pode chegar próximo a 13g, representa 6% do peso corporal, depende da idade e da espécie de codorna (PEREIRA et al., 2016). De acordo com Genchev (2012) 31% a 37% de gema, 53,5% a 59,5% de albúmen e 9% a 10% de casca, o teor de cálcio na casca está em torno de 30%, conferindo ao ovo a composição nutricional de 8,7 mg de Ca e 30,7 mg de P (COSTA et al., 2010).

O ovo é um alimento altamente nutritivo e perecível, logo após a postura está sujeito a sofrer alterações físico-químicas, como a perda de dióxido de carbono (CO₂) e a água através da evaporação do albúmen para o fluído externo, tornando-o propenso à contaminação, o que deprecia sua qualidade nutricional (FREITAS et al., 2011 e

MOURA et al., 2008).

A qualidade e a aparência do ovo, pode estar relacionadas à alimentação e à genética da ave, além da Unidade Haugh, os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade dos ovos são as variáveis para a qualidade externa: espessura de casca, peso específico, gravidade específica e para a qualidade interna: aspectos da gema (cor, diâmetro, altura e posicionamento), dimensionamento da câmara de ar, presença de manchas de sangue, consistência altura e diâmetro de albúmen.

Os índices zootécnicos de qualidade de ovos apontam o sucesso do empreendimento, por exemplo, a incidência de ovos quebrados ou trincados leva a perdas relacionadas à qualidade da casca e demonstra a necessidade de melhorias na qualidade externa dos ovos (CARVALHO & FERNANDES, 2013), a fim de evitar a desqualificação do ovo, levando a queda nos preços de venda (MAZZUCO & BERTECHINI, 2014).

1.4 Cor da gema

A maioria dos componentes do ovo é metabolizada no fígado e o acúmulo de nutrientes na circulação sanguínea faz com que sejam transportados até o ovário, e ocorre a deposição dos compostos lipossolúveis, lipídios, fosfolipídios, colesterol, são os carotenoides que dão a cor amarelo-laranja da gema (LOPES et al., 2011).

A coloração da gema é influenciada pela espécie. Em aves poedeiras, deve-se considerar que mudanças químicas e nutricionais em ovos podem ocorrer por meio da adição de determinados compostos à dieta. A presença de carotenoides nos alimentos consumidos influencia a intensidade de coloração da gema (SEIBEL et al., 2010).

Na produção comercial de ovos de codornas, o fornecimento ininterrupto de rações para postura à base de milho amarelo e farelo de soja proporciona uma pigmentação da gema que varia do amarelo ao laranja (OLIVEIRA et al., 2008).

Garcia et al. (2012) observaram a redução linear para o índice de pigmentação da gema à medida que se aumentou a inclusão de milho nas rações, este alimento tem baixa concentração de carotenoides.

A caracterização visual da gema do ovo e infere diretamente sobre as vendas deste produto no mercado, sendo necessária a inclusão de pigmentantes em rações com ingredientes com baixo teor de carotenos como é o caso do sorgo.

1.5 Pigmentos naturais

Os pigmentantes naturais como os carotenoides (xantofilas), caracterizam-se por compostos responsáveis pelas cores, amarelo, laranja e vermelho dos alimentos, frutas, alguns peixes, como salmão e a truta, alguns crustáceos e gema de ovo.

Além de conferir cor, os carotenoides podem atuar como fitoquímicos, nutracêuticos e possuem ação de antioxidante evitando o estresse oxidativo das células através da transferência de elétrons, remoção de íons de hidrogênio ou adição de radicais (LIU, 2008; SHAMI, 2004; LIMA et al., 2012;).

Nas aves, o metabolismo dos pigmentos como os carotenos presentes nos alimentos se dá pela absorção a luz do lúmen intestinal, e os carotenoides são transportados juntamente com os lipídeos e adentram nas células pelas lipoproteínas presentes na membrana celular, estes pigmentos podem se acumular na célula de diversos tecidos ricos em lipídeos, como é o caso da gema do ovo (FAEHNRIK et al., 2016).

O pigmento β -caroteno é encontrado em todas as folhas verdes, possui função biológica de provitaminas A, ao serem hidrolisados a retinol no intestino, é armazenado e metabolizado no fígado da ave a palmitato, componente de importância na postura e eclosão de ovo, sua deposição é responsável pela cor amarela da gema dos ovos de galinhas (FERNANDES-GARCIA et al., 2011; CARVALHO et al. 2006).

A biodisponibilidade dos carotenoides é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos (genética, quantidade consumida, absorção e estado nutricional do animal). Os pigmentantes naturais mais utilizados nas rações para poedeiras são extrato de urucum (*Bixa orellana*), açafrão (*Curcuma longa*), marigold (*Tagetes erecta*) e páprica (*Capsicum annum*) (MOURA et al., 2011).

O açafrão (*Curcuma longa*), tem sido estudado na alimentação animal e seu extrato apresenta um polifenol de cor amarelo-alaranjado (KHAN et al., 2012). Segundo Saraswati et al. (2013), o uso do açafrão em dietas de codornas não altera o peso do ovo e da casca.

O extrato de marigold contém 12 g/kg de xantofilas, sendo 80 a 90% de luteína sendo carotenoide amarelo. A páprica tem de 4 a 8 g/kg de xantofilas, sendo 50 a 70% capsantina um pigmento vermelho-alaranjado (GALOBART et al., 2004).

De acordo com Moura et al. (2011) a ração à base de milho e farelo de soja deposita pigmento na gema de forma satisfatória, porém, a ração à base de sorgo sem

adição de pigmentos proporcionou a despigmentação da gema. No entanto, rações à base de sorgo com inclusão de pigmentos foram capazes de conferir cor à gema.

O corante do urucum responsável pelas colorações que variam do amarelo ao vermelho é a bixina, que não é tóxica, sem fator limitante para uso na alimentação animal. A inclusão de subprodutos do urucum nas dietas melhora a pigmentação da gema dos ovos sem prejudicar a produtividade da ave (GARCIA et al., 2015).

A suplementação dietética com o pigmento cantaxantina, confere as gemas dos ovos de codornas a coloração avermelhada, demonstrando ser mais eficiente que os pigmentos naturais (MOURA et al., 2016). Todavia a utilização de pigmentantes naturais ajudam na coloração da gema quando as aves são tratadas com rações com menor concentração de carotenoide.

1.6 Cúrcuma

A *Curcuma longa*, do gênero, *Curcuma*, é derivada da palavra de origem árabe *kurkum*, que significa açafrão, em referência a cor da cúrcuma, é uma planta nativa originária da Índia, erva aromática, anual, composta de um rizoma principal com várias ramificações menores, de fácil cultivo em regiões com baixa disponibilidade hídrica, pois possui sistema radicular profundo, baixa exigência de fertilidade e boa produção de biomassa (rizomas).

A cúrcuma é um rizoma, um caule subterrâneo da planta, de preço acessível, comercializada na forma desidratada e em pó. Já o açafrão são estigmas de uma flor lilás e é um tempero valorizado em todo o mundo. Enquanto o kilo de açafrão-da-terra ou cúrcuma custa R\$ 20,00, o do açafrão está em torno de R\$70.000,00(FLAVIO FLARYS, 2014).

A cúrcuma é muito utilizada na medicina tradicional indiana por apresentar características antiparasitárias, antiespasmódica e anti-inflamatória (MATOS, 2000). Ultimamente, as atividades farmacológicas da cúrcuma vêm sendo estudadas, incluindo antioxidante, antifúngica, antimalárica, antitumoral, antiviral, cicatrizante, esquistossomicida, hipoglicemiante, leishmanicida, nematocida, neuroprotetora, anti-amiloidogênica e imunomoduladora (SUETH-SANTIAGO et al., 2015).

O rizoma da cúrcuma é utilizado como tempero, conservante de alimentos e corante, constitui de curcuminoides: a curcumina (diferuloimetano, 77%), desmetoxicucumina (17%) e bisdemetozicucumina (3%), além de óleos voláteis (turmerona, atlantone e zingibereno), apresenta cerca de 6,3% de proteínas, 5,1% de

lipídeos, 3,5% de minerais, 69,4% de carboidratos e 13,1% de água e resinas (JURENKA, 2009; SETHI, 2015; SHARMA; GESCHER; STEWARD, 2005; CHATTOPADHYAY et al. 2004).

A curcumina, é um polifenol natural de baixo peso molecular (CHIBA et al. 2011), representada pela forma estrutural (1,7-bis (4-hidroxi-3 metoxifenol) -1,6 heptadiene-3,5-diona) foi isolada pela primeira vez por Vogel em 1815 e estruturalmente caracterizada por Lampe e Milobedeska em 1910 (Figura 1), sendo o principal componente extraído da cúrcuma (HATCHER et al., 2008).

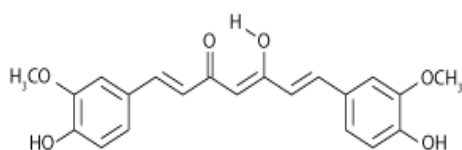


Figura 1: Estrutura da curcumina

Devido à sua afinidade lipídica, a curcumina é estável no trato gastrointestinal e é rapidamente absorvida (RUIZ, 2006), ao ser ingerida, no sistema digestório, atua como estimulante da secreção de enzimas digestivas, desintoxicação do organismo, desenvolvimento do epitélio intestinal, metabolismo dos lipídios, secreção de insulina. (PRANSIN 2006; AGARWAL, et al. 2010; RAJPUT et al. 2013; CHATTOPADHYAY et al. 2004; SEO et al. 2008; WICKENBERG et al. 2010).

A curcumina pode atuar como alimento nutracêutico, empregada para prevenir e tratar doenças multigênicas complexas, tais como as doenças cardiovasculares, doenças metabólicas, câncer, doenças neurológicas e degenerativas, as quais vêm aumentando significativamente nos últimos anos (GUPTA et al., 2012).

Vários estudos apontam para a existência de ação anti-inflamatória da curcumina no organismo, sendo assim, avaliada no tratamento de doenças como: pancreatite (YU et al., 2011), doença inflamatória intestinal (HOLT et al., 2005; JIAN et al., 2005; BILLEREYLARMONIER et al., 2008), artrite reumatoide (ONODERA et al., 2000 ;FUNK et al., 2006), osteoartrite (LEV-ARI et al., 2006), psoríase (POL et al., 2003; KURD et al., 2008), esclerodermia (TOURKINA et al., 2004), esclerose múltipla (NATARAJAN & BRIGHT, 2002).

Como antioxidante a curcumina apresenta capacidade em doar elétrons ou átomos de hidrogênio, impedindo as reações em cadeia provocada pelos radicais livres, como a peroxidação lipídica e seus danos celulares (VAJRAGUPTA et al., 2003; SCOTTI et al., 2007; ITOKAWA et al., 2008).

A curcumina na melhora da hiperglicemia (AGGAWAL et al 2009; GUTIERRES et al. 2012), possui ação citotóxica para várias linhagens de células tumorais (GUPTA et al., 2012).; Antifúngica com atividades biológicas e baixa toxicidade (MARTINS et al., 2009; MOGHADAMTOUSI et al., 2014). Antiparasitária (MARTINS et al., 2009; KOIDE et al., 2002; PÉREZ-ARRIAGA et al., 2006; NANDAKUMAR et al., 2006; RASOANAIVO et al., 2011), antibacteriana (HOSNY et al., 2011; MOGHADAMTOUSI et al., 2014).

1.7 Cúrcuma na alimentação de aves

FERREIRA et al. (2014) observaram que a inclusão de açafrão nas dietas para codornas japonesas com sorgo não melhorou as características das gemas e nem sua coloração, também não houve efeito sobre os parâmetros: peso dos ovos, a porcentagem, a altura, o diâmetro, o índice de albúmen e a unidade Haugh, exceto para peso do albúmen que aumentou com a inclusão de 1% de açafrão.

A suplementação dietética de pó de açafrão para codornas auxilia no funcionamento do fígado por aumenta os níveis induzir o DNA na transcrição, Citocinase, factores de crescimento e outras enzimas, não altera o peso do ovo e da casca. (SARASWATI et al., 2013), acelera o ciclo de ovulação (SARASWATI et al., 2014), além de melhorar a qualidade química dos ovos (SARASWATI et al., 2016).

RADWAN et al. (2008) verificaram que a inclusão 0,5 e 1,0 % de cúrcuma teve efeitos positivos sob a estabilidade oxidativa da gema de ovos de poedeiras comerciais.

LAGANÁ et al. (2012) ao estudarem a influência da curcumina na vida útil de ovos de poedeiras vermelhas, observaram que a qualidade dos ovos não foi afetada pelo incremento deste pigmentante natural na dieta das aves.

No sistema de produção avícola, os extratos de *Curcuma longa* têm sido utilizados na alimentação das aves com o propósito de inibir de crescimento fúngico e consequente produção de toxinas, meio nutricional de combate aos efeitos negativos das micotoxicoses (CARÃO et al. (2014); REDDY et al. (2009)).

2. REFERÊNCIAS

- AGARWAL, R.; GOEL, S.K.; BEHARI, JR. Detoxification and antioxidant effects of curcumin in rats experimentally exposed to mercury. **J. Appl. Toxicol.** 30(5):457-68, 2010.
- AGGARWAL, B. B.; HARIKUMAR, K. B. Potential Therapeutic Effects of Curcumin, the Anti-inflammatory Agent, Against Neurodegenerative, Cardiovascular, Pulmonary, Metabolic, Autoimmune and Neoplastic Diseases. **Int J Biochem Cell Biol**, v. 41, n. 1, p. 40–59, 2009.
- AHSAN, H.; PARVEEN, N.; KHAN, N. U.; HADI, S. M. Pro-oxidant, anti-oxidant and cleavage activities on DNA of curcumin and its derivatives demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. **Chemico-Biological Interactions** 121(2), 161-75, 1999.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animais.** v1 e v2 – São Paulo: Nobel, 2002. 33p.
- BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL E III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, UFLA, 2010, Lavras –MG. **Anais...**, 2010, P. 285.
- BILLEREY-LARMONIER, C. et al. Protective effects of dietary curcumin in mouse model of chemically induced colitis are strain dependent. **Inflamm Bowel Dis**, v. 14, n. 6, p. 780- 93, 2008.
- BRAGA, M.E.M.; LEAL, P.F.; CARVALHO, J.O.E.; MEIRELES, M.A.A. Comparison of Yield, Composition, and Antioxidant Activity of Turmeric (*Curcuma longa* L.) Extracts Obtained Using Various Techniques. **J. Agric. Food Chem.**, 51:6604-6611, 2003.
- CARÃO, Á. C. P.; BURBARELLI, M. F. C.; POLYCARP, G. V.; SANTOS, A. R.; ALBUQUERQUE, R.; OLIVEIRA, C. A. F. Physical and chemical methods of detoxification of aflatoxins and reduction of fungal contamination on poultry productive chain. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.4, p.699-705, abr, 2014.
- CARVALHO, L.S.S.; FERNANDES, E.A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Med Vet**, 7: 35-44. 2013.
- CARVALHO, P.R.; PITA, M.C.G.; REBER-NETO, E.; MIRANDOLA, R.M.S.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Influência da adição de fontes marinhas de carotenóides à dieta de galinhas poedeiras na pigmentação da gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.5, p.654-663, 2006.
- CHATTOPADHYAY, I.; BISWAS, K.; BANDYOPADHYAY, U.; BANERJEE, R.K. **Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications.** Curr. Sci., 87(1):44-53, 2004.
- CHIBA, T.; ISHIGURO, H.; MATSUMOTO, S.; TSUJIKO, K.; TSUJIKO, K.; HASHIGUCHI, M.; SASAKI, H.; OTSUKA, Y.; IMAIZUMI, A.; KANAI, M.

Escalating dose and pharmacokinetic study of nanoparticles curcumin, a potential anticancer agent with improved bioavailability, in healthy human volunteers. **Cancer Chemother Pharmacol**, Berlin, v.69 n. p. 65-70, 2012.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D.; ARAUJO, M.S.; MEDINA, P. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

CUNHA, F. S. A. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix Japonica*)**. 2009. 99p. Tese (doutorado integrado em zootecnia: Área de concentração: Produção de não ruminantes) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.

FAEHRNICH, B., LUKAS, B., HUMER, E., ZEBELI, Q. Phytogetic pigments in animal nutrition: potentials and risks. Revisão, **J Sci Food Agric** 2016; 96: 1420–1430.

FERNÁNDEZ-GARCIA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; JARÉN-GALÁN, M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J.; PERÉZ-GÁLVEZ, A.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. **Food Research International**, Sevilha, v. 46, p. 438-450, 2011.

FLAVIO FLARYS. **Ouro na cozinha: quilo do açafrão verdadeiro custa cerca de R\$ 70 mil**. Do G1 Região dos Lagos. Disponível em: <<<https://g1.globo.com/tj/regiao-dos-lagos/noticia/2014/05/ouro-na-cozinha-quilo-do-acafrao-verdadeiro-custa-cerca-de-r-70-mil.html>>>

FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; SENO, L. O.; FELIX, G. A.; LIMA, N. D. S.; FERREIRA, V. M. O. S.; CAVICHILO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**. Dourados, v.4, n.11, p.66-72, 2011.

FUNK, J. L.; OYARZO, J. N.; FRYE, J. B.; CHEN, G.; LANTZ, R. C.; JOLAD, S. D.; SÓLYOM, A. M.; TIMMERMANN, B. N. Turmeric extracts containing curcuminoids prevent experimental rheumatoid arthritis. **J Nat Prod**, v. 69, n. 3, p. 351-5, 2006.

GAIKWAD, A.; BODHANKAR, M.; ITTADWAR, A.; WAIKAR, S. Antibacterial activity of isoflavone extracted from *Curcuma longa* linn. Zingiberaceae. **ISOI J. Microbiol. Biotech. Food Sci.**, 1(1):06-09, 2014.

GALOBART, J.; SALA, R.; RINCO, X.; MANZANILLA, E. G.; VILÀ, B. ; GASA, J. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **Journal Applied of Poultry Research**, v.13, n.2, p.328-334, 2004.

GARCIA, A.F.Q.M.; MURAKAMI, A.E.; MASSUDA, E.M.; URGNANI, F.J.; POTENÇA, A.; DUARTE, C. R.A.; EYNG, C. Milheto na alimentação de codornas japonesas. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** Salvador, v.13, n.1, p.150-159 jan/mar, 2012.

GARCIA, E. R. M.; CRUZ, F. K.; SOUZA, R. P. P.; FELICIANO, W. B.; ÁVILA, L. R.; ROHOD, R. V. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com semente de urucum. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v.18, n.1, p. 17-20, jan./mar. 2015.

GENCHEV, A. Quality And Composition Of Japanese Quail Eggs (*Coturnix Japonica*). **Trakia Journal of Sciences**, vol. 10, n° 2, p. 91-101, 2012.

GUPTA, S. C.; PATCHVA,S.; KOH,W.; AGGARWAL, B. B.. Discovery of Curcumin, a Component of the Golden Spice, and Its Miraculous Biological Activities. **Clin Exp Pharmacol Physiol**, v. 39, n. 3, p. 283–299, 2012.

GUTIERRES V. O.; PINHEIRO, C. M.; ASSIS, R. P.; VENDRAMINI, R. C.; PEPATO, M. T.; BRUNETTI, I. L. Curcumin-supplemented yoghurt improves physiological and biochemical markers of experimental diabetes. **Br J Nutr**. v.108(3), p.440-8, 2012.

HATCHER, H.; PLANALP, R.; CHOB, J.; TORTI, F. M.; TORTI, S. V. Curcumin: From ancient medicine to current clinical trials. **Cellular and Molecular Life Sciences, Basel**, v. 65, n. 11, p. 1631-1652, 2008.

HOLT, P. R.; KATZ, S. ; KIRSHOFF, R.. Curcumin therapy in inflammatory bowel disease: a pilot study. **Dig Dis Sci**, v. 50, n. 11, p. 2191-3, 2005.

HOSNY, I. M.; KHOLY, W.I.; MURAD, H.A.; DAIROUTY, R.K. Antimicrobial activity of Curcumin upon pathogenic microorganisms during manufacture and storage of a novel style cheese ‘Karishcum’. **Journal of American Science**, v. 2011, n. 7, p. 611–618.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal, v.42, p.1-39, 2015. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf

ITOKAWA, H.; SHI, Q.; AKIYAMA, T.; MORRIS-NATSCHKE, S. L.; LEE, K. Recent advances in the investigation of curcuminoids. **Chin Med**, v. 3, p. 11, 2008.

JIAN, Y. T. et al. Preventive and therapeutic effects of NF-kappaB inhibitor curcumin in rats colitis induced by trinitrobenzene sulfonic acid. **World J Gastroenterol**, v. 11, n. 12, p. 1747-52, 2005.

JURENKA, J.S. Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: a review of preclinical and clinical research. **Advances in pharmacological Science**, Hindawi, v.14, n.2, p.141 -53, 2009.

KHAN, R.U.; NAZ, S.; JAVDANI, M.; NIKOUSEFAT, Z.; SELVAGGI, M.; TUFARELLI, V.; LAUDADIO, V. The use of turmeric (*Curcuma longa*) in pultry diets. **World`s Poultry Science Journal**, v. 68, n. 2, p. 97- 103, 2012.

KOIDE, T.; NOSE, M.; OGIHARA, Y.; YABU, Y.; OHTA, N. Leishmanicidal Effect of Curcumin *in Vitro*. **Biol. Pharm. Bull**, v. 25, n. 1, p. 131-133, 2002.

KURD, S. K.; SMITH, N.; VANVOORHEES, A.; TROXEL, A. B.; BADMAEV, V.; SEYKORA, J. T.; GELFAND, J. M. Oral curcumin in the treatment of moderate to severe psoriasis vulgaris: A prospective clinical trial. **J Am Acad Dermatol**, v. 58, n. 4, p. 625-31, 2008.

LAGANÁ, C.; CACHONI, P.C.; NOGUEIRA, T. P.H.; MORAES, J.E.; POLITI, B.S.É.S. Influence of the natural dyes bixin and curcumin in the shelf life of eggs from laying hens in the second production cycle. **Animal Science** 34: 155-159. 2012.

LEV-ARI, S.; STRIER, L.; KAZANOV, D.; ELKAYAM, O.; LICHTENBERG, D.; CASPI, D.; ARBER. Curcumin synergistically potentiates the growth-inhibitory and proapoptotic effects of celecoxib in osteoarthritis synovial adherent cells. **Rheumatology**, v. 45, n. 2, p. 171-7, Oxford, 2006.

LIMA, J. P.; LOPES, C. O.; DIAS, N. A. A.; PEREIRA, M. C. A. Atividade e biodisponibilidade dos carotenóides no organismo (artigo de revisão). **Revista Ciências em Saúde**, Lavras v. 2, n.1, p. 65-73, 2012.

LIU J.; GOYER, L. A.; WAALKES, M. P. **Toxic effects of metals. In: Klassen C. D. Casarrett and Doull's toxicology: The Basic science of poisons.** United States: Mc Graw Hill, 2008, 1309 p.

LOPES, I.; R.; V.; FREITAS, E.; R.; LIMA, J.; R.; NETO, J.; L.; V.; BEZERRA, R.; M.; LIMA, R.; C.; Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.11, p.2431-2438, 2011.

MACLEOD, M. G.; DABHUTA, L. A. Diet selection by Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in relation to ambient temperature and metabolic rate. **British Poultry Science**, v.38, p.586-589, 1997.

MARTINS, C. V. B.; SILVA, D. L.; NERES, A. T. M.; MAGALHÃES, T. F. F.; WATANABE, G. A.; MODOLO, L. V.; SABINO, A.A.; FÁTIMA, A.; RESENDE, M. A. Curcumin as a promising antifungal of clinical interest. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 63, n. 2, p. 337–339, 2009.

MATOS, F.J.A. 2000. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: Imprensa universitária UFC.

MAZZUCO, H.; BERTECHINI, A. G. Critical points on egg production: causes, importance and incidence of eggshell breakage and defects. **Ciênc. agrotec.** [online]. 2014, vol.38, n.1, pp.07-14.

MENDES, F. R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa*.** 2010.72f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MIRANDA, R. A.; LÍCIO, A. M. A.; PURCINO, A. A. C.; PAULINELLI, A.; EMBRAPA MILHO E SORGO. **Diagnóstico dos Problemas e Potencialidades da Cadeia Produtiva do Milho no Brasil.** Sete Lagoas, 2014. 102p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518- 4277;168). Disponível em: <<<http://www.embrapa.br>>>

MOGHADAMTOUSI, S. Z. et al. A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. **Biomed Res Int**, v. 2014, p. 1 -12, 2014.

MOURA, A. M. A.; OLIVEIRA, N. T. E.; THIEBAUT, J. T. L. et al. Efeito da

temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*coturnix japonica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 578-583, mar./abr., 2008.

MOURA, A. M. A.; TAKATA, F. N.; NASCIMENTO, G. R.; SILVA, A. F.; MELO, T. V.; CECON, P. R. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.11, p.2443-2449, 2011.

MOURA, A.M.A.; MELO, T.V.; MIRANDA, D.J.A..Synthetic pigments for Japanese quail fed diets with sorghum. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** [online] vol.68, n.4, pp.1007-1014. 2016.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1, 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.113-120.

NANDAKUMAR, D. N.; NAGARAJ, V. A.; VATHSALA, P. G.; RANGARAJAN, P.; PADMANABAN, G. Curcumin-Artemisinin Combination Therapy for Malaria. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 50, n. 5, p. 1859–1860, 2006.

NATARAJAN, C.; BRIGHT, J. J. Curcumin inhibits experimental allergic encephalomyelitis by blocking IL-12 signaling through Janus kinase-STAT pathway in T lymphocytes. **J Immunol**, v. 168, n. 12, p. 6506-13, 2002.

NONOSE, N.; PEREIRA, J.A.; MACHADO, P.R.M.; RODRIGUES, P.R.; SATO, D.T.; MARTINEZ, C.A.R. Oral administration of curcumin (*Curcuma longa*) can attenuate the neutrophil inflammatory response in zymosan-induced arthritis in rats. **Acta Cir. Bras.**, v.29, n.11, p.727-734, 2014.

OLIVEIRA, N.T.E.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N. et al. Pigmentação de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1525-1531, 2008.

ONODERA, S.; KANEDA, K.; MIZUE, Y.; KOYAMA, Y.; FUJINAGA, M.; NISHIHARA, J. Macrophage migration inhibitory factor up-regulates expression of matrix metalloproteinases in synovial fibroblasts of rheumatoid arthritis. **J Biol Chem**, v. 275, n. 1, p. 444-50, 2000.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**, v.9, n.6, p. 2041 – 2049, 2012.

PEREIRA, A. A.; FERREIRA, D. A.; GRIEP JUNIOR, D. N.; LIMA, C. B. ; MOURA, A. S. ; LIMA JUNIOR, D. M. . Raspa da Mandioca para Codornas em Postura. **Acta Veterinaria Brasilica (UFERSA)**, v. 10, p. 123-129, 2016.

PÉREZ-ARRIAGA, L.; MENDOZA-MAGAÑA, M. L.; CORTÉS-ZÁRATE, R.; CORONA-RIVERA, A.; BOBADILLAOMORALES, L.; TROYO-SANROMÁN, R.; RAMÍREZ-HERRERA, M. A. Cytotoxic effect of curcumin on *Giardia lamblia* trophozoites. **Acta Tropica**, v. 98, p. 152-161, 2006.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. J. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

POL, A.; BERGERS, M.; SCHALKWIJK, J. Comparison of antiproliferative effects of experimental and established antipsoriatic drugs on human keratinocytes, using a simple 96-well-plate assay. **In Vitro Cell Dev Biol Anim**, v. 39, n. 1-2, p. 36-42, 2003.

PRANSIN, M. **Using Turmeric (Curcuma longa) in Goldfish (Carassius auratus) Feed**. [Master of Science]. Kasetsart university. 86p. 2006.

RAJPUT, N.; NAEEM, M.; RUI, Y.; ZHONG, X.; WANG, T. Effect of dietary supplementation of curcumin on growth performance, intestinal morphology and nutrients utilization of broiler chicks. **Jpn. Poult. Sci** , 50:44-52, 2013.

RASOANAIVO, P.; WRIGHT, C. W.; WILLCOX, M. L.; GILBERT, B. Whole plant extracts versus single compounds for the treatment of malaria: synergy and positive interactions. **Malar J**, v. 10, suppl. 1, p. S4, 2011.

RIBAS, P. M.; LANDAU, E. CHARLOTTE; KARAM, D.; SILVA, L.O. **Eficiência da cadeia produtiva do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Capítulo em livro técnico-científico (ALICE), 2014. << <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/>>>

RODRIGUES, J.; A.; S., **Sorgo: opção rentável para a safrinha pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo**, Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG) Ano 02 - Edição 12 - Março de 2009. <<www.cnpms.embrapa.br>>

RUIZ, N., T.; WU, D.; KAHNE, T.J.; SILHAVY. Probing the barrier function of the outer membrane with chemical conditionality.[see comment]. **ACS Chem Biol** v1, p.385-395. 2006.

SARASWATI, T.R.; MANALU, W.; EKASTUTI, D.R.; KUSUMORINI, N. The role of turmeric powder in lipid metabolism and its effect on quality of the first quail's egg. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v. 38, n.2, p. 123-130, 2013.

SCOTTI, L.; SCOTTI, M. T.; CARDOSO, C.; PAULETTI, P.; CASTRO-GAMBOA, I.; BOLZANI, V. S.; VELASCO, M. V. R.; MENEZES, C. M. S.; FERREIRA, E. I. Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso de cosmético. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 2, p. 153-166, 2007.

SEIBEL, N.F.; SCHOFFEN, D.B.; QUEIROZ, M.I.; SOUZA-SOARES, L.A. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.884-889, 2010.

SEO, K.; CHOI, M.; JUNG, U.J.; KIM, H.; YEO, J.; JEON, S.; LEE, M. Effect of curcumin supplementation on blood glucose, plasma insulin, and glucose homeostasis related enzyme activities in diabetic db/db mice. **Mol. Nutr. Food Res**. v.52, p.995-1004, 2008.

SETHI G.; RANE G.; KANCHI M.M ; ARFUSO F; CHINNATHAMBI A. ; ZAYED M.E. ; ALHARBI S.A. ; TAN B.K ; KUMAR A.P ; SHANMUGAM M.K . The Multifaceted Role of Curcumin in Cancer Prevention and Treatment. **Molecules, Suíça**, v.20, n. 2, p.2728-2729, 2015.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição PUC**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 277-236, 2004.

SHARMA, R. A.; GESCHER, A. J.; STEWARD, W. P. **Curcumin: The story so far. European Journal of Cancer**, Oxford, v. 41, n. 13, p. 1955-1968, 2005.

SILVA, N.J.R.; LOPES, M.C.; FERNANDES, J.B.K.; HENRIQUES, M.B. Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. **Informações Econômicas**, v. 41, n.9, p.17-28, 2011.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Boletim** informativo do setor. Disponível em: <<http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2014/05/boletim-informativodo-setor_vs-portugues_site_08052014.pdf>>

SINGH, S.; SANKAR, B.; RAJESH, S.; SAHOO, K.; SUBUDHI, E.; NAYAK, S. Chemical Composition of Turmeric Oil (Curcuma longa L. cv. Roma) and its Antimicrobial Activity against Eye Infecting Pathogens. **J. Essent. Oil Res.** v.23, n.6, p.11-18, 2011.

SRIVASTAVA, R.M.; SINGH, S.; DUBEY, S.K.; MISRA, K.; KHAR, A. Immunomodulatory and therapeutic activity of curcumin. **Int. Immunopharmacol.**, n.11, p.331-341, 2011.

SUETH-SANTIAGO, V.; MENDES-SILVA, G.P.; DECOTÉ-RICARDO, D.; LIMA, M.E.F. Curcumina, o pó dourado do açafrão-da-terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. **Química Nova**, v.38, n.4, p.538-552, 2015.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP, 4. ed. Campinas: NEPAUNICAMP, 161 p. 2011.

TEIXEIRA, B. B.; TEIXEIRA, R. B.; SILVA, L. P.; TORRES, R. A.; CAETANO, G. C.; EUCLYDES, R. F.; Estimação dos componentes de variância parra as características de produção e de qualidade de ovos em matrizes de codorna de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.4, p.713-717, abr., 2012. <<<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000400023>>>

THOMPSON, B.K.; HAMILTON, R.M.G.; VOISEY, P.W. Relationships among various egg traits relating to shell strength among and within five avian species. **Poultry Science**, v.60, p.2388-2394, 1981.

TOURKINA, E., GOOZ, P., OATES, J. C., LUDWICKA-BRADLEY, A., SILVER, R. M., HOFFMAN, S. Curcumin-Induced Apoptosis in Scleroderma Lung Fibroblasts Role of Protein Kinase Cε. Department of Medicine, Division of Rheumatology and Immunology Medical University of South Carolina, Charleston, South Carolina AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY CELL AND MOLECULAR BIOLOGY VOL. 31, 2004.

UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S.; MESQUITA FILHO, R. M. ARAÚJO, M. S. Níveis de treonina digestível para codornas japonesas na fase de produção. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, MG. v.64, p.658-664,2012.

<<<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v64n3/18.pdf>>>

VAJRAGUPTA, O.; BOONCHOONG, P.; WATANABE, H.; TOHDA, M.; KUMMASUD, N.; SUMANONT, Y. Manganese complexes of curcumin and its derivatives: evaluation for the radical scavenging ability and neuroprotective activity. **Free Radic Biol Med**, v. 35, n. 12, p. 1632-44, 2003.

VARALAKSHMI, C.H.; ALI, A.M.; PARDHASARADHI, B.V.; SRIVASTAVA, R.M.; SINGH, S.; KHAR, A. Immunomodulatory effects of curcumin: In-vivo. **Int. Immunopharmacol**, v.8, p.688–700, 2008.

ROJAS, V.; CALLACNA, C.; ARNAIZ, P.; VALENTINO, M. Uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo. *Scientia Agropecuaria* [online]. vol.6, n.3, p. 191-199. 2015.

WICKENBERG, J.; INGEMANSSON, S.L.; HLEBOWICZ, J. Effects of Curcuma longa (turmeric) on postprandial plasma glucose and insulin in healthy subjects. **Nutr. J.**, v.9, 43p, 2010.

YU, W. G.; XU, G.; REN, G.;J.; XU, X.; YUAN, H. Q.; QI, X. L.; TIAN, K.L. Preventive action of curcumin in experimental acute pancreatitis in mouse. **Indian J Med Res**, v.134, n. 5, p. 717–724, 2011.

1 INTRODUÇÃO

Em função do potencial para a produção de carne, elevada produção de ovos, da diversidade para comercialização e do rápido retorno de capital financeiro, a produção no setor coturnícola vem crescendo nos últimos anos. Os estudos na área de nutrição de codornas têm-se concentrado em temas específicos, tais como as exigências nutricionais de proteína, energia e aminoácidos (COSTA et al., 2010). Entretanto, ainda são limitadas as informações sobre pigmentantes e alimentos alternativos.

Segundo MOURA et al. (2010), o sorgo pode substituir o milho em rações para codornas japonesas em postura, porém, ocasiona redução na cor da gema sendo interessante a inclusão de pigmentantes na ração. No entanto, há alternativas de pigmentos carotenoides que podem ser adicionadas à ração de poedeiras para melhorar a coloração das gemas como, por exemplo, o açafrão (*Curcuma longa*).

A *Curcuma longa*, cujo nome é uma derivação da palavra de origem árabe *kurkum*, que significa açafrão em referência a cor da cúrcuma, é uma planta nativa originária da Índia, que apresenta em sua estrutura a curcumina, pigmento obtido na forma de pó a partir das raízes da planta (PAULA, 2016).

A curcumina apresenta potencial de ações como antibacteriana, antiparasitária, antioxidante, anti-inflamatório, reduz colesterol e triglicerídeos no sangue, aumenta secreção biliar, indutor de apoptose de células defeituosas, que a caracteriza como uma candidata a uso fitoterápicos e nutriente funcional com possível efeito nutracêutico na alimentação animal (GUNES et al. 2016; MARATHE et al., 2016; ALKHALDI et al. 2015, SHEHZAD et al., 2013; PUTRA et al., 2015).

Diante de seus efeitos funcionais e fitogênicos, a curcumina pode ter influência sobre as aves de postura e a qualidade do produto ovo, sua integridade e aparência externas, suas dimensões e composição interna, potencial nutritivo, obtidos a partir de pesquisas, proporciona o crescente consumo de ovos de codornas (SARASWATI et al., 2013; SARASWATI et al., 2014; SARASWATI et al., 2016; LAGANÁ et al., 2012).

O objetivou-se com este estudo avaliar a substituição do milho por sorgo e a inclusão de percentuais cúrcuma (0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0%) sobre o desempenho, a coloração e qualidade dos ovos e biometria do trato gastrointestinal, morfometria dos ossos, perfil bioquímico do sangue e fígado e análise sensorial dos ovos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com animais do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob protocolo 002/2015.

Foram utilizadas 210 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japonica* com idade de 50 dias de vida, uniformizadas pelo peso corporal distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm de comprimento, 25 cm de largura, 20 cm de altura com densidade de 117 cm²/ave, com comedouros e bebedouros tipo calha. Delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com seis tratamentos e cinco repetições com sete aves por repetição. Tratamentos consistiram de controle: ração a basal de milho e farelo de soja e ração à base de sorgo e farelo de soja com adição de níveis de 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% de cúrcuma.

O pó da cúrcuma foi obtido na região do município de Iporá – Goiás. Os rizomas do cúrcuma foram coletados, lavados, secados e depois fatiados e secos ao ar. Logo depois, foi moído em moinho tipo facas e passado na peneira de abertura de tela de um milímetro.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais de ROSTAGNO et al. (2011). Isonutritivas e isoenergéticas, para atender todas as exigências nutricionais das codornas em fase de postura. A cúrcuma foi adicionada à ração em substituição ao inerte, ajustando-se as composições percentuais das rações experimentais, que permitiu a manutenção dos mesmos níveis nutricionais em todas as rações.

Na Tabela 1, está apresentada a composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações que foram utilizadas durante o período experimental de 90 dias (três ciclos de 28 dias, de produção de ovos mais período de seis dias de adaptação).

Na Tabela dois, estão apresentados os resultados da composição química centesimal dos nutrientes, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), a cúrcuma incluída nas rações experimentais.

Na Tabela três, estão as médias das temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas que foram aferidas durante todo o experimento.

Tabela 1. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas à base de milho e sorgo com e sem inclusão de níveis de cúrcuma.

Ingredientes	Matéria Natural %	
	Postura*	Postura
Sorgo %	56,00	-
Milho 7,88%	-	56,00
Farelo de Soja 45%	26,9	28,7
Óleo de Soja	4,09	2,51
Calcário	8,00	8,20
Fosfato Bicálcio	1,03	1,22
Premix Mineral ¹	0,10	0,10
Premix Vitamínico ²	0,20	0,20
Sal comum	0,40	0,38
L-Lisina	0,48	0,39
DL-Metionina	0,40	0,40
Inerte	2,00	1,80
L-Treonina	0,12	0,10
BHT	0,01	0,01
Total	100,00	100,00
Níveis Calculados		
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2,800	2,800
Proteína Bruta, (%)	20,00	20,00
Fibra bruta (%)	4,38	3,8
Lisina total (%)	1,23	1,23
Metionina total (%)	0,64	0,66
Treonina total (%)	0,77	0,79
Triptofano total (%)	0,25	0,21
Cálcio, (%)	3,24	3,3
Fósforo disponível (%)	0,33	0,31
Sódio (HCl) (%)	0,17	0,16

Premix Mineral Postura (minerais mais veículo), %/Kg da ração. (Proteína bruta % 2,4347; extrato etereo % 0,1781; fibra bruta % 0,1495; cálcio % 9,5243; fósforo total % 6,5935; fósforo disponível % 11,3059; sódio % 5,9693; arginina % 0,0262; lisina % 0,0178; metionina % 2,8835; metionina + cistina % 2,8971; cistina % 0,0136; triptofano % 0,0052; glicina % 0,0234; histidina % 0,0189; isoleucina % 0,0200; leucina % 0,0778; fenilalanina % 0,0305; tirosina % 0,0212; treonina % 0,1696; valina % 0,0277; alanina % 0,0470; fósforo liberável % 0,0101; fósforo fitase % 4,7250; eficiência 468,7500; serina % 0,0306; fósforo dig aves % 0,0082; fósforo fítico % 0,0126; prolina % 0,0833; ac glutamico % 0,1198; naae % -0,8258; glicina+serina % 0,0540; potássio % 2,8675; cloro % 5,0067; m mineral % 71,6626; fenilal+tirosina % 0,0517; en met matrizes kcal/kg 445; en met aves kcal/kg 445; ácido linoleico % 0,0840; cobre ppm 666,6666; ferro ppm 1.666,2500; manganês ppm 3.830,6670; zinco ppm 3.333,7500; iodo ppm 66,7333; selênio ppm 13,2917; ca-p % 0,842; arg dig % 0,0234; lis dig % 0,0145; met dig % 2,8824; m+c dig % 2,8945; cis dig % 0,0116; trp dig % 0,0047; tre dig % 0,1660; val dig % 0,0243; ile dig % 0,0180 .premix vitamínico postura²vit a ui/g 406,0000; vit d3 ui/g 171,0680; vit e ppm 2.247,5000; vit k ppm 94,2238; vit b1 (tiamina) ppm 106,5866; vit b2 (riboflavina) ppm 417,6000; vit b6 (piridoxina) ppm 181,2036; vit b12 (cianocobala) ppm 1,5370; ácido fólico ppm 133,3420; ácido nicotínico ppm 1.348,5000; ac. pantatênico ppm 681,5001; biotina ppm 9,7150; colina ppm 13.277,8500; antioxidante ppm 3.507,2500; tilosina ppm 1.837,0000; eq.ácido-base meq/kg 1.918,8490; umidade % 1,9907).

Tabela 2. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB), da cúrcuma.

Açafrão	%MS	%PB	%EE	%MM	%FB
Média	88,858	15,820	3,722	1,073	7,390

Tabela 3– Temperatura °C e umidade relativa do ar dentro do galpão, em cada ciclo de produção.

CICLO	TEMPERATURA °C		UMIDADE %	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Primeiro	30,95	22,81	77,67	70,60
Segundo	28,44	26,19	75,30	69,30
Terceiro	27,95	25,63	74,90	69,60

O experimento teve duração de aproximadamente 90 dias, com programa de luz de 16 horas de iluminação com lâmpadas fluorescentes de 100 watts, a água e as rações experimentais foram disponibilizadas à vontade, sendo fornecidas duas vezes ao dia para diminuir o desperdício.

As variáveis respostas para desempenho produtivo foram: consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos produzidos durante o ciclo de vinte e oito dias (kg/kg de ovo), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia de ovos), percentual de postura (%/ave/dia), viabilidade.

A coleta de excretas produzidas pelas aves foi realizada entre o 50° e o 55 ° dias de idade, efetuada duas vezes ao dia durante os períodos experimentais. O período de coleta total teve duração de dez dias (cinco dias de adaptação + cinco dias de coleta total das excretas). As rações foram pesadas no início e no final do período total da coleta com a finalidade de se obter o consumo médio de ração. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, utilizando-se óxido férrico (1%) como marcador no início e no fim da coleta. As gaiolas foram forradas com bandejas revestidas com plásticos, devidamente identificados, os quais foram removidos a cada coleta (intervalo de 12 horas) para a retirada das excretas. O material coletado foi armazenado em congelado até o descongelamento. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C. Em seguida, foram moídas e encaminhadas para as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). As análises laboratoriais das rações, dos alimentos e das excretas foram realizadas conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002), para se estimar o coeficiente de metabolização dos nutrientes presentes na dieta, ou seja, do que a ave ingeriu, o que realmente pode ser aproveitado no suprimento de organismo e produção dos ovos.

Para a qualidade interna dos ovos verificou-se o peso do ovo inteiro (g), massa do ovo (g/ave/dia), peso gema (g), peso de albúmen (g), porcentagem de gema (%), altura de gema (mm), pH de gema, diâmetro de gema (mm) e índice de gema, porcentagem de albúmen (%), altura de albúmen (mm), pH de albúmen, diâmetro de

albúmen (mm) e índice de albúmen. A qualidade externa dos ovos foi obtida a partir do peso a casca dos ovos (g), porcentagem de casca (%), espessura de casca (mm), peso específico (g/cm^3) e unidade Haugh.

Para a cor da gema foi utilizado colorímetro calibrado de acordo com BIBLE & SINGHA (1993), realizada em ovos logo após a coleta, os ovos foram lavados em água corrente e secos com papel toalha, abertos com tesoura para a retirada das gemas, as quais foram colocadas em copo descartável e em seguida no frasco que foi inserido no colorímetro para medição das variáveis L^* , a^* e b^* , as leituras foram anotadas em planilhas para a avaliação estatística.

Para a realização da biometria do trato digestório, duas codornas de cada repetição (aos 60 dias de idade), representando a média de peso do grupo, foram selecionadas, identificadas, pesadas e posteriormente sacrificadas por deslocamento cervical. Mensurou-se o comprimento do trato gastrointestinal (TGI) em centímetros (cm), medido desde a inserção do esôfago na orofaringe até a comunicação do intestino grosso com a cloaca; o peso em gramas (g) do esôfago mais papo; do proventrículo mais moela (g); do pâncreas (g); do intestino delgado (g); do intestino grosso (g), representado pelo peso dos cecos, cólon e reto; fígado sem a vesícula (g). Com essas medidas, determinou-se o peso relativo (%) dos órgãos digestivos, calculado em porcentagem do peso vivo (STRINGHINI et al., 2003).

Como as codornas têm como reserva mineral o sistema ósseo, as aves sacrificadas tiveram os fêmures e tíbias removidos das pernas esquerdas, identificados e limpos de todo tecido aderente, pesados em balança analítica e seus comprimentos medidos com paquímetro digital (FREITAS et al., 2013). A densidade óssea (mg/mm) foi calculada através do índice de Seedor, obtido dividindo-se o valor do peso (mg) pelo comprimento (mm) do osso avaliado (SEEDOR et al., 1991), afim de avaliar possíveis alterações no processo de homeostase na formação da casca do ovo.

Com o propósito de identificar o funcionamento do metabolismo da ave a partir de variáveis bioquímicas do sangue, coletou-se amostras de plasma de duas aves por repetição de cada tratamento, por punção cardíaca em tubos identificados, posteriormente centrifugados a 6.000 rpm por 10 minutos, para obtenção do soro, segundo metodologia de MINAFRA et al. (2010), no qual fez-se análises de cálcio (Ca), fósforo (P), triglicerídeos (T) e colesterol (Col) através de kits comerciais DOLES.

Após abate, retirou-se o fígado das aves que foi congelado em nitrogênio líquido, em seguida foi preparado amostras para realização das análises das enzimas

glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT) e glutamato-piruvato transaminase (GPT), segundo metodologia de MINAFRA et al. (2010), através de kits comerciais DOLES, estas enzimas apontam para o funcionamento hepático, a partir dos níveis quantificados é possível verificar se ocorreu danos funcionais, ou não, ao fígado.

Para análise sensorial trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano de acordo com a Resolução CNS 466/12 com número CAAE 58595316.2.0000.0036. Foi realizada através de teste de preferência, descrito por MINIM (2012), e utilizou-se ficha de avaliação de escala afetiva para os atributos sensoriais de cor, aroma e sabor dos ovos de codornas. A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do IF Goiano – Campus Rio Verde. Foram consultados 50 provedores, maiores de 18 anos. A pesquisa foi realizada respeitando as boas práticas de fabricação, antes de disponibilizar os ovos para o consumo, foram realizadas análises microbiológicas para identificação e contagem de *Stafilococcus aureos*, determinação de coliformes totais e termotolerantes pela técnica do Número Mais Provável (NMP), e *Salmonella sp*, seguindo o método descrito pela Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003) nos ovos cozidos, com resultado negativo, confirmando-se que os ovos não ofereciam riscos ao consumo e garantida a segurança alimentar, as amostras foram disponibilizadas para a avaliação pelos participantes.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância através de procedimento de modelos lineares gerais utilizando o programa estatístico SAEG (2007) e as médias comparadas pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo aplicou-se a regressão a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela quatro que o desempenho das codornas não sofreu influência dos níveis de cúrcuma ($P>0,05$) e também não diferiu do obtido com os animais alimentados com o milho, demonstrando que as aves tiveram condições de desempenho produtivo dentro do esperado.

Tabela 4 – Desempenho na fase de produção de codornas japonesas alimentadas com rações à base de sorgo com inclusão de cúrcuma.

Variável resposta	Controle	Níveis de cúrcuma (%)					CV (%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
CR/ave /dia (g)	28,23	28,49	29,32	29,50	30,20	25,02	9,72
CAM (Kg Kg ⁻¹)	2,40	2,27	2,39	2,37	2,36	1,94	13,41
CADz (g/dz)	338,70	341,93	351,80	353,94	362,40	300,29	9,72
PP(%)	88,00	82,71	80,14	89,28	89,14	82,42	7,77
Viabilidade (%)	99,07	99,65	99,11	98,13	98,86	99,30	0,77

¹Coefficiente de variação. CR/ave/dia = Consumo de ração por ave dia; CAM = Conversão alimentar por massa de ovos; CADz = Conversão alimentar por dúzia; PP = Percentual de postura.

O consumo de ração pelas codornas não teve interferência da inclusão da cúrcuma, no entanto KILANY et al. (2014), ao avaliarem dietas à base de pó de cúrcuma com e sem adição de enzimas para codornas japonesas, observaram diminuição no consumo das rações com cúrcuma e ainda menor ingestão ao acrescentar a enzima, melhorando assim a eficiência alimentar das aves.

Na tabela cinco, estão apresentados os coeficientes de metabolização da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de açafrão.

Tabela 5 - Coeficientes de metabolização da proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE) de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma.

Variável resposta (%)	Controle	Níveis de cúrcuma (%)					CV (%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
<i>Coleta (50° ao 55° dia)</i>							
CDPB	84,687	86,765	79,301	85,068	84,744	83,722	4,695
CDEE	24,087	25,883	23,682	23,517	24,287	22,486	6,407

*Difere do tratamento controle pelo teste Dunnett a 5% probabilidade. 1 Coeficiente de variação.

Diante do apresentado na tabela cinco, os coeficientes de metabolização de da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas.

Observa-se que a proteína bruta foi aproveitada eficientemente pelas codornas, se assemelhando aos valores obtidos com aves de corte (DOMINGUES, 2015).

Não foram encontrados na literatura dados de metabolização de nutrientes para codornas alimentadas com cúrcuma, porém, SANTOS (2013) em seu estudo com ácidos orgânicos na alimentação de codornas japonesas encontrou CDPB valor inferior ao deste trabalho e comenta que quanto maior o CDPB melhor é a disponibilidade de proteína a ser depositada no ovo.

Não foram encontrados estudos que possam ser comparados o CDEE para codornas em postura. Os valores de CDEE apresentados neste estudo foram menores que os encontrados por SILVA et al. (2008) os quais avaliaram o CDEE de dietas para codornas japonesas em fase de postura alimentadas com dietas contendo leveduras.

Na Tabela seis, estão apresentados os resultados para a leitura feita em colorímetro digital das variáveis L* (luminosidade), a*(amarelo) e b* (branco), para a cor das gemas dos ovos das codornas alimentadas com as rações estudadas. Houve diferença pelo teste de Dunnett das variáveis estudadas, diferenciando dietas de milho em relação ao sorgo.

Tabela 6- Variáveis de cor das gemas dos ovos de codornas: luminosidade, amarelo e branco, alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma.

Variável resposta	Níveis de cúrcuma (%)						CV(%) ¹
	Controle	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Gema							
L* ²	69,04	73,733*	74,0*	73,033*	71,88*	75,50*	1,91
a* ³	12,975	3,556*	4,433*	4,036*	3,766*	4,39*	4,433
b* ⁴	76,276	45,166*	46,846*	46,963*	46,2*	45,48*	4,745

* Difere do tratamento controle pelo teste Dunnett a 5% probabilidade.

¹Coefficiente de variação. ²Efeito linear $\hat{Y} = 73,348 + 28,4 x$; $r^2 = 0,39$.

³Efeito linear $\hat{Y} = 38,36 + 20 x$; $r^2 = 0,39$. ⁴Efeito linear $\hat{Y} = 46,135 + (- 40) x$; $r^2 = 0,43$

Para as variáveis de cor da gema dos ovos das codornas, L*, a* e b*, o tratamento à base de milho apresentou melhor pigmentação da gema, o sorgo despigmentou a gema dos ovos e ao acrescentar açafrão percebeu-se maior pigmentação da gema, porém não o suficiente para acompanhar a cor das gemas oriundas dos ovos produzidos no tratamento controle de milho.

Para a coloração das gemas das codornas verifica-se que a pigmentação com o nível de até 2% de cúrcuma não foi o suficiente fato comprovado por LAGANÁ et al. (2012), ao incluírem 2% de pó de cúrcuma na ração de poedeiras Hy-Line Brown e observaram pigmentação de gemas insuficiente para a comercialização dos ovos.

MOURA et al. (2010) trabalhando com substituição do milho pelo sorgo em

dietas de codorna, verificou que a cor da gema diminuiu linearmente à medida que aumentou o nível de sorgo em dietas.

De acordo com GARCIA et al. (2012), o milho substitui o milho na ração para codornas, no entanto à medida em que foram acrescentando este ingrediente na alimentação, devido a menor presença de carotenoides a coloração da gema piorou.

CARNEIRO (2013) ao adicionar pigmentante natural (farelo de urucum) e pigmentantes sintéticos (cantaxantina e apocaroteno), observou aumento significativo na intensidade de cor das gemas de ovos de poedeiras, resultado de maior deposição de pigmentos, lipídeos e proteínas.

De acordo com OLIVEIRA et al. (2016), a cor da gema de ovos de codornas alimentadas com farinha de casca de pequi, aumentou linearmente, ou seja, 0,13 pontos a mais de cor para cada 1% de farinha.

Neste trabalho, portanto supõe-se que pode ter ocorrido baixo aproveitamento do pigmento curcumina pelo organismo da codorna, a curcumina dietética é parcialmente absorvida juntamente com as micelas no intestino e transportada para o fígado pelas lipoproteínas de baixa densidade (VLDL-c) que são em menor quantidade que as lipoproteínas de alta densidade (HDL-c) que carrega moléculas menos apolares como as xantofilas, visto que os carotenoides possuem polaridades diferentes. Sendo assim, a proporção de lipoproteínas transportadoras determina a concentração de curcumina no fígado. Sabe-se também que cerca de 20% da curcumina ingerida pelo animal não é absorvida, quando chega no ceco e cólon pode ser metabolizada por bactérias, *E. coli.*, sob ação da dihidrocurcumina redutase que tem como cofator NADPH, que catalisa a oxidação por reações de redução. Após serem sintetizados no fígado, os lipídeos, pigmentos (lipossolúveis) e proteínas, são levados pelas lipoproteínas plasmáticas e depositados nos oócitos em desenvolvimento e servirão como precursores de formação de outros compostos pela lipólise (fosfovítina, lipovítelina e vitelogenina), que podem se complexar com fosfolipídios e colesterol, presentes na gema (HASSANINASAB et al. 2011; LIMA et al. 2012;).

De acordo com o observado na tabela sete, as dietas experimentais não interferiram na qualidade dos ovos ($P > 0,05$), os quais apresentaram qualidade interna E e externa, semelhantes aos descritos na literatura e se mostram adequadas para o consumo.

Apesar de a qualidade dos ovos aviados neste estudo não apresentar diferenças entre as dietas aplicadas, SARASWATI et al. (2013), ao suplementarem a alimentação

de codornas com cúrcuma em pó em quantidades de 0, 13,5, 27 e 54 Mg / codorna / dia, verificaram melhora na qualidade interna e externas dos ovos, à medida em que se aumentou o nível deste na ração, aumentou os valores das variáveis respostas estudadas.

Tabela 7. Qualidade dos ovos de codornas em postura alimentadas com rações contendo níveis de cúrcuma.

Variável resposta	Níveis de cúrcuma (%)						CV(%) ¹
	Controle	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
		Ovo	Inteiro				
Peso (g)	11,713	12,031	11,196	12,144	12,176	11,426	5,721
Massa	9,474	9,057	8,95	9,725	10,11	9,447	8,525
		Gema					
Peso (g)	3,522	3,77	3,599	3,949	3,854	3,479	7,216
Porcentagem (%)	30,154	31,36	32,233	32,497	31,904	30,495	8,744
Altura (mm)	21,466	22,384	21,878	22,51	21,732	21,304	3,153
pH	8,74	8,92	8,784	8,88	8,88	8,62	4,202
Diâmetro (mm)	34,162	35,08	34,854	35,158	34,708	34,098	3,592
Índice	0,628	0,639	0,628	0,640	0,626	0,625	5,031
		Albúmen					
Peso (g)	7,137	7,141	6,625	7,119	7,763	6,934	7,710
Porcentagem (%)	60,846	59,32	59,093	58,657	63,829	60,638	4,057
Altura (mm)	15,772	15,5	15,716	16,422	16,146	15,874	3,578
pH	9,42	9,04	9,48	9,46	9,42	9,52	2,897
Diâmetro (mm)	44,938	47,348	47,76	45,35	45,596	43,708	5,882
Índice	0,353	0,328	0,329	0,362	0,355	0,363	7,637
		Casca					
Peso (g)	1,053	1,119	0,971	1,075	1,043	1,012	7,102
Porcentagem (%)	8,99	9,319	8,673	8,844	8,592	8,865	6,181
Espessura de casca (mm)	0,269	0,286	0,264	0,277	0,273	0,269	7,15
Peso específico (g/cm ³)	1,072	1,076	1,075	1,069	1,068	1,072	0,417
Unidade Haugh	85,196	85,282	81,986	85,223	82,668	84,017	6,437

*Difere do tratamento controle pelo teste Dunnett a 5% probabilidade. 1Coeficiente de variação.

Não houve interferência dos tratamentos ($P > 0,05$) utilizados sobre as variáveis: comprimento do trato gastrintestinal, assim como sobre o peso relativo dos órgãos que o compõem: trato gastrintestinal, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestinos delgado e grosso, pâncreas e fígado (Tabela oito).

As medidas morfométricas de uma espécie contribuem para traçar um padrão característico da espécie, no aparelho digestório o comprimento é avaliado a fim de verificar a velocidade da passagem do alimento, sendo a maior extensão propícia para maior período de exposição do alimento (FRANZO et al., 2010).

Tabela 8- Comprimento do trato gastrointestinal, peso relativo trato gastrointestinal, esôfago e papo, proventrículo e moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas, fígado, de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.

Variável resposta	Controle	Níveis de cúrcuma (%)					CV(%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
COTGI(cm)	46,19	45,10	44,85	46,53	46,09	43,79	11,81
PTGI(g)	9,99	9,32	10,2	9,70	9,43	9,54	9,47
ESO+PAP(g)	0,59	0,65	0,69	0,66	0,58	0,64	19,57
PRO+MOE(g)	2,74	2,49	2,65	2,57	2,56	2,54	11,70
ID(g)	2,57	2,49	2,67	2,71	2,43	2,56	13,26
IG(g)	1,15	1,15	1,31	1,21	1,25	1,15	14,25
Pâncreas (g)	0,25	0,27	0,29	0,29	0,25	0,29	14,92
Fígado(g)	2,51	2,24	2,47	2,42	2,37	2,16	15,99

¹Coefficiente de variação. COTGI = comprimento do trato gastrointestinal. PTGI = peso relativo trato gastrointestinal. ESO+PAP = esôfago e papo. PRO+MOE = proventrículo e moela. ID = intestino delgado. IG = intestino grosso.

O desenvolvimento do intestino reflete em sua qualidade intestinal baseada no máximo aproveitamento dos nutrientes advindos da dieta, resultando no normal desenvolvimento e eficiente funcionamento dos tecidos garantindo bom desempenho zootécnico da ave durante sua vida produtiva (LEITE et al., 2016).

A ausência de efeito sobre a morfometria intestinal indica que a cúrcuma favorece o desenvolvimento e funcionamento saudável do tubo digestivo alto, combatendo infecções e inflamações do estômago e do intestino delgado e melhorando a saúde do trato gastrointestinal (YANG et al., 2016).

MENDES (2015) encontrou comprimento do trato gastrointestinal de codornas diferente do encontrado neste trabalho, porém o peso relativo da moela, intestino delgado e intestino grosso e fígado respectivamente os valores observados foram similares, o autor destaca ainda que o aproveitamento eficiente dos nutrientes disponíveis as aves advém do bom desenvolvimento do sistema digestivo do animal, principalmente de sua capacidade de absorção.

Na Tabela nove, estão apresentados os resultados da morfometria óssea do fêmur e tíbia das codornas aos 60 dias de vida.

Observou-se na Tabela nove, que os ossos fêmur e tíbias das codornas não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) para as variáveis: peso, comprimento, diâmetro e índice de Seedor, ou seja, as dietas experimentais não influenciaram na estrutura morfometria destes órgãos.

Tabela 9 - Peso (g), morfometria (mm) e índice Seedor (mg/mm) de Fêmures de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.

Variável resposta	Controle	Níveis de cúrcuma (%)					CV(%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
FÊMUR							
Peso(g)	0,52	0,55	0,54	0,51	0,55	0,54	9,25
COMP(mm)	37,6	37,8	38,2	36,1	37,4	36,6	4,33
DIÂM(mm)	2,79	2,78	2,82	2,80	2,90	2,82	8,72
Índ. Seedor (mg/mm)	0,18	0,20	0,19	0,18	0,19	0,19	14,54
TÍBIA							
Peso(g)	0,59	0,62	0,61	0,59	0,61	0,62	10,47
COMP(mm)	48,10	47,20	47,74	46,37	46,56	46,96	3,45
DIÂM(mm)	2,78	2,59	2,74	2,77	2,58	2,89	9,61
Índ. Seedor (mg/mm)	0,21	0,24	0,22	0,21	0,23	0,21	10,85

¹Coefficiente de variação, comprimento (COMP), diâmetro (DIÂM), índice peso comprimento (IPC) (g/mm).

Segundo MELLO (2015), o cálcio, um dos principais componentes do osso, é mobilizado para a formação da casca do ovo, processo que ocorre rapidamente no organismo da ave, este processo de homeostase demanda alta concentração de cálcio no sangue e exige boa nutrição mineral a fim de se evitar prejuízos no desempenho zootécnico do animal.

A cúrcuma auxilia a homeostase óssea evitando a deterioração dos ossos por osteoclastose (apoptose de osteoblastos), melhora a reabsorção e remodelação do tecido com aumento da sua massa, capacidade de diferenciação celular, osteoblastos, prevenção de lesões ósseas de origem oxidativa (WANG et al. 2016; BHARTI et al. 2004; GU et al. 2012; NOTOYA et al. 2006). Esta proteção advém da ativação de microRNA-365 (porção do RNA que regula expressão gênica relacionada com a multiplicação, apoptose ou diferenciação celular) que por sua vez, suprime a MMP9 endopeptidase, enzima envolvida na degradação da matriz extracelular (LIU et al. 2015).

Diante da importância dos órgãos locomotores, observa-se no presente trabalho que as relações de comprimento e peso, índice Seedor, estão de acordo com o esperado, ou seja, as dietas atenderam a necessidade mineral das aves, pois de acordo com MAZZUCO (2005), além da função de deslocamento o esqueleto dos animais também consiste em reservatório de Ca e P, e sua integridade atende as necessidades reprodutivas das aves de postura.

Na tabela dez, estão expostos os teores sanguíneos de cálcio (mg/dL), fósforo (mg/dL), proteínas totais (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.

Tabela 10 – Teores no sangue de cálcio (mg/dL); fósforo (mg/dL); proteínas totais (mg/dL); triglicerídeos (mg/dL) e colesterol (mg/dL) de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.

Variável resposta	Controle	Níveis de cúrcuma (%)					CV (%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Ca	9,33	9,28	9,32	9,13	9,33	9,01	2,26
P	6,22	6,22	6,75	6,40	6,87	6,20	10,78
Ca/P	1,50	1,50	1,39	1,44	1,36	1,47	10,83
Trigl ²	244,93	217,81	188,71	186,28	183,21	170,19*	11,37
Col ³	181,50	167,05	140,09*	137,79*	133,86*	128,33*	9,064

* Difere do tratamento controle pelo teste Dunnett a 5% probabilidade. Ca = Cálcio, P = Fósforo, Ca/P = Relação cálcio e fósforo, Trigl = Triglicerídeos, Fos.Alc = Fosfatase Alcalina, Col = Colesterol. 1 Coeficiente de variação. 2 $y = 209,393 - 2,015x$ $R^2 = 0,83$ 3 $y = 158,159 - 1,673x$ $R^2 = 0,78$

As provas laboratoriais sanguíneas e ósseas podem servir como importante ferramenta para auxiliar no monitoramento da saúde, diagnóstico e tratamento de doenças. Há também grande preocupação no que se refere ao bem-estar animal, fazendo-se necessário o conhecimento de valores bioquímicos de referência, visando melhor avaliação do estado fisiológico das aves (BARBOSA et al., 2011).

De acordo com o apresentado na Tabela dez, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para níveis de cálcio, fósforo, relação Ca/P. Todavia, o nível de colesterol foi significativamente diferente, tanto para teste de Dunnett quanto para níveis de cúrcuma ($P < 0,05$). No teste de Dunnett, as rações com milho e sorgo sem presença da cúrcuma foram diferentes das rações de sorgo com acréscimo de cúrcuma.

Verifica-se que à medida em que se acrescentou os níveis de cúrcuma diminuiu o teor de colesterol plasmático com nível ótimo de 1%, e triglicerídeos ao nível de 2%.

A dieta pode afetar a quantidade de colesterol e triglicerídeos, pois são compostos diretamente relacionados com o tipo de alimento ingerido e suas características de estocagem ou mobilização dos tecidos adiposos e da síntese no fígado (SILVA et al., 2012). O colesterol em aves eleva-se consideravelmente no plasma devido a vitelogênese e a formação do ovo, com valores de 100 a 250 g/L (HARR, 2002; THRALL et al., 2004).

Diante do apresentado na tabela dez, o declínio nos teores de colesterol sérico das codornas alimentadas com cúrcuma, pôde ser verificado o mesmo efeito no trabalho

executado por SARASWATI et al. (2013), em que à medida em que se elevou a quantidade de cúrcuma o colesterol abaixou, de 177,4 mg/dl para 97 mg/dl.

Os teores de colesterol observados neste estudo foram similares aos apresentados por FANCHIOTTI et al. (2010), estes autores comentam ainda que o metabolismo lipídico em poedeiras é mais acelerado pois exigem maior mobilização de ácidos graxos.

De acordo com o descrito em literatura os resultados apresentados na tabela um para o teor de colesterol no sangue das codornas estão dentro do esperado, ou seja, entre 130 mg/dL e 270 mg/dL (KANEKO et al., 1997; FEIJÓ et al., 2016; FANCHIOTTI et al., 2010).

Neste trabalho, observou-se claramente, a diminuição dos níveis de colesterol com acréscimo de cúrcuma nas dietas. As codornas são animais utilizados para experimentação e testes farmacológicos, para tratamento e controle dietético dos níveis de colesterol (BOTELHO et al. 2014; ADENIYI et al., 2016). A síntese de colesterol no organismo do animal se dá a partir do acúmulo de energia em que a mesma é estocada na forma de gorduras, a alta produção de acetilcoA estimula aumento na produção de insulina, esta insulina liberada na corrente sanguínea eleva os níveis de enzimas de baixa densidade, lipoproteínas, que atuam sobre o transporte, catalise e armazenamento dos triglicerídeos no tecido adiposo (LIU et al. 2015, CHUI et al. 2005).

Em aves de postura, durante a vitelogênese (formação da gema) o estrogênio estimula aumento nos níveis de triglicerídeos e colesterol no fígado e são liberados no plasma sanguíneo e transportados pelas lipoproteínas de baixa densidade (LDL e VLDL), para armazenamento na gema. O consumo de carboidratos pelas aves eleva os níveis de triglicerídeos estimulando a lipogênese no tecido adiposo que ocorre pela atuação das lipases que catalisam e hidrolisam os triglicerídeos plasmáticos, ácidos graxos e glicerol, que adentram nos adipócitos e são reesterificados e armazenados como triglicerídios (HERMIER, 1997).

A curcuma tem a capacidade de inibir a síntese de triglicerídeos em células hepáticas, sua ação inibitória varia de acordo com a sua concentração, em dose a partir de 0,05 g / 100 g já resulta em efeito de baixa na produção de gordura. A expressão de genes envolvidos no metabolismo energético pode ser influenciados pela curcuma, resultando em baixa na expressão, diminuindo o acúmulo de gorduras no sangue e

tecidos, com diminuição dos níveis intracelulares de lipídeos (ALLAPPAT et al. 2010, JANG et al. 2008, BUDIMAN et al. 2015).

De acordo com os valores de cálcio sérico obtidos neste experimento, verifica-se que as concentrações estão normais, nas aves alcança valores superiores aos encontrados nos mamíferos (30 g/L), depende do estágio produtivo das fêmeas, quantidade de proteínas ligadoras de cálcio como vitelogenina e a albumina (HARR, 2002; DUNBAR et al., 2005; THRALL et al., 2004; CAPITELLI & CROSTA, 2013).

O fósforo quantificado está de acordo com o citado por THRALL et al., 2004, concentração de 5 a 7 g/L de fósforo nas aves.

Para triglicerídeos, verifica-se na tabela dez, que houve efeito das dietas estudadas sobre esta variável, SARASWATI et al. (2013), observaram que a inclusão de cúrcuma na ração resultou em diminuição do triglicerídeo sérico o declínio nos teores de colesterol sérico das codornas alimentadas chegando aos valores de 86,634mg/dl.

Ao investigar sobre a resposta bioquímica sérica de codornas japonesas nas dietas com presença de cúrcuma (54 mg/ave/dia e 108 mg/ave/dia), PUTRA et al. (2015), observaram que ocorreu declínio nos valores de triglicerídeos à medida em que se aumentou a quantidade de cúrcuma.

CARNEIRO (2013) verificou a concentração sanguínea de triglicerídeos elevada em aves (entre 853,46 e 1339,32 mg/dL) e concentração média do colesterol de 104,75 mg/dL e 92,65 mg/dL.

Para prevenção de anormalidades no metabolismo das aves temos a quantificação de enzimas, as quais indicam o estado de funcionamento dos órgãos. Em geral, nas aves, há acompanhamento da atividade enzimática com o propósito de avaliar a função normal e integridade do fígado e ossos.

Na Tabela 11, estão apresentados os resultados para a concentração de proteína, e das enzimas glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT) e glutamato-piruvato transaminase (GPT) transaminases (mg/dL) quantificadas no fígado de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de açafraão aos 60 dias de vida.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para valores de proteína e as transaminases no tecido hepático de codornas de postura. Verifica-se de acordo com o apresentado na Tabela 11, que não houve interferência das rações testadas sobre a produção das enzimas pelo fígado. As enzimas transaminases estudadas são de origem

mitocondrial e consistem para à base de diagnóstico de problemas como necroses hepática (BARBOSA et al., 2011).

Tabela 11 - Concentração de proteína, glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT) e glutamato-piruvato transaminase (GPT) transaminases (mg/dL) no fígado de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de sorgo com a inclusão de níveis de cúrcuma aos 60 dias de vida.

Variável resposta	Controle	Níveis de cúrcuma (%)					CV(%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Proteína	2,12	2,32	2,61	2,16	2,63	2,56	13,67
GOT	87,08	89,01	93,02	80,68	80,86	90,34	9,47
GPT	32,68	32,78	31,46	32,75	33,82	31,75	7,22

¹Coefficiente de variação.

Todos os valores obtidos por MENDEZ (2015), estiveram dentro dos padrões fisiológicos também encontrados por SCHOLTZ et al. (2009). As atividades enzimáticas de AST ou GOT e ALT ou GPT são consideradas biomarcadores confiáveis para monitorar a saúde hepática e muscular (HARR, 2002).

Neste estudo os teores das transaminases, GOT e GPT, apresentaram maiores do que os encontrados por KILANY et al. (2014), ao investigarem os efeitos da cúrcuma em dietas para codornas japonesas, o mesmo ocorreu no trabalho de SARASWATI et al. (2016), que quantificaram diminuição no GOT ao acrescentarem 54 mg/ave/dia e 108 mg/ave/dia de cúrcuma.

AL-DARAJI et al. (2010) observaram que codornas japonesas, apresentaram valores de 240,2 U/L para GOT e 12,12 U/L para GPT; o que pôde ser confirmado por SCHOLTZ et al., (2009) que quantificaram GOT de 243 - 562 U/L e de 4,5 - 8,5 U/L para GPT.

Neste estudo os valores para as enzimas avaliadas, foram menores do que os encontrados por CARNEIRO (2013), e semelhantes aos apresentados por GONÇALVES et al. (2010) e BARBOSA et. al (2011), que encontraram 57,29 UI/L e 54,8 UI/L para a AST respectivamente.

Neste experimento, não houve dano ao metabolismo hepático das codornas alimentadas com cúrcuma e sorgo. Popularmente, há relatos que a cúrcuma protege o fígado de danos tóxicos e estimula o fluxo de bile.

Os resultados para a análise sensorial da cor, aroma e sabor dos ovos de codornas estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Valores médios da análise sensorial de cor, aroma e sabor dos ovos de codornas, avaliação média da escala hedônica de nove pontos.

Variável resposta	Contr1	Níveis de Cúrcuma (%)					CV(%) ¹
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
COR	7,166	5,226*	5,287*	5,684*	5,546*	5,699*	9,061
AROMA ²	6,365	4,372*	5,858	6,146	5,032*	6,133	7,366
SABOR ³	6,979	5,766*	6,303*	6,658	6,517	6,799	5,641

* Difere do tratamento controle pelo teste Dunnett a 5% probabilidade. 1 Coeficiente de variação.

2 $y = 46,59 + 17,8x - 62,0x^2$ ($R^2 = 0,44$)

3 $y = 59,53 + 45,6x$ ($R^2 = 0,80$)

Entre os ovos produzidos com dietas à base de milho e sorgo para a cor da gema dos ovos, não houve efeito significativo para os tratamentos à base de sorgo, com e sem inclusão de níveis de cúrcuma ($P > 0,05$), e os avaliadores pontuaram de forma indiferente, nem gostaram nem desgostaram, no entanto para o controle tiveram melhor afeição pela cor das gemas. Houve diferença pelo teste de Dunnett, para análise sensorial sobre a cor.

No quesito aroma, os ovos oriundos das rações controle, e as de sorgo com inclusão de 0,5%, 1,0% e 2% de cúrcuma com base nas notas tiveram melhor aceitação, ou seja, gostaram ligeiramente do odor destes ovos. No entanto, os tratamentos à base de sorgo e com 0,0% e 1,5% de cúrcuma geraram um odor que desagradou ligeiramente os provadores.

O sabor dos ovos dos tratamentos com 0% e 0,5% de inclusão de cúrcuma diferiu dos demais, e os provadores gostaram ligeiramente, contudo o sabor os ovos dos outros tratamentos foram mais apreciados.

A coloração da gema resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides) estes pigmentos podem ser de origem natural (milho, pimentão vermelho, urucum), ou sintéticos, tais como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo) (GARCIA et al., 2002), sendo assim, a dieta da ave afeta diretamente na cor das gemas dos ovos.

Quanto à ordem de preferência das amostras de ovos avaliadas neste estudo, observou-se que em primeiro lugar com 55,17% dos votos, preferiu-se os ovos oriundos das aves alimentadas com a ração controle à base de milho, por causa da maior pigmentação das gemas.

Em se tratando dos ovos advindos dos tratamentos com sorgo e inclusão de cúrcuma, percebeu-se que a maior preferência se deu pelos ovos das aves alimentadas com rações à base de sorgo com inclusão de 1% de cúrcuma os quais pontuaram 27,6% comparado com os demais dentro da posição de segundo preferido.

O terceiro ovo na ordem de preferência foi o do tratamento à base de sorgo com inclusão de 0,5% de cúrcuma, com 37,93%. Ocuparam a quarta, quinta e sexta posição respectivamente, os ovos postos pelas aves que consumiram ração à base de sorgo acrescidas dos teores de 2%, 1,5% e 0% de cúrcuma, com respectivas pontuações, 24,145, 20,7% e 41,38%.

Diante das variáveis sensoriais avaliadas e das ordens de preferências de consumo dos ovos, 93,1% dos provedores aprovaram o produto e se manifestaram interessados na compra dos ovos estudados, em contrapartida houve a rejeição de apenas 6,9%.

4 CONCLUSÃO

Níveis de cúrcuma e sorgo nas rações de codornas em postura não afetam o desempenho, qualidade de ovos e enzimas hepáticas no fígado. Porém a gema não apresentou pigmentação semelhante das rações com milho e houve decréscimo dos níveis de colesterol sanguíneo. Os degustadores aprovaram o produto e manifestaram interessados na compra dos ovos estudados.

5 REFERÊNCIAS

ADENIYI, P.O.; OBATOLU, V.A.; FARINDE, E.O. Comparative Evaluation of Cholesterol Content and Storage Quality of Chicken and Quail Eggs. **World Journal of Nutrition and Health**. Vol. 4, No. 1, p. 5-9, 2016.

ALAPPAT, L.; AWAD, A. Curcumin and obesity: evidence and mechanisms. **Nutr Rev**. v.68, n.12, p.729-38. 2010.

AL-DARAJI, H. J.; AL-MASHADANI, H. A.; AL-HAYANI, W. K. Effect of feeding diets containing sesame oil or seeds on productive and reproductive performance of laying quail. **Al-Anbar J. Vet. Sci**. v.3, n.1, p. 56-67, 2010.

ALKHALDI, A. A. M.; CREEK, D. J.; IBRAHIM, H.; KIM, D.; QUASHIE, N. B.; BURGESS, K. E.; CHANGTAM, C.; BARRETT, M. P.; SUKSAMRARN, A.; KONING, H. P. Potent trypanocidal curcumin analogs bearing a monoenone linker motif act on *Trypanosoma brucei* by forming an adduct with trypanothione. **Mol. Pharmacol**. n.87, p.451-464. 2015.

BARBOSA, T. S.; MORI, C. K.; POLÔNIO, L. B. et al. Perfil bioquímico sérico de galinhas poedeiras na região de Araçatuba, SP. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4,

p.1583-1588, 2011.

BHARTI, A. C.; TAKADA, Y.; AGGARWAL, B. B. Curcumin (diferuloylmethane) inhibits receptor activator of NF-kappa B ligand-induced NF-kappa B activation in osteoclast precursors and suppresses osteoclastogenesis. **J Immunol.** n. 172, p. 5940 - 5947, 2004.

BIBLE, B. B.; SINGHA, S. **Canopy position influences cielab coordinates of peach color.** Hortscience, Alexandria, v. 28, n. 10, p. 992-993, 1993.

BOTELHO, G. G.; FALBO, M. K.; OST, P. R.; CZEKOSKI, Z. M.; GIOTTO, F. M.; GOLDONI, E. C.; MORAIS, R.N. Physiological performance of quails that underwent dietary and pharmacological manipulation of cholesterol. **J. Animal Physiol Aaim, Nutr.** V.99 n. 3. P. 424-429. Jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 set. 2003.

BUDIMAN, I.; TJOKROPRANOTO, R.; WIDOWATI, W.; FAUZIAH, N.; ERAWIJANTARI, P. P. Potency of turmeric (*Curcuma longa* L.) extract and curcumin as anti-obesity by inhibiting the cholesterol and triglycerides synthesis in HepG2 cells. International Journal of Research in Medical Sciences Budiman I et al. **Int J Res Med Sci.** May; v.3, n.5, p.1165-1171, 2015.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 16, n. 1, p. 71 –120, 2013.

CARNEIRO, J. S.; Pigmentantes de gemas: novo método de avaliação de cor e caracterização da produtividade e saúde das poedeiras. **Tese**, Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2013.

CHUI, P.; GUAN, H.; LEHRKE, M.; LAZAR, M. PPAR γ regulates adipocyte cholesterol metabolism via oxidized LDL receptor 1. **J Clin Invest.** v.115, n.8, p. 2245-56. 31, 2005.

COSTA, C. H. R.; BARRETO, S. L. T.; UMIGI, R. T.; LIMA, H. J. D.; ARAUJO, M. S.; MEDINA, P. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

DOMINGUES, R. M. **Sementes de piper cubeba nas dietas de alta e baixa digestibilidade para frangos de corte, uma alternativa de aditivo fitogênico.** 2015. 55 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/128045>>.

DUNBAR, M. R.; GREGG, M. A.; CRAWFORD, J. A.; GIORDANO, M. R.; TORNQUIST, S. J. Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage grouse (*Centrocercus urophasianus*) and their influence on chick survival. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 36, n. 3, p. 422– 429. 2005.

FANCHIOTTI, F. E.; MORAES, G. H. K; BARBOSA, A. A. et al. Avaliação de óleos, carvão vegetal e vitamina E no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue e dos ovos de poedeiras. **Rev. Bras. Zootec.**, v.39, p.2676- 2682, 2010.

FEIJÓ, J. C.; CRUZ, F.G. G.; MELO, R. D.; RUFINO, J. P. F.; DAMASCENO, J. L.; COSTA, A. P.G. C.; NEGREIROS, T. J. N. Farinha de cará (*Dioscorea trifida* L.) sobre o desempenho, qualidade do ovo e bioquímica sérica de poedeiras comerciais leves. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.17, n.3, p.413-423 jul./set., 2016.

FRANZO, V. S. et al. Estudo comparativo morfométrico do papo do carcará (*Polyborus plancus*). **Nucleus Animalium** [online], v. 2, n. 1, p. 11 -16, 2010.

FREITAS, E. R.; FARIAS, N. N. P.; NASCIMENTO, G. A. J.; RODRIGUES, A. M.; QUEIROZ, M. G. R.; RAQUEL, D. L.; LIMA, R. C. Parâmetros sanguíneos e ósseos de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de sódio. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 845-852, 2013.

GARCIA, A. F. Q. M.; MURAKAMI, A. E.; MASSUDA, E. M.; URGNANI, F. J.; POTENÇA, A.; DUARTE, C. R. A.; EYNG, C. Milheto na alimentação de codornas japonesas. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** Salvador, v.13, n.1, p.150-159 jan/mar, 2012. <<http://www.rbspa.ufba.br>> ISS' 1519 9940.

GARCIA, E. A.; ARCIA, E. A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C.; GONÇALVES, H. C.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 4(1). 2002.

GONÇALVES, F. M.; RIBEIRO, E. M.; MONTAGNER, P.; LOPES, M. S.; ANCIUTI, M. A.; GENTILINI, F. P.; DEL PINO, F. A. B.; CORREA, M.N. Níveis séricos de enzimas hepáticas em poedeiras comerciais no pré-pico e pico de produção de ovos. **Acta Sci Vet**, 38: 311-314. 2010.

GU, Q.; CAI, Y.; HUANG, C.; SHI, Q.; YANG, H. Curcumin increases rat mesenchymal stem cell osteoblast differentiation but inhibits adipocyte differentiation. **Pharmacogn Mag.**; n.8. p. 202 a 208, 2012.

GUNES, H.; GULEN, D.; MUTLU, R.; GUMUS, A.; TAS, T.; TOPKAYA, A. E. Antibacterial effects of curcumin: An in vitro minimum inhibitory concentration study. **Toxicology and Industrial Health**. v. 32, n.2, p.246–250, 2016.

HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002.

HARR, K.E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, v.31, n.3, p.140-151, 2002.

HASSANINASAB, A.; HASHIMOTO, Y.; TOMITA-YOKOTANI, K.; KOBAYASHI, M. Discovery of the curcumin metabolic pathway involving a unique enzyme in na intestinal microorganism. **PNAS**, vol. 108, n. 16, p. 6615–6620. 2011.

HERMIER, D. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. **Journal of Nutrition**, v.127, p.805-808, 1997.

JANG, E.; CHOI, M.; JUNG, U.; KIM, M.; KIM, H.; JEON, S.; et al. Beneficial effects of curcumin on hyperlipidemia and insulin resistance in high-fat-fed hamsters. **Metabolism**. v.57, n.11, p.1576-83. 2008.

KANEKO, J; HARVEY, J; BRUSS, M. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KILANY, O. E.; MAHMOUD, M. M. A. Turmeric and Exogenous Enzyme Supplementation Improve Growth Performance and Immune Status of Japanese quail. **World's Vet. J.** v.4, n.3, p. 20-29, 2014.

LAGANÁ, C.; CACHONI, P.C.; NOGUEIRA, T. P.H.; MORAES, J.E.; POLITI, B.S.É.S. Influence of the natural dyes bixin and curcumin in the shelf life of eggs from laying hens in the second production cycle. **Animal Science** 34: 155-159. 2012.

LEITE, S. C. B.; ALVES, E. H. A.; SOUSA, A. M.; GOULART, C. C.; SANTOS, J. P. M.; SILVA, J. D. B. Ácidos orgânicos e óleos essenciais sobre o desempenho, biometria de órgãos digestivos e reprodutivos de frangas de reposição **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.3, p.201 -207, 2016.

LIMA, J.P.; LOPES, C. O.; DIAS, N. A. A.; PEREIRA, M. C. A. Atividade e Biodisponibilidade dos Carotenóides no Organismo. **Revista Ciências em Saúde** v.2, n.1, 2012.

LIU, Q.; WANG, Y. T.; LIN, L.; New insights in the antiobese activity from *Garcinia mangostana*. **Food Funct.** v.30, n.6(2), p.383-93, 2015.

MARATHE, S. A.; BALAKRISHNAN, A.; NEGI, V. D.; SAKOREY, D.; CHANDRA, N.; CHAKRAVORTTY, D. Curcumin Reduces the Motility of Salmonella Enteric Serovar Typhimurium by Binding to the Flagella, Thereby Leading to Flagellar Fragility and Shedding. **Journal of Bacteriology**, v.198, p.1798-1811. 2016.

MAZZUCO, H.; HESTER, P. Y. The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of white leghorns. **Poultry Science**, v. 84, n. 5, p. 771-781, 2005.

MELLO, J. F. **Influência dos níveis de cálcio e fósforo na dieta de matrizes de codornas japonesas, no desempenho produtivo e no desenvolvimento ósseo embrionário da progênie.** Dissertação [Mestrado em Zootecnia]. Maringá-PR: Universidade Estadual de Maringá, 2015. 82p.

MENDEZ, M. F.B. Respostas morfofisiológicas de fêmeas de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) criadas em diferentes fontes luminosas. **Tese**. 111 p. Universidade Federal de Lavras, 2015. Lavras: UFLA, 2015.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; SANTOS, J. S.; MORAES, G. H. K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2691-2696, 2010.

MINIM, V. P. R; **Análise sensorial: estudos com consumidores.** 2a edição, 1a reimpressão, editora. UFV- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2012. 225p. ISBN 85-7269-282-7.

MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; RABELLO, C.B.; TAKATA, F.N.; OLIVEIRA, N.T.S.; Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG. v.39, n.12, p.2697-2702, 2010.

NOTOYA, M.; NISHIMURA, H.; WOO, J. T.; NAGAI, K.; ISHIHARA. Y.; HAGIWARA, H. Curcumin inhibits the proliferation and mineralization of cultured osteoblasts. **Eur J Pharmacol.** n.534 p.55 a 62, 2006.

OLIVEIRA, M. C.; SILVA, D. M.; MARCHESIN, W. A.; ATTIA Y. A. E.; LIMA, S. C. O.; OLIVEIRA, H. C. Pequi peel flour in diets for Japanese quail. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 38, n. 1, p. 101-106, Jan.-Mar., 2016.

PAULA, R. L. **Filmes e coberturas a base do resíduo da extração de corante de cúrcuma**. Dissertação. 141p. USP, Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Programa de Pós-Graduação em Química. Ribeirão Preto - SP. 2016.

PUTRA, S.H.J.; SARASWATI, T.R.; ISDADIYANTO, S. Profile Triglycerides Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) After Giving Turmeric (*Curcuma longa*) Powder. **International Journal of Science and Engineering**, Vol. 8, n.1, p. 65-68, 2015. Doi: 10.12777/ijse.8.1.65-68

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**. 2. ed. Viçosa, 2011. 141p.

SAEG, Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.5: **Fundação Arthur Bernardes** - UFV - Viçosa, 2007.

SANTOS, L. M. Digestibilidade de nutrientes e desempenho de codornas Japonesas suplementadas com ácidos orgânicos após pico de postura. **Tese**. Lavras: UFLA, 2013.

SARASWATI, T. R.; TANA, S. Physiological Condition of First Female and Male Offspring of Japanese Quail (*Coturnix japonica*) whose Parents were Supplemented by Turmeric Powder. **J. World Poultry Res.**, 6 (2), p. 59-65. 2016.

SARASWATI, T.R.; MANALU, W.; EKASTUTI, D.R.; KUSUMORINI, N. Effect of Turmeric Powder to Estrinol and Progesterone Hormone Profile of Laying Hens During One Cycle of Ovulation. **International Journal of poultry Science**, v.13, p.504-509, 2014.

SARASWATI, T.R.; MANALU, W.; EKASTUTI, D.R.; KUSUMORINI, N. The role of turmeric powder in lipid metabolism and its effect on quality of the first quail's egg. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v. 38, n. 2, p. 123-130, 2013.

SCHOLTZ, N.; HALLE, I.; FLACHOWSY, G. et al. Serum chemistry reference values in adult Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) including sex-related differences. **Poultry Science**, v.88, n.6, p.1186-1190, 2009.

SEEDOR, J.G.; QUARRACCIO, H.H; THOMPSON, D.D. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v.6, p.339-346, 1991.

SHEHZAD, A.; REHMAN, G.; LEE, Y. S. Curcumin in inflammatory diseases. **Biofactors**, v.39, p.69–77. 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. Edição, editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2002. 235p. ISBN 85-7269-105-7.

SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F. ; LOPES, I. R. V. ; LIMA, R. C. ; BEZERRA, R. M.,. Chemical composition and values of metabolizable energy of alternative feedstuffs determined with different birds. **Acta Sci. Anim. Sci.**, 2008.

STRINGHINI, J. H., RESENDE, A. D., CAFÉ, M. B., LEANDRO, N. S. M., ANDRADE, M. A. Efeito do Peso Inicial dos Pintos e do Período da Dieta Pré-Inicial sobre o Desempenho de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.353-360, 2003.

THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W. et al. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. Lippincott: Williams & Wilkins, 2004. 618p.

WANG, N.; WANG, F.; GAO, Y.; YIN, P.; PAN, C.; LIU, W.; ZHOU, Z.; WANG, J. Curcumin protects human adipose-derived mesenchymal stem cells against oxidative stress-induced inhibition of osteogenesis. **Journal of Pharmacological Sciences**. n. 132, p. 192 - 200, 2016.

YANG, N.; SAMPATHKUMAR, K.; LOO, S. C. J. Recent advances in complementary and replacement therapy with nutraceuticals in combating gastrointestinal illnesses. *Clinical Nutrition*, **Clin Nutr.** 2016. pii:S0261-5614(16)30219-9. doi: 10.1016/j.clnu.2016.