

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

**Enzimas e ingredientes contendo pigmentos naturais em dietas
com arroz integral para codornas japonesas**

Martha Lopes Schuch de Castro

Pelotas, 2015

MARTHA LOPES SCHUCH DE CASTRO

**Enzimas e ingredientes contendo pigmentos naturais em dietas
com arroz integral para codornas japonesas**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área do conhecimento: Nutrição de Não-Ruminantes).

Orientador: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier

Co-orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll

Pelotas, 2015

Martha Lopes Schuch de Castro

Enzimas e ingredientes contendo pigmentos naturais em dietas com
arroz integral para codornas japonesas

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 27 de fevereiro de 2015

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Xavier
Doutor em Animal Sciences pela Universidade de Kentucky - EUA

.....
Prof. Dr. Fernando Rutz
Doutor em Animal Sciences pela Universidade Kentucky - EUA

.....
Profª. Dra. Débora Cristina Nichelle Lopes
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Profª. Dra. Fabiane Pereira Gentilini
Doutor em Fisiopatologia Reprodutiva Suína pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr Victor Fernando Büttow Roll
Doutor em Produção Animal pela Universidade Zaragoza - Espanha

Dedico este trabalho...

a todos aqueles que acreditam nas escolhas feitas antes que os resultados surjam;

a todos que se entregam ao mundo das inferências;

a todos que olham para as ideias e vislumbram possibilidades;

aos que se permitem sonhar com um mundo de produção, com o acesso de todas as pessoas aos alimentos;

aos que se entregam ao trabalho diário e árduo da pesquisa na busca de qualidade para homens e animais;

aos que empenham palavra e vida pela construção do crescimento científico;

àqueles que, alimentando e transformando a vida, mudam a realidade em algo muito melhor!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas, pela formação profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia por possibilitar a qualificação profissional, através do curso de doutorado.

À FAPERGS pela concessão do financiamento do projeto de pesquisa.

À empresa Alltech pelo fornecimento do complexo enzimático SSF Allzyme® utilizado nesta pesquisa.

Ao meu orientador, Dr. Eduardo Gonçalves Xavier, pela acolhida, pela amizade, pelo exemplo, pelo estímulo, pelos conhecimentos compartilhados, pelo incansável empenho na construção do conhecimento científico e pela doação à construção da qualificação profissional: cada momento destes cinco anos de convivência será levado comigo e terá reflexo em cada uma das minhas experiências daqui para a frente. Muito obrigada!

Ao meu co-orientador, Dr. Victor Fernando Büttow Roll, pela disponibilidade em partilhar seus conhecimentos, pelo auxílio em todos os momentos e pela amizade.

Às minhas filhas, Marina, Juliana e Carolina, pelo amor, pela compreensão nas ausências, pelo estímulo e por acreditar, junto comigo, que é possível. Vocês me ensinaram desde que entraram em minha vida que se pode fazer muito mais do que se imagina conseguir.

Aos meus pais, geradores da minha vida, que são incansáveis em sua torcida amorosa pelo sucesso de cada decisão tomada por seus filhos.

Às minhas irmãs, Christina e Fernanda, companheiras de toda a vida, por seu apoio, amor, entusiasmo e empenho em todas as situações.

Aos familiares e amigos que acompanharam e ficaram na expectativa de que a conclusão do trabalho fosse exitosa.

Ao meu namorado, Antônio, pelo amor, estímulo, companhia, partilha de vida e de conhecimento, e pela presença de sua família junto da minha, aumentando os instantes de alegria.

Às colegas, Débora, Edenilse, Aiane, Jaqueline, Beatriz, Aline, Naiana, Bruna, Priscila, Fernanda, Fabiane, Paula, pela amizade e ajuda em todos os momentos,

especialmente, os de maior trabalho e cansaço: sem vocês este dia não seria possível.

Ao grupo GEASPEL, pela oportunidade que me proporcionou de trabalhar em diversas pesquisas com suínos e aves, pela equipe de excelentes companheiros de trabalho e dos momentos de descontração.

Ao funcionário do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica, José Ulisses Azambuja, o “Seu Juca”, pelo trabalho, pela dedicação, pelo conhecimento prático, pela incansável ajuda, pela alegria e amor com que lida com os animais e pelo cuidado com as práticas experimentais.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelo trabalho que realizam, buscando capacitar profissionais na área de produção, focados no bem-estar animal.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Graziela, Norma, Roger, Ana, André, Cristiano, pela disponibilidade e trabalho que realizam.

Ao pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Zootecnista Dr. Jorge Schafhauser Jr., pela inspiração e obtenção dos ingredientes indispensáveis ao desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor Dr. Moacir Cardoso Elias, pela disponibilização de espaço para a conservação das matérias-primas utilizadas.

Ao final, e para que seja deste modo especialmente ressaltado, agradeço a Deus, Senhor da vida, que, com o passar do tempo, escolheu pessoas, momento e situações que me possibilitaram chegar a esta conclusão. Agradeço os dias de alegria, de trabalho, de preocupação, as noites dormidas pela metade, as pesquisas das quais participei, os livros e artigos lidos, os textos e números digitados, as análises compartilhadas, as capacidades descobertas, a oportunidade da qualificação, as amizades feitas, as experiências vividas, o desejo de continuar após cada conquista, cada derrota, cada dificuldade e os conhecimentos adquiridos. Sem Ti, Senhor, eu não poderia nada!

Resumo

CASTRO, Martha Lopes Schuch. **Enzimas e ingredientes contendo pigmentos naturais em dietas com arroz integral para codornas japonesas**. 2015. 181fls. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O arroz integral descascado e não-polido é um ingrediente energético e pode ser substituto do milho nas formulações de dietas de aves. Entretanto, seu baixo conteúdo em carotenóides faz com que ocorra perda da coloração das gemas, e os fatores anti-nutricionais presentes no grão de arroz cru pode acarretar efeitos digestivos adversos, impedindo a digestão e absorção dos nutrientes e afetando negativamente os índices produtivos. Buscou-se avaliar os efeitos no desempenho, produção e qualidade de ovos de codorna, efetuando um estudo onde foi utilizado arroz integral descascado e não-polido (AI), associado ao uso de pigmentantes naturais (feno de alfafa, colorífico de urucum e beterraba) e complexo enzimático na dieta de codornas de postura. Para tal, foram realizados três experimentos. O primeiro experimento avaliou o efeito do AI sobre a qualidade sensorial de ovos, o desempenho e a coloração das gemas. Foram utilizados cinco tratamentos: T1: sem inclusão (0%) de AI; T2: inclusão de 25% de AI; T3: inclusão de 50% de AI; T4: inclusão de 75% de AI; e T5: 100% de arroz integral em substituição completa ao milho. O segundo experimento analisou a inclusão de pigmentantes naturais a dietas reformuladas, verificando seu efeito na coloração de gemas. Foram utilizados 10 tratamentos: T1: 100% de arroz integral em substituição completa ao milho; T2: T1+4% feno de alfafa; T3: T1+8% de feno de alfafa; T4: T1+12% de feno de alfafa; T5: T1+4% de colorífico de urucum; T6: T1+8% de colorífico de urucum; T7: T1+12% de colorífico de urucum; T8: T1+4% beterraba; T9: T1+8% de beterraba; T10: T1+12% de beterraba. No terceiro experimento foi estudado o uso de complexo enzimático *on top* nas dietas e seus efeitos no desempenho das aves e na qualidade de ovos. Os tratamentos foram: T1: dieta a base de milho e farelo de soja; T2: 25% de arroz integral; T3: 50% de arroz integral; T4: 75% de arroz integral; T5: 100% de arroz integral em substituição total do milho; T6: dieta a base de milho e farelo de soja com complexo enzimático (CE); T7: 25% de arroz integral + CE; T8: 50% de arroz integral + CE; T9: 75% de arroz integral + CE; T10: 100% de arroz integral em substituição total do milho + CE. Os resultados obtidos inicialmente indicaram a possibilidade do uso de arroz integral como ingrediente das dietas de codornas japonesas, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas para o desempenho entre os tratamentos utilizados comparados ao milho devendo-se, entretanto, suplementar as dietas com pigmentantes para corrigir a coloração das gemas. O feno de alfafa e o colorífico de urucum podem ser utilizados como pigmentantes naturais, uma vez que aumentam a cor das gemas dos ovos, o que não ocorre com a beterraba. O uso do CE nas dietas de codornas japonesas aumenta a produção de ovos e a massa de ovos, mantém constante o peso dos ovos em todos os níveis de inclusão do arroz.

Palavras-chave: análise sensorial; arroz; codornas; coloração de gemas; enzimas; ovos; pigmentantes.

ABSTRACT

CASTRO, Martha Lopes Schuch. **Enzymes and ingredients containing natural pigments in japanese quails diets with brown rice**. 2015. 181fls. Ph.D. Thesis - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The dehulled and unpolished whole rice is an energetic ingredient and may replace corn in diet formulations. However, its low content of carotene leads to colorless yolk and the amount of anti-nutritional factors may lead to negative digestive effects, including impaired digestion and absorption of nutrients, negatively affecting productive index. A study was conducted to evaluate the effect of dehulled and unpolished whole rice along with natural pigments (alfalfa hay, annatto and sugar beet) and enzymatic complex in the diets of laying quails on performance, egg production and egg quality. Three trials were carried out. First, the effect on egg sensory quality, productive performance and yolk pigmentation was evaluated. The treatments were: T1: diet based on corn and soybean meal; T2: 25% whole rice; T3: 50% whole rice; T4: 75% whole rice; and T5: 100% whole rice in total replacement of corn. Later on, the inclusion of natural pigments to diets and its effects on yolk color was evaluated. Ten treatments were tested: T1: 100% whole rice in full substitution of corn; T2: T1+4% alfalfa hay; T3: T1+8% alfalfa hay; T4: T1+12% alfalfa hay; T5: T1+4% annatto; T6: T1+8% annatto; T7: T1+12% annatto; T8: T1+4% sugar beet; T9: T1+8% sugar beet; and T10: T1+12% sugar beet. At last, the utilization of enzymatic complex in the diets and its effects on productive performance and egg quality was studied. The treatments were: T1: diet based on corn and soybean meal; T2: 25% whole rice; T3: 50% whole rice; T4: 75% whole rice; T5: 100% whole rice in full substitution of corn; T6: diet based on corn and soybean meal plus enzymatic complex (CE); T7: 25% whole rice + CE; T8: 50% whole rice + CE; T9: 75% whole rice + CE; and T10: 100% whole rice in full substitution of corn + CE. The results showed the real possibility of the utilization of whole rice as an ingredient in the diets of Japanese quails because no significant differences were observed among the treatments in comparison to diets with corn. However, supplementation of diets with pigments is needed in order to correct the yolk pigmentation. Yolk color was improved with the addition of alfalfa hay and annatto in the diets. Therefore, they might be used as natural pigments in the diets. Sugar beet, however, did not promote the same effect. The utilization of CE in the diets of Japanese quails increased egg production and egg mass, kept the egg weight constant in all levels of inclusion of whole rice.

Key-words: eggs; enzymes; pigments; quails; rice; sensory analysis; yolk color.

Lista de Figuras

Introdução Geral

Figura 1	Produção total de grãos no Brasil por cultura	17
Figura 2	Estrutura do grão de arroz descascado (cariopse)	20
Figura 3	Diagrama de distribuição de parâmetros de cor	26
Figura 4	Representação bidimensional do sólido de cores	27
Figura 5	Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)	31
Figura 6	Urucum (<i>Bixa orellana</i> L.)	33
Figura 7	Estrutura da bixina e da norbixina	35
Figura 8	Estrutura básica das betalaínas	36
Figura 9	Estrutura química da betanina	37
Figura 10	Beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.)	38
Artigo 1		
Figura 1	Cor de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral, obtida com uso de leque colorimétrico (DSM)	84
Artigo 2		
Figura 1	Despigmentação das gemas dos ovos de codornas japonesas decorrente da alimentação com dietas a base de arroz integral descascado e não-polido e farelo de soja ao longo de 14 dias	96
Figura 2	Parâmetros de cor em gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral adicionadas de feno de alfafa (<i>Medicago sativa</i>)	98
Figura 3	Parâmetros de cor em gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral adicionadas de colorífico de urucum (<i>Bixa orellana</i> L.)	99
Artigo 3		
Figura 1	Coloração das gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático	129

Figura 2	Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral descascado e não-polido com e sem adição de complexo enzimático	130
----------	--	-----

Lista de Tabelas

Introdução Geral

Tabela 1	Composição centesimal média (% da matéria seca) entre o arroz integral e o arroz polido	21
Tabela 2	Composição centesimal (%) do arroz integral e subprodutos do beneficiamento do grão (<i>Oryza sativa</i>)	22
Tabela 3	Enzimas utilizadas em dietas e seus efeitos	24
Tabela 4	Composição química média da polpa de beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.) em base seca	39

Projeto de Pesquisa

Tabela 1	Comparação dos constituintes e a composição química do ovo de codorna e de galinha	41
Tabela 2	Cronograma experimental 2014	51
Tabela 3	Cronograma experimental 2015	52
Tabela 4	Orçamento estimado	53

Experimento 1

Tabela 1	Composição nutricional das dietas experimentais	60
----------	---	----

Experimento 2

Tabela 1	Composição nutricional do feno de alfafa (<i>Medicago sativa</i>), colorífico de urucum (<i>Bixa orellana</i> L.) e beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.)	62
Tabela 2	Composição nutricional das dietas de codornas japonesas, em base de arroz integral descascado e não-polido, acrescido ou não de pigmentantes naturais	63

Experimento 3

Tabela 1	Composição das dietas experimentais a base de milho, arroz integral descascado e não-polido e farelo de soja, com ou sem complexo enzimático	65
----------	--	----

Artigo 1

Tabela 1	Composição nutricional das dietas experimentais	81
----------	---	----

Tabela 2	Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral	82
Tabela 3	Características de qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral	83
Tabela 4	Atributos sensoriais de ovos de codornas japonesas alimentadas com arroz integral	85
Tabela 5	Parâmetros de cor (CIELab) de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com arroz integral	86
Artigo 2		
Tabela 1	Composição nutricional do feno de alfafa (<i>Medicago sativa</i>), colorífico de urucum (<i>Bixa orellana</i> L.) e beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.)	96
Tabela 2	Composição nutricional das dietas de codornas japonesas em base de arroz integral descascado e não-polido, acrescido ou não de pigmentantes naturais	97
Tabela 3	Parâmetros de coloração de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com arroz integral na dieta adicionada de pigmentantes naturais	100
Tabela 4	Equações de regressão de coloração em gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral adicionadas de pigmentantes naturais	101
Artigo 3		
Tabela 1	Composição das dietas experimentais a base de milho, arroz integral descascado e não-polido e farelo de soja adicionadas ou não de complexo enzimático	127
Tabela 2	Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático	128
Tabela 3	Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático	131

SUMÁRIO

1 Introdução Geral	15
1.1 Criação de codornas e produção de ovos	15
2 Revisão Bibliográfica	20
2.1 Principais características do arroz.....	20
2.2 Enzimas em dietas experimentais	23
2.3 Cor como fator determinante de consumo	26
2.4 Uso de pigmentantes na produção de ovos	29
2.4.1 Carotenoides	30
2.4.1.1 Alimentos que são fonte de carotenoides	31
2.4.1.1.1 Alfafa	31
2.4.1.1.2 Urucum	33
2.4.2 Betalaínas	37
2.4.2.1 Alimentos que são fonte de betalaínas	38
2.4.2.1.1 Beterraba	38
3 Projeto de pesquisa	41
4 Relatório de Trabalho de Campo	56
4.1 Local e período experimental	57
4.2 Animais experimentais	57
4.3 Dietas experimentais	57
4.4 Programa de luz e temperatura ambiental	58
4.5 Práticas de manejo	58
4.6 Coleta de dados	59
4.6.1 Dados de desempenho	59
4.6.2 Dados de qualidade	59
4.6.3 Dados sensoriais	59
4.6.4 Dados colorimétricos	59
4.7 Análise estatística	60
4.8 Resultados	60
4.9 Experimentos Realizados	60
4.9.1 Experimento 1 - Arroz integral em dietas de codornas japonesas	60

4.9.2 Experimento 2 - Uso de pigmentantes naturais em dietas de codornas japonesas a base de arroz integral descascado e não-polido	62
4.9.3 Experimento 3 - Arroz integral em dietas de codornas japonesas	66
5 Artigo 1 – Arroz integral em dietas de codornas japonesas	69
6 Artigo 2 – Uso de pigmentantes naturais em dietas de codornas japonesas a base de arroz integral descascado e não-polido	89
7 Artigo 3 – Dietas a base de arroz integral descascado e não-polido e complexo enzimático	104
8 Conclusões.....	134
Referências Bibliográficas	135

1 Introdução Geral

1.1 Criação de codornas e produção de ovos

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 60, visando principalmente a produção e comercialização de ovos "in natura" da ave *Coturnix coturnix japonica*. Entre as diversas atividades do setor avícola, a coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro como excelente atividade produtiva, por requerer baixos custos com investimento inicial e mão-de-obra, utilizando pequenas áreas e proporcionando rápido retorno de capital (OLIVEIRA, 2001). Também passou a ocupar um cenário de empreendimento altamente tecnificado com resultados satisfatórios aos investidores, aliado ao fator precocidade e produtividade da ave, que inicia a postura entre 35 e 40 dias de idade e produz, em média, cerca de trezentos ovos por ciclo produtivo de 12 meses (PASTORE et al., 2012).

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos Fasianídeos (*Phasianidae*). Foram criadas primeiramente na China e Coreia e, em seguida no Japão, por pessoas que apreciavam seu canto. Contudo, em 1910 os japoneses iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas provindas da Europa e espécies selvagens, obtendo-se assim um tipo domesticado, denominado de *Coturnix coturnix japonica* (PASTORE et al., 2012).

O volume de ovos produzidos no Brasil em 2014 foi de 342,503 milhões de dúzias, sendo a região Sudeste a maior produtora nacional (283,343 milhões de dúzias), seguida pela região Sul (27,339 milhões de dúzias). Já o efetivo de codornas no Brasil em 2014 foi de 18.171.955 cabeças, sendo a maior concentração no estado de São Paulo (54,1%), enquanto o Rio Grande do Sul apresentou 2,5% do total (IBGE, 2014).

A codorna é uma excelente alternativa para a alimentação humana, pois apresenta alto conteúdo proteico e de aminoácidos e baixa quantidade de gordura corporal (CUNHA, 2009), além de poder ser utilizada tanto para a produção de ovos como para a produção de carne (NRC, 1994).

Nos últimos anos, a coturnicultura vem aumentando sua participação na avicultura brasileira e a cada dia aponta para um crescimento dentre os pequenos e médios produtores rurais, que encaram a atividade com responsabilidade, empreendedorismo e profissionalismo, principalmente pela precocidade das linhagens japonesas e alta produtividade em relação ao seu peso corporal (OLIVEIRA, 2004; BROGNONI et al, 2007).

O aumento do consumo de ovos de codorna está sendo acompanhado pelo aumento de alojamentos, de forma proporcional, sem os riscos de superoferta e estrangulamento dos preços recebidos pelos produtores (BERTECHINI, 2010). Esse fato é resultado de estudos na área de ambiência, nutrição, genética e sanidade, associados à aplicação de tecnologias nas granjas comerciais. Nos últimos anos as codornas ficaram mais pesadas, mais produtivas e com ovos maiores. Rostagno et al. (2011) ressaltam que, em virtude dessas mudanças, ainda não há uma padronização de linhagens comerciais, o que tem contribuído para a variação dos resultados de desempenho obtidos.

Dentre os fatores importantes para o sucesso da criação de codornas, a nutrição deve receber uma atenção especial, visto contribuir com o maior percentual dos custos da produção. As dietas de aves, de acordo com o NRC (1994), são compostas basicamente por uma mistura balanceada de vários ingredientes como cereais, farelo de soja, farinhas de resíduos da indústria animal, gorduras, vitaminas e minerais, que juntamente com a água, possibilitam saúde, pleno desenvolvimento e reprodução. Além destes ingredientes, as dietas podem incluir outros constituintes que não são classificados como nutrientes, como xantofilas, promotores de

crescimento, presentes em alguns ingredientes naturais e agentes antimicrobianos (NRC, 1994).

A alimentação afeta os custos de produção das codornas desde a base, a indústria do melhoramento genético, até o topo da cadeia produtiva, os abatedouros e frigoríficos. Ao considerar que as dietas de codornas contêm mais proteína do que as de frangos e poedeiras, o custo de alimentação das codornas por unidade de produto carne ou ovos é, supostamente, maior (SILVA et al, 2006).

Assim sendo, seguindo a tendência mundial em questão de nutrição avícola e visando reduzir os custos da produção, alimentos alternativos vêm sendo testados quanto aos seus efeitos no desenvolvimento e desempenho produtivo dos animais. Normalmente, estes novos produtos acrescentados às dietas são de distribuição regional, o que favorece seu uso local quanto à disponibilidade e custo de aquisição.

A composição das dietas de aves é baseada em grãos de cereais, acrescidos de fonte lipídica, vitaminas e minerais. Os cereais utilizados em maior proporção nas dietas são o milho (fonte energética) e o farelo de soja (fonte proteica). Duas *comodities*, que, além de serem utilizadas na alimentação humana, nas últimas décadas, vêm sendo direcionadas à produção de fontes energéticas ecologicamente sustentáveis, como etanol e biodiesel. Isso faz com que seus preços flutuem de encontro à economia da produção avícola e direcione as pesquisas na busca de melhores fontes alternativas de energia e/ou proteína na dieta de aves (CONAB, 2015a).

A cultura do milho (*Zea mays*), apesar de sua grande importância na cadeia produtiva de vários setores do cenário agropecuário, seja na alimentação animal e humana, seja na produção de biocombustíveis, é uma *commodity* que possui uma alta volatilidade e alto risco de preço (CONAB, 2015a). Uma das razões para esta característica é o fato deste cereal ser o grão mais produzido no mundo e também o mais consumido. Cerca de 66,5% desta produção se concentra em três países: Estados Unidos, China e Brasil (CONAB, 2015a).

A produção mundial de cereais em 2014 mostrava um aumento de 65 milhões nas estimativas iniciais da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), sendo o milho um dos grãos responsáveis por este aumento na colheita (FAO, 2014). Os Estados Unidos da América continua sendo o maior produtor de milho em nível mundial, produzindo 32% do total. Deste montante, ao redor de 8% é utilizado no próprio país, diretamente na alimentação humana ou indiretamente

como coprodutos; por outro lado, tem sido utilizado de modo significativo para a produção de etanol (US.EPA, 2013).

A soja (*Glycine max*), segundo cereal mais cultivado nos Estados Unidos, é usada também na fabricação de uma variedade de produtos e, atualmente, parte é destinada à produção de óleo combustível (US.EPA, 2013). De outra forma, próximo a 30 milhões de toneladas de farelo de soja são utilizados na alimentação animal por ano nesse país (US.EPA, 2013).

Com relação ao arroz (*Oryza sativa*), outro cereal de grande importância econômica e nutricional, espera-se uma queda nos índices produtivos mundiais, algo em torno de 0,4%, devido a fatores climáticos, na safra 2014/2015 (FAO, 2014). Isto devido, principalmente, a índices produtivos negativos na Índia, Paquistão, Sri Lanka e África (USDA, 2014).

No Brasil, por outro lado, a expectativa é de que a produção de arroz seja 4% maior do que na safra passada, sendo que, na Região Sul, o Rio Grande do Sul deva aumentar em 4,7% sua produtividade, o que recuperará os decréscimos nas demais regiões do Brasil. O acréscimo é devido à disponibilidade de água nos mananciais para irrigação aliado ao preço do produto no mercado cobrindo o custo de produção (CONAB, 2013). A figura 1 ilustra a distribuição da produção de diversos produtos agrícolas no Brasil em 2014.

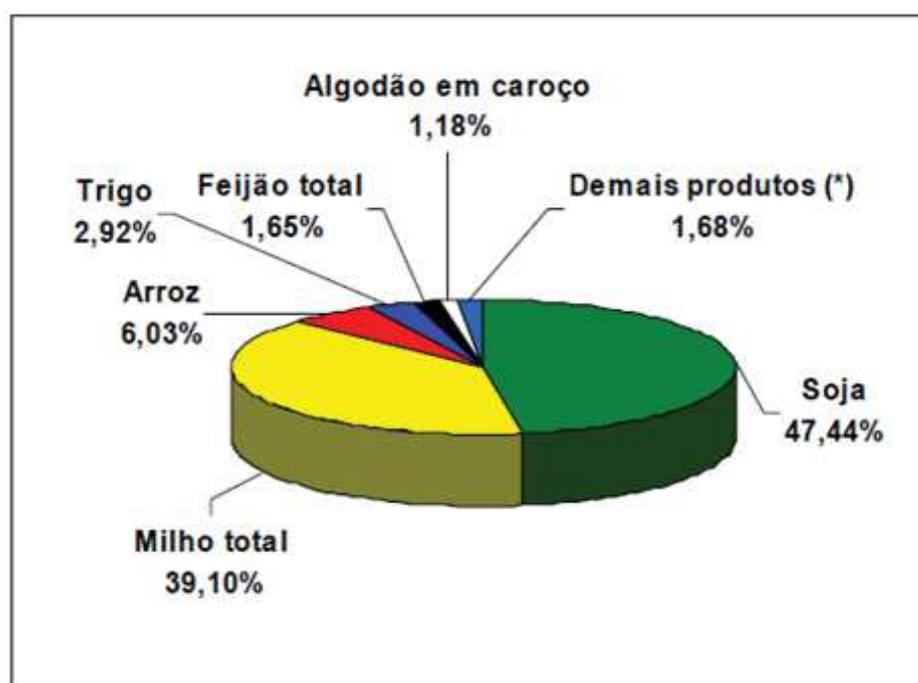


Figura 1 – Produção total de grãos no Brasil por cultura.
Fonte: CONAB (2015b).

O grande impulsionador do crescimento do arroz no Brasil foi o Estado do RS, que aumentou em 88,97% sua produção entre as safras 1990/91 e 2012/13. Atualmente, o RS sozinho é responsável por volta de dois terços de toda a produção do grão no Brasil (CONAB, 2014).

O arroz é uma gramínea anual adaptada a solos alagados e que se desenvolve bem, mesmo com pouca disponibilidade de água (GUIMARÃES et al., 2002). Excelente fonte de energia, devido a alta concentração de amido no grão, fornece também proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de lipídios (WALTER et al., 2008). Apresenta pouca concentração de provitamina A, uma vez que o endosperma é livre de carotenóides, mesmo que alguns traços destes elementos possam estar presentes no farelo (FREI; BECKER, 2005).

Os polissacarídeos não digeridos pelas enzimas no trato gastrointestinal, como celulose, hemiceluloses, frações amido resistente e pectinas, fazem parte da fração fibra alimentar, que pode ser dividida em solúvel e insolúvel e não é digerida, tornando-se disponível para fermentação pela microflora no intestino grosso. Além disso, a fibra prejudica a absorção de minerais devido a sua capacidade de ligação e/ou sequestro destes.

A partir do exposto anteriormente, buscou-se avaliar os efeitos no desempenho, produção e qualidade de ovos de codorna, a partir da substituição do milho pelo arroz integral descascado e não-polido, associado ao uso de ingredientes com pigmentos naturais (feno de alfafa, colorífico de urucum e beterraba) e complexo enzimático na dieta de codornas de postura.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Principais características do arroz

A Ásia é apontada como o local de origem do arroz, a partir de duas formas silvestres precursoras: *Oryza rufipogon* (Ásia), originando a *Oryza sativa* e a *Oryza barthii*, ou *Oryza breviligulata* (África Ocidental). O gênero *Oryza* engloba cerca de 23 espécies, dispersas em regiões tropicais da Ásia, África e Américas, sendo a espécie *Oryza sativa* considerada polifilética, resultante do cruzamento de formas espontâneas variadas (EMBRAPA, 2006). O Brasil é apontado como o primeiro país a cultivar o cereal no continente americano, que era chamado "milho d'água" (*abati-uaupé*) entre os Tupis, visto que se encontrava em alagadiços da região litorânea. É considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional e apresenta grande adaptabilidade a solo e clima (EMBRAPA, 2006).

O arroz é uma gramínea anual adaptada a solos alagados e que se desenvolve bem, mesmo com pouca disponibilidade de água (GUIMARÃES et al., 2002). Excelente fonte de energia, devido a alta concentração de amido no grão, fornece também proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de lipídios (WALTER et al., 2008).

O grão de arroz é formado por camada externa, casca e cariopse, conforme demonstrado na figura 2. A casca (20% do peso bruto do grão) possui minerais e celulose. A cariopse apresenta diferentes camadas, como o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona que constitui o farelo, mais externamente (5-8% do grão), segundo Walter et al. (2008). O endosperma forma a maior parte do grão integral (89-94%), contém proteína, lipídios, fibra, vitaminas e minerais. Em maior quantidade, encontram-se minerais (fósforo, potássio e magnésio) e vitaminas (alfa-

tocoferol, tiamina, riboflavina e niacina). Em seu processo de beneficiamento, primeiramente é retirada a casca, deixando à mostra um grão de coloração parda, conhecido como arroz integral (PEREZ et al., 1987). A proteína do arroz é de alta qualidade, se comparada a de outros grãos, devido à sua composição em aminoácidos (principalmente lisina) e digestibilidade (PEREZ et al., 1987). Em sua composição lipídica apresenta ácidos graxos insaturados, tendo em maiores quantidades os ácidos oleico (monoinsaturado) em concentração de 0,95% no grão, e linoleico (polinsaturado), encontrado em 0,69 % (KRABBE et al., 2012). O conteúdo de amilose do arroz se encontra ao redor de 24,6 a 28,8%, sendo este carboidrato, constituído por unidades de glicose unidas em formato linear, resistente em parte à digestão (PEREZ et al., 1987).

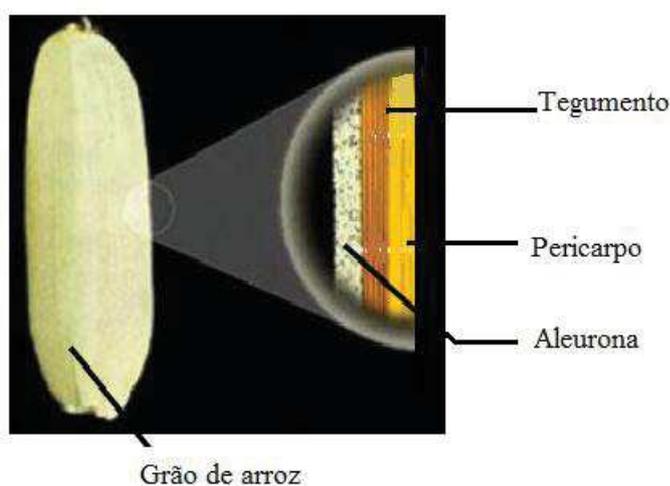


Figura 2: Estrutura do grão de arroz descascado (cariopse).
Fonte: Adaptado de CIAT (2005).

O arroz apresenta pouca concentração de provitamina A, uma vez que o endosperma é livre de carotenoides, mesmo que alguns traços destes elementos possam estar presentes no farelo (FREI; BECKER, 2005). O amido do arroz é normalmente digerido de modo rápido comparado a outros alimentos amiláceos, como batata doce ou mandioca. Isto devido aos seus altos teores em amilopectina, que apresenta cadeias ramificadas, onde há maior possibilidade de hidrólise e ação de enzimas digestivas (FREI; BECKER, 2004).

Seus nutrientes não estão uniformemente distribuídos nas diferentes frações do grão. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas,

lipídios, fibra, minerais e vitaminas, enquanto o centro é rico em amido (WALTER et al, 2008). Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, originando as diferenças na composição entre arroz integral e polido (WALTER et al, 2008), determinando que o grão do arroz integral apresente melhor qualidade nutricional que o arroz polido, principalmente quanto aos teores de fibras, tiamina, niacina, ferro e zinco (EMBRAPA, 2006). A tabela 1 mostra a comparação, quanto à composição nutricional, entre o arroz integral e o arroz polido.

Tabela 1 - Composição centesimal média (%) da matéria seca entre o arroz integral e o arroz polido.

Constituinte	Arroz integral	Arroz branco polido
Proteínas (Nx5,95)	10,46	8,94
Lipídios	2,52	0,36
Cinzas	1,15	0,30
Fibra total	11,76	2,87
Fibra insolúvel	8,93	1,05
Fibra solúvel	2,82	1,82

Fonte: Adaptado de Storck (2004).

O arroz apresenta pequena quantidade de açúcares livres, localizados principalmente nas camadas externas do grão, sendo sua concentração afetada pela variedade. Os polissacarídeos não digeridos pelas enzimas no trato gastrintestinal, como celulose, hemiceluloses, frações amido resistente e pectinas, fazem parte da fração fibra alimentar, que pode ser dividida em solúvel e insolúvel e não é digerida, tornando-se disponível para fermentação pela microflora no intestino grosso (TIAN et al., 2004; ZHOU et al., 2004). Além disso, a fibra prejudica a absorção de minerais devido a sua capacidade de ligação e/ou sequestro destes. Compostos fenólicos, principalmente, os ácidos ferúlico e cumárico, estão localizados, principalmente, no pericarpo (TIAN et al., 2004; ZHOU et al., 2004).

Além destes, o ácido fítico (mioinositol hexafosfato, IP6) é uma forma de armazenamento de fósforo, presente em aproximadamente 70% nas sementes. Seu teor é maior nas camadas externas do grão, estando associado principalmente à camada de aleurona, contribuindo para a menor absorção de vários minerais importantes, como cálcio, ferro e zinco (HURRELL et al., 2003).

Alguns estudos têm sido conduzidos a fim de analisar o uso de subprodutos do arroz, como o grão quebrado (quirera) ou os farelos, integral e desengordurado,

na dieta de aves. Todos esses produtos são resultantes de etapas do beneficiamento do cereal.

O grão quebrado, originado do processo de peneiramento dos grãos, após a retirada da casca (DAGHIR, 2008; HASHEMINYA; DEGHANNYA, 2013); o farelo de arroz integral, oriundo do processo de polimento dos grãos de arroz (SOUZA, 2005), pó fino, com partes de pericarpo, tegumento, aleurona, germe, endosperma amídico e grande percentual de óleos insaturados (SAMLÍ et al., 2006), e o farelo de arroz desengordurado resultante da extração do óleo existente no farelo de arroz integral (cerca de 82% de seu peso), que deve conter, no máximo, 2% de gordura bruta, 12% de fibra bruta e, no mínimo, 16% de proteína bruta (SOUZA, 2005).

Cerca de 25 % do arroz quebrado e 80 % dos farelos de arroz são utilizados na alimentação das aves (RASOOL; ATHAR, 2006). Uma comparação entre as composições do arroz integral e os subprodutos de seu beneficiamento está demonstrada na tabela 2.

Tabela 2 – Composição centesimal (%) do arroz integral e subprodutos do beneficiamento do grão (*Oryza sativa*).

Nutrientes	Constituintes					Autores
	PB	FB	CZ	Lipídios	EM (kg/kg)	
AI*	9,60	1,76	1,15	2,52	3600	Han et al. (1976); Krabbe et al. (2012); Samli et al. (2006); Storck (2004).
Quirera	8,47	0,42	0,43	1,14	3406	Krabbe et al. (2012); Lima et al. (2000); Rostagno et al. (2011).
FAI**	13,24	7,88	9,20	17,00	2521	Krabbe et al. (2012); (Rostagno et al. (2011)
FAD***	15,50	9,82	10,43	0,96	1808	Lima et al. (2000); Rostagno et al. (2011)

AI*: Arroz integral descascado e não-polido; FA**I: Farelo de arroz integral; FAD***: Farelo de arroz desengordurado.

Devido ao alto teor de carboidratos e ausência de carotenoides no arroz integral, alguns aditivos nutricionais poderiam ser testados, na tentativa de corrigir distorções quanto a estes aspectos, como as enzimas e os pigmentantes.

2.2 Enzimas em dietas experimentais

As dietas de aves são constituídas basicamente por milho e farelo de soja, que apresentam boa digestibilidade. Mesmo assim, um dos grandes questionamentos na nutrição animal reside no fato de saber com precisão quanto de uma dieta será aproveitada de forma eficiente (SANTOS, 2009). Isto devido, muitas

vezes, à presença de fatores antinutricionais, que dificultam ou impedem a absorção dos nutrientes da dieta de aves em até 15-25%, diminuindo a eficiência na produção de carne ou ovos (BARLETA, 2010). Em muitos casos, este comprometimento na absorção é consequência da presença de polissacarídeos não-amiláceos (PNA), que estão associados ao aumento da viscosidade no trato gastrointestinal, acarretando em alterações na velocidade do trânsito intestinal, modificações na estrutura da mucosa e variação na taxa de absorção de nutrientes (TAVERNARI et al., 2008). Problemas quanto à digestibilidade da dieta geram aumento dos custos de produção e ambientais e, na tentativa de reduzir este comprometimento, substâncias são adicionadas às formulações, dentre elas, enzimas (SCHWARZ, 2002; BARLETA, 2010).

As enzimas são proteínas de estrutura quaternária que catalisam a interconversão de inúmeras estruturas moleculares, com ações que abrangem desde a fixação de nitrogênio até a biossíntese de metabólitos que estão associados a diversas situações fisiológicas (HANNAS; PUPA, 2007; OLIVEIRA; MANTOVANI, 2009). Estas são aceleradores de reações bioquímicas que apresentam enorme especificidade (OLIVEIRA; MANTOVANI, 2009).

Industrialmente, um grande número de enzimas, chamadas exógenas, tem sido produzido, fazendo-se uso de bactérias e fungos, através de processos de fermentação (EUROPEAN COMMISSION, 2002; COSTA et al., 2007).

As enzimas exógenas são excelentes alternativas quando se pensa na redução de custos ou proporcionar maior desempenho na produção avícola, com relação à carne ou ovos, já que promovem melhora significativa na digestibilidade dos alimentos. Especialmente, quanto são utilizadas fontes alternativas de energia, como centeio, trigo, cevada e aveia, seu uso promove a melhora no ambiente dos animais ao apresentarem fezes mais secas e sem resíduo de alimento (MURAKAMI et al., 2007; HANNAS; PUPA, 2007), maximização no aproveitamento de ingredientes energéticos e protéicos das dietas (ARAÚJO et al., 2008) e diminuição do potencial poluente das excretas (COWIESON et al., 2006; BARLETA, 2010).

Como apresentam especificidade pelo seu substrato, estas estruturas proteicas podem ser classificadas conforme sua ação. As carboidrases convertem polissacarídeos e oligossacarídeos em açúcares simples; as proteases agem sobre a digestão de proteína vegetal e proteínáceos anti-nutricionais; e as fitases promovem a quebra da estrutura do fitato (BARLETA, 2010). A tabela 3 apresenta

algumas enzimas exógenas utilizadas em nutrição animal, assim como a natureza química dos substratos em que atuam e o efeito de sua ação.

O uso de enzimas exógenas na alimentação animal acarreta benefícios à produção com o aumento do desempenho e a redução de custos; redução do volume de excretas geradas e, conseqüentemente, diminuição da liberação de fósforo e nitrogênio no ambiente; aumento na qualidade da dieta, melhorando o crescimento das aves e a produção de ovos, e auxílio na manutenção da saúde intestinal (BARLETA, 2010).

Mesmo quando formulações a base de milho e farelo de soja são utilizadas, percebe-se que um número variado de enzimas, principalmente carboidrases, deveria ser adicionado à dieta, a fim de aumentar a eficiência de aproveitamento de nutrientes (COWIESON, 2010; SLOMINSKI, 2011). Por isso, uma associação de várias enzimas, com ações em diversos substratos, pode promover a despolimerização necessária e promover um conseqüente aumento no ganho de peso, com melhora na conversão alimentar e na digestibilidade da dieta (COWIESON et al., 2006; SELLE; RAVINDRAN, 2007; SLOMINSKI, 2011). Essa associação enzimática é comumente chamada de complexo, ou *cocktail*, e pode apresentar diversas combinações: xilanase e beta-glucanase; xilanase, amilase e protease; celulase, pectinase, xilanase, glucanase, mananase e galactanase, e assim por diante (COWIESON et al., 2006; SELLE; RAVINDRAN, 2007; SLOMINSKI, 2011).

Tabela 3 - Enzimas utilizadas em dietas e seus efeitos.

Enzima	Substrato	Efeito
Xilanase	Arabinoxilanos	Redução da viscosidade da digesta
Glucanase	Beta-glucanos	Redução da viscosidade da digesta Diminuição na umidade da cama
Pectinase	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta
Celulase	Celulose	Aproveitamento de nutrientes
Galactosidase	Galactosídios	Remoção de galactosídios
Fitase	Fitato	Melhor utilização do fósforo e outros nutrientes
Protease	Proteínas	Degradação mais eficiente da proteína
Amilase	Amido	Degradação mais eficiente do amido

Fonte\; Adaptado de Cleophas (1995).

O complexo, ou *cocktail*, enzimático age reduzindo a viscosidade da digesta, melhorando a digestão e absorção de nutrientes, diminuindo consumo de ração e melhorando o ganho de peso. Também, beneficia a flora gastrointestinal, reduzindo o teor de amônia das fezes e a produção de dejetos, o que inclui a redução de N e P

nas excretas e, conseqüente, redução do impacto ambiental. Através destas combinações enzimáticas nas dietas pode alterar-se formulações de forma a minimizar custos ou maximizar o desempenho, possibilitando o uso de ingredientes alternativos regionais em substituição ao milho e ao farelo de soja (JUNQUEIRA et al., 2013). Os complexos enzimáticos representam a possibilidade de digerir nutrientes, que, em verdade, são estruturas, contendo cadeias de proteínas, gorduras, fibras e outros carboidratos (RAVINDRAN, 2012). Isto, aliado ao melhoramento genético, às condições sanitárias e de bem-estar no alojamento e à adequada formulação das dietas, garante o sucesso da produção avícola.

2.3 Cor como fator determinante de consumo

A cor é um atributo qualitativo, de interpretação subjetiva e, por isso, é percebida de forma diferente pelo observador. Sendo assim, sua análise é difícil e estabelecer critérios para sua medida deve ser primordial. A cor pode ser verificada através do modelo matemático Lab, desenvolvido a partir do Sistema CIE (*Comission Internationale D'Claraige*), que busca padronizar o observador e as fontes de luz (ANP, 2014). Esta padronização define um campo visual padrão a fim de que a radiação emitida/refletida pelo objeto em estudo incida de maneira adequada em duas áreas distintas da retina: a parte central, onde estão localizados os cones responsáveis pela visão em cores; e outra parte, onde estão os bastonetes responsáveis pela visão em preto e branco. Isto determina a distância e o ângulo de visão do observador (ANP, 2014).

De acordo com Konica Minolta (2003) chama-se cor à união de três atributos: matiz (*hue*), tendo como base o amarelo, o vermelho, o azul e o verde, ou, ainda, suas misturas; luminosidade (*lightness*), variando do claro ao escuro; e saturação ou croma (*saturation*), do vívido ao desbotado. Em uma perspectiva ótica, ainda segundo Konica Minolta (2003), pode-se localizar estas três características da cor como demonstrado na figura 3, onde, matiz (H) localiza-se do lado externo do eixo central; luminosidade (L), distribui-se verticalmente, variando de branco (100) a preto (zero), e croma (C) estende-se pelo eixo horizontal a partir do centro (valor zero) para a superfície (valor 60).

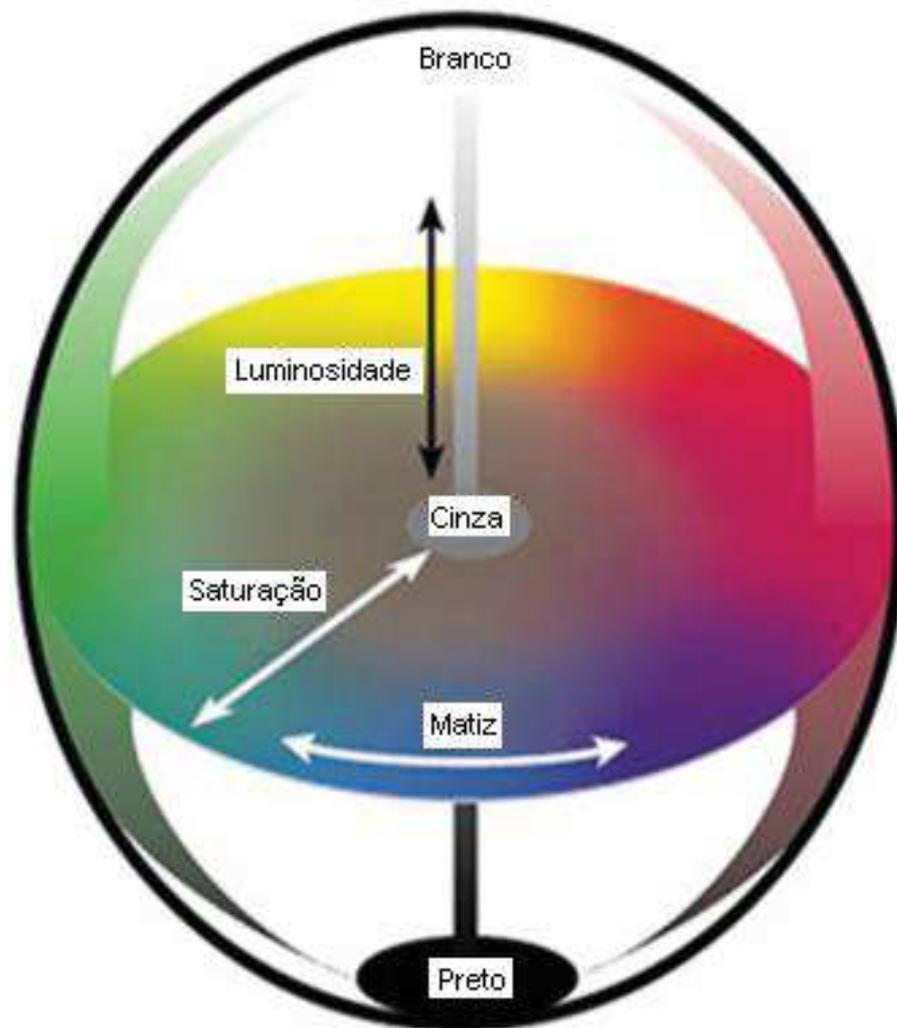


Figura 3: Diagrama de distribuição de parâmetros de cor.
Fonte: Adaptado de Quimanil (2014).

O modelo matemático colorimétrico CIELab possui três coordenadas cartesianas, uma denominada “L”, outra “a” e outra “b”. No espaço Lab, a coordenada do “L” determina e quantifica a luminosidade, partindo do centro do diagrama, escuro, até a superfície, claro; a coordenada “a” quantifica a variação das cores do verde (- 60) para o vermelho (+ 60), e a coordenada “b” a variação de azul (- 60) para amarelo (+ 60) (TIANO, 2009). Os parâmetros a^* e b^* são dois eixos distribuídos sobre H, ao longo da superfície, com valores angulares H° a partir de zero na posição de $+a^*$ (KONICA MINOLTA, 2003). Na figura 4 identificam-se estas regiões.

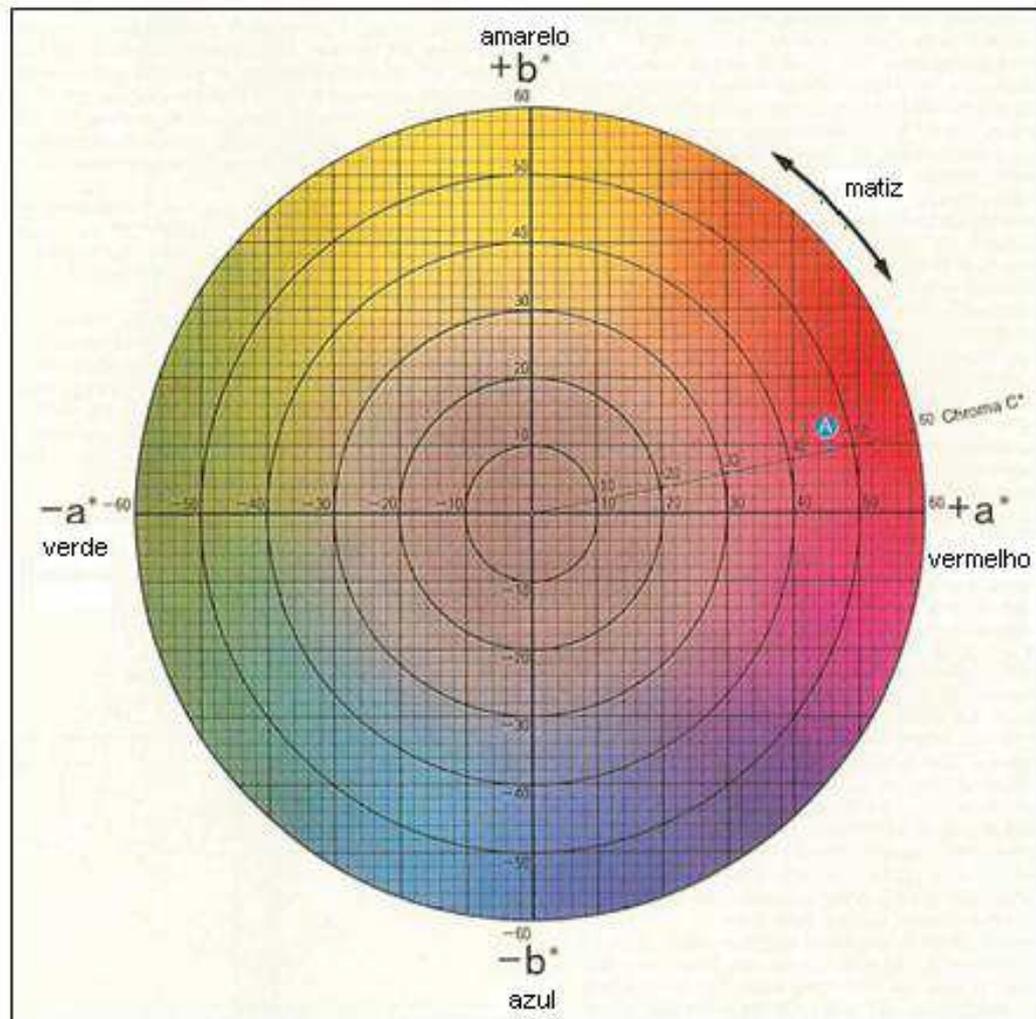


Figura 4: Representação bidimensional do sólido de cores.
 Fonte: Adaptado de Konica Minolta (2003).

A quantificação da cor é uma ferramenta capaz de sinalizar possíveis descompassos entre o produto gerado e sua capacidade de comercialização, uma vez que a aceitação do produto alimentício pelo consumidor está relacionada diretamente com sua apresentação. Quando há percepção de mudança, ocorre rejeição imediata pelo consumidor. Por isso, é esperado que ao adicionar pigmentantes ao alimento seja restabelecida a sua cor característica, que pode ter sido alterada durante o processo de fabricação ou beneficiamento (CHAITANYA LAKSHMI, 2014).

Esta característica sensorial, embora subjetiva, é fundamental na indução da sensação global resultante de outras características como o aroma, o sabor e a

textura dos alimentos. Desta forma, a aparência do alimento pode exercer efeito estimulante ou inibidor do apetite (DELGADO-VARGAS et al., 2000).

Em busca da manutenção da cor dentro de padrões desejados, a adição de corantes artificiais tornou-se prática usual, uma vez que apresenta estabilidade quando submetida a condições ambientais (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Pesquisas, no entanto, vêm demonstrando graus variados de toxicidade entre os corantes artificiais, determinando a restrição ou mesmo proibição do uso em diversos países (SILVA, 2007).

Os principais corantes naturais de aplicação na indústria de alimentos são os carotenoides, as antocianinas, a clorofila, a riboflavina, as betalainas e os caramelos (OLIVEIRA, 2005). Diferentemente dos corantes sintéticos, alguns corantes naturais são oxidados facilmente, como os carotenoides, que são extremamente reativos e instáveis por apresentarem cadeia química com duplas ligações conjugadas (QING et al., 2002). Fatores como luz, calor e oxigênio potencializam processos de degradação (NAJAR et al., 1988), o que faz com que seja necessária a adição de antioxidantes ou agentes quelantes à formulação (HERBACH et al., 2006).

Quanto à adoção de corantes e outros aditivos, a legislação brasileira está respaldada nas recomendações do Comitê FAO/OMS *Joint Expert on Food Additives* (JECFA). Para os corantes naturais, essa avaliação deve ser considerada em três grupos (FAO, 1995): a) corante isolado, quimicamente inalterado, de um alimento e usado no produto em níveis normalmente nele encontrados, não sendo necessários dados toxicológicos; b) corante isolado quimicamente de um alimento e usado no produto em níveis superiores aos normalmente nele encontrado, devendo ser avaliado como se fosse artificial; c) corante isolado de um alimento, porém quimicamente modificado durante a sua obtenção ou extraído de outra fonte não alimentar, necessitando ser avaliado toxicologicamente, como se fosse corante artificial.

2.4 Uso de pigmentantes na produção de ovos

Pigmentantes (corantes) são compostos químicos que absorvem a luz dentro de um comprimento de onda possível de ser detectada pelo observador. Segundo FNB (1971) apud Delgado-Vargas et al. (2000), existem vários fatores que levam a utilizar pigmentantes na produção de ovos, dentre os quais pode-se destacar:

restabelecer a aparência original (desejada) do alimento, após processamento e estocagem; uniformizar a cor dos alimentos modificada por mudanças sazonais; intensificar a cor que normalmente é buscada pelo mercado consumidor; proteger o sabor e as vitaminas suscetíveis à luz; tornar a aparência do alimento atrativa, melhorando a aceitação; preservar a identidade ou característica pelas quais o alimento é reconhecido; e adicionar qualidade ao alimento. Além de serem classificados quanto à sua natureza, os pigmentantes podem ser agrupados conforme sua estrutura química em cromóforos (carotenoides e betalaínas), com sistemas conjugados (carotenoides, antocianinas, betalaínas) e metaloporfirinas (mioglobina, clorofila e outros derivados).

2.4.1 Carotenoides

Os carotenoides são responsáveis pela coloração vermelha, alaranjada e amarela de frutas, vegetais, fungos, flores, além de pássaros, insetos, crustáceos e trutas (GORDON et al., 1982, CHAUDHRY, 2003). Mais de 700 já foram identificados e estão amplamente distribuídos no reino vegetal e animal. Podem conter somente carbono e hidrogênio, como os carotenos e o licopeno, ou ainda oxigênio, como as xantofilas, a zeaxantina e a luteína do milho (CHAUDHRY, 2003). São lipídios e, como tal, são solúveis em outros lipídios ou em solventes não-polares (BRITTON, 1995).

Todos os carotenoides podem ser considerados como derivados do licopeno (C₄₀H₅₆), a partir de reações que envolvem hidrogenação, desidrogenação, ciclização, inserção de oxigênio, migração de ligação dupla, migração de grupo metil, alongamento ou encurtamento da cadeia. Apenas microorganismos e vegetais são capazes de sintetizar carotenoides pela via “de novo”. Por isso, os carotenoides são adquiridos pelos animais vindos dessas duas fontes, quando, então, podem ser modificados durante o metabolismo e armazenados nos tecidos (RODRIGUES-AMAYA, 2001; VACHALI et al., 2012).

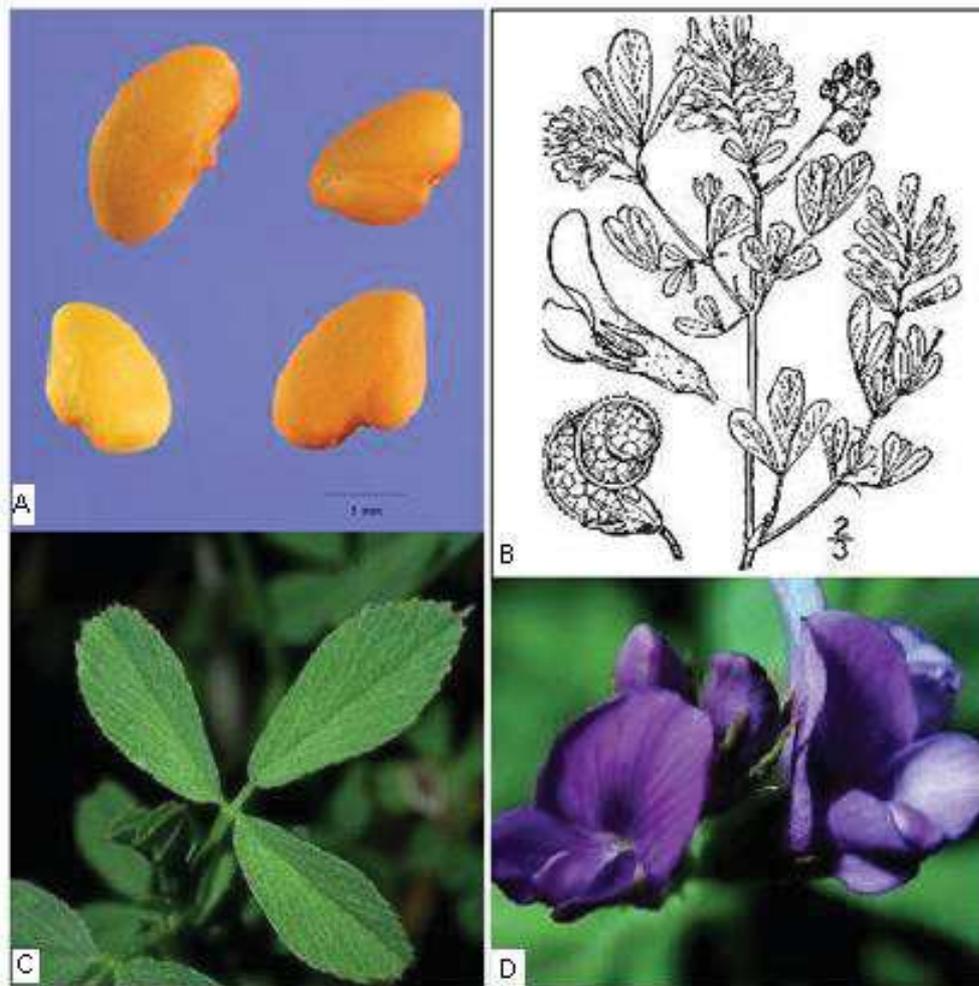
No organismo humano, os carotenoides fazem parte de membranas celulares, podendo estar envolvidos na manutenção de processos dentro da célula e entre as células, com benefícios à manutenção da saúde, apresentando atividade de próvitamina A e ação antioxidante, além de terem sido relatados efeitos no sistema de resposta imune (BRITTON, 1995).

2.4.1.1 Alimentos que são fonte de carotenoides

Ingredientes vegetais que apresentam carotenóides em sua estrutura são utilizados na composição da dieta de aves. Na maioria das vezes, porém, são introduzidos na formulação como substitutos de milho ou farelo de soja, em busca da redução de custos da dieta. Porém, mais do que isto, segundo Fontana et al. (2000) estes vegetais podem ser fonte de pigmentantes naturais e, por isso, é necessário que sejam conhecidos e utilizados, avaliando-se sua ação neste sentido. Alguns desses ingredientes, potencialmente pigmentantes, e fonte de carotenóides são a alfafa (*Medicago sativa*) e o urucum (*Bixa orellana* L).

2.4.1.1.1 Alfafa

A alfafa (*Medicago sativa*) é uma leguminosa perene, pertencente à família *Leguminosae*, subfamília *Papilionoideae*, originária da Ásia Menor e do Sul do Cáucaso, que apresenta grande variedade de ecotipos (Figura 5). Foi a primeira espécie forrageira a ser domesticada (FERRAGINE, 2003; EMBRAPA, 2007). Sua característica de adaptação a diferentes tipos de clima e solo fez com que se tornasse conhecida e cultivada em quase todas as regiões agrícolas do mundo. Provavelmente, teve sua difusão mundial facilitada pelo tráfego marítimo. No início da era cristã a alfafa já estava distribuída em grande parte do mundo (FERRAGINE, 2003; EMBRAPA, 2007).



A - sementes; B- desenho esquemático da planta; C – folhas; D - flores
 Figura 5 – Alfafa (*Medicago sativa*).
 Fonte: Adaptado de USDA (2015).

No Brasil, os primeiros registros de cultivo de alfafa surgiram em torno de 1850 por imigrantes vindos da Europa ou da Argentina e Uruguai (FERRAGINE, 2003). As áreas tradicionalmente produtoras de alfafa localizam-se no Rio Grande do Sul, responsável por cerca de 80% da produção brasileira, e Paraná. Mas, ainda são encontradas áreas produtoras em Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais (FERRAGINE, 2003).

Mundialmente, a cultura da alfafa é mais frequente nas regiões de clima temperado, onde cobre área estimada em mais de 32 milhões de ha, distribuída da seguinte maneira: no hemisfério Norte (nos Estados Unidos), com 10.500.000 ha, sendo a maior produção mundial, seguido pela ex-União Soviética, com 3.300.000 ha, pelo Canadá, com 2.500.000 ha, e pela Itália, com 1.300.000 há (EMBRAPA,

2007). O maior produtor do hemisfério Sul e o segundo em nível mundial é a Argentina, com 7.500.000 ha, seguida pela África do Sul, com 300.000 ha, e pelo Peru, com 120.000 ha (EMBRAPA, 2007).

A alfafa apresenta a capacidade de fixar nitrogênio através da simbiose com bactérias pertencentes ao gênero *Rhizobium*. Devido ao seu potencial de produção de forragem e à sua adaptação a diversas condições ambientais, transformou-se em uma das espécies de maior importância mundial (EMBRAPA, 2007). Dentre suas características agrônômicas, pode-se destacar o alto teor de proteína bruta (22 a 25%), cálcio (1,6%), fósforo (0,26%) e nitrogênio digestível total (60%), além de alta digestibilidade e elevado consumo pelos animais. É utilizada tanto para pastejo quanto nas mais diversas formas em que sua forragem possa ser colhida e conservada. Os métodos mais utilizados são a pré-secagem, a fenação e a ensilagem (EMBRAPA, 2007). No Brasil, a alfafa é utilizada quase que exclusivamente para fenação (STROSCHEIN, 2011).

2.4.1.1.2 Urucum

O urucuzeiro é uma angiosperma, pertencente à família *Bixaceae* e ao gênero *Bixa*, e de acordo com Franco (2003) as principais espécies são *Bixa orellana* L. (mais cultivada), *Bixa arborea*, *Bixa americana*, *Bixa urucurana*, *Bixa purpurea*, *Bixa upatensis*, *Bixa tinetoria* e *Bixa oviedi*. É uma árvore pequena, geralmente, com altura inferior a 6 m. A planta apresenta copa ampla, abundantemente ramificada. O tronco geralmente é reto, com casca lisa, íntegra e coloração cinza-claro. As folhas são simples, alternadas, ricas em glândulas coloridas não visíveis a olho nu. As flores são grandes, ornamentais, hermafroditas, de coloração rósea e branca, de 3 a 5 cm de diâmetro (NEVES, 2007). Os frutos são cápsulas ovoides (em cachopas) achatadas, ovaladas, hemisféricas, elipsoides ou cônicas, com numerosas sementes, rodeadas de polpa mole e vermelha, reunidas em cachos com até 17 unidades. As cápsulas abrem-se em duas partes iguais e sua cor varia desde castanho-escuro ou avermelhada até verde ou amarelo-pálido (Figura 6). São cobertas por espinhos flexíveis e contêm de 30 a 50 sementes onde se concentra o pigmento (NEVES, 2007).



A – Sementes cidualizadas no interior do fruto; B – urucuzeiro; C – flores e frutos;
D - cachopa com frutos imaturos.

Figura 6 – Urucum (*Bixa orellana* L.)

Fonte: Adaptado de Brunken et al. (2008); *World Agroforestry Centre* (2015).

Popularmente, esta planta é conhecida como urucum, açafroa, açafroeira-da-terra, achiote e annatto. O seu produto é a semente, que apresenta cobertura rica em bixina, um corante do grupo dos carotenoides, de grande interesse nos mercados nacional e internacional, amarelo-alaranjado e obtido do pericarpo seco da semente madura (FRANCIS, 1996; BAUTISTA et al., 2004; MAJOLO et al., 2013).

Historicamente, o urucum tem sido usado com vários objetivos. Os indígenas usavam o pigmento em cerâmicas, para pintar o corpo e também como repelente contra insetos, aplicando-o produto na pele. No Brasil, o urucum é mais utilizado como ingrediente em diversos produtos alimentícios nas formas hidrossolúvel e lipossolúvel. O extrato lipossolúvel do urucum foi um dos primeiros corantes a ser

usado em margarina e manteiga (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001; GIRIDHAR et al., 2014). O corante hidrossolúvel tem sido, por sua vez, tradicionalmente empregado em queijos, como o queijo prato. Apresenta aplicação também em produtos cárneos como salsichas, peixes defumados e, quando na forma em pó, em bebidas instantâneas e misturas secas (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001; GIRIDHAR et al., 2014).

Do urucum são fabricados os corantes naturais mais difundidos na indústria de alimentos, aproximadamente 70% de todos os corantes naturais empregados e 50% de todos os ingredientes naturais que exercem essa função (GHIRALDINI, 1996), devido ao baixo custo de produção e baixa toxicidade (AGNER et al., 2004). Na indústria brasileira, representa cerca de 90% dos corantes naturais usados e 70% no mundo (GHIRALDINI, 1996).

As substâncias carotenoides presentes no urucum consistem, principalmente, de cis-bixina também denominada alfa-bixina (éster monometílico do ácido dicarboxílico alfa-norbixina pouco solúvel em óleo). A alfa-bixina representa mais de 80% dos carotenoides totais presentes no urucum (PRESTON; RICKARD, 1980; REITH; GIELEN, 1971). O cromóforo da bixina é o sistema de duplas ligações conjugadas, as quais conferem coloração particular (FRANCIS, 1996). Essa série de duplas ligações conjugadas é também a causa da suscetibilidade da bixina ao oxigênio, à luz e à temperatura (NAJAR et al., 1988). A bixina é o pigmento presente em maior concentração nas sementes, representando mais de 80% dos carotenóides totais. As sementes do urucum também são ricas em proteínas, podendo ser empregadas na forragicultura, sendo utilizadas na composição de dietas para aves, principalmente poedeiras. Sua utilização melhora a coloração das gemas dos ovos (FRANCO, 2008).

O fruto contém proteínas, beta-caroteno e outros carotenoides, sendo os mais abundantes a bixina, de cor amarela, e a norbixina, de cor vermelha (TOCCHINI; MECADANTE, 2001). Seus principais componentes são: vitamina C (0,05%), proteína (6,61%), açúcares totais (10,24%), ferro (0,08%), óleo essencial (0,05%), resina (1,65%), e tanino em pequena quantidade.

Os compostos de urucum sofrem grande interferência das condições de processo industrial, estando susceptíveis à decomposição provocada pelo calor, luz e oxidação, sendo, também, potencializada por determinados solventes. Uma vez isolada da semente, a bixina torna-se muito vulnerável à degradação (OLIVEIRA,

2005). Do total de sementes de urucum industrializadas no Brasil, 25% é utilizado na preparação dos extratos e o restante é empregado na fabricação do colorífico (colorau), consumido no mercado interno para o preparo doméstico de alimentos.

O carotenoide bixina, cuja estrutura é representada na Figura 7, é também o pigmento predominante nas preparações lipossolúveis. A norbixina (Figura 7), produto da saponificação da bixina, é o pigmento principal das preparações hidrossolúveis, sendo encontrada em pequena quantidade nas sementes e nas preparações lipossolúveis (PRESTON; RICKARD, 1980; MERCADANTE; PFANDER, 1998).

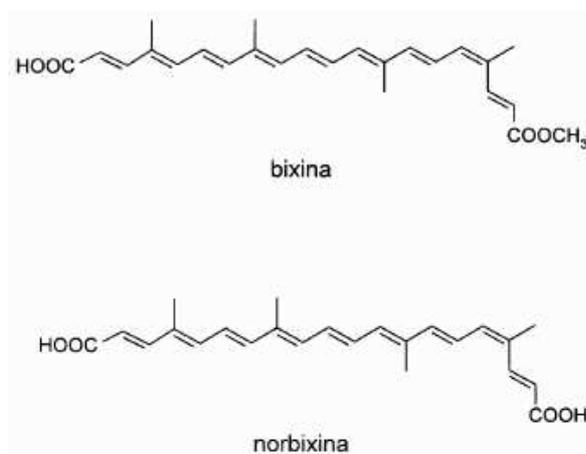


Figura 7 – Estrutura da bixina e da norbixina.
Fonte: Tocchini e Mercadante (2001).

A cis-bixina, monometiléster do diácido carboxílico (norbixina), é o constituinte que ocorre em maior concentração no arilo da semente do urucum (*Bixa orellana* L.), representando cerca de 80% da bixina presente. Além do isômero cis (metil-hidrogênio 9'-cis-6,6'diapocaroteno 6,6'dioato), também está presente a forma trans, sendo este mais estável que o isômero cis. A transisomerização acontece parcialmente quando o pigmento é submetido a processo de aquecimento (GALINDO-CUSPINERA et al., 2002). Segundo Jondiko e Patteenden (1989), a bixina é um importante cis-carotenoide isolado a partir de fontes naturais. Tanto a bixina quanto a norbixina apresentam baixa solubilidade na maioria dos solventes. A bixina é normalmente empregada para produtos com base lipídica, já que é lipossolúvel, enquanto que em produtos com base aquosa emprega-se frequentemente a norbixina, hidrossolúvel (LIMA et al, 2001; FRANCO, 2008).

O colorau, pó vermelho a base de urucum, é um produto de baixo custo de produção e um condimento muito comum no interior do Brasil (AGNER et al., 2004). Segundo a Resolução CNNPA 12/78 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1978), o colorífico é definido como um produto constituído pela mistura de fubá ou farinha de mandioca, com urucum em pó ou extrato oleoso de urucum adicionado ou não de sal e de óleos comestíveis.

2.4.2 Betalaínas

São pigmentos vacuolares e atóxicos que substituem as antocianinas em algumas famílias de angiospermas e alguns fungos basidiomicetos. As betalaínas são derivadas do ácido betalâmico. Podem ser classificadas como betacianinas (vermelho-violeta) e betaxantinas (amarela). Ambas são biossintetizadas a partir de um aldeído fluorescente, derivado da L-tirosina, chamado de ácido betalâmico (STRACK et al., 2003; GANDÍA-HERRERO et al., 2010; GONÇALVES et al., 2015).

Betalaínas, como flavonoides, são pigmentos encontrados exclusivamente em plantas e apresentam comportamento e aparência semelhante às antocianinas (CONSTANT et al., 2002). Antigamente eram conhecidas como antocianidinas nitrogenadas (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

As betalaínas são encontradas principalmente na ordem de vegetais *Centrospermeae*, a qual pertence a beterrada (*Beta vulgaris* L.), sendo facilmente extraídas com água. São conhecidas aproximadamente setenta betalaínas, todas com a mesma estrutura fundamental 1,7 diazoheptamelina (Figura 8). Das setenta conhecidas, cinquenta são pigmentos vermelhos denominados betacianinas e vinte são pigmentos amarelos, as betaxantinas (CONSTANT et al., 2002).

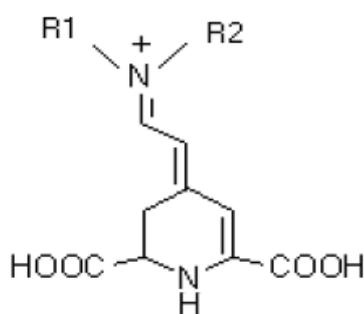


Figura 8 – Estrutura básica das betalaínas.
Fonte: Constant et al. (2002).

Das betacianinas, 75 a 95% consistem em betanina (Figura 9), além de duas principais betaxantinas, denominados vulgaxantina I e vulgaxantina II (STUPPNER; EGGER, 1996; KUGLER et al., 2007).

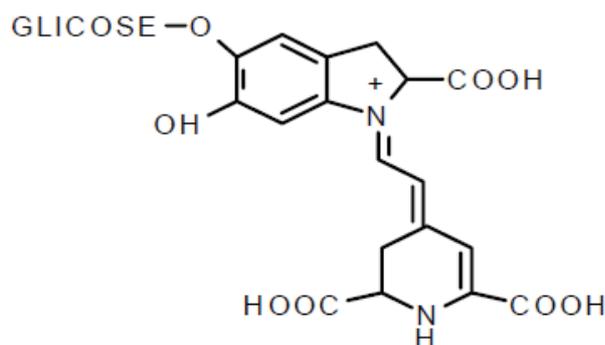


Figura 9 – Estrutura química da betanina.
Fonte: Constant et al. (2002).

2.4.2.1 Alimento que é fonte de betaláina

2.4.2.1.1 Beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortalíça anual herbácea, pertencente à família Chenopodiaceae (TIVELLI; TRANI, 2008; TIVELLI et al, 2011). São dicotiledôneas e usualmente herbáceas, cuja principal parte comestível é uma raiz tuberosa constituída internamente por faixas circulares de tecidos condutores de alimentos, alternadas com faixas de tecidos contendo alimento armazenado (Figura 10). É originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da África. No Brasil, as Regiões Sudeste e Sul cultivam 77% do total produzido no país (TIVELLI; TRANI, 2008; TIVELLI et al, 2011). Mas, é capaz de se adaptar às mais diversas condições climáticas. Desde sua origem, a produção de açúcar a partir da beterraba alcançou o mundo inteiro. A beterraba é muito sensível ao ataque de insetos, doenças e ervas daninhas e, por isso, requer cuidados sistematizados. Pode ser cultivada por até 5 anos, em sistema de rotação com outras culturas, promovendo melhora da fertilidade do solo, diminuição de doenças na cultura e aumento da produção (ALI, 2004).



Figura 10 – Beterraba (*Beta vulgaris* L.).
 Fonte: Adaptado de *Allied Botanical Corporation* (2012);
 Elliot e Weston (1993).

Normalmente, é uma espécie bienal, podendo, porém, agir como anual. Segundo Duke (1983), as plantas desenvolvem uma raiz principal suculenta no primeiro ano e, no segundo, um talo de sementes. Na época de colheita apresenta folhas grandes ovaladas e de cor verde escuro. As folhas formam uma roseta a partir do caule subterrâneo. A raiz principal, carnuda, se desenvolve de forma destacada na junção da haste (DUKE, 1983). As flores são pequenas, sésseis e ocorrem em peça única ou em cacho. Apresentam pistilo tricarpelar cercado por cinco estames e um perianto de cinco sépalas estreitas, sem pétalas e envoltas em bráctea verde claro (SMITH, 1987 apud CANADIAN FOOD AGENCY, 2012). O ovário forma um fruto que contém uma semente (DUKE, 1983).

A beterraba constitui excelente fonte de pigmentos e algumas variedades contêm valores superiores a 200 mg de betacianina por 100 g do vegetal fresco, o que representa conteúdo de sólidos solúveis superior a 2% (HENRY, 1996).

A estabilidade da betanina depende do pH, apresentando excelente estabilidade entre pH 4 e 5 e razoável entre pH 3 e 4 e pH 5 e 7. É instável em presença de luz e oxigênio, sendo destruída quando submetida à altas temperaturas. A atividade de água afeta significativamente a sua estabilidade. O suco de beterraba em pó estocado, por sua vez, é muito estável, mesmo em presença de oxigênio (BOBBIO; BOBBIO, 2001; JACKMAN; SMITH, 1996).

Nas betacianinas e betaxantinas a cor é estável numa faixa de pH de 4,0 a 7,0. Já a betalaína extraída da beterraba é sensível ao oxigênio e a luz (KUNTZ, 1998).

A composição nutricional da beterraba determinada pela Embrapa (1991) e seu conteúdo de açúcar por De Blas e Carabaño (1996), em base de matéria seca, demonstra teores elevados de fibra bruta, proteína e teores de açúcar. Entretanto, apresenta baixos níveis de extrato etéreo (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição química média da polpa de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em base seca.

Composição	(%)
Fibra Bruta	7,49** – 20,90*
Açúcar	7,80*
Proteína Bruta	5,23** – 9,30*
Extrato Etéreo	0,28** - 0,90*
Energia Bruta (kcal/kg MS)	3021*

Fonte: Adaptado de **Embrapa (1991); *De Blas e Carabaño (1996).

A composição da beterraba, principalmente, em termos de energia bruta, faz com que este tubérculo seja tratado como ingrediente na composição das dietas e não apenas como pigmentante.

Assim, vale ressaltar que, ao se pensar em utilizar pigmentantes naturais nas dietas de aves é imprescindível conhecer sua composição bromatológica, a fim de evitar-se desperdício e aumento de custos na produção.

3 Projeto de Pesquisa

Aprovado previamente pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFPel sob o número 2167, como parte do projeto intitulado *Arroz na dieta de codornas*.

Arroz integral descascado e não polido na dieta de codornas de postura

Equipe colaboradora:

Professores e Pesquisadores: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier, Prof. Ph.Dr. Victor Fernando Büttow Roll, Prof. Ph.D. Fernando Rutz, Profa. Dra. Débora Cristina Nichelle Lopes, Profa. Dra. Ana Paula Nunes, Dr. Jorge Schafhauser Jr.

Alunos de Graduação e Pós-Graduação: Aiane Aparecida da Silva Catalan, Aline Arassiana Piccini Roll, Bruna Cristina Kuhn Gomes, Caroline Bavaresco, Edenilse Gopinger, Jaqueline Schneider Lemes, Martha Lopes Schuch de Castro, Priscila de Oliveira Moraes.

Caracterização do problema

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 60, visando principalmente a produção e comercialização de ovos *in natura* da ave *Coturnix coturnix japonica*. Oliveira (2001) relatou que o interesse por esta espécie surgiu por volta dos anos 70, sendo grandemente divulgada através de uma canção popular, que exaltava as vantagens afrodisíacas dos seus ovos, em função do vigor sexual do macho. Apesar do folclore envolvido, isto serviu de grande impulso para a propagação da espécie. Entre as diversas atividades do setor avícola, a coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro como

excelente atividade produtiva, por requerer baixos custos com investimento inicial e mão-de-obra, utilizando pequenas áreas e proporcionando rápido retorno de capital.

O ovo é um dos principais itens da dieta humana, sendo reconhecido como um dos alimentos mais completos, ricos em nutrientes essenciais, como aminoácidos, vitaminas e minerais, tendo como principal constituinte os lipídeos, presentes em grandes quantidades na gema e responsáveis por significativa fonte calórica para muitas dietas humanas. A fração lipídica da gema corresponde a 33% de seu peso, com característica predominantemente insaturada (Naber, 1979).

Uma dos motivos da boa aceitação dos ovos no mercado consumidor, se deve ao seu elevado valor nutritivo e sabor agradável, sendo que, em comparação com o ovo de galinha, o de codorna se assemelha muito em relação aos seus constituintes e composição química, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Comparação dos constituintes e a composição química do ovo de codorna e de galinha.

Constituinte	Ovo de codorna	Ovo de galinha
Peso ovo (g)	10,30	56,74
Albúmen	56,88	57,44
Gema	32,93	31,44
Casca	10,19	11,12
Ovo inteiro		
Água	73,78	74,72
Proteína	13,23	12,00
Gordura	10,83	12,30
Carboidratos	1,03	-
Minerais	1,13	0,98

Fonte: <http://www.quaileggconnection.com> apud Moraes e Ariki (2000).

Objetivos e Metas

Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da inclusão de arroz em substituição ao milho na dieta de codornas de postura sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos, análise sensorial dos ovos, colesterol e perfil de ácidos graxos dos ovos, histologia do intestino e digestibilidade de dietas.

Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito dos diferentes níveis de inclusão de arroz em substituição ao milho, quanto ao desempenho zootécnico de codornas de postura;

- Estudar o melhor nível de inclusão de arroz na dieta de codornas de postura;
- Estudar a viabilidade econômica do uso do arroz na dieta de codornas de postura;
- Analisar as propriedades sensoriais dos ovos (cor, sabor e odor);
- Avaliar a qualidade dos ovos de codornas de postura, suplementadas com diferentes níveis de inclusão de arroz em substituição ao milho;
- Caracterizar o perfil de ácidos graxos e colesterol dos ovos;
- Analisar o efeito do arroz quanto a digestibilidade das dietas;
- Estudar diferentes pigmentantes e o seu melhor nível de inclusão nas dietas a base de arroz, para melhorar a coloração da gema de ovos de codorna;
- Utilizar complexo enzimático nas dietas a base de arroz.

Metas

Ao final do projeto espera-se poder indicar ao meio científico, à indústria e aos coturnicultores se há diferença na substituição do milho pelo arroz integral na dieta das aves, através das variáveis analisadas indicando, se for o caso, qual o melhor nível de inclusão deste alimento alternativo. Além de obter uma boa produção de ovos, que esse produto seja diferenciado no mercado, onde através do seu consumo melhore a qualidade de vida das pessoas.

Metodologia e Estratégia de ação

Serão realizados diversos estudos, de janeiro a dezembro de 2014, sendo a sua metodologia descrita a seguir.

Experimento 1

Arroz em substituição ao milho na dieta de codornas de postura

O experimento será realizado no Setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. O período experimental será de 84 dias, divididos em três ciclos de 28 dias cada um.

Animais experimentais e manejo

Serão alojadas 250 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*), em gaiolas de arame galvanizado, contendo comedouros individuais metálicos do tipo

calha e bebedouros do tipo *nipple*. A iluminação do aviário será feita com lâmpadas incandescentes, controlada por relógio timer para fornecer 17 horas de luz diárias. A aferição e o registro da temperatura ambiente e umidade relativa serão realizados diariamente.

Delineamento experimental e tratamentos

Será utilizado o delineamento em blocos completos casualizados, onde as aves serão distribuídas em gaiolas individuais, de acordo com a produção de ovos, sendo a unidade experimental cada ave, em um total de 50 repetições por tratamento. Os tratamentos consistirão de dietas formuladas para atender as exigências nutricionais, de acordo com as recomendações de SILVA (2009), com a inclusão de arroz em substituição ao milho, resultando nos seguintes tratamentos:

T1- Dieta controle - Dieta basal com 100% de milho como principal fonte energética;

T2 – Dieta basal com 75% de milho e 25% de arroz;

T3 – Dieta basal com 50% de milho e 50% de arroz;

T4 – Dieta basal com 25% de milho e 75% de arroz;

T5 – Dieta basal com 0% de milho e 100% de arroz como principal fonte energética.

Variáveis analisadas

Desempenho produtivo

Serão avaliadas as variáveis produção de ovos, consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar, em cada ciclo experimental. As aves serão pesadas no início do experimento e ao final de cada ciclo, assim como a pesagem das sobras de ração, visando a determinação do consumo de ração e da conversão alimentar. Diariamente, os ovos serão coletados e pesados individualmente.

Qualidade de ovos

Ao final de cada ciclo experimental serão coletados os ovos durante dois dias e realizadas as análises de sua qualidade interna e externa: peso do ovo, gravidade específica, diâmetro e comprimento do ovo, altura de albúmen, unidade Haugh, cor e peso da gema, peso do albúmen, peso e espessura da casca.

Sensorial de ovos

As análises serão realizadas no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia – FAEM – UFPel. Os ovos, identificados, serão cozidos em água fervente durante 10 minutos e posteriormente partidos ao meio.

Inicialmente, será realizada a seleção de um grupo de julgadores, através de testes discriminativos: triangular, pareado e ordenação (Queiroz & Treptow 2006), utilizando diferentes amostras de ovos. Após a seleção dos julgadores será realizado um painel aberto, segundo Meilgaard et al., (1999), para obtenção de terminologia para ovos. Os julgadores serão instruídos a descrever os atributos odor e sabor percebidos nas amostras servidas.

Na avaliação final dos ovos, as amostras serão servidas de forma monádica e em cabines individuais. Os julgadores receberão uma ficha para avaliar os atributos de cor, odor e sabor, através de escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos à esquerda pelo termo “fraco” e à direita pelo termo “forte” e serão instruídos a indicar, com um traço vertical sob a linha da escala, o ponto que melhor represente a intensidade percebida, de cada característica (Stone & Sidel, 1998).

Perfil de ácidos graxos e colesterol de ovos

Serão analisados 50 ovos, dez ovos por tratamento, sendo cada um uma repetição. A extração de lipídios será feita pelo método Bligh Dyer (1959) e esterificação segundo a metodologia de Hartman e Lago (1973). Para a análise do colesterol será utilizado um kit enzimático.

Histológico

Ao final do período experimental serão selecionadas quatro aves por tratamento, totalizando 20 animais, os quais sofrerão eutanásia com insensibilização e posterior sangria, para coleta de amostras de duodeno para os exames de microscopia óptica.

Análise econômica

No decorrer de um ano, será realizado acompanhamento dos custos dos ingredientes da dieta, para verificar qual a melhor época do ano para se utilizar milho, farelo de soja ou o arroz na dieta de codornas de postura.

Análise estatística

As análises dos dados serão realizadas por meio de um pacote estatístico, onde os dados serão submetidos a análise de variância e as médias comparadas por contrastes ortogonais. Os efeitos dos níveis do arroz serão calculados por análise de regressão polinomial. Os graus de liberdade dos fatores serão desdobrados em seus componentes lineares e quadráticos para escolha do modelo de regressão que melhor descreva as observações. Será utilizado o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + L_i + B_j + E_{ijk}$, em que: Y_{ijk} = variável resposta na repetição j , em que μ = média geral; L_i = efeito do arroz ($i = 1, 2, 3, 4$ e 5); B_j = efeito do bloco ($j = 1, 2, 3, 4$ e 5); E_{ijk} = Erro aleatório.

Experimento piloto

Ensaio de digestibilidade e uso de pigmentantes em dietas contendo arroz em substituição ao milho para codornas de postura

O experimento será realizado no Setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Ensaio de digestibilidade da dieta (Experimento 1)

Será realizado um experimento piloto para avaliação da digestibilidade da proteína e da energia da dieta, o qual será conduzido durante um ciclo experimental de 28 dias. Este ensaio será realizado do 21º ao 28º dia experimental, em que as aves serão alojadas em baterias metálicas com piso de grade e bandeja coletora, bebedouros do tipo *nipple* e comedouros do tipo calha. Será realizado o método de coleta total das excretas com auxílio de um marcador indigestível na ração. As excretas serão coletadas uma vez ao dia, embaladas e congeladas para posterior avaliação da composição, conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2004).

Pigmentantes

Neste experimento piloto serão testados diferentes pigmentantes, pois segundo Krabbe et al. (2012), o uso do arroz faz com que a pigmentação de gemas de ovos assim como a pigmentação da pele de aves seja menor, mas não implica em perda de valor nutricional para o consumidor. Além disso, caso haja a necessidade da pigmentação, por questões comerciais, o que deve ser o caso da postura comercial, estes pigmentos podem ser suplementados às dietas dos animais a partir de outras fontes, resultando em produtos idênticos àqueles produzidos com o milho, no que se refere a pigmentação.

Será utilizado 100% de arroz integral na dieta, em substituição ao milho, como principal fonte energética e serão testados, em quatro experimentos:

Experimento 2

Aditivo sintético (Carophyll Red – CR e Carophyll Yellow – CY):

T1 – controle (dieta a base de arroz e farelo de soja, sem pigmentante);

T2 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 5% CR + 25% CY;

T3 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 10% CR + 25% CY;

T4 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 15% CR + 30% CY;

T5 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 25% CR + 35% CY;

T6 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 35% CR + 45% CY;

T7 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 50% CR + 60% CY;

T8 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 65% CR + 75% CY.

Experimento 3

Urucum (Silva et al., 2006):

T1 – controle (dieta a base de arroz e farelo de soja, sem urucum);

T2 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 4% de urucum;

T3 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 8% de urucum;

T4 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 12% de urucum.

Experimento 4

Feno de alfafa:

T1 – controle (dieta a base de arroz e farelo de soja, sem feno de alfafa);

- T2 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 4% de feno de alfafa;
T3 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 8% de feno de alfafa;
T4 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 12% de feno de alfafa.

Experimento 5

Beterraba:

- T1 – controle (dieta a base de arroz e farelo de soja, sem beterraba);
T2 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 4% de beterraba;
T3 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 8% de beterraba;
T4 – dieta a base de arroz e farelo de soja com 12% de beterraba.

As análises dos dados serão realizadas com o uso de um pacote estatístico, em que os dados serão submetidos a análise de variância e as médias comparadas por contrastes ortogonais. Os efeitos dos níveis do arroz serão calculados por análise de regressão polinomial. Os graus de liberdade dos fatores serão desdobrados em seus componentes lineares e quadráticos para escolha do modelo de regressão que melhor descreva as observações.

Experimento 6

Complexo enzimático e arroz na dieta de codornas de postura

O experimento será realizado no Setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. O período experimental será de 84 dias, divididos em três ciclos de 28 dias.

Animais experimentais e manejo

Serão alojadas 200 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*), em gaiolas de arame galvanizado, contendo comedouros individuais do tipo calha e bebedouros do tipo *nipple*. A iluminação do aviário será feita com lâmpadas incandescentes, controlada por relógio timer para fornecer 17 horas de luz diária. A aferição e o registro da temperatura ambiente e umidade relativa serão realizados diariamente.

Delineamento experimental e tratamentos

Será utilizado o delineamento em blocos completos casualizados, onde as aves serão distribuídas em gaiolas individuais, de acordo com a produção de ovos, sendo a unidade experimental cada ave, com um total de 20 repetições por tratamento. Os tratamentos consistirão de dietas formuladas para atender as exigências nutricionais, de acordo com as recomendações de SILVA (2009), com a inclusão de arroz em substituição ao milho com ou sem a utilização “on top” de um complexo enzimático, resultando nos seguintes tratamentos:

- T1** – Dieta controle – Dieta basal com 100% de milho como principal fonte energética;
- T2** – Dieta controle – Dieta basal com 100% de milho + complexo enzimático;
- T3** – Dieta basal com 75% de milho e 25% de arroz;
- T4** – Dieta basal com 75% de milho e 25% de arroz + complexo enzimático;
- T5** – Dieta basal com 50% de milho e 50% de arroz;
- T6** – Dieta basal com 50% de milho e 50% de arroz + complexo enzimático;
- T7** – Dieta basal com 25% de milho e 75% de arroz;
- T8** – Dieta basal com 25% de milho e 75% de arroz + complexo enzimático;
- T9** – Dieta basal com 0% de milho e 100% de arroz como principal fonte energética;
- T10** – Dieta basal com 0% de milho e 100% de arroz + complexo enzimático.

Variáveis analisadas

Desempenho produtivo

Serão avaliadas as variáveis produção de ovos, consumo de ração, peso vivo, ganho de peso, conversão alimentar, em cada ciclo experimental. As aves serão pesadas no início do experimento e ao final de cada ciclo, assim como as sobras de ração, visando a determinação do consumo de ração e a conversão alimentar em cada ciclo experimental. Diariamente, os ovos serão coletados e pesados individualmente.

Qualidade de ovos

Ao final de cada ciclo experimental serão coletados os ovos durante dois dias e realizadas as análises de qualidade interna e externa: peso do ovo, gravidade

específica, diâmetro e comprimento do ovo, altura de albúmen, unidade Haugh, cor e peso da gema, peso do albúmen, peso e espessura da casca.

Sensorial de ovos

As análises serão realizadas no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia – FAEM – UFPel. Os ovos, identificados, serão cozidos em água fervente durante 10 minutos e posteriormente partidos ao meio.

Inicialmente será realizada a seleção de um grupo de julgadores, através de testes discriminativos: triangular, pareado e ordenação (Queiroz & Treptow 2006), utilizando diferentes amostras de ovos. Após a seleção dos julgadores será realizado um painel aberto, segundo Meilgaard et al. (1999), para obtenção de terminologia para ovos. Os julgadores serão instruídos a descrever os atributos odor e sabor percebidos nas amostras servidas.

Na avaliação final dos ovos, as amostras serão servidas de forma monádica e em cabines individuais. Os julgadores receberão uma ficha para avaliar os atributos de: cor, odor e sabor, através de escalas não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos à esquerda pelo termo “fraco” e à direita pelo termo “forte” e serão instruídos a indicar, com um traço vertical sob a linha da escala, o ponto que melhor represente a intensidade percebida, de cada característica (Stone & Sidel, 1998).

Perfil de ácidos graxos e colesterol de ovos

Serão analisados 100 ovos, dez por tratamento, sendo cada um uma repetição.

A extração de lipídios será feita pelo método Bligh Dyer (1959) e esterificação segundo a metodologia de Hartman e Lago (1973). Para a análise do colesterol será utilizado um kit enzimático.

Histológico

Ao final do período experimental serão selecionadas quatro aves por tratamento, totalizando 40 codornas, as quais sofrerão eutanásia com halotano, insensibilização e posterior sangria, para coleta de amostras de duodeno para os exames de microscopia óptica.

Análise econômica

No decorrer de um ano será realizado acompanhamento dos custos dos ingredientes das dietas para verificar qual a melhor época do ano para se utilizar milho, farelo de soja ou arroz na dieta de codornas de postura.

Análise estatística

As análises dos dados serão realizadas por meio de um pacote estatístico, em que os dados serão submetidos a análise de variância e as médias comparadas por contrastes ortogonais. Os efeitos dos níveis do arroz, em combinação ou não com o milho, serão calculados por análise de regressão. Os graus de liberdade dos fatores serão desdobrados em seus componentes lineares e quadráticos para escolha do modelo de regressão que melhor descreva as observações. Será utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + B_j + E_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = variável resposta na repetição j , em que μ = média geral; L_i = efeito do arroz ($i = 1, 2, 3, 4$ e 5); B_j = efeito do bloco ($j = 1, 2, 3, 4$ e 5); E_{ijk} = Erro aleatório.

Resultados e Impactos esperados

Com a realização deste projeto, espera-se obter informações importantes sobre o efeito do arroz integral descascado e não polido, em substituição total ou parcial do milho, nas dietas de codornas de postura, sobre características de desempenho, digestibilidade, qualidade dos ovos, atributos sensoriais dos ovos e histologia intestinal. É esperado que sejam obtidas informações que possam vir a beneficiar a indústria e os produtores, demonstrando os benefícios da inclusão do arroz nas dietas.

Além disso, espera-se poder levar para o meio acadêmico-científico, através de resumos, artigos, palestras, seminários e aulas, informações relevantes para a formação e preparação dos profissionais das áreas de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, às novas exigências do mercado nacional e internacional com relação à nutrição e produção animal.

Tabela 3 – Cronograma experimental 2015.

Cronograma (segundo ano)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Revisão bibliográfica	X	X	X	X								
2	Preparo das instalações	X	X										
3	Aquisição das aves		X										
4	Início do experimento 2		X										
5	Coleta de dados		X	X	X								
6	Fim do experimento 2 e abate				X								
7	Início do experimento 3				X								
8	Fim do experimento 3 e abate				X	X							
9	Início do experimento 4						X						
10	Fim do experimento 4 e abate							X					
11	Início do experimento 5								X				
12	Fim do experimento 5 e abate									X			
13	Início do experimento 6										X		
14	Fim do experimento 6 e abate											X	
15	Análises de desempenho	X	X	X	X			X	X	X	X	X	
16	Análises laboratoriais	X	X	X	X			X	X	X	X	X	
17	Análise sensorial		X		X			X	X	X	X	X	
18	Tabulação dos dados	X	X	X	X			X	X	X	X	X	
19	Análise estatística							X	X	X	X	X	X
20	Elaboração de resumos								X	X	X	X	
21	Elaboração de material didático										X	X	X
22	Elaboração de tese										X	X	X
23	Elaboração de artigos											X	X
24	Elaboração de relatório final												X

Orçamento

O orçamento, descrito na tabela 4, apresenta um levantamento de custos para a execução do projeto apresentado.

Tabela 4 – Orçamento estimado.

Descrição	Unid.	Quant.	R\$	Valor total (R\$)
Codornas de postura	un.	300	3,00	900,00
Subtotal (R\$)				900,00
Dietas (Exp. 1: 575 kg = 115 kg/trat)				
Calcário	kg	102	0,22	22,44
Arroz integral	kg	431	0,68	293,08
Soja farelo (46%)	kg	622	1,80	1.119,60
Milho (7,88%)	kg	422	0,87	367,14
F. Bicálcico	kg	1	2,44	2,44
Óleo de Soja	L	80	4,00	320,00
L-Lisina	kg	3	23,15	69,45
DL – Metionina	kg	3	49,00	147,00
Núcleo codornas postura	kg	80	2,60	208,00
Subtotal				2.549,15
Análises Histológicas (60 amostras)				
Formaldeido 37%	L	6	10,02	60,12
Xilol	L	9	19,00	171,00
Resina Entellan micr c/ 100ml	frasco	1	194,10	194,10
Hematoxilina c/ 100g	frasco	1	167,70	167,70
Eosina c/ 25g	frasco	1	8,10	8,10
Lâminas micr 26x76 fosca c/ 50	caixa	10	1,75	17,50
Lamínulas micr 24x60mm c/ 100	caixa	10	5,85	58,50
Álcool etílico absoluto	L	18	14,05	252,90
Subtotal				929,92
Análise Sensorial (100 amostras)				
Água 5 L, sem gás	L	2	3,98	7,96
Essências (laranja, canela)	frasco	10	2,50	25,00
Caneca inox	un.	2	8,40	16,80
Papel alumínio 7,5m x 30 cm	rolo	20	2,99	59,80
Guardanapo de papel c/ 50 un.	pacote	10	1,59	15,90
Prato descartável c/ 10 un.	pacote	28	1,10	30,80
Copo descartável (300ml), pacote c/ 100 un.	pacote	3	3,50	10,50
Subtotal				166,76
Análise de Ácidos Graxos (180 amostras)				
Clorofórmio (UV – HPLC)	L	6	29,82	178,92
Álcool metílico para UV- HPLC - Metanol	L	6	16,50	99,00
Sulfato de sódio anidro PA/ACS (500g)	kg	2	5,00	10,00
Tube Falcon 50 ml (20 un.)	pacote	4	30,00	120,00
Subtotal				407,92
Luva de látex com 100 un.	caixa	4	15,90	63,60
Bisturi para corte de precisão	un.	3	15,00	45,00
Lâminas para bisturi c/ 10 un.	pacote	4	12,90	51,60
Tesoura para carne	un.	2	25,00	50,00
Faca de Inox	un.	2	14,90	29,80
Balança analítica capacidade 300g	un.	1	100,00	100,00
Balança analítica capacidade 6kg	un.	1	871,00	871,00
Balança de piso capacidade 150kg	un.	1	2,580,00	2.580,00
Subtotal				3.791,00
Total				8.744,75

Referências bibliográficas

BLIGH, E.G. e DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. v.37. n.8. 1959

HARTMAN, L., e LAGO, R.C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab Pract.*;22(6):475-6. 1973.

KRABBE, E.L.; BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H. Uso de grão de arroz na alimentação de suínos e aves. Comunicado Técnico 503, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC, jul, 2012.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*. 3ª Edição. Boca Raton: CRC Press, 1999.

MORAES, V.M.B. e ARIKI, J. Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna. Universidade estadual paulista, Jaboticabal-SP, p.97-103, 2009. Disponível em: www.biologico.sp.gov.br/rifibi/IIIrifibi/97-103.pdf Acesso em: 14 fev. 2013.

NABER, E.C. The Effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Science*, v. 58, p.518 - 528, 1979.

OLIVEIRA, E.G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos e tecnologia da produção de rações. 2001. Anais... Campinas: CBNA, p.71-96, 2001.

QUEIROZ, M.I. e TREPTOW, R.O. *Análise Sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006. 268p.

SILVA, D.J. e QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3ª ed. Viçosa:ufv, 2004. 235p.

SILVA, J.H.V. *Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias*. 1ª ed. Funep. 2009. 107p.

STONE, H., e SIDEL, J.L. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. *Food Technol.* J.52:48–52. 1998.

4 Relatório do Trabalho de Campo

O experimento foi aprovado previamente pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFPel sob o número 2167, como parte do projeto intitulado Arroz na dieta de codornas.

4.1 Local e período experimental

Foram realizados três experimentos no Setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Animal Professor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, RS, no período de agosto de 2013 a dezembro de 2014, cujas especificações estão descritas mais adiante.

4.2 Animais experimentais

Utilizou-se codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) alojadas em gaiolas individuais, apresentando comedouros metálicos do tipo calha e bebedouros automáticos do tipo *nipple*.

4.3 Dietas experimentais

As dietas, de acordo com cada um dos experimentos e descritas posteriormente, foram formuladas para atender as exigências de manutenção e produção de ovos, conforme as exigências nutricionais na fase de produção, segundo Silva (2009) e Rostagno et al. (2011).

4.4 Programa de luz e temperatura ambiental

Para a iluminação do galpão foram utilizadas 4 calhas (1m linear) de 5 lâmpadas incandescentes amarelas com 60W de potência. O programa de iluminação utilizado para as aves foi de 17h em fase clara e 7h em fase escura, controlado por relógio *timer* automático.

A temperatura (T) e umidade relativa do ar (URA) no interior do galpão foram registradas durante todo o período experimental, por meio de um termohigrômetro digital (HT-208 Icel).

4.5 Práticas de manejo

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas, a partir do momento em que chegaram ao local do experimento. Diariamente, as aves eram arraçadas, anotando-se a quantidade de ração fornecida, sendo que ao final de cada ciclo experimental a sobra de ração era pesada, com o intuito de calcular o consumo de ração médio diário. Os ovos eram identificados, coletados e pesados individualmente para o cálculo da produção total e do seu peso médio.

A temperatura ambiental foi monitorada através do uso de termohigrômetro e mantida dentro da faixa de conforto térmico ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) com o uso de ventiladores.

A água clorada fornecida às aves provinha de caixas d'água limpas. O fornecimento da água foi à vontade, durante todo o período, através de bebedouros tipo *nipple*, sendo um bebedouro por gaiola. A higienização dos bebedouros foi efetuada uma vez ao dia utilizando-se para tal solução de hipoclorito a 2%.

Diariamente, também foi efetuada a higienização das bandejas de excretas, acopladas à parte inferior das gaiolas, utilizando-se pá para recolhimento de excretas e carrinho coletor para removê-las. Após a retirada do material, foi feita higienização das bandejas com solução de hipoclorito a 2%.

A sala de experimentação foi mantida com piso limpo, fazendo-se para isso uso de vassoura e carrinho para deposição de lixo e sujidades. Uma vez ao mês, foi feita limpeza com solução de hipoclorito a 2% após a limpeza mecânica. As paredes e teto foram limpos uma vez ao mês, a fim de evitar-se a proliferação de ácaros e insetos.

4.6 Coleta de dados

4.6.1 Dados de desempenho - Os ovos produzidos foram coletados diariamente, e anotados seus pesos para verificação de características de desempenho, sendo anotada a quantidade de ovos produzida por gaiola. As variáveis de desempenho avaliadas foram consumo, produção de ovos, massa de ovos e conversão por massa de ovos. Para isso, foram utilizadas as medidas de peso dos ovos, o número de ovos produzidos e o peso da ração consumida.

4.6.2 Dados de qualidade - Os ovos produzidos nos dois últimos dias de cada ciclo experimental foram identificados, coletados e avaliados para obter as médias das variáveis de qualidade interna e externa. Verificou-se os valores de peso de ovos, peso de gema e peso de clara; coloração da gema (com de leque colorimétrico); densidade dos ovos; altura de albúmen; comprimento e diâmetro dos ovos, e posteriormente, os pesos e espessura da casca do ovo.

4.6.3 Dados sensoriais – Para a análise sensorial, os ovos foram coletados, identificados conforme o tratamento correspondente e encaminhados para o Laboratório de Carnes e Análise Sensorial do Departamento de Zootecnia, onde foram armazenados, sob refrigeração até o momento da avaliação.

Para a realização da análise sensorial, foi realizado um treinamento de julgadores, conforme descrito por Seibel et al. (2010).

Após o treinamento e seleção dos julgadores, iniciou-se a avaliação dos ovos.

O preparo das amostras de ovos ocorreu com cocção em água fervente, por tratamento, durante sete minutos. Quando atingiram a temperatura ambiente, os ovos foram descascados e servidos em recipientes plásticos, codificados com três dígitos aleatórios, para avaliações, onde foram dispostos em cabines individuais de degustação.

As variáveis analisadas foram odor característico, estranho e a oleoso, sabor característico, oleoso e amargo, cor e aceitação global. Os tratamentos foram avaliados por teste de aceitabilidade com escala hedônica de nove pontos, correspondendo “menor intensidade” (0) e “maior intensidade” (OLIVEIRA, 2009).

4.6.4 Dados colorimétricos - Foram coletados ovos ao acaso, dentro de cada tratamento, e identificados, para, posteriormente, serem quebrados de modo individual a fim de realizar a leitura, por colorímetro Minolta CR 410 e obter os parâmetros de L (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela).

4.7 Análise estatística

Análise de regressão polinomial foi usada para predizer os efeitos da substituição do milho pelos níveis de arroz integral, assim como a ação dos pigmentantes e do complexo enzimático nas dietas. Os dados foram analisados utilizando o PROC REG do programa SAS (SAS, 2002), o modelo de regressão polinomial foi selecionado baseado no nível de significância dos coeficientes de regressão ($P < 0.05$) e pelo valor do coeficiente de determinação.

Para as variáveis da análise sensorial, os resultados foram submetidos a análise de variância, com teste F. Obtendo-se significância no teste F ao nível de 5%, prosseguiu-se a análise estatística dos dados com aplicação do teste de Tukey.

O modelo estatístico utilizado para análise dos dados foi:

$$y_{ij} = m + a_i + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} = observação do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) na j -ésima repetição ($j = 1, 2, 3, \dots, 20$);

m = média geral do experimento;

a_i = efeito do i -ésimo tratamento;

e_{ij} = erro aleatório alocado, correspondendo à observação média no i -ésimo tratamento na j -ésima repetição.

4.8 Resultados

Os resultados obtidos nos Experimento 1, 2 e 3 estão demonstrados e discutidos nos próximos capítulos, em formato de artigos, os quais foram elaborados segundo normas dos periódicos a que se destinam.

4.9 Experimentos Realizados

4.9.1 Experimento 1 - Arroz integral em dietas de codornas japonesas

As aves, com 2 dias de idade, foram alojadas individualmente, em gaiolas metálicas, a partir do momento em que chegaram ao local do experimento e receberam o manejo já descrito durante um período experimental de 84 dias.

Foram utilizados 5 tratamentos e 4 repetições por tratamento.

Os tratamentos constaram da substituição progressiva do milho por arroz integral descascado e não-polido (AI) nas dietas isoproteicas e isoenergéticas, sendo eles: T1 – 0% de arroz integral (dieta controle, à base de milho e farelo de soja); T2 – 25%; T3 – 50%; T4 – 75%; e T5 – 100% de arroz integral em substituição ao milho, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de arroz integral (%)				
	0	25	50	75	100
Milho	50,228	36,823	24,519	10,930	-
Farelo de soja (45%)	37,022	36,681	36,097	35,747	35,224
Arroz integral	-	12,560	25,100	37,670	48,816
Calcário	6,014	5,790	6,063	5,690	5,932
Sal	0,225	0,180	0,230	0,222	0,210
L-lisina	-	0,029	0,070	0,110	0,159
DL-metionina	0,079	0,090	0,122	0,135	0,160
Fosfato bicálcico	-	-	0,087	-	0,069
Óleo de soja	3,000	4,000	4,508	5,506	6,000
Premix vitamínico-mineral ¹	3,432	3,847	3,204	3,990	3,430
Total	100	100	100	100	100
Composição nutricional calculada					
EM (kcal kg ⁻¹)	2800	2806	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Cálcio (%)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Fósforo disponível (%)	0,283	0,300	0,280	0,300	0,280
Metionina digestível (%)	0,390	0,390	0,390	0,394	0,403
Met + Cist digestível (%)	0,637	0,612	0,598	0,569	0,557
Treonina digestível (%)	0,717	0,675	0,633	0,591	0,553
Triptofano digestível (%)	0,240	0,231	0,222	0,213	0,204
Arginina (%)	1,345	1,288	1,228	1,170	1,117
Lisina (%)	1,047	1,030	1,030	1,030	1,030
Gli + Ser digestível (%)	1,771	1,677	1,580	1,485	1,398
Sódio (%)	0,230	0,230	0,230	0,252	0,230

¹Composição por kg: vitamina A: 207.000UI; vitamina D3: 43.200UI; vitamina E: 540mg; vitamina K3: 51,5mg; vitamina B1: 40mg; vitamina B2: 120mg; vitamina B6: 54mg; vitamina B12: 430mcg; niacina: 840mg; ácido fólico: 16,7mg; ácido pantotênico: 204,6mg; colina: 42mg; biotina: 1,4mg; metionina: 11g; magnésio: 1.485mg; zinco: 1.585mg; ferro: 1.695mg; cobre: 244mg; iodo: 29mg; selênio: 3,2mg; bacitracina de zinco: 600mg; BHT: 700mg; Cálcio: 197,5g; cobalto: 5,1mg; flúor: 400mg; fósforo: 50g; Sódio: 36g.

4.9.2 Experimento 2 – Uso de pigmentantes naturais em dietas de codornas japonesas a base de arroz integral descascado e não-polido

Foram utilizadas 100 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), em segundo ciclo de produção, 72 dias de idade, alojadas em gaiolas contendo duas aves cada uma. Receberam dieta a base de arroz integral e farelo de soja e a coloração da gema foi monitorada diariamente até verificação da despigmentação. Este período teve duração de 15 dias. A partir de então, os animais foram distribuídos aleatoriamente entre os 5 tratamentos. O período experimental foi de 15 dias.

As dietas experimentais foram preparadas contendo os pigmentantes colorífico de urucum da marca Apti (produzido por Apti Alimentos Ltda.), o feno de alfafa e a beterraba. Estes dois passaram por processamento no Laboratório de nutrição Animal (LNA) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel na Universidade Federal de Pelotas, descrito a seguir:

Feno de alfafa - O feno de alfafa foi adquirido em estabelecimento especializado, em fardo de 25 kg, foi colocado em estufa de ar forçado Odontobrás, Especial 480 L, a 60° C por 3 dias, para pré-secagem. Após este período, procedeu-se sua moagem em moinho Technal, modelo KT110N, com peneira número 4, a fim de adquirir a granulometria desejada. O pigmentante moído foi, então, adicionado às dietas, a partir de sua composição nutricional, segundo o NRC (1994) e análise efetuada no Laboratório de Nutrição Animal (LNA/FAEM/UFPel).

Beterraba – Para o preparo das amostras de beterraba, seguiu-se metodologia semelhante à Rosa (2010). A beterraba crua foi descascada e colocada em pedaços em multiprocessador Walita Master, modelo DI3162, 50-60 Hz, 250 W, SEG 7073, resultando em fatias de 6 mm x 5 cm. Foi, então, levada ao forno de microondas Brastemp, BMX 35ARBNA, série IG 0011965, freq. 2450 MHz, volume 30 L, potência 1400 W, resistência 1050, corrente 12 A, alimentação 220 V ~ (60 Hz)⁻¹, em porções de 150 g por 10 min, a fim de promover prévia desidratação. Posteriormente, permaneceu em estufa de ar forçado, com temperatura constante a 60°C, por 3 dias, para pré-secagem. Após este período, foi moída em moinho Technal, modelo KT110N, com peneira 4, para obtenção da granulometria desejada. Foram determinados a proteína bruta (PB), o extrato etéreo (EE) e a fibra bruta (FB)

no LNA. Então, adicionou-se a cada uma das dietas, levando-se em consideração sua composição nutricional e valor de energia metabolizável (EM), de acordo com Böhme et al. (2001) apud Duplecz et al (2011) que determinaram o teor de açúcar contido na beterraba (75,96%), e utilizando-se a fórmula de Janssen (1989) para determinação da EM corrigida (EM_n), em que:

$$EM_n = 40,01 \times \% \text{ açúcar}$$

$$EM_n = 40,01 \times 75,96\%$$

$$EM_n = 3.039,16 \text{ kcal/kg}$$

As composições nutricionais dos pigmentantes estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Composição nutricional do feno de alfafa (*Medicago sativa*), colorífico de urucum (*Bixa orellana* L.) e beterraba (*Beta vulgaris* L.).

Constituinte	Feno de alfafa	Colorífico de urucum	Beterraba
PB (%)*	18	-	12,71
EE (%)	2,5	0,05	0,0956
FB (%)	24,1	0,15	XX
CHO (%)**	-	0,75	-
EM_n (kcal/kg)	1.200,00	-	3.039,16
EB (kcal/kg)**	-	3.400,00	-

Fonte: NRC (1994); *Determinado no Laboratório de Nutrição Animal (LNA/FAEM/UFPel); **Valores informados pela indústria.

Os pigmentantes foram adicionados às dietas como ingredientes, distribuídos em 5 tratamentos, sendo 2 repetições por tratamento e um animal por repetição. Os tratamentos consistiram na adição de feno de alfafa (FA), colorífico de urucum (U) e beterraba (B) à formulação das dietas contendo 100% de arroz integral, descascado e não-polido, como fonte de pigmentantes naturais, em concentrações de 4, 8 e 12%, obtendo-se T1: dieta controle, contendo 100% de arroz integral descascado e não polido em substituição ao milho; T2: T1 + 4% FA; T3: T1 + 8% FA; T4: T1 + 12% FA; T5: T1 + 4% U; T6: T1 + 8% U; T7: T1 + 12% U; T8: T1 + 4% B; T9: T1 + 8% B; T10: T1 + 12% B. A composição nutricional das dietas utilizadas está descrita na tabela 2.

Tabela 2 - Composição nutricional das dietas de codornas japonesas, em base de arroz descascado e não-polido, acrescido ou não de pigmentantes naturais.

Ingredientes	Tratamentos									
	100% Arroz	4% Alfafa	8% Alfafa	12% Alfafa	4% Urucum	8% Urucum	12% Urucum	4% Beterraba	8% Beterraba	12% Beterraba
Arroz integral	50,300	46,000	40,000	35,000	47,000	43,000	38,750	46,500	42,500	39,000
Farelo soja 45%	33,350	32,600	32,500	32,000	33,350	33,500	33,720	33,200	33,000	32,800
Óleo de soja	4,500	5,700	7,300	8,660	4,300	4,300	4,300	4,500	4,700	4,600
Núcleo*	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário 33%	4,390	4,290	4,100	3,880	4,310	4,310	4,310	4,390	4,390	4,390
Feno de alfafa	-	4,000	8,000	12,000	-	-	-	-	-	-
Colorífico de Urucum	-	-	-	-	4,000	8,000	12,000	-	-	-
Beterraba processada	-	-	-	-	-	-	-	4,000	8,000	12,000
Fosfato bicálcico 24%	1,325	1,325	1,350	1,340	1,330	1,330	1,330	1,325	1,325	1,325
Inerte**	0,575	0,415	0,955	1,274	0,160	-	-	0,525	0,495	0,255
DL-Metionina	0,390	0,410	0,430	0,446	0,400	0,400	0,420	0,390	0,400	0,420
L-Lisina HCL	0,150	0,180	0,240	0,240	0,150	0,160	0,170	0,150	0,170	0,190
L-Valina	-	0,030	0,065	0,080	-	-	-	-	-	-
L-Treonina	0,020	0,050	0,060	0,080	0,030	-	-	0,020	0,020	0,020
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PB	20,036	20,117	20,361	20,445	20,016	19,999	20,004	20,139	20,226	20,364
EM (Mcal/Kg)	2,816	2,804	2,802	2,800	2,804	2,805	2,801	2,797	2,804	2,802
Cálcio	3,133	3,148	3,129	3,102	3,097	3,097	3,098	3,135	3,136	3,138
Fósforo disponível	0,328	0,325	0,323	0,322	0,322	0,321	0,320	0,326	0,324	0,323
Sódio	0,213	0,215	0,217	0,220	0,240	0,267	0,294	0,212	0,211	0,210
Potássio	0,759	0,819	0,878	0,948	0,749	0,741	0,732	0,745	0,730	0,716
Metionina digestível	0,667	0,675	0,682	0,688	0,672	0,666	0,679	0,660	0,662	0,647
Lisina digestível	1,090	1,083	1,101	1,086	1,082	1,083	1,085	1,077	1,077	1,078
Treonina digestível	0,634	0,613	0,626	0,579	0,654	0,647	0,641	0,641	0,629	0,618
Triptofano digestível	0,216	0,233	0,227	0,235	0,239	0,236	0,233	0,237	0,232	0,228
Valina digestível	0,814	0,785	0,753	0,782	0,802	0,791	0,780	0,798	0,780	0,763

*Suplemento vitamínico e mineral para codornas 5%: Ácido fólico (16,7 mg), Ácido pantotênico (204,6 mg), Bacitracina de Zinco(600 mg), BHT (700 mg), Biotina (1,4 mg), Cálcio (197,5 mg), Cobalto (5,1 mg), Cobre (244 mg), Colina (42 mg), Ferro (1.695 mg), Flúor (máx. 400 mg), Fósforo (50 mg), Iodo (29 mg), Manganês (1.485 mg), Metionina (111 g), Niacina (840 mg), Selênio (3,2 mg), Sódio (36 g), Vitamina A (207.000 UR), Vitamina B1 (40 mg), Vitamina B12 (430 mcg), Vitamina B2 (120 mg), Vitamina B6 (54 mg), Vitamina D3 (43.200 UI), Vitamina E (540 mg), Vitamina K3 (51,5 mg), Zinco (4,535 mg); **Areia escariola.

Nos dias 14 e 15 do período experimental, coletou-se 13 ovos por tratamento, que foram levados ao Laboratório de Análise Sensorial para análise da coloração das gemas cruas, através de método colorimétrico, utilizando o equipamento Minolta CR-200b. Os dados dos parâmetros L^* (Luminosidade), a^* (vermelho) e b^* (amarelo) foram coletados, sendo calculado o Croma, através da fórmula $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e o valor angular de $H = \tan^{-1}(b^*/a^*)$.

4.9.3 Experimento 3 – Arroz integral e complexo enzimático em dietas de codornas japonesas

Foram utilizadas 240 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), dos 60 aos 90 dias de idade, alojadas em gaiolas contendo duas aves cada uma, apresentando comedouros metálicos do tipo calha e bebedouros automáticos do tipo *nipple*.

Os animais, com 30 dias de idade, foram alojados dois a dois, em gaiolas metálicas, a partir do momento em que chegaram ao local do experimento. Receberam a mesma dieta basal (milho e farelo de soja) até os 60 dias, quando foram distribuídas aleatoriamente entre os 10 tratamentos.

As dietas experimentais, cujas composições estão demonstradas na tabela 1 foram preparadas a cada duas semanas e estocadas em local fresco e arejado. O complexo enzimático *SSF Allzyme*® utilizado é formado pelas enzimas fitase, xilanase, protease, celulase, beta-glucanase, amilase e pectinase, sendo produzido por fermentação em substrato sólido, a partir da levedura *Aspergillus niger*. Foi utilizado na forma sólida e adicionado às dietas *on top*, na dosagem sugerida pela indústria fabricante *Alltech* (150 g/ton).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 24 repetições por tratamento. Os tratamentos constaram da substituição progressiva do milho por arroz integral descascado e não-polido (AI) nas dietas, isoproteicas e isoenergéticas, com ou sem a adição de complexo enzimático (CE). Os seguintes tratamentos foram utilizados: TC: dieta basal 0% AI; T2: TC + CE; T3: 25% AI; T4: T3 + CE; T5: 50% AI; T6: T5 + CE; T7 – 75% AI; T8: T7 + CE; T9 100% AI, e T10: T9 + CE.

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais a base de milho, arroz integral descascado e não-polido e farelo de soja, com ou sem complexo enzimático.

Ingredientes (%)	Tratamentos									
	100% Milho	25% AI	50% AI	75% AI	100% AI	100% Milho	25% AI	50% AI	75% AI	100% AI
Milho	50,300	37,725	25,150	12,575	-	50,300	37,725	25,150	12,575	-
Farelo soja 45%	33,500	33,500	33,500	33,500	33,350	33,500	33,500	33,500	33,500	33,350
Arroz integral	-	12,575	25,150	37,725	50,300	-	12,575	25,150	37,725	50,300
Premix vit/min	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário 33%	4,370	4,370	4,370	4,370	4,390	4,370	4,370	4,370	4,370	4,390
Óleo de soja	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500
Fosfato bicálcico 24%	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Inerte	1,635	1,355	1,075	0,775	0,575	1,635	1,355	1,075	0,775	0,575
Complexo enzimático	-	-	-	-	-	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
DL- Metionina	0,370	0,370	0,370	0,380	0,390	0,370	0,370	0,370	0,380	0,390
L-Lisina	0,200	0,180	0,160	0,150	0,150	0,200	0,180	0,160	0,150	0,150
L-Treonina	-	-	-	-	0,020	-	-	-	-	0,020
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PB (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
EM (kcal/kg)	2800	2800	2801	2802	2802	2800	2800	2801	2802	2802
Cálcio	3,117	3,119	3,121	3,124	3,133	3,117	3,119	3,121	3,124	3,133
Fósforo disponível	0,349	0,344	0,339	0,334	0,328	0,349	0,344	0,339	0,334	0,328
Sódio	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213
Potássio	0,767	0,766	0,764	0,763	0,759	0,767	0,766	0,764	0,763	0,759
Metionina digestível	0,641	0,643	0,645	0,656	0,667	0,641	0,643	0,645	0,656	0,667
Lisina digestível	1,104	1,096	1,087	1,087	1,090	1,104	1,096	1,087	1,087	1,090
Treonina digestível	0,663	0,657	0,650	0,643	0,652	0,663	0,657	0,650	0,643	0,652
Triptofano digestível	0,223	0,228	0,233	0,238	0,242	0,223	0,228	0,233	0,238	0,242
Valina digestível	0,811	0,812	0,814	0,815	0,814	0,811	0,812	0,814	0,815	0,814

*Suplemento vitamínico e mineral para codornas 5%: Ácido fólico (16,7 mg), Ácido pantotênico (204,6 mg), Bacitracina de Zinco(600 mg), BHT (700 mg), Biotina (1,4 mg), Cálcio (197,5 mg), Cobalto (5,1 mg), Cobre (244 mg), Colina (42 mg), Ferro (1.695 mg), Flúor (máx. 400 mg), Fósforo (50 mg), Iodo (29 mg), Manganês (1.485 mg), Metionina (111 g), Niacina (840 mg), Selênio (3,2 mg), Sódio (36 g), Vitamina A (207.000 UR), Vitamina B1 (40 mg), Vitamina B12 (430 mcg), Vitamina B2 (120 mg), Vitamina B6 (54 mg), Vitamina D3 (43.200 UI), Vitamina E (540 mg), Vitamina K3 (51,5 mg), Zinco (4,535 mg); **Areia escariola.

Os dados obtidos de qualidade foram submetidos a análise de variância (ANOVA), em um fatorial 5x2, com a verificação de contrastes ortogonais entre os tratamentos. Também foi feita análise de regressão para verificação do melhor nível de inclusão de arroz no desempenho a 5% de probabilidade.

A influência do CE foi verificada através de contrastes ortogonais dentro dos diferentes níveis de inclusão de Al e, também, entre eles.

5 Artigo 1

Arroz integral em dietas de codornas japonesas

1 **ARROZ INTEGRAL EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS**

2

3 **METABOLISMO E NUTRIÇÃO**

4

5 **ARROZ INTEGRAL EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS**

6

7 **M.S.L. Castro*, A.A.S. Catalan* , E. Gopinger*, J.S. Lemes*, P.O. Moraes*,**

8

J. Schaufhauser Junior‡, E.G. Xavier*

9

10 ***Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,**

11 **Departamento de Zootecnia, PO Box 354, 96010-000 – Pelotas, RS, Brasil;**

12 **‡Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado**

13 **email: marthascastro@hotmail.com**

14

15 RESUMO - O presente trabalho avaliou a substituição do milho pelo arroz
16 integral, na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) sobre o
17 desempenho zootécnico, qualidade de ovos e análise sensorial de ovos. Foram
18 utilizadas 100 codornas de postura com 215 dias de idade. Foram testados cinco
19 tratamentos: T1 – 0% (dieta controle à base de milho e farelo de soja); T2 – 25%;
20 T3 – 50%; T4 – 75%; T5 – 100% de arroz integral em substituição ao milho, com
21 cinco repetições por tratamento, em delineamento inteiramente casualizado. Os
22 dados foram submetidos à análise de variância e

23 regressão polinomial a 5% de significância. As variáveis produção de ovos, massa
24 de ovos, conversão por massa e conversão por dúzia de ovos, altura de albúmen,
25 percentual de gema, albúmen e casca, unidade Haugh, comprimento e largura dos
26 ovos, gravidade específica e índice morfológico não foram afetadas ($P>0,05$) pela
27 substituição do milho por arroz integral nas dietas. Entretanto, a utilização do
28 arroz integral afetou significativamente a coloração da gema, conferiu sabor
29 amargo aos ovos, perda de luminosidade e perda de intensidade da cor amarela e a
30 saturação da cor das gemas. O uso do arroz integral na dieta de codornas
31 japonesas não influencia as características de desempenho zootécnico, porém,
32 diminui a coloração das gemas dos ovos, depreciando seu valor comercial, e altera
33 o sabor dos ovos.

34 Key-words: coloração de gema, desempenho zootécnico, propriedades sensoriais,
35 qualidade de ovos.

36

37

INTRODUÇÃO

38 Nos últimos anos, a coturnicultura tem apresentado desenvolvimento
39 acentuado e com resultados promissores aos produtores. Com isso, a atividade,
40 anteriormente vista como de subsistência, tomou caráter industrial, principalmente
41 em virtude do rápido crescimento das aves, precocidade na produção e maturidade
42 sexual (35 a 42 dias), alta produtividade (média de 300 ovos/ano), possibilidade
43 de pequenos espaços abrigarem grandes populações, longo período em alta
44 produção (14 a 18 meses), baixo investimento e rápido retorno financeiro (Pastore
45 et al., 2012).

46 As dietas das codornas têm como base milho e farelo de soja (Oliveira et
47 al., 2007), duas *commodities*, cujos preços são regulados pelo mercado
48 internacional, sendo dependentes de vários fatores, principalmente os climáticos,
49 os quais determinam o volume que será disponibilizado anualmente para
50 comercialização. Além disso, estes insumos vêm sendo progressivamente
51 utilizados na indústria de biocombustíveis, o que eleva seus preços, encarecendo a
52 dieta dos animais.

53 Dessa forma, alimentos alternativos vêm sendo estudados e testados em
54 dietas para animais, visando à redução do custo das mesmas, sem afetar seu o
55 desempenho e estado sanitário.

56 O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos
57 mundialmente, e seus subprodutos, obtidos a partir do processamento do grão, são
58 destinados à alimentação animal. Entretanto, em virtude da alta produtividade e
59 baixa competitividade no mercado, há alguns anos, o arroz integral (AI), que era
60 destinado basicamente ao consumo humano, passou a receber incentivos para a
61 utilização na nutrição animal, haja vista ser um cereal com elevados níveis de
62 carboidratos, baixos níveis de lipídeos, e níveis de proteína bruta próximos aos do
63 milho (Krabbe et al., 2012).

64 Como o uso do arroz integral na alimentação de codornas não é uma
65 prática comum, objetivou-se avaliar o efeito da substituição do milho pelo arroz
66 integral na dieta de codornas de postura sobre as variáveis de desempenho e
67 qualidade de ovos.

68

69

70

71

MATERIAIS E MÉTODOS

72 *Local e instalações*

73 O experimento foi aprovado previamente pela Comissão de Ética em
74 Experimentação Animal (CEEA) da UFPel sob o número 2167 e realizado no
75 setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica
76 Professor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO) do Departamento de Zootecnia da
77 Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de
78 Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, RS.

79 Foram utilizadas 100 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*),
80 com 215 dias de idade, alojadas em gaiolas metálicas individuais, equipadas com
81 comedouros tipo calha e bebedouros tipo *nipple*. Durante todo o período
82 experimental, as aves receberam água e ração *ad libitum*. O programa de luz
83 utilizado foi de 17 horas de luz diárias, de acordo com a recomendação para a
84 linhagem e a temperatura e umidade monitoradas por termogrômetro e
85 controladas com auxílio de ventiladores.

86

87 *Delineamento experimental e tratamentos*

88 As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado,
89 com cinco repetições por tratamento. Cada unidade experimental correspondeu a
90 quatro codornas. O período experimental foi de 84 dias.

91 Foram testados cinco tratamentos: T1 – 0% de arroz integral (AI, dieta
92 controle, à base de milho e farelo de soja); T2 – 25% de AI; T3 – 50% AI; T4 –
93 75% AI; e T5 – 100% AI em substituição ao milho, conforme apresentado na
94 Tabela 1. As dietas foram isoenergéticas e isoproteicas, formuladas para atender

95 as exigências de manutenção e produção de ovos, conforme as exigências
96 nutricionais da fase de produção segundo Silva (2009).

97

98 ***Desempenho***

99 Diariamente, as aves foram arraçoadas, anotando a quantidade de ração
100 fornecida, sendo que ao final do período experimental a sobra de ração foi pesada,
101 com o intuito de calcular o consumo médio diário e os ovos identificados,
102 coletados e pesados individualmente para o cálculo da produção total e do peso
103 médio. A massa de ovos foi calculada multiplicando-se o número de ovos
104 produzidos pelo peso médio dos ovos. A conversão alimentar por massa de ovos
105 foi calculada dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovos, e a conversão
106 alimentar por dúzia de ovos foi obtida dividindo-se o consumo de ração pelo
107 número de ovos produzidos, sendo o resultado dividido por 12.

108

109 ***Qualidade de ovos***

110 Os ovos produzidos nos dois últimos do período experimental foram
111 identificados, coletados e avaliados para obter as médias das variáveis de
112 qualidade interna e externa.

113 Foram analisadas as seguintes variáveis de qualidade interna dos ovos:
114 altura de albúmen, cor da gema, porcentagem da gema, porcentagem da clara e
115 calculada a unidade Haugh. Para determinar a altura de albúmen (mm), foi
116 utilizada uma régua específica (marca FHK).

117 A cor da gema foi obtida através do método qualitativo com uso do leque
118 colorimétrico de DSM®.

119 A porcentagem de gema e de clara foi obtida através da pesagem da gema
120 (g) e da clara (g) em balança digital (Marte, modelo AS 5500C, com precisão de
121 0,1 g), sendo o resultado multiplicado por 100 e dividido pelo peso do ovo. A
122 unidade Haugh foi calculada a partir do peso do ovo e da altura do albúmen,
123 através da fórmula: $UH = 100\log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que: H= altura do
124 albúmen e W= peso do ovo.

125 Com relação à qualidade externa do ovo, as seguintes variáveis foram
126 obtidas: comprimento do ovo (mm) e diâmetro do ovo (mm), gravidade específica
127 (g.cm^3), espessura da casca (mm) e porcentagem da casca (%). Para a
128 mensuração do comprimento e diâmetro dos ovos foi utilizado um paquímetro
129 digital (Eletronic digital caliper 6" 150 mm, com precisão de 0,01 mm).
130 Posteriormente, estes valores foram usados como referência para obter o índice de
131 forma, através do valor do diâmetro dividido pelo comprimento do ovo e
132 multiplicado por 100. Para a determinação da gravidade específica, os ovos foram
133 acondicionados em um cesto plástico perfurado e imersos em baldes contendo
134 soluções de cloreto de sódio (NaCl) com densidade variando de 1,050 a 1,098
135 g.cm^{-3} , com intervalo de 0,004 g.cm^{-3} . Os ovos foram retirados do cesto assim que
136 flutuavam na solução.

137 Depois de realizada a quebra dos ovos, as cascas foram lavadas e secas em
138 temperatura ambiente, para posterior obtenção do seu peso e espessura. Para a
139 determinação da porcentagem de casca, as mesmas foram pesadas
140 individualmente em balança digital analítica (Unibloc, AUY-220, com precisão de
141 0,1 mg). O resultado obtido foi multiplicado por 100 e dividido pelo peso do ovo.
142 A espessura (μm) foi mensurada no anel central da casca de cada ovo, utilizando-
143 se um micrômetro manual (marca Starret, com precisão de 0,01 mm).

144 Também foram avaliados 10 ovos crus de cada tratamento, sendo cada ovo
145 uma repetição. Os ovos foram coletados ao acaso dentro de cada tratamento e
146 identificados para realização da leitura utilizando-se colorímetro Minolta CR 410,
147 para obtenção dos parâmetros de L (luminosidade), a* (intensidade da cor
148 vermelha) e b* (intensidade da cor amarela). Também foi obtido o croma, que
149 corresponde a relação entre os valores de a* e b*, obtendo-se a cor real do objeto
150 analisado (Harder et al., 2007).

151

152 *Propriedades sensoriais dos ovos*

153 Os ovos foram coletados, sendo 10 por tratamento, identificados conforme
154 o tratamento correspondente e encaminhados para o Laboratório de Carnes e
155 Análise Sensorial do Departamento de Zootecnia, onde foram armazenados sob
156 refrigeração (10 °C), por sete dias, até o momento da avaliação.

157 Para a realização deste procedimento, foi realizado um treinamento para
158 seleção dos julgadores, conforme descrito por Seibel et al. (2010). Após, iniciou-
159 se a avaliação dos ovos, que foram inicialmente cozidos em água fervente,
160 conforme os tratamentos, durante sete minutos. Quando atingiram a temperatura
161 ambiente, foram descascados e servidos em recipientes plásticos, codificados com
162 três dígitos aleatórios para as avaliações, sendo dispostos em cabines individuais
163 de degustação.

164 As variáveis analisadas foram odor característico, estranho e oleoso; sabor
165 característico, oleoso e amargo; cor e aceitação global. Os tratamentos foram
166 avaliados por teste de aceitabilidade, com escala hedônica de nove pontos,
167 correspondendo “menor intensidade” a 0 e “maior intensidade”, a 9.

168

169 *Análise estatística*

170 Os efeitos da substituição do milho pelo arroz integral foram avaliados
171 através da regressão polinomial. Os dados foram submetidos a ANOVA e as
172 médias comparadas pelo PROC REG do programa SAS (SAS, 2002). O modelo
173 de regressão polinomial foi selecionado baseado no nível de significância ($P <$
174 $0,05$) e no coeficiente de determinação.

175 Para as variáveis da análise sensorial, os resultados foram submetidos à
176 análise de variância, com teste F. Obtendo-se significância no teste F em nível de
177 5%, prosseguiu-se a a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de
178 significância.

179

180 **RESULTADOS**

181 *Desempenho*

182 Conforme pode ser verificado na tabela 2, o desempenho produtivo das
183 codornas não foi afetado significativamente pelos níveis de substituição do milho
184 pelo arroz integral ($P > 0,05$).

185

186 *Qualidade dos ovos*

187 Na tabela 3, são apresentados os resultados do efeito da substituição do
188 milho pelo arroz integral na dieta das aves sobre a qualidade dos ovos. Não foi
189 verificado efeito significativo da inclusão dos níveis de arroz na dieta sobre as
190 variáveis de qualidade dos ovos, com exceção da cor da gema (Tabela 3 e Figura

191 1), onde se percebe a redução linear significativa da mesma com o aumento do
192 nível de inclusão do arroz integral nas dietas.

193 Os parâmetros de coloração das gemas cruas, medido utilizando-se o
194 método colorimétrico, apresentaram diferenças ($P < 0,05$), conforme pode ser
195 visualizado na tabela 5. Foi verificada uma diminuição quadrática progressiva
196 ($P < 0,05$) da luminosidade (L), conforme a equação $y = 68,30 - 0,03x - 0,001x^2$,
197 com valores máximos em 15%; da intensidade da cor amarela (b^*), com a
198 equação $y = 51,49 + 0,007x - 0,002x^2$, apresentando máximo em 1,75%; e croma
199 (C), ($y = 51,97 + 0,005x - 0,002x^2$), refletindo o que ocorreu com b^* , tendo o
200 máximo índice obtido com a inclusão de arroz em 1,25% nas dietas.

201

202 *Propriedades sensoriais dos ovos*

203 Dentre os atributos sensoriais avaliados (Tabela 4), a característica sabor
204 amargo apresentou resultado significativamente diferente ($P < 0,05$) entre os
205 tratamentos, sendo percebido em maior escala em nível de 100% de substituição,
206 diferindo, apenas, do nível de 25%.

207

208

209

DISCUSSÃO

210 *Desempenho*

211 Gopinger et al. (2014), testando níveis crescentes de arroz integral (0, 20,
212 40, 60 e 80%) em substituição ao milho em dietas de codornas japonesas,

213 observaram aumento linear significativo da produção de ovos, da massa de ovos,
214 da porcentagem da casca e da gravidade específica, sendo que a conversão por
215 massa e por dúzia melhoraram linearmente com o aumento da inclusão de arroz
216 integral nas dietas.

217 Oliveira (2004) encontrou consumo de ração, peso médio dos ovos e
218 percentual de postura de codornas japonesas alimentadas com rações à base de
219 milho maior ($P \leq 0,05$) do que o de codornas que receberam 30% de substituição
220 de quirera de arroz. Também observou que estas aves apresentaram melhor
221 conversão alimentar/g e conversão alimentar/dúzia de ovos com as rações a base
222 de milho.

223 Filardi et al (2007), por sua vez, testando níveis de inclusão de 0, 5, 10 e
224 15% de farelo de arroz (FAI) na dieta de poedeiras não observaram efeitos
225 significativos ($P > 0,05$) sobre o desempenho zootécnico, nem mesmo no seu nível
226 máximo de inclusão, de 15%. Porém, a produção de ovos apresentou um efeito
227 quadrático, reduzindo até o nível de 22,32% de FAI na dieta (Brum Jr. et al.,
228 2007a). Brum Jr et al. (2007a) também observaram menor consumo de ração com
229 os níveis crescentes de FAI, provavelmente pelo maior teor de fibra da dieta,
230 comparada com as dietas com maior teor de milho. Isto porque o aumento da
231 fração fibrosa das dietas está associado à redução no consumo, limitando a
232 ingestão de alimento pelo volume ocupado no trato digestório e também pelo
233 aumento da viscosidade (Rodríguez-Palenzuela and de Blas García, 1998).

234 No entanto, no presente estudo o desempenho zootécnico não foi afetado
235 em nenhum dos tratamentos.

236

237 ***Qualidade de ovos***

238 Os resultados deste estudo diferem dos encontrados por Rodrigues et al.
239 (2012) que encontraram maior peso dos ovos em poedeiras que receberam 33, 66
240 ou 100% de arroz integral nas dietas.

241 Brum Jr. et al. (2007a), avaliando níveis de inclusão de farelo de arroz
242 integral (0, 12, 24, 36%) na dieta de poedeiras demonstraram que não houve efeito
243 no peso dos ovos, o que corrobora com pesquisa realizada por Filardi et al. (2007),
244 que testando níveis de inclusão de 0, 5, 10, 15% de farelo de arroz integral na
245 dieta de poedeiras também não observaram efeitos significativos ($P>0,05$) na
246 gravidade específica, na espessura da casca e na porcentagem de casca dos ovos.
247 Entretanto, Samli et al. (2006), testando os mesmos níveis de inclusão,
248 constataram diferença para a unidade Haugh com 15% de inclusão de farelo de
249 arroz.

250 A diminuição da pigmentação da gema observada neste estudo acompanha
251 o aumento do nível de inclusão de arroz na alimentação das aves. Quevedo Filho
252 et al. (2013), trabalhando com farelo integral de arroz parboilizado em até 30% de
253 inclusão na dieta de codornas japonesas, também constataram diminuição na
254 coloração da gema, salientando que as xantofilas ausentes no arroz e em seus
255 subprodutos são responsáveis pela despigmentação. Anteriormente, Brum Jr. et al.
256 (2007b) constataram redução na pigmentação do bico e da canela de frangos de
257 corte com a progressiva substituição do milho pela quirera de arroz, comprovando
258 o efeito da carência de substâncias pigmentantes desse alimento.

259 Segundo Freitas et al. (2011) a pigmentação da gema pode variar de
260 amarelo levemente claro a laranja escuro, de acordo com a alimentação e
261 características individuais da ave. Neste estudo, observou-se uma menor

262 intensidade da coloração amarela (b*) em virtude da substituição do milho, fonte
263 de pigmentantes naturais, pelo arroz integral, o qual apresenta carência nestes
264 fatores.

265 Laganá et al. (2011) testando a pigmentação de gemas de ovos de codornas
266 alimentadas com dietas com 50% de sorgo baixo-tanino, verificaram que os
267 baixos valores do croma (C) indicam menor saturação da cor, com maior
268 quantidade de branco nas gemas em virtude baixo teor de pigmentos no sorgo.

269

270 *Propriedades sensoriais dos ovos*

271 No presente estudo, o sabor apresentou um resíduo ligeiramente amargo, o
272 que também foi constatado por Bernal-Gómez et al. (2002) quando poedeiras
273 foram alimentadas com dietas contendo óleos ricos em ácidos graxos
274 poliinsaturados. Alterações de sabor e odor, com geração de *off-flavour* (odores e
275 sabores estranhos), poderiam ser o resultado da rancidez dos ácidos graxos poli-
276 insaturados presentes no grão de arroz integral, já que estes são particularmente
277 suscetíveis à oxidação lipídica, e, mesmo pequenas diferenças de concentração,
278 podem ser importantes no desenvolvimento do processo oxidativo (Lopez-Bote et
279 al., 1998). Neste estudo, a alta inclusão de óleo de soja nas dietas experimentais,
280 necessária para manter os níveis de energia das dietas devido à inclusão do arroz
281 integral, pode ter ampliado esta característica, o que pode ter conferido o sabor
282 amargo, uma vez que a gema possui um alto teor lipídico (Seibel et al., 2010; Aro
283 et al., 2011). Isso pode indicar a necessidade da adição de antioxidantes, como a
284 vitamina E, em dietas com altos níveis de arroz.

285

286

287

CONCLUSÃO

288

O arroz integral pode ser utilizado em substituição total ao milho em dietas

289

de codornas japonesas, porém afeta negativamente a coloração das gemas.

290

291

REFERÊNCIAS

292

293 Aro, H.; Rokka, T.; Valaja, J.; Hiidenhovi, J.; Houppalahti, R.; Ryhänen, E.-L.
294 2011. Functional and sensory properties of hen eggs with modified fatty acid
295 compositions. *Food Funct.*, (2): 671–677.

296

297 Bernal-Gómez, M.E.; Della Torre, J.; Rodas, M.A.; Mendonça Júnior, C.X.;
298 Mancini-Filho, J. 2002. Avaliação sensorial e instrumental de ovos de galinhas
299 alimentadas com rações suplementadas com óleo de linhaça e antioxidantes.
300 *Nutrir Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.*, São Paulo, SP., (23): 55-66.

301

302 Brum Júnior, B. De S.; Lemos, I.T.P. De; Zanella, I.; Rosa, A.P.; Carvalho, E.H.;
303 Batista, I.M.; Magon, L. 2007a. Utilização do farelo de arroz integral na dieta para
304 poedeiras UFSMV 2003 na fase de produção. *Revista Brasileira de Agrociência*,
305 (13): 541-546.

306

307 Brum Júnior, B.S.; Zanella, I.; Toledo, G.S.P.; Xavier, E.G.; Vieira, T.A.;
308 Gonçalves, E.C.; Brum, H.; Oliveira, J.L.S. 2007b. Dietas para frangos de corte
309 contendo quirera de arroz. *Ciência Rural*. 37(5).

310

311 Filardi, R.S., Junqueira, O.M., Laurentiz, A.C., Casartelli, E.M., Assuena, V.,
312 Pileggi, J., Duarte, K.F. 2007. Utilização do farelo de arroz em rações para
313 poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis.
314 *Ciência Animal Brasileira*, 8(3): 397-405.

315

316 Freitas, L.W.; Almeida Paz, I.C.L.; Garcia, R.G.; Caldara, F.R.; Seno, L.O.; Felix,
317 G.A. Lima, N.D.S.; Ferreira, V.M.O.S.; Cavichiolo, F. 2011. Aspectos
318 qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de
319 armazenamento. *Revista Agrarian*, 4(11): 66-72.

320

321 Gopinger, E., Moraes, P.O., Catalan, A.A.S., Xavier, E.G., Castro, M.L. e
322 Schafhauser Júnior, J. 2014. Whole rice in japanese quails' diet. *Acta*
323 *Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, 36(4): 363-367.

324

325 Krabbe, E.L., Bertol, T.M., Mazzuco, H. 2012. Uso do grão de arroz na
326 alimentação de suínos e aves. Comunicado Técnico 503, Embrapa Suínos e Aves,
327 Concórdia-SC.

328

- 329 Laganá, C., Pizzolante, C.C., Saldanha, E.R.P.B., Moraes, J.E. 2011. Turmeric
330 Root and Annato Seed in Second-Cycle Layer Diets: Performance and Egg
331 Quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Aug - Oct.13(3): 171-176.
332
- 333 Lopez-Bote, C.J.; Sanz Arias, R.; Rey, A.I.; Castaño, A.; Isabel, B.; Thos, J.
334 1998. Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and α -tocopherol content and
335 oxidative stability of eggs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, (72): 33-40.
336
- 337 Oliveira, Newton Tavares Escocard de. 2004. Energia metabolizável de alimentos
338 e qualidade de ovos e carne de codornas japonesas alimentadas com rações
339 contendo colorífico do urucum e niacina suplementar. Tese (Doutorado em
340 Produção Animal). 113 p. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Centro de
341 Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes. RJ.
342
- 343 Oliveira, N.T.E.; Fonseca, J.B.; Soares, R.T.R.N.; Lombardi, C.T.; Mercadante,
344 M.B. 2007. Determinação da energia metabolizável de diferentes alimentos
345 testados em codornas japonesas fêmeas. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot.*, 59(1): 210-
346 217.
347
- 348 Pastore, S.M.; Oliveira, W.P.; Muniz, J.C.L. 2012. Panorama da coturnicultura no
349 Brasil. *Revista eletrônica Nutritime*. 9(06), Disponível em:
350 <<http://www.nutritime.com.br>> Acesso em: mar. 2014. – ISSN 1983-9006.
351
- 352 Quevedo Filho, I.B., Freitas, E.R., Filgueira, T.M.B., Nascimento, G.A.J., Braz,
353 N.M., Fernandes, D.R., Watanaber, P.H. 2013. Parboiled rice whole bran in laying
354 diets for Japanese quails. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 48(6): 582-588.
355
- 356 Rodrigues, T.A.; Santos, V.L.; Becker, R.; Ruas, M.; Oliveira, A.; Schafhäuser
357 Junior, J.; Gentilini, F.P. and Anciuti, M.A. 2012. Arroz integral e pigmentos
358 sintéticos sobre a qualidade externa de ovos de poedeiras em segundo ciclo de
359 produção. 11ª MOSTRA DE PRODUÇÃO UNIVERSITÁRIA. 22 a 26 de
360 outubro. Anais... FURG - Campus Carreiros. Rio Grande.
361
- 362 Rodríguez-Palenzuela, P. and de Blas García J.C. 1998. Fibra soluble y su
363 implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. Em: XIV CURSO DE
364 ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN
365 ANIMAL. Eds.: Rebollar, PG, de Blas, C and Mateos, GG.
366
- 367 Samli, H.E., Senkoylu, N., Akyurek, H., Agma, A. 2006. Using rice bran in laying
368 hen diets. *Journal of Central European Agriculture*, 7(1).
369
- 370 Silva, J.H.V. Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias. 1ª ed. Funep. 2009.
371 107p.
372
- 373 Statistical Analysis System - SAS. User's guide. Cary: SAS Institute, 2002. 525p.
374
- 375 Seibel, N. F., Schofen, D. B., Queiroz, M. I. Souza-Soares, L. A. 2010.
376 Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas
377 modificadas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30(4): 884-889.
378

379 Tabela 1. Composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de arroz integral (%)				
	0	25	50	75	100
Milho	50,228	36,823	24,519	10,930	-
Farelo de soja (45%)	37,022	36,681	36,097	35,747	35,224
Arroz integral	-	12,560	25,100	37,670	48,816
Calcário	6,014	5,790	6,063	5,690	5,932
Sal	0,225	0,180	0,230	0,222	0,210
L-Lisina	-	0,029	0,070	0,110	0,159
DL-Metionina	0,079	0,090	0,122	0,135	0,160
Fosfato bicálcico	-	-	0,087	-	0,069
Óleo de soja	3,000	4,000	4,508	5,506	6,000
Núcleo vitamínico-mineral ¹	3,432	3,847	3,204	3,990	3,430
Total	100	100	100	100	100
Composição nutricional calculada (%)					
EM (kcal kg ⁻¹)	2800	2806	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Cálcio (%)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Fósforo disponível (%)	0,283	0,300	0,280	0,300	0,280
Metionina digestível (%)	0,390	0,390	0,390	0,394	0,403
Met + Cist digestível (%)	0,637	0,612	0,598	0,569	0,557
Treonina digestível (%)	0,717	0,675	0,633	0,591	0,553
Triptofano digestível (%)	0,240	0,231	0,222	0,213	0,204
Arginina (%)	1,345	1,288	1,228	1,170	1,117
Lisina (%)	1,047	1,030	1,030	1,030	1,030
Gli + Ser digestível (%)	1,771	1,677	1,580	1,485	1,398
Sódio (%)	0,230	0,230	0,230	0,252	0,230

380 ¹Composição por kg: vitamina A: 207.000UI; vitamina D3: 43.200UI; vitamina E: 540mg;
381 vitamina K3: 51,5mg; vitamina B1: 40mg; vitamina B2: 120mg; vitamina B6: 54mg; vitamina
382 B12: 430mcg; niacina: 840mg; ácido fólico: 16,7mg; ácido pantotênico: 204,6mg; colina: 42mg;
383 biotina: 1,4mg; metionina: 11g; magnésio: 1.485mg; zinco: 1.585mg; ferro: 1.695mg; cobre:
384 244mg; iodo: 29mg; selênio: 3,2mg; bacitracina de zinco: 600mg; BHT: 700mg; Cálcio: 197,5g;
385 cobalto: 5,1mg; flúor: 400mg; fósforo: 50g; Sódio: 36g.

386 **Tabela 2. Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas**
 387 **com diferentes níveis de arroz integral.**

Variável	Níveis de arroz integral (%)					P*	CV
	0	25	50	75	100		
Consumo de ração diário (g)	33,77	35,20	35,09	31,89	32,73	0,21	8,74
Massa de ovos (g/ave/dia)	9,88	9,56	9,36	9,43	9,16	0,23	9,58
CA (dúzia de ovos) (g/dz)	3,66	3,83	4,53	3,75	4,15	0,53	24,54
CA (massa de ovos) (g.g ⁻¹)	3,47	3,83	4,12	3,77	3,99	0,27	15,94
Produção de ovos (%)	80,00	79,16	77,91	76,40	75,05	0,20	8,75
Peso dos ovos (g)	12,36	12,05	11,98	12,21	12,14	0,51	3,52

388 CA = conversão alimentar; P* - nível de significância a 5% ; CV - coeficiente de variação
 389 (%).

390 **Tabela 3 – Características de qualidade de ovos de codornas japonesas**
 391 **alimentadas com arroz integral.**

Variável	Níveis de arroz integral (%)					P*	CV (%)
	0	25	50	75	100		
AA (mm)	4,79	4,56	4,77	4,65	4,66	0,64	11,71
A (%)	47,95	48,77	48,86	47,95	49,75	0,49	11,35
G (%)	30,98	30,24	31,82	30,58	33,55	0,11	10,94
UH	92,04	91,75	92,00	92,12	91,66	0,81	2,94
IF (%)	77,45	77,98	78,86	78,65	78,28	0,21	3,27
GE (g.cm ⁻³)	1069,94	1070,34	1069,80	1071,01	1068,04	0,13	0,40
EC (mm)	22,33	22,56	22,14	22,50	22,21	0,69	5,08
Casca (%)	7,83	8,00	8,08	8,08	7,88	0,36	7,49

392 AA = altura albúmen; A = percentual de albúmen; G = percentual de gema; UH =
 393 unidade Haugh; IF = índice de forma; GE = gravidade específica; EC = espessura
 394 da casca; Casca = percentual de casca; P *: nível de significância; CV: coeficiente
 395 de variação.

396

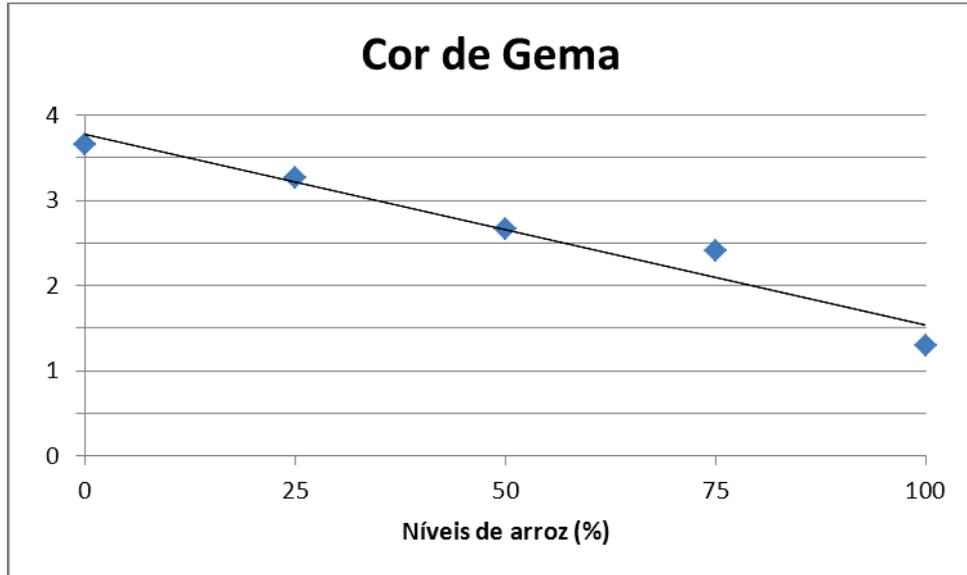


Figure 1. Cor de gema de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral, obtida com uso do leque colorimétrico (DSM). Equação de regressão: $Y = 3,77 - 0,22x$; $R^2 = 0,9471$.

397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432

433 **Tabela 4. Atributos sensoriais de ovos de codornas japonesas**
 434 **alimentadas com arroz integral.**

Atributo ¹	Níveis de arroz integral (%)					P*	EP
	0	25	50	75	100		
Odor característico	4,67	5,14	4,74	4,15	4,57	0,26	0,30
Odor estranho	3,89	3,29	2,90	3,50	3,23	0,38	0,35
Odor oleoso	2,72	3,76	3,03	3,59	2,65	0,05	0,31
Sabor característico	4,87	4,88	4,52	4,56	4,15	0,52	0,33
Sabor oleoso	4,18	4,63	4,48	4,23	4,21	0,87	0,36
Sabor amargo	2,66 ^{ab}	2,34 ^b	2,52 ^{ab}	2,80 ^{ab}	3,80 ^a	0,04	0,35
Cor	4,59	4,63	4,59	3,84	3,67	0,12	0,34
Aceitação global	4,70	5,34	5,20	4,67	4,16	0,15	0,36

435 P* - nível de significância a 5% pelo teste de Tukey; EP – erro padrão; Atributos¹:
 436 Escala não-estruturada de 9cm (1 = menor intensidade; 9 = maior intensidade); ^{ab}
 437 Médias na mesma linha com letras minúsculas diferentes indicam diferença
 438 estatística entre elas (P=0,05%).

439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463

464 **Tabela 5 - Parâmetros de cor (CIELab) de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com arroz integral.**

Arroz integral (%)	L	b*	a*	Croma
0	67,95	51,93	-6,59	52,38
25	67,47	49,59	-6,94	50,10
50	63,91	44,57	-6,45	45,06
75	58,55	39,88	-5,92	40,36
100	53,74	26,44	-6,06	27,15
P**	<0,0001	<0,0001	ns	<0,0001
ER	$y = 68,30 - 0,03x - 0,001x^2$	$y = 51,49 + 0,007x - 0,002x^2$	-	$y = 51,97 + 0,005x - 0,002x^2$
R ²	0,99	0,98	-	0,98

L: luminosidade; b*: amarelo a azul; a*: vermelho a verde; Croma: saturação; P**: nível de significância; ER: equação de regressão; R²: coeficiente de determinação.

6 Artigo 2

Uso de pigmentantes naturais em dietas de codornas japonesas a base de arroz integral descascado e não-polido

Natural pigments in Japanese quails fed with whole rice

Castro, MLS¹; Gopinger, E²; Xavier, EG³; Schafhauser Jr, J⁸

¹Médica Veterinária/Bióloga, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM)/Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

²Zootecnista, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/FAEM/UFPel

³Engenheiro Agrônomo, Professor Associado Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/FAEM/UFPel

⁴Zootecnista, Pesquisador Embrapa Clima Temperado

email: marthascastro@hotmail.com

Palavras Chave: beterraba, codornas, coloração de gema, feno de alfafa, urucum.

Resumo- Desenvolveu-se um experimento a fim de verificar o efeito da inclusão de pigmentos naturais, feno de alfafa (FA), colorífico de urucum (U) e beterraba (B), em uma dieta a base de arroz integral descascado e não polido e farelo de soja sobre a coloração das gemas dos ovos de codornas. Foram utilizadas 100 codornas japonesas com 70 dias de idade. Os tratamentos foram T1: dieta controle (Arroz integral descascado e não polido em substituição total ao milho); T2: T1 + de 4% FA; T3: T1 + de 8% FA; T4: T1 + de 12% FA; T5: T1 + 4% de U; T6: T1 + 8% de U; T7: T1 +12% de U; T8: T1 + 4% de B; T9: T1 + 8% de B; e T10: T1 + 12% de B. Ao final de 15 dias foram verificadas as colorações das gemas dos ovos com colorímetro. O feno de alfafa promoveu diminuição da luminosidade e a cor variou do verde ao amarelado. Houve também aumento da saturação da cor com o aumento dos níveis de feno de alfafa na dieta ($P<0,05$). O acréscimo da concentração de colorífico de urucum na dieta diminuiu a luminosidade das gemas, acentuou a tonalidade vermelha e a saturação da cor ($P<0,05$), e a beterraba não apresentou efeito sobre quaisquer dos parâmetros de coloração de gemas ($P>0,05$). O feno de alfafa e o colorífico de urucum podem ser utilizados como pigmentantes naturais na dieta de codornas japonesas a base de arroz integral.

Key Words: alfalfa meal, annatto, egg colour, quails, sugar beet

Abstract- A trial was conducted to evaluate the inclusion of natural pigments, alfalfa meal (FA), annatto (U) and sugarbeets (B) in a diet based on unpolished whole rice and soybean meal. A total of 100 70-days-old Japanese quails were used. Treatments were T1: control diet (unpolished whole rice in full replacement of corn); T2: T1 + 4% FA; T3: T1 + 8% FA; T4: T1 + 12% FA; T5: T1 + 4% U; T6: T1 + 8% U; T7: T1 + 12% U; T8: T1 + 4% B; T9: T1 + 8% B; and T10: T1 + 12% B. After 15 days of trial yolk color was measured using a colorimeter. Alfalfa meal decreased brightness and the color ranged from green to yellowish. Additionally, color saturation was increased with increased levels of alfalfa meal in the diets ($P<0.05$). The increased concentration of annatto in the diets reduced the brightness of yolks and increased the red and color saturation ($P<0.05$), and the sugarbeets had no effect in any of the yolks parameters measured ($P>0.05$). The alfalfa meal and annatto may be used as natural pigments to Japanese quails diets based on unpolished whole rice.

Introdução

Submetidas à seleção e melhoramento durante séculos por japoneses, a codorna utilizada no Brasil para produção de ovos (*Coturnix coturnix japonica*), possui altos índices de produtividade (80 a 95%), exigindo pequena área para produção (320 a 400 aves/m²). A ave inicia a postura entre 35 e 40 dias de idade e produz, em média, cerca de trezentos ovos por ciclo produtivo de 12 meses (Albino and Barreto, 2003; Pastore et al, 2012).

Dentre os fatores importantes para o sucesso da criação de codornas, a nutrição deve receber uma atenção especial, visto contribuir com o maior percentual dos custos da produção. As dietas de aves são compostas basicamente por uma mistura balanceada de vários ingredientes como cereais, farelo de soja, farinhas de resíduos da indústria animal, gorduras, vitaminas e minerais, que juntamente com a água, possibilitam saúde, pleno desenvolvimento e reprodução. Além destes ingredientes, as dietas podem incluir outros constituintes que não são classificados como nutrientes, como xantofilas, promotores de crescimento, presentes em alguns ingredientes naturais e agentes antimicrobianos (NRC, 1994). Os cereais utilizados em maior proporção nas dietas são o milho (fonte energética) e o farelo de soja (fonte proteica). Duas *comodities*, que, além de serem utilizadas na alimentação humana, nas últimas décadas, vêm sendo direcionadas à

produção de fontes energéticas ecologicamente sustentáveis, como etanol e biodiesel (US.EPA, 2013; CONAB, 2015). Isso faz com que seus preços flutuem de encontro à economia da produção avícola e direcione as pesquisas na busca de melhores fontes alternativas de energia e/ou proteína na dieta de aves, tais como o arroz e seus subprodutos.

O arroz é uma gramínea anual adaptada a solos alagados e que se desenvolve bem, mesmo com pouca disponibilidade de água (Guimarães et al., 2002). Excelente fonte de energia, devido a alta concentração de amido no grão, fornece também proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de lipídios (Walter et al., 2008). Porém, seu teor em minerais não reflete, necessariamente, a maior biodisponibilidade dos mesmos, uma vez que grande parte destes pode estar complexado com outros componentes, tais como fibra e fitatos, e, portanto, indisponíveis ao metabolismo (Denardin et al., 2004). A proteína do arroz é de alta qualidade, se comparada a de outros grãos, devido à sua composição em aminoácidos (principalmente lisina) e digestibilidade (Perez et al., 1987). Em sua composição lipídica apresenta ácidos graxos insaturados, tendo em maiores quantidades os ácidos oleico em concentração de 0,95% no grão, monoinsaturado, e linoleico, poliinsaturado, encontrado em 0,69%, (Krabbe et al., 2012). O conteúdo de amilose do arroz se encontra ao redor de 24,6 a 28,8%, porém, este carboidrato, constituído por unidades de glicose unidas em formato linear, resiste em parte à digestão (Perez et al., 1987). Apresenta pouca concentração de provitamina A, uma vez que o endosperma é livre de carotenoides, mesmo que alguns traços destes elementos possam estar presentes no farelo (Frei and Becker, 2005). Isso determina a pouca pigmentação das gemas dos ovos, uma vez que a pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides) na gema do ovo (Garcia et al., 2002; Garcia et al., 2009).

Em busca da manutenção da cor dentro de padrões desejados, a adição de pigmentantes artificiais tornou-se prática usual, uma vez que apresentam estabilidade quando submetidos a condições ambientais (Bobbio and Bobbio, 2001). Pesquisas, no entanto, demonstram graus variados de toxicidade entre os pigmentantes artificiais, determinando a restrição ou mesmo proibição do seu uso em diversos países (Silva, 2007).

Os principais pigmentantes naturais de aplicação na indústria de alimentos são os carotenoides, as antocianinas, a clorofila, a riboflavina, as betalaínas e os caramelos (Oliveira et al., 2007). Há alguns ingredientes potencialmente pigmentantes, incluindo a alfafa (*Medicago sativa*) e o urucum (*Bixa orellana* L), fontes de carotenoides, e a beterrada (*Beta vulgaris* L), fonte de betalaínas.

Objetivou-se com este estudo verificar a utilização de feno de alfafa, colorífico de urucum e beterraba, como pigmentantes naturais, na dieta de codornas a base de arroz integral e farelo de soja, e seu efeito na coloração das gemas dos ovos.

Material e métodos

Instalações e animais experimentais

O experimento foi aprovado previamente pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFPel sob o número 2167.

Foram utilizadas 100 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*), com 70 dias de idade, alojadas em gaiolas metálicas, equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros automáticos tipo *nipple*, no Setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO), do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, RS. A unidade experimental foi formada por duas aves.

Durante todo o período experimental as aves tiveram acesso *ad libitum* à ração e à água.

O programa de iluminação utilizado foi de 17h de luz e 7h de escuro, controlado por relógio *timer* automático.

Dietas e tratamentos

Uma vez que foram utilizados o feno de alfafa e a beterraba como fontes naturais de pigmentantes, houve a necessidade de processá-los, a fim de poderem ser adicionados uniformemente às dietas. O colorífico de urucum, industrialmente produzido, não passou por processamento adicional para ser utilizado.

O feno de alfafa foi adquirido em estabelecimento especializado. Passou por pré-secagem em estufa de ar forçado (Odontobrás, Especial 480L), a 60°C por 3 dias. Após, foi moído (moinho Technal, modelo KT110N), com peneira 4. Em seguida foi adicionado às dietas, a partir de sua composição nutricional, de acordo com a análise de proteína bruta

efetuada no Laboratório de Nutrição Animal (LNA/DZ/FAEM/UFPel) e valores de energia metabolizável, fibra bruta e extrato etéreo segundo o NRC (1994).

A beterraba crua foi descascada e processada em multiprocessador (Walita Master, modelo DI3162, 50-60Hz, 250W, SEG 7073), resultando em fatias de 6mm x 5cm, segundo Rosa (2010). Foi, então, levada ao forno de microondas (Brastemp, BMX 35ARBNA, série IG 0011965, freq. 2450MHz, volume 30L, potência 1400W, resistência 1050, corrente 12A, alimentação 220V~(60Hz)⁻¹) em porções de 150g por 10min, a fim de sofrer prévia desidratação. Posteriormente, passou por pré-secagem em estufa de ar forçado (Odontobrás, Especial 480L), a 60°C por 3 dias. Posteriormente, foi moída (moinho Technal, modelo KT110N), com peneira 4. Foram determinados a proteína bruta (PB), o extrato etéreo (EE) e a fibra bruta (FB) no LNA. Então, adicionou-se a cada uma das dietas, levando-se em consideração sua composição nutricional e valor de energia metabolizável (EM), de acordo com Böhme et al. (2001) apud Dublec et al. (2011), que determinaram o teor de açúcar contido na beterraba (75,96%), e utilizando-se a fórmula de Janssen (1989) para determinação da EM corrigida (EM_n), em que: EM_n = 40,01 x % açúcar, totalizando 3.039,16 kcal/kg.

As composições nutricionais do colorífico de urucum, feno de alfafa e beterraba estão descritas na tabela 1.

As dietas foram formuladas para atender as exigências de codornas de postura se acordo com Rostagno et al. (2011).

Os tratamentos consistiram na adição de feno de alfafa (FA), colorífico de urucum (U) e beterraba (B) às dietas contendo arroz integral, descascado e não-polido como fonte de pigmentantes naturais, em concentrações de 4, 8 e 12%, obtendo-se T1: dieta controle (contendo arroz integral descascado e não-polido); T2: T1 + de 4% FA; T3: T1 + de 8% FA; T4: T1 + de 12% FA; T5: T1 + 4% de U; T6: T1 + 8% de U; T7: T1 +12% de U; T8: T1 + 4% de B; T9: T1 + 8% de B; e T10: T1 + 12% de B. Cada tratamento, cuja composição nutricional está demonstrada na tabela 2, apresentou 5 repetições com duas aves cada uma, sendo a unidade experimental composta por duas aves.

Análise de pigmentação das gemas

Todas as aves receberam, inicialmente, a dieta controle (T1) por 15 dias, quando foi possível observar-se a coloração uniformemente esbranquiçada das gemas (Figura 1). A partir de então, foram administradas as dietas experimentais por 15 dias. No 14º e 15º dias, coletou-se 13 ovos por tratamento, que foram levados ao Laboratório de Análise Sensorial do DZ/FAEM/UFPel para análise da coloração das gemas cruas, através de método colorimétrico, utilizando o equipamento Minolta CR-200b. Foram obtidos os parâmetros L* (Luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), sendo calculado o Croma, através da fórmula $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e o valor angular de H = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$.

Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se um pacote estatístico, e regressão polinomial a 5% de probabilidade.

Resultados

Os resultados de colorimetria estão demonstrados na tabela 3 e os das análises de regressão na tabela 4. Nas figuras 2 e 3 é possível verificar o comportamento dos parâmetros de coloração das gemas, através de regressão, a partir dos dados obtidos com colorímetro, segundo o sistema CIELab.

Quando foi utilizado feno de alfafa como pigmentante natural nas dietas de codornas japonesas a base de arroz integral descascado e não polido, obteve-se efeito quadrático nos parâmetros L* (P= 0,0424) e a* (P=0,0003); linear crescente para b* e C* (P<0,0001), e linear decrescente para H e H° (P<0,0001).

Houve diminuição da luminosidade L* ($y = 70,908 - 0,8454x + 0,0492x^2$) com a adição do feno, até o nível de 8,5%, com conseqüente aumento da opacidade. Já os valores negativos obtidos para a* através da regressão ($y = -7,886 - 0,1578x + 0,0184x^2$) denotam uma tendência quadrática de coloração ao verde, alcançando os níveis máximos em 4,28%. Já os valores lineares crescentes de b* ($y = 26,835 + 2,3425x$) indicam a impregnação do amarelo. Isto está refletido nos valores lineares crescentes encontrados para C* ($y = 28,005 + 2,2825x$), indicando aumento de saturação da cor resultante nas gemas. A tonalidade H° ($y = 106,58 - 0,806x$), por sua vez, reduziu linearmente, passando do verde ao amarelado, com o aumento dos níveis de feno de alfafa na dieta.

Com relação ao colorífico de urucum, de modo semelhante ao verificado para o feno de alfafa, houve efeito quadrático para os parâmetros L^* ($P=0,0280$) e a^* ($P=0,0271$). Os valores de L^* indicam perda de luminosidade nas gemas dos ovos ($y= 63,836 + 0,5703x - 0,0653x^2$), alcançando seus menores índices com a inclusão de 12% de urucum nas dietas. Os valores negativos de a^* ($y= - 2,9655 + 0,3766x - 0,0239x^2$), por sua vez, indicam coloração tendendo ao verde, porém havendo maiores *nuances* vermelhas, em níveis de 7,87% de colorífico de urucum nas dietas. Para os parâmetros b^* ($P=0,0240$), C^* ($P=0,0248$), H ($P=0,0323$) e H° ($P=0,0274$) o efeito foi linear. Houve aumento significativo da saturação C^* ($y= 42,005 + 0,535x$) para cada nível do pigmento adicionado, como reflexo do aumento significativo nos valores de b^* ($y= 41,9 + 0,5425x$). Por outro lado, a tonalidade (H°) apresentou acentuação do vermelho, abaixo de 90° ($y= 92,529 - 0,2965x$), com acréscimo do percentual utilizado.

A utilização da beterraba como pigmentante natural não apresentou efeito sobre quaisquer dos parâmetros de coloração de gemas neste estudo ($P>0,05$).

Discussão

A alfafa, sob a forma de farinha de feno e farinha de folhas, é um dos componentes mais frequentes nas dietas para aves, contribuindo com xantofila e carotenoides, que intensificam a coloração amarela da pele dos frangos e da gema do ovo (Torres, 1977, apud Lira et al., 2006). Em oposição a isso, todos os processos de conservação de forragens alteram de forma negativa a concentração de carotenoides. Tomando-se, por exemplo, o nível inicial de beta-carotenos em alfafa fresca, a redução fica em torno de 60% para forragens desidratadas, chegando a até 90% para feno seco (Martin-Rosset, 1990). Por sua vez, a concentração de carotenoides totais em alfafa desidratada encontrada por Dian (2007), 280,6 $\mu\text{g/g}$ MS, é menor do que a encontrada em pastagem verde fresca (696,6 $\mu\text{g/g}$ MS) por Prache et al. (2003). Deste total, segundo Prache et al. (2003), 60% correspondem à luteína, 20% à beta-caroteno, 6% à zeaxantina, enquanto para Dian (2007) são distribuídos em luteína (200,2 $\mu\text{g/g}$ MS), beta-caroteno (38,8 $\mu\text{g/g}$ MS) e zeaxantina (23 $\mu\text{g/g}$ MS). Há de ressaltar-se que corantes naturais amarelo-esverdeados ou verde-amarelados são extraídos de xantofilas, enquanto os amarelos e laranjas são obtidos através de outros carotenoides (Stringheta, 2007).

Neste estudo, o aumento verificado na tonalidade das gemas dos ovos corrobora com resultados em que foi utilizado feno de alfafa de baixo teor de fibra em dietas com farelo de soja e trigo para poedeiras (Laudadio et al., 2014). Anteriormente, já havia sido afirmado que a adição de leguminosas em dietas de poedeiras aumenta a coloração das gemas (Igbasan and Guenter, 1997) e que o uso de alfafa na alimentação de poedeiras também causa esta alteração de cor (Frankic et al., 2009). Extratos de alfafa utilizados em dietas a base de trigo, cevada, farelo de soja e farinha de peixe, para codornas japonesas, promoveram aumento na coloração das gemas em até 10 vezes comparadas com a dieta sem o pigmentante (Karadas et al., 2006). Em outros estudos, poedeiras que receberam inclusão de 5% de alfafa, em dietas com trigo e cevada, apresentaram gemas com maior coloração do que as alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja (Shahsavari, 2014), assim como a utilização de 2,5 e 7% de feno de alfafa em dietas a base de sorgo ocasionou o aumento da coloração das gemas (Al-Shami et al., 2011).

Adicionalmente, poedeiras alimentadas com dietas contendo 20% de alfafa apresentaram valores diminuídos de L^* e aumento em b^* e a^* (Mourão et al., 2006), concordando com os resultados deste estudo.

É conhecido que a pigmentação da pele e ovos pode ser melhorada com a utilização de carotenóides na dieta (Barbosa et al., 2007). Pigmentos naturais amarelos, assim como os alaranjados, têm sua origem no urucum, dentre outras fontes (Stringheta, 2007), que apresenta composição média em carotenoides totais (principalmente, bixina) ao redor de 4,71% (Carvalho et al., 2010). Porém, em coloríficos, os valores médios encontrados por Tocchini e Mercadante (2001) ficaram entre 0,15 a 0,35% de bixina e 0,002 a 0,006% de norbixina.

Os resultados obtidos para a inclusão de colorífico de urucum na dieta a base de arroz, no presente estudo, demonstram que com a adição do pigmentante houve aumento da tonalidade, variando do amarelo ao vermelho, correspondente às alterações nos parâmetros b^* e a^* . Fato semelhante foi encontrado com a inclusão de sementes de urucum moídas, extrato de urucum e colorífico em dietas de poedeiras contendo ingredientes com baixo teor de carotenoides ou como forma de aumentar a coloração em dietas a base de milho e farelo de soja (Harder et al., 2007; Curvelo et al., 2009; Queiroz et al., 2010; Laganá et al., 2011; Garcia et al., 2010; Costa et al., 2006).

Foi observado aumento linear de b^* em gemas de ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo 40% de sorgo e adicionadas de resíduos de semente de urucum nos níveis de 0, 4, 8 e 12% (Silva et al., 2006). Em trabalho com codornas japonesas, por sua vez, a adição de 0; 1,5; 3,0 e 4,5% de colorífico de urucum em dietas com 46% de milho ou

quirera de arroz determinaram aumento de coloração das gemas até o nível de 3,5% (Oliveira et al., 2007). Adicionalmente, a inclusão de farelo de urucum em até 9% em dietas contendo sorgo, também provocou aumento na coloração das gemas (Mani et al., 2014).

A perda de luminosidade (L) observada neste trabalho, com valores iniciais de 64,24 sem pigmentante, passando para 60,27 em nível de 12% de inclusão do colorífico, corroboram com situações encontradas por Harder et al. (2007), que observaram valores de 63,23 sem inclusão e 57,48 nos maiores índices, em poedeiras alimentadas com ração comercial, e variação de 55,08 a 49,68, quando os índices alcançaram 2,5% de sementes de urucum moídas em dietas para poedeiras contendo sorgo (Garcia et al., 2009).

Em relação à beterraba, a ausência de modificação da cor das gemas pode ser explicada pelo fato de que esta raiz tuberosa apresenta pouca concentração de carotenóides, ao redor de 0,002% (Rebecca et al., 2014). Em humanos, estes compostos podem ser excretados junto à urina em pequena quantidade (Frank et al., 2005), apresentar instabilidade de suas moléculas no ambiente digestivo, sofrer degradação bacteriana intestinal, além de apresentar outras vias de excreção, como biliar, circulação enterohepática e ainda formar compostos conjugados com LDL (Tesoriere et al., 2004). Além disso, a metodologia utilizada neste estudo para a obtenção da forma desejada de beterraba, utilizando aparelho de microondas, aliado ao tempo de exposição às altas temperaturas, possivelmente tenha degradado os pigmentos, o que concorda com Jackman e Smith (1996), Jiratanan and Liu (2004), que ressaltam a perda de até 60% do pigmento por exposição a estas situações, corroborando também com Hamerski et al. (2013), que sugerem a extração em base aquosa e a frio para manter sua estrutura química intacta.

Conclusão

O feno de alfafa e de colorífico de urucum em dietas a base de arroz integral, descascado e não-polido, para codornas japonesas são eficientes até o nível de 12% como pigmentantes das gemas dos ovos.

Referências bibliográficas

- Al-Shami, M.A., Salih, M.E. E Abbas, T.E. 2011. Effects of dietary inclusion of alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf meal and xylam enzyme on laying hens' performance and egg quality. Res. Opin. Anim. Vet. Sci., 2(1): 14-18.
- Albino, LFT; Barreto, SLT. 2003. Codornas: criação de codornas para produção de ovos e carne. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 289p.
- Barbosa, J.F.V., Nascimento, M.P.S.B., Diniz, F.M., Nascimento, H.T.S., Araújo Neto, R.B. 2007. Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras. Sistemas de Produção 4. Embrapa Norte. Versão eletrônica. Novembro.
- Bobbio, P.A. and Bobbio, F.A. Introdução à química de alimentos. 2.ed. São Paulo: Varela, 2001. 152 p.
- Carvalho, P.R.N., Silva, M.G., Fabri, E.G., Tavares, P.E.R., Martins, A.L.M., Spatti, L.R. 2010. Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agrônomo (IAC). Bragantia, Campinas, 69(3): 519-524.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2015. Perspectivas para a agropecuária. Diretoria de Política Agrícola e Informações. Superintendência de Gestão da Oferta. Vol 2. Safra 2014/2015. Brasília 2014. 158 p.
- Costa, F.G.P., Gomes, C.A.V., Silva, J.H.V., Carneiro, M.V.D., Goulart, C.C., Dourado, L.R.B. 2006. Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo debaixo tanino. Acta Sci. Anim. Sci. Maringá, 28(4): 409-414.
- Curvelo, E.R., Geraldo, A., Silva, L.M., Santos, T.A., Filho, J.A.V., Pinto, E.R.A., Oliveira, M.L.R., Ferreira, C.B. 2009. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafrão em dietas para poedeiras semipesadas e seus efeitos sobre o

desempenho e coloração da gema dos ovos. II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG. II JORNADA CIENTÍFICA. Anais... Campus Bambuí. 19 a 23 de Outubro.

Denardin, C.C., Silva, L.P., Storck, C.R., Nörnberg, J.L. 2004. Composição mineral de cultivares de arroz integral, parboilizado e branco. Alim. Nutr., Araraquara, 15(2): 125-130.

Dian, P. H. M. 2007. Discriminação de sistemas de alimentação em ovinos através da concentração de carotenóides no tecido adiposo e no plasma. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 148p.

Dublecz, K., Egyetem, D., Egyetem, NM., Egyetem, P. Glufosinate tolerant (Pat) sugar beets. 2011. Em: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_angol_04_takarmanyozastan/ch15s04.html. Acesso em 15/07/2015.

Frank, T., Stintzing, F.C., Carle, R., Bitsch, I., Quaas, D., Straß, G., Bitsch, R., Netzel, M. 2005. Urinary pharmacokinetics of betalains following consumption of red beet juice in healthy humans. Pharmacological Research (52): 290–297.

Frankič, T., Voljč, M., Salobir, J., Rezar, V. 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. Acta agriculturae Slovenica, 94(2): 95–102, Ljubljana.

Frei, M. and Becker, K. 2005. Fatty acids and all-trans- β -carotene are correlated in differently colored rice landraces. J Sci Food Agric (85): 2380–2384.

Garcia, E.A; Mendes, A.A; Pizzolante, C.C; Gonçalves, H.C; Oliveira, RP; Silva, MA. 2002. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Rev.Bras.Ci. Av. 4(1): 001-007.

Garcia, E.A., Molino, A.B., Berto, D.A., Pelícia, K., Osera, R.H., Faitarone, A.B.G. 2009. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. Vet. E Zootec., 16(4): 689-697.

Garcia, E.A., Molino, A. B., Gonçalves, H.C., Junqueira, O.M., Pelícia, K., Osera, R.H., Duarte, K.F. 2010. Ground annatto seeds (*Bixa orellana* l.) in sorghum-based commercial layer diets and their effects on performance, egg quality and yolk pigmentation. Brazilian Journal of Poultry Science. 12(4): 259-26.

Guimarães, C.M., Fageria, N.K., Barbosa Filho, M.P. 2002. Como a planta de arroz se desenvolve. Encarte. Arquivo do Agrônomo. Nº13. 12p.

Hamerski, L., Rezende, M.J.C., Silva, B.V. 2013. Usando as Cores da Natureza para Atender aos Desejos do Consumidor: Substâncias Naturais como Corantes na Indústria Alimentícia. Rev. Virtual Quim. 5(3): 394-420.

Harder, M.N.C., Canniatti-Brazaca, S.G., Arthur, V. 2007. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana* L.). RPCV -102 (563-564) 339-342.

Igbasan, F.A. and Guenter, W. 1997. The Influence of Micronization, Dehulling and Enzyme Supplementation on the Nutritional Value of Peas for Laying Hens. Poultry Science (76):331–337.

Jackman, R.L. and Smith, J.L. 1996. Athocyanins and betalains. In: HENDRY, G.A.F; HOUGHTON, J. D. Natural food colorants. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional, p.280- 296.

Janssen, W.M.M.A. 1989. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3rd ed. Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services.

- Jiratanan, T. and Liu, R.H. 2004. Antioxidant Activity of Processed Table Beets (*Beta vulgaris* var, *conditiva*) and Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 52 (9): 2659–2670.
- Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P.F., Acamovic, T.E., Sparks, N.H.C. 2006. Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science*, 47(5): 561—566.
- Krabbe, EL; Bertol, TM; Mazzuco, H. 2012. Uso do grão de arroz na alimentação de suínos e aves. CT 503. Concórdia. SC.
- Laganá, C., Pizzolante, C.C., Saldanha, E.R.P.B., Moraes, J.E. 2011. Turmeric root and annatto seed in second-cycle layer diets: performance and egg quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Aug - Oct.13(3): 171-176.
- Laudadio, V., Ceci, E., Lastella, N. M. B., Introna, M., Tufarelli, V. 2014. Low-fiber alfalfa (*Medicago sativa* L.) meal in the laying hen diet: effects on productive traits and egg quality. *Poultry Science* (93):1868–1874
- Lira, R.C., Silva, K.L., Rabello, C.B., Dutra JR., W.C., Ferreira, P.V., Silva, E.P., Faria Filho, R.V., Silva, M.T., Camelo, C.L., Batista, T.G. 2006. Valor nutricional do feno de alfafa para frangos de corte. ZOOTEC. Anais... Centro de Convenções de Pernambuco. 22 a 26 de maio.
- Mani, I.P., Gonçalves, B.N., Martins, P.C., Machado, L.A., Cintra, C.C., Lima, S.C., Souza, D.O., Oliveira, M.C. 2014. Qualidade de ovos de codorna alimentadas com dietas contendo farelo de urucum. XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Anais...Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. ES, 12 a 14 de maio.
- Martin-Rosset, W. 1990. L'alimentacion del chevaux. Cap. 2: Composition chimique et analyse forragère des aliments. Ed. INRA. Paris. 232pp.
- Mourão, J.L., Ponte, P.I.P., Prates, J.A.M., Centeno, M.S.J., Ferreira, L.M.A., Soares, M.A.C., Fontes, C.M.G.A. 2006. Use of β -glucanases and β -1,4-xylanases to supplement diets containing alfalfa and rye for laying hens: effect on bird performance and egg quality. *Poultry Science Association, Inc. JAPR: Research Report*.
- NRC – National Research Council (US). 1994. Nutrient requirements of poultry. Subcommittee on poultry nutrition. 9th revised edition. 155p.
- Oliveira, N.T.E., Fonseca, J.B., Soares, R.T.R.N., Ferreira, K.S., Thiébaud, J.T.L. 2007. Pigmentação de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico. *Ciênc. Agrotec*: 31(5):1525-1531.
- Pastore, SM; Oliveira, WP; Muniz, JCL. 2012. Panorama da coturnicultura no brasil. *Revista Nutritime*. 180(9): 06, p.2041–2049, novembro/dezembro.
- Perez, C. M., Juliano, B. O; Paschal, C. G., Novenario, V. G. 1987. Extracted lipids and carbohydrates during washing and boiling of milled rice, *Journal of Starch* (39): 386-390
- Prache, S., Priolo, A., Grolier, P. 2003. Persistence of carotenoid pigments in the blood of concentrate-finished grazing sheep: its significance for the traceability of grass feeding. *Journal of Animal Science*, (81):360–367.
- Queiroz, E.A., Agostinho, T.S.P., Calixto, L.F.L. 2010. Níveis de farelo de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta e seus efeitos sobre o desempenho e a intensidade de pigmentação da gema de ovos de poedeiras comerciais. Disponível em: www.avisite.com.br/cet/img/20100706_urucum.pdf. Atualizado em 8/5/2015. Acesso em: 8/5/2015.
- Rebecca, L.J., Sharmila, S., Das, M.P., Seshiah, C. 2014. Extraction and purification of carotenoids from vegetables. *J. Chem. Pharm. Res.*, 6(4):594-598.

Rosa, J.G. 2010. Sedagem de cenoura (*Daucus carota* L.) em microondas. (Dissertação de Mestrado).96p. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. São Carlos. SP.

Shahsavari, K. 2014. Influence of different sources of natural pigmentation on egg quality and performance of laying hens. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, (10):4.

Silva, J.H.V., Silva, E.L., Jordão Filho, J., Ribeiro, M.L.G., Costa, F.G.P. 2006. Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. *Ciênc. agrotec.*, 30(5): 988-994.

Silva, PI. 2007. Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). Dissertação Mestrado. 159 p. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil.

Stringheta, P.C. 2007. Usos e aplicações de corantes naturais. SEMINÁRIO SOBRE CORANTES ARTIFICIAIS E NATURAIS EM ALIMENTOS. ITAL - Campinas.

Tesoriere, L., Allegra, M., Butera, D., Livrea, M.A. 2004. Absorption, excretion, and distribution of dietary antioxidant betalains in LDLs: potential health effects of betalains in humans. *Am J Clin Nutr*80:941–5.

Tocchini, L and Mercadante, AZ. 2001. Extração e determinação, por CLAE, de bixina e norbixina em coloríficos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 21(3): 310-313.

US.EPA – United States. 2013. Major crops grow in the united states. Environmental Protection Agency. Disponível em: <http://www.epa.gov/oecaagct/ag101/cropmajor.html>

Walter, M., Marchezan, E., Ávila, L.A. 2008. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38(4): 1184-1192.

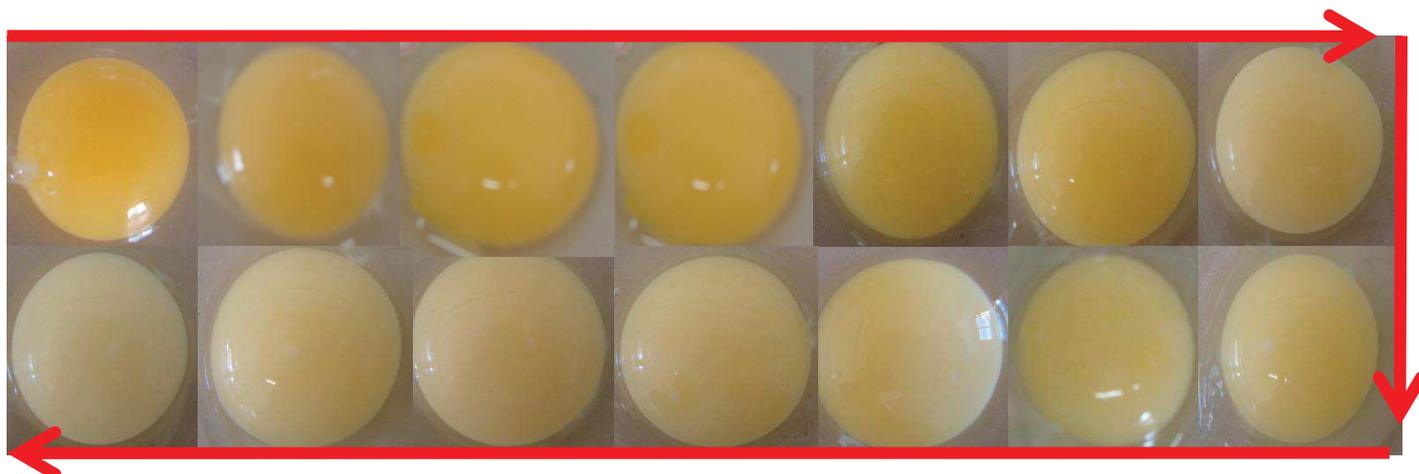


Figura 1 – Despigmentação das gemas de ovos de codornas japonesas decorrente da alimentação com dietas contendo substituição total do milho por arroz integral descascado e não-polido ao longo de 14 dias.

Tabela 1 – Composição nutricional do feno de alfafa (*Medicago sativa*), colorífico de urucum (*Bixa orellana* L.) e beterraba (*Beta vulgaris* L.).

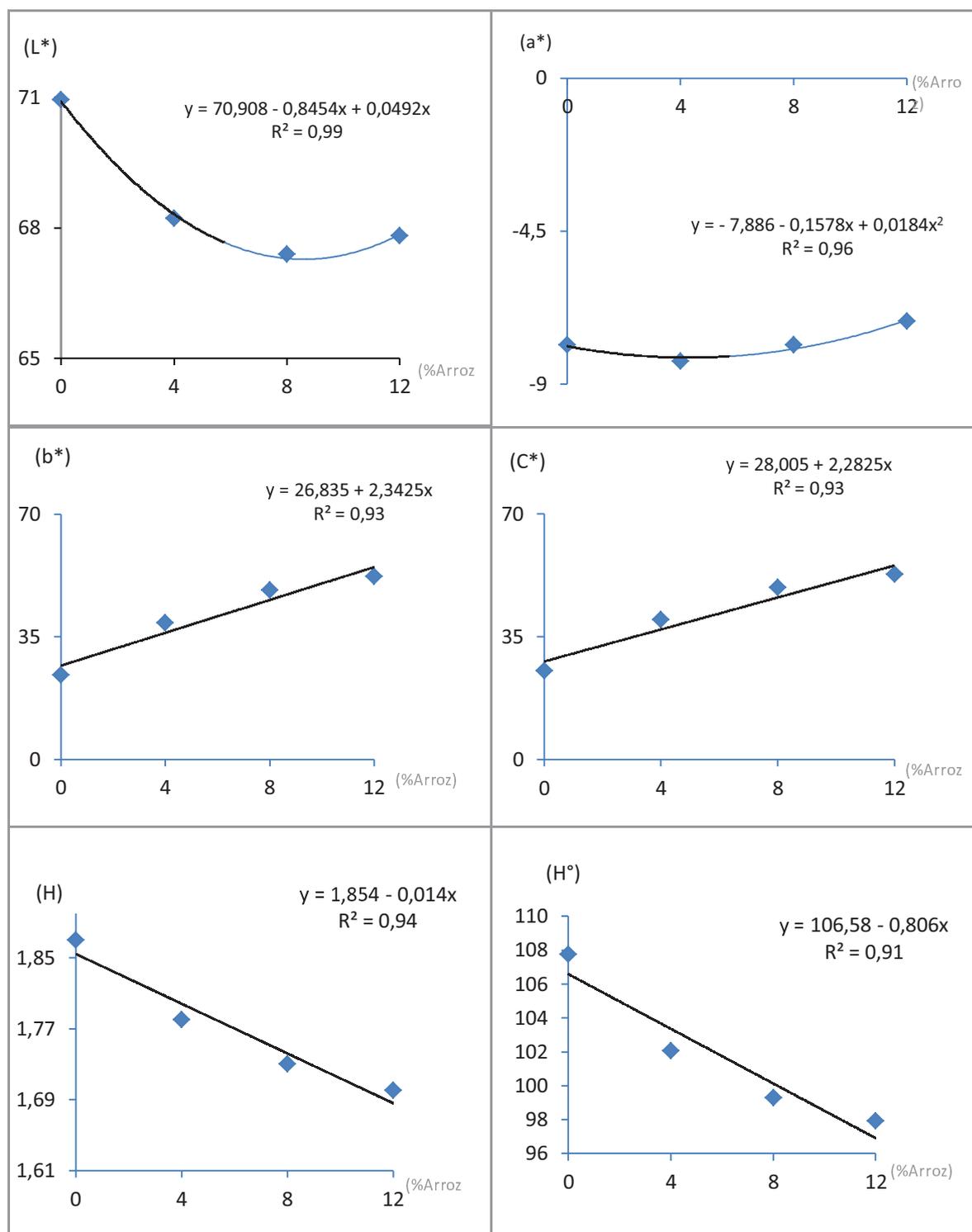
Constituinte	Feno de alfafa	Colorífico de urucum	Beterraba
PB (%)*	18,00	-	12,71
EE (%)	2,50	0,05	0,09
FB (%)	24,10	0,15	7,49
CHO (%)**	-	0,75	-
EM _n (kcal/kg)	1.200	-	3.039
EB (kcal/kg)**	-	3.400	-

PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; CHO: carboidratos; EM: energia metabolizável; EB: energia bruta.*Determinado no Laboratório de Nutrição Animal (LNA/DZ/FAEM/UFPel); **Valores informados pelo fabricante.

Fonte: NRC (1994);

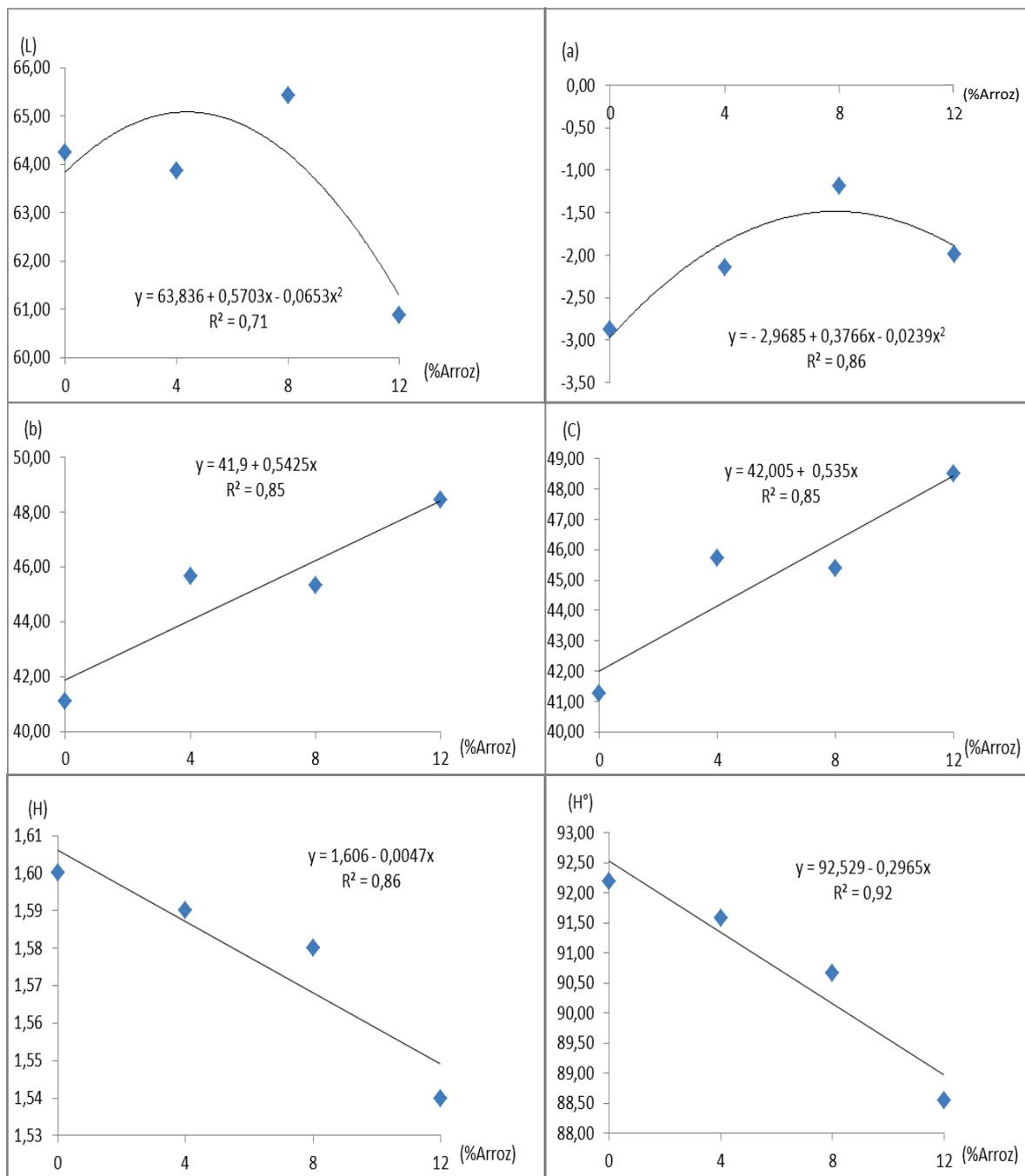
Tabela 2 - Composição nutricional das dietas de codornas japonesas, em base de arroz descascado e não-polido, acrescido ou não de pigmentantes naturais.

Ingredientes	Tratamentos									
	100% Arroz	4% Alfafa	8% Alfafa	12% Alfafa	4% Urucum	8% Urucum	12% Urucum	4% Beterraba	8% Beterraba	12% Beterraba
Arroz integral	50,300	46,000	40,000	35,000	47,000	43,000	38,750	46,500	42,500	39,000
Farelo soja 45%	33,350	32,600	32,500	32,000	33,350	33,500	33,720	33,200	33,000	32,800
Óleo de soja	4,500	5,700	7,300	8,660	4,300	4,300	4,300	4,500	4,700	4,600
Núcleo*	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário 33%	4,390	4,290	4,100	3,880	4,310	4,310	4,310	4,390	4,390	4,390
Feno de alfafa	-	4,000	8,000	12,000	-	-	-	-	-	-
Colorífico de Urucum	-	-	-	-	4,000	8,000	12,000	-	-	-
Beterraba	-	-	-	-	-	-	-	4,000	8,000	12,000
Fosfato bicálcico 24%	1,325	1,325	1,350	1,340	1,330	1,330	1,330	1,325	1,325	1,325
Inerte**	0,575	0,415	0,955	1,274	0,160	-	-	0,525	0,495	0,255
DL-Metionina	0,390	0,410	0,430	0,446	0,400	0,400	0,420	0,390	0,400	0,420
L-Lisina HCL	0,150	0,180	0,240	0,240	0,150	0,160	0,170	0,150	0,170	0,190
L-Valina	-	0,030	0,065	0,080	-	-	-	-	-	-
L-Treonina	0,020	0,050	0,060	0,080	0,030	-	-	0,020	0,020	0,020
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PB	20,036	20,117	20,361	20,445	20,016	19,999	20,004	20,139	20,226	20,364
EM (Mcal/Kg)	2,816	2,804	2,802	2,800	2,804	2,805	2,801	2,797	2,804	2,802
Cálcio	3,133	3,148	3,129	3,102	3,097	3,097	3,098	3,135	3,136	3,138
Fósforo disponível	0,328	0,325	0,323	0,322	0,322	0,321	0,320	0,326	0,324	0,323
Sódio	0,213	0,215	0,217	0,220	-	-	-	-	-	-



L*: luminosidade; a*: vermelho; b*: amarelo; C*: croma; H: matiz; H°: matiz em graus.

Figura 2 – Parâmetros de cor em gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral adicionadas de feno de alfafa (*Medicago sativa*).



L*: luminosidade; a*: vermelho; b*: amarelo; C*: croma; H: matiz; H°: matiz em graus.

Figura 3 – Parâmetros de cor em gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral adicionadas de colorífico de urucum (*Bixa orellana* L.).

Tabela 3 – Parâmetros de coloração de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com arroz integral na dieta adicionada de pigmentantes naturais.

Pigmentantes	Níveis (%)	Parâmetros de coloração					
		L*	a*	b*	C*	H	H°
Feno de alfafa	0	70,94	-7,85	24,08	25,30	1,87	107,73
	4	68,22	-8,33	38,97	39,85	1,78	102,06
	8	67,39	-7,86	48,31	48,95	1,73	99,28
	12	67,82	-7,16	52,20	52,70	1,70	97,91
Colorífico de urucum	0	64,24	-2,87	41,13	41,26	1,60	92,20
	4	63,86	-2,14	45,67	45,72	1,59	91,58
	8	65,43	-1,19	45,35	45,37	1,58	90,67
	12	60,87	-1,99	48,47	48,51	1,54	88,55
Beterraba	0	67,31	-7,59	23,86	25,05	1,88	107,72
	4	69,27	-7,67	21,64	22,96	1,91	109,57
	8	66,73	-7,41	22,88	24,05	1,88	107,97
	12	67,90	-7,42	22,42	23,61	1,89	108,36

L*: luminosidade; a*: vermelho; b*: amarelo; C*: croma; H: matiz; H°: matiz em graus.

Tabela 4 - Equações de regressão de coloração em gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral adicionadas de pigmentantes naturais.

Pigmentantes	Parâmetros	Equação de regressão	R ²	P	CV (%)
Feno de alfafa	L*	$y = 70,908 - 0,8454x + 0,0492x^2$	0,99	0,0424	4,22
	a*	$y = -7,886 - 0,1578x + 0,0184x^2$	0,96	0,0003	5,21
	b*	$y = 26,835 + 2,3425x$	0,93	<0,0001	8,75
	C*	$y = 28,005 + 2,2825x$	0,93	<0,0001	8,48
	H	$y = 1,854 - 0,014$	0,94	<0,0001	0,86
	H°	$y = 106,58 - 0,806x$	0,91	<0,0001	0,84
Colorífico de urucum	L*	$y = 63,836 + 0,5703x - 0,0653x^2$	0,71	0,0280	3,58
	a*	$y = -2,9685 + 0,3766x - 0,0239x^2$	0,86	0,0347	46,39
	b*	$y = 41,9 + 0,5425x$	0,85	0,0240	11,33
	C*	$y = 42,005 + 0,535x$	0,85	0,0248	11,26
	H	$y = 1,606 - 0,0047x$	0,86	0,0323	3,25
	H°	$y = 92,529 - 0,2965x$	0,92	0,0274	3,23

L*: luminosidade; a*: vermelho; b*: amarelo; C*: croma; H: matiz; H°: matiz em graus; R²: coeficiente de determinação; P: nível de significância; CV: coeficiente de variação.

7 Artigo 3

Arroz integral e complexo enzimático na dieta de codornas japonesas

Arroz integral e complexo enzimático na dieta de codornas japonesas

Castro, MLS¹; Gomes, BC²; Xavier, EG³; Schafhauser Jr, J⁴;

¹Medica Veterinária/Bióloga, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPel

²Medica Veterinária, mestranda Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPel

³Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPel

⁴Zootecnista, Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - Clima Temperado

Endereço: Universidade Federal de Pelotas. Campus Capão do Leão. Capão do Leão. RS, Brasil

email: marthascastro@hotmail.com

Resumo – Realizou-se um experimento a fim de verificar o efeito da inclusão de arroz integral (AI) e complexo enzimático (CE) *on top* na dieta de codornas de postura. Foi utilizado um total de 240 codornas com 62 dias de idade. As aves foram alojadas em gaiolas metálicas, sendo duas aves por gaiola, contendo comedouros metálicos e bebedouros automáticos do tipo *nipple*. Durante todo o experimento as aves receberam alimento e água *ad libitum*. Os tratamentos foram: TC: dieta basal 0% AI; T2: 25% AI; T3: 50% AI; T4: 75% AI; T5: 100% AI; T6: TC + CE; T7: T2 + CE; T8: T3 + CE; T9: T4 + CE; e T10: T5 + CE. Avaliou-se o desempenho (consumo de ração, peso dos ovos, conversão por massa de ovos e conversão por dúzia de ovos) e a qualidade interna e externa dos ovos. Os resultados demonstraram um comportamento quadrático decrescente na produção de ovos, diminuição linear no peso dos ovos e regressão quadrática decrescente da massa de ovos, além de ter sido observado efeito quadrático decrescente para conversão por massa de ovos com o uso do CE. A conversão por dúzia, quando não foi usado CE, demonstrou piora nos resultados, com aumento linear dos valores. Além disso, observou-se efeito linear decrescente sobre a pigmentação das gemas dos ovos conforme aumentaram os níveis de inclusão de AI na dieta das codornas, tanto com CE como sem CE. Para as demais características de qualidade, não houve efeito significativo

em nenhum dos níveis estudados, em presença, ou não, do CE. O arroz integral pode ser utilizado na dieta de codornas japonesas até 25% sem alterar a coloração das gemas. O uso de CE em dietas a base de arroz integral promove o desempenho produtivo de codornas japonesas quanto a produção e massa de ovos até os níveis de 72% de inclusão do cereal e mantém o peso dos ovos ao redor de 11g.

Palavras-chave: arroz integral, codornas, complexo enzimático, desempenho, qualidade de ovos.

Implicações

A utilização de milho e farelo de soja na dieta de aves vem sendo substituída por ingredientes alternativos, como forma de diminuir a dependência dessas duas *commodities* utilizadas para produção de etanol e biodiesel. Nesse sentido, muito pouco é conhecido sobre os efeitos do grão de arroz integral na dieta desses animais sobre desempenho produtivo e qualidade de ovos. Assim, é necessário verificar os resultados da utilização do arroz integral como alimento energético na dieta de codornas japonesas, associando-o a um complexo enzimático.

Introdução

Nos últimos anos a coturnicultura vem apresentando desenvolvimento bastante acentuado, adequando-se às novas tecnologias de produção, em que a atividade tida como de subsistência, passou a ocupar um cenário de empreendimento altamente tecnificado com resultados satisfatórios aos investidores (Pastore et al., 2012). Alguns dos fatores que impulsionaram a atividade foram o baixo investimento e o rápido retorno de capital (Albino and Barreto, 2003).

As dietas para codornas são compostas basicamente por uma mistura balanceada de vários ingredientes, podendo incluir xantofilas e promotores de

crescimento presentes em alguns ingredientes naturais e agentes antimicrobianos (NRC, 1994). Ao considerar que as dietas de codornas contêm mais proteína do que as de frangos e poedeiras, o custo de alimentação das codornas por unidade de produto carne ou ovos é, supostamente, maior (Silva et al, 2006). Assim sendo, alimentos alternativos ao milho ou ao farelo de soja, principais ingredientes utilizados nas dietas, vêm sendo testados quanto aos seus efeitos no desenvolvimento e desempenho produtivo dos animais. Entre os alimentos alternativos estão os subprodutos do arroz.

O arroz (*Oryza sativa*) é uma gramínea anual adaptada a solos alagados e que se desenvolve bem, mesmo com pouca disponibilidade de água (Guimarães et al., 2002). Apresenta alta concentração de amido no grão, normalmente digerido de modo rápido comparado a outros alimentos amiláceos, como batata doce ou mandioca (Frei and Becker, 2004). Fornece também vitaminas (principalmente vitamina E, além de vitaminas do complexo B), minerais e possui baixo teor de lipídios (Walter et al., 2008). Os minerais encontrados em maior quantidade são o fósforo, o potássio e o magnésio. Em seu processo de beneficiamento, primeiramente é retirada a casca, deixando à mostra um grão de coloração parda, conhecido como arroz integral. A proteína do arroz é de alta qualidade, se comparada a de outros grãos, devido à sua composição em aminoácidos (principalmente lisina) e digestibilidade (Perez et al., 1987). Porém, apresenta pouca concentração de provitamina A (Frei and Becker, 2005).

Fatores anti-nutricionais presentes no arroz dificultam ou impedem a absorção dos nutrientes da dieta de aves em até 15-25%, diminuindo a eficiência na produção de carne ou ovos (Barleta, 2010). Em muitos casos, isto é consequência da presença de polissacarídeos não-amiláceos (PNA), aumentando a viscosidade no

trato gastrointestinal, alterando a velocidade do trânsito intestinal, modificações na estrutura da mucosa e na taxa de absorção de nutrientes (Tavernari et al., 2008), gerando aumento dos custos de produção e problemas ambientais. Na tentativa de reduzir este comprometimento, aditivos são utilizados às dietas, dentre estes enzimas exógenas (Schwarz, 2002; Barleta, 2010).

Industrialmente, um grande número de enzimas exógenas tem sido produzido, fazendo-se uso de bactérias e fungos, através de processos de fermentação (European Commission, 2002; Costa et al, 2007). O seu uso na alimentação animal acarreta benefícios à produção com o aumento do desempenho e a redução de custos e auxílio na manutenção da saúde intestinal (Barleta, 2010). Assim, objetivou-se verificar a influência da substituição do milho pelo arroz integral descascado e não-polido como fonte energética da dieta, e o impacto do uso de complexo enzimático no desempenho de codornas e qualidade de ovos produzidos.

Materiais e métodos

Animais e instalações experimentais

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Animal Professor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, RS. O experimento foi aprovado previamente pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFPel sob o número 2167.

Foram utilizadas 240 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), dos 62 aos 90 dias de idade, alojadas em gaiolas metálicas contendo duas aves cada uma, com comedouros metálicos do tipo calha e bebedouros automáticos do tipo *nipple*.

O programa de iluminação utilizado para as aves foi de 17h em fase clara e 7h em fase escura, conforme é indicado para a espécie, controlado por relógio *timer* automático. A temperatura (T) e umidade relativa do ar (URA) no interior do galpão foram registradas durante todo o período experimental, por meio de um termohigrômetro digital (HT-208 Icel) e controlada com auxílio de ventiladores.

Dietas experimentais e tratamentos

Os tratamentos constaram da substituição progressiva do milho por arroz integral descascado e não-polido (AI) nas dietas, isoproteicas e isoenergéticas, com ou sem a adição de complexo enzimático (CE), formuladas de acordo com as exigências nutricionais de Rostagno et al. (2011). Os seguintes tratamentos foram utilizados: TC: dieta basal 0% AI; T2: 25% AI; T3: 50% AI; T4: 75% AI; T5: 100% AI; T6: TC + CE; T7: T2 + CE; T8: T3 + CE; T9: T4 + CE; T10: T5 + CE.

A composição das dietas experimentais está demonstrada na tabela 1. O complexo enzimático SSF Allzyme® utilizado é formado pelas enzimas fitase, xilanase, protease, celulase, beta-glucanase, amilase e pectinase, sendo produzido por fermentação em substrato sólido, a partir da levedura *Aspergillus niger*. Foi utilizado na forma sólida e adicionado *on top* às dietas, na dosagem sugerida pelo fabricante (150 g/ton).

Desempenho

As seguintes variáveis de desempenho foram avaliadas: produção total de ovos no período (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (MO) (peso dos ovos x produção x 28⁻¹), conversão por massa de ovos (g) (consumo no período x MO), conversão por dúzia (consumo no período x número de ovos produzidos x 12⁻¹).

Qualidade interna e externa dos ovos

A qualidade interna dos ovos foi analisada, coletando-se os ovos produzidos nos dois últimos dias do período experimental. Avaliou-se a altura de albúmen (mm) verificada com régua escala *Unit Haugh*, cor da gema com auxílio de leque colorimétrico (DSM *Nutritional Products Yolk-Fan™*), porcentagem da gema [100 - (peso do ovo - peso da casca - peso do albúmen) x 100⁻¹], porcentagem da clara [100 - (peso do ovo - peso da casca - peso da gema) x 100⁻¹], unidade Haugh, a partir da fórmula proposta por Raymond Haugh (1937) apud Stadelman and Cotterill (1995):

$$UH = 100 \log \{H - [G^{1/2} (30W^{0,37} - 100)] \times 100^{-1} + 1,9\}$$

Em que:

H = altura da clara espessa (mm); G = constante gravitacional (valor = 32); W = peso do ovo (g).

A qualidade externa dos ovos foi verificada através da gravidade específica (g.cm⁻³), sendo que todos os ovos íntegros coletados foram depositados em cestos de arame e imersos em soluções de NaCl, com densidade variando de 1,050 a 1,094 g/cm³, e intervalos de 0,004 g/cm³ entre elas, contidas em recipientes plásticos, espessura da casca (µm) higienizada e seca em temperatura ambiente por 24 h e verificação da espessura com micrômetro digital (marca Starret com precisão

de 0,01 mm), porcentagem da casca ($100 - [(\text{peso do ovo} - \text{peso de gema} - \text{peso de clara}] \times 100^{-1}$), largura (diâmetro) e comprimento dos ovos (mm) por paquímetro digital (Digimess 100.174bl), colocado na região equatorial do ovo (diâmetro) e na região dos pólos (altura), índice morfológico (relação entre a largura e o comprimento dos ovos).

Todos os pesos foram verificados usando-se uma balança digital (Filizola Modelo: C6 MT com sensibilidade de 0,001g).

Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 12 repetições por tratamento.

Os dados obtidos de qualidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), em um fatorial 5x2. As médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais a 5% de probabilidade.

Para avaliar o efeito da inclusão de arroz nas dietas sobre o desempenho foi utilizado análise de regressão polinomial a 5% de probabilidade. Já a influência do CE foi verificada através de contrastes ortogonais dentro dos diferentes níveis de inclusão de AI e, também, entre eles.

Resultados e Discussão

Desempenho produtivo

Os valores observados para as variáveis de desempenho produtivo estão demonstrados na tabela 2. Houve uma resposta quadrática decrescente na

produção de ovos (Prod) nos tratamentos em que foi utilizado o complexo enzimático, sendo que os valores máximos de inclusão de arroz integral (AI) determinados foram de 74,25% ($P < 0,05$; $y = - 0,0004x^2 + 0,0594x + 45,782$). Sem a utilização de complexo enzimático não foi observada diferença significativa entre os tratamentos.

O peso, P ($P < 0,05$); $y = - 0,0042x + 12,18$) apresentou resposta linear decrescente quando foi usado complexo enzimático nas dietas. Mesmo assim, os menores valores obtidos, ao redor de 11 g, situam-se dentro de uma faixa de peso comercialmente aceitável para ovos de codornas japonesas. Para o peso dos ovos também não foi significativo o efeito da inclusão do arroz sem o uso do complexo enzimático (CE).

Houve resposta linear crescente no desempenho dos animais submetidos às dietas com a inclusão do AI, com relação ao consumo, usando-se o complexo enzimático. De outra forma, nas dietas sem enzimas a resposta significativa foi quadrática decrescente e, por determinação matemática, os piores resultados são conseguidos com a inclusão de 57,15% de arroz integral.

A massa de ovos produzida, parâmetro relacionado ao número de ovos produzidos e seu peso apresentou efeito quadrático decrescente quando foi utilizado CE. Os maiores valores de massa de ovos (MO) foram obtidos com a inclusão de 72,08% de AI na dieta. Sem adição de complexo, os valores não foram significativos.

Os valores de conv/MO pioraram linearmente quando não foi utilizado CE, enquanto a conv/dz apresentou efeito quadrático decrescente, com os piores índices encontrados quando a inclusão de AI alcançou 43,75%.

Estes resultados de desempenho podem ser melhor visualizados na figura 1, representando as análises de regressão para as variáveis de desempenho.

Estudo realizado por Costa (2008) verificou efeito linear ($P < 0,01$) dos níveis de óleo de soja sobre a produção de ovos, sendo que cada percentual adicionado provocou aumento potencial de 4,47% na produção, assim como Rabello et al. (2007) que constataram que aves alimentadas com dietas contendo mais de 3% de óleo de soja produziram ovos mais pesados. No presente estudo, os maiores índices de óleo de soja encontrados nas dietas com inclusão de 50% (3,9% óleo de soja), 75% (4,2% de soja) e 100% (4,5% de soja) de arroz, não promoveu a mesma resposta. Também estudos realizados por Pita et al. (2004), Rodrigues et al. (2005) e Muramatsu et al. (2005), com diferentes níveis de óleo da dieta (3 ou 6%; 2, 4, 6 ou 8%, e 2,5; 3,5 e 4,5%, respectivamente), não influenciaram o peso dos ovos.

O óleo de soja foi utilizado a fim de igualar o valor energético (EM) das dietas, uma vez que o arroz apresenta 3218 kcal/kg (Krabbe et al., 2012), enquanto o milho contém 3381 kcal/kg (Rostagno et al., 2011). A partir da inclusão de 43% de arroz integral às dietas, houve piora nos valores de Conv/MO enquanto a Conv/dz teve valores piorados a medida em que foi incluído o arroz integral.

A diminuição da produção de ovos, aliada às conversões piores, pode estar relacionada à maior quantidade de fatores antinutricionais quando se tem níveis maiores de arroz integral na dieta, como ácido fítico e fibras solúveis, no arroz integral, os quais prejudicam a digestão dos nutrientes e sua metabolização (Schoultens et al., 2003), além de aumentarem a viscosidade da digesta, dificultando a absorção de vitaminas. O aumento da viscosidade também pode ter determinado a diminuição do consumo a partir de 57% de inclusão de arroz integral. Além disso, a energia da dieta pode ter sido desviada para manutenção ao invés da produção, conforme Costa et al. (2008), uma vez que os polissacarídeos não-amiláceos atuam como diluidores de nutrientes, afetando não só o tempo de trânsito da digesta, mas,

também a motilidade intestinal, sendo ainda barreiras físicas à ação das enzimas digestivas (Choct, 2006).

Em experimentos com frangos de corte em fase pré-inicial, apesar de o desempenho das aves submetidas à alimentação com arroz descascado em nível de 60% ter sido inferior ao daquelas que receberam dietas a base de milho (60%), ficou comprovada a possibilidade do uso do arroz como ingrediente na dieta das mesmas (Jimenez-Moreno et al., 2009).

Quando foi utilizado na dieta de gansos, o arroz integral, adicionado de casca, demonstrou ser um bom ingrediente, com efeitos positivos sobre conversão alimentar (Wang et al., 2014). Já, em poedeiras, foi observado aumento do peso dos ovos oriundos de aves que receberam arroz integral, em percentuais de 33, 66 e 100%, em substituição ao milho, sem que as demais variáveis de desempenho sofressem efeito significativo (Rodrigues et al., 2012).

Gopinger et al. (2014) encontraram peso e produção de ovos com resposta linear positiva, o que se opõe aos resultados lineares decrescentes para peso e quadrático decrescente para a produção de ovos neste experimento. Da mesma forma, a conversão por massa de ovos e por dúzia, para estes autores, apresentou melhora linear com o aumento dos níveis de arroz integral em dietas de codornas japonesas, contrapondo-se ao comportamento quadrático e linear decrescentes encontrados com os índices ora utilizados.

Por outro lado, o aumento dos níveis de substituição de milho por quirera de arroz, na fase de crescimento de codornas europeias, não afetou o consumo ou a conversão alimentar, segundo Filgueira et al. (2014).

O uso de enzimas produz redução da viscosidade da digesta; melhora da digestão e absorção de nutrientes, especialmente da gordura e proteína, e melhora

o aproveitamento da energia metabolizável da dieta (Junqueira et al., 2013). Os efeitos sobre as variáveis de desempenho, Prod e MO, quando foi utilizado o complexo enzimático, neste estudo, podem ter sido reflexo de sua ação efetiva sobre os fatores antinutricionais presentes no arroz integral, melhorando a digestão e absorção, especialmente da gordura e proteína (Junqueira et al, 2013) importantes para a produção.

Complexo enzimático associado à dieta de poedeiras com farelo de arroz integral (FAI) promoveu maior consumo de ração, assim como neste experimento, porém a produção de ovos foi maior, o que pode ser reflexo do maior aproveitamento de energia (Santos et al, 2011). Araújo et al. (2008), por sua vez, ao adicionar complexo enzimático (alfa-galactosidase, galactomananase, xilanase e beta-glucanase) na dieta para galinhas poedeiras com inclusão de farelo de trigo não observaram efeito ($P>0,05$) sobre o consumo de ração, a produção de ovos, a massa de ovos, a conversão por massa e por dúzia de ovos.

Qualidade dos ovos

As características de qualidade não apresentaram efeito significativo em nenhum dos níveis estudados e em presença, ou não, do complexo enzimático (Tabela 3), com exceção da cor da gema.

Também, Oba et al. (2013), em estudo com dietas a base de milho e farelo de soja para poedeiras, adicionadas de diferentes níveis de complexo enzimático (fitase, celulase, pectinase, protease, amilase, betaglucanase e xilanase), não observaram diferença estatística quanto à porcentagem de gema, albúmen e casca ou quanto à espessura de casca, gravidade específica e unidade Haugh. Araújo et al. (2008) usaram complexo enzimático (alfa-galactosidase, galactomananase,

xilanase e beta-glucanase) na dieta para galinhas poedeiras com inclusão de farelo de trigo sem observar efeito ($P>0,05$) sobre a gravidade específica.

Conforme esperado, foi observado efeito linear decrescente ($P<0,0001$) sobre a pigmentação das gemas dos ovos conforme houve aumento dos níveis de inclusão de arroz integral descascado e não-polido na dieta das codornas, tanto com (CCE) como sem (SCE) o uso do complexo enzimático (Figura 2) pela ausência de carotenóides no arroz integral (Figura 2). Esta situação é semelhante à encontrada em estudos com outros alimentos utilizando alimentos energéticos sem carotenóides em sua composição. Viidal (2013) e Soares (2007), trabalhando com farelo de castanha de caju na alimentação de poedeiras; Braga et al. (2005) e Lima et al. (2007), que incluíram farelo de coco na dieta de poedeiras; Costa et al. (2006) e Silva et al. (2000), fazendo a substituição por sorgo em dietas de poedeiras; Pires et al. (2011), utilizando farelo de arroz em dietas para poedeiras; Filgueira et al. (2014), adicionando quirera de arroz na dieta de codornas europeias; Quevedo Filho et al. (2013), aumentando níveis de farelo de arroz em dietas de codornas japonesas, e Gopinger et al. (2014), utilizando arroz integral para codornas japonesas.

O escore de coloração passou de 4,02 (SCE) e 4,35 (CCE) em inclusão de 25% de arroz para 1,45 (SCE) e 1,16 (CCE) quando o nível alcançou 100%. A dieta controle, a base de milho, obteve escore de coloração de 4,32 (SCE) e 5,33 (CCE) (Tabela 3). Para que a cor das gemas não fosse afetada, a inclusão de 20% (Vidal, 2013) ou até no máximo 30% de alimentos sem carotenóides (Quevedo Filho, 2013) seria recomendada sem a necessidade de adição de pigmentante segundo estes autores.

Além da pigmentação, a densidade foi influenciada pela presença de complexo enzimático em nível de 75% de inclusão de arroz na dieta ($P=0,007$), demonstrado na tabela 3, com valores de 1068 (SCE) e 1074 (CCE).

As variáveis de qualidade interna dos ovos (Tabela 3) não foram afetadas pela presença de arroz integral nas dietas de codornas japonesas, o que corrobora com experimento em que foi utilizado o cereal em índices de 20, 40, 60 e 80% (Gopinger et al., 2014). O aporte proteico das dietas e o balanço de aminoácidos, que são determinantes para estas características (Pinto et al., 2002), foram neutralizados, uma vez que se utilizaram dietas isoproteicas e equilibradas quanto aos aminoácidos mais limitantes.

Os valores da unidade Haugh (UH) estão relacionados à qualidade interna dos ovos (Barbosa Filho, 2004) e podem ser classificados, segundo o USDA (2000), como tipo AA, com UH de 100 a 72; A, de 71 a 60; B, de 59 a 30, e C, de 29 a 0. Neste trabalho, os valores de UH variaram de 88,36 a 90,63, quando foi utilizado CE, e de 87,89 a 90,58 na ausência de CE, correspondendo, portanto, ao tipo AA.

As características de qualidade externa da casca dos ovos também não sofreram influência estatística significativa da presença de arroz nas dietas, conforme a tabela 3. Diferentemente, Gopinger et al. (2014) encontraram valores aumentados para a gravidade específica com a adição de arroz integral, assim como para a espessura e para o percentual de casca.

A espessura da casca é influenciada por muitos fatores, dentre eles a linhagem, determinante da capacidade das aves de utilizarem Ca para depositá-lo na casca (Hamilton, 1982), assim como deficiências ou desequilíbrios de Ca, P e vitamina D₃ na diet, ou problemas em sua absorção (Rosa e Ávila, 2000), além de fatores ambientais, já que altas temperaturas reduzem a espessura da casca, como

consequência da redução dos níveis de Ca ou bicarbonato de sódio do sangue (Hamilton, 1982).

Uma vez que o arroz integral apresenta níveis de Ca e P entre 0,04% e 0,05%, respectivamente (Krabbe et al., 2012), e o milho, 0,03% de Ca e 0,08% de P (Rostagno et al., 2011), não houve influência na deposição de Ca na casca dos ovos neste estudo. A vitamina D₃, por sua vez, foi administrada através do suplemento vitamínico-mineral, suprimindo as possíveis carências dietéticas. Da mesma forma, a temperatura ambiental média da sala experimental, durante o período apresentou-se em 23,8°C, enquanto a umidade relativa do ar média foi de 76,5%.

Donald (1998) ressalta que em ambientes com 26,7°C e umidade relativa do ar de 60%, as aves completamente emplumadas estão próximas ao limite superior de sua zona de conforto. Tinôco (1998) relata que temperaturas confortáveis para aves adultas estão na faixa de 25°C e umidade relativa ao redor de 70%. Sendo assim, os fatores climáticos estariam em acordo com as necessidades das aves. Tal fato reveste-se de importância, pois na zona de conforto a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético, sendo que a energia líquida de produção é máxima (Furlan, 2006).

Com a inclusão de 50% de arroz integral na dieta, os ovos das aves que foram alimentadas com a dieta CCE apresentaram largura dos ovos significativamente maior do que os daquelas alimentadas com dieta SCE, 25,86 e 25,22 mm, respectivamente ($P=0,039$). Sabe-se que em poedeiras, a idade da ave influencia o peso, o comprimento e a largura dos ovos, aumentando-os, enquanto o índice morfológico do ovo diminui. Abanikanda and Leigh (2007) concluíram que a idade, o comprimento e largura do ovo e a interação comprimento-largura

influenciaram significativamente ($P < 0,001$) o peso dos ovos. Em outro estudo, não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) para diâmetro e altura dos ovos, pois uma vez que a densidade energética não alterou os constituintes dos ovos entre os tratamentos, as dimensões dos ovos também não foram afetadas (Moura et al., 2010). Neste trabalho, os valores de índice morfológico encontrados com o uso das dietas SCE ficaram entre 77,85 e 80,01% e nas dietas CCE, 78,01 e 79,38%. Tais valores podem estar relacionados ao melhor aproveitamento proteico das dietas para a formação dos principais constituintes do ovo (gema e albúmen). Da mesma forma, Tuleun et al. (2013) não encontraram diferença no índice morfológico quando disponibilizaram maiores teores proteicos na dieta de codornas. Por fim, a gravidade específica (ligada à quantidade e tamanho dos poros da casca) apresentaram valores entre 1068 e 1074 neste estudo, o que é considerado baixo (Peebles and McDaniel, 2013), podendo comprometer a estocagem e a vida de prateleira dos ovos.

Conclusões

O arroz integral descascado e não-polido pode ser utilizado na dieta de codornas japonesas em nível de até 25% sem a necessidade de adição de pigmentantes na dieta.

O uso de complexo enzimático em dietas a base de arroz integral promove desempenho semelhante ao obtido com o uso de dietas com milho e farelo de soja, medido através da produção e da massa de ovos.

Referências

- Abanikanda, OTF. and Leigh, AO. 2007. Allometric relationships between composition and size of chicken table eggs. *International Journal of Poultry Science* 6 (3): 211-217.
- Albino, LFT and Barreto, SLT. 2003. Codornas: criação de codornas para produção de ovos e carne. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 289p.
- Araujo, DM, Silva, JHV, Miranda, EC, Araujo, JA, Costa, FGP and Teixeira, ENM. 2008. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. *R. Bras. Zootec.*, 37(5): 843-848.
- Barbosa-Filho, JAD, Silva, IJO, Silva, MAN and Silva, AJM. 2007. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. *Eng. Agric.* 27(1): 93-99.
- Barletta, A. 2010. Introduction: current market and expected developments. Capítulo de livro. Em: *Enzymes in farm animal nutrition*. 2nd ed. Michael R. Bedford e Gary G. Partridge. CAB International. 329 p.
- Braga, CVP, Fuentes, MFF, Freitas, ER, Carvalho, LE, Sousa, FM and Bastos, SC. 2005. Efeito da Inclusão do Farelo de Coco em Rações para Poedeiras Comerciais. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.1, p.76-80.
- Brant, A.W.; Otte, A.W.; Norris, K.H. 1951. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. *Food Technology*, v.5, p.356-361.
- Choct, M. 2006. Enzymes for the feed industry: past, present and future. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 62.
- Costa, FGP, Gomes, CAV, Silva, JHV, Carneiro, MVD, Goular, CC and Dourado, RBL. 2006. Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo de baixo tanino. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 28(4): 409-414.

- Costa, FGP, Brandão, PA, Brandão, JS and Silva, JHV. 2007. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. *Ciênc. agrotec., Lavras*, 31(3): 865-870.
- Costa, FGP, Souza, CJ, Goulart, CC, Lima Neto, RC, Costa, JS and Pereira, WE. 2008. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. *R. Bras. Zootec.*, 37(8):1412-1418.
- Donald, J. 1998. Planning broiler housing for Environmental control systems. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA. 28 e 29 de outubro de 1998 – Concórdia, SC. BR.
- European Commission. 2002. Collection of information on enzymes. Final Report. Federal Environment Agency Austria/ Inter-university Research Center for Technology, Work and Culture (IFF/IFZ). 396 p.
- Filgueira, TMB, Freitas, ER, Quevedo Filho, DR, Fernandes DR, Watanabe, PU and Oliveira, AN. 2014. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. *Brazilian Journal of Poultry Science* 16(4): 345-350.
- Frei, M and Becker, K. 2004, Agro-biodiversity in subsistence-oriented farming systems in a Philippine upland region, *Biodiversity and Conservation* 13, 1591-1610.
- Frei, M and Becker, K. 2005. Fatty acids and all-trans- β -carotene are correlated in differently colored rice landraces. *J Sci Food Agric* 85:2380–2384.
- Furlan, RL. 2006. Influência da temperatura na produção de Frangos de corte. VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. 04 a 06 de abril de 2006. Chapecó, SC. BR.
- Gopinger, E, Moraes, P., Catalan, AAS, Xavier, EG., Castro, MLS and Schafhauser Jr, J. 2014. Whole rice in japanese quails' diet. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, 36(4): 363-367.
- Guimarães, CM, Fageria, NK and Barbosa Filho, MP. 2002. Como a planta de arroz se desenvolve. *Encarte. Arquivo do Agrônomo*. N°13. 12p.

- Hamilton, RMG. 1982. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poultry Science* 61:2022-2039.
- Jiménez-Moreno, E, González-Alvarado, JM, Lázaro, R and Mateos, GG. 2009. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. *Poultry Science* 88:1925–1933.
- Junqueira, OM, Domingues, CHF, Sobrane Filho, ST, Duarte, KF. 2013. Enzimas na nutrição de poedeiras: tecnologias que reduzem os custos de produção sem prejudicar o desempenho das aves. *Revista Avisite*. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20130423_trabalho_3.pdf. Acesso em: 23/02/2015.
- Krabbe, EL, Bertol, TM and Mazzuco, H. Uso do grão de arroz na alimentação de suínos e aves. 2012. CT 503. Concórdia. SC.
- Lima, RC, Fuentes, MFF, Freitas, ER, Sucupira, FS, Moreira, RF and Braz, NM. 2007. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. *R. Bras. Zootec.*, 36(5): 1340-1346.
- Moura, GS, Barreto, SLT and Lanna, EAT. 2010. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. *R. Bras. Zootec.*, 39(6): 1266-1271.
- Muramatsu, K, Stringhini, JH, Café, MB, Jardim Filho, RM, Andrade, L and Godoi, F. 2005. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27(1): 43-48.
- NRC – National Research Council (US). 1994. Nutrient requirements of poultry. Subcommittee on poultry nutrition. 9th revised edition. 155p.
- Oba, A, Pinheiro, JW, Silva, CA, Castro-Gomez, RJH, Benitez, CR, Ueno, FY, Borges, CA and Almeida, M. 2013. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6) suplemento 2: 4179-4186.

- Oliveira, EG. 2001. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES. Anais... Campinas: CBNA, p.71-96.
- Pastore, SM, Oliveira, WP, Muniz, JCL. 2012. Panorama da coturnicultura no Brasil. Revista eletrônica Nutritime. Artigo 180, 9(06): 041–2049.
- Peebles, ED and McDaniel, CD. 2013. A practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. Bulletin 1139. 19 p.
- Perez, CM, Juliano, BO, Paschal, CG and Novenario, VG. 1987. Extracted lipids and carbohydrates during washing and boiling of milled rice, Journal of Starch 39, 386-390.
- Pinto, R, Ferreira, AS, Albino, LFT, Gomes, PC and Vargas Jr, JG. 2002. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. R. Bras. Zootec., 31(4): 1761-1770.
- Pires, PGS, Santos, VL; Gonçalves, FM, Gentilini, FP, Anciuti, MA and Rutz, F. 2011. Subproduto do arroz e enzimas exógenas na dieta de poedeiras sobre a qualidade interna dos ovos. 38° CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA. Anais... Florianópolis. SC. BR.
- Pita, MCG, Piber Neto, E, Nakaoka, LM and Mendonça Jr, CX. 2004. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de α -tocoferol na gema do ovo. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 41:25-31.
- Quevedo Filho, IB, Freitas, ER, Filgueira, TMB, Nascimento, GAJ, Braz, NM, Fernandes, DR and Watanabe, PH. 2013. Parboiled rice whole bran in laying diets for Japanese quails. Pesq. agropec. bras., Brasília, 48(6) 582-588.
- Rabello, CBV, Pinto, AL, Silva, EP and Lima, SBP. 2007. Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2(2): 174-182.
- Rodrigues, EA, Cardoso, LC, Junqueira, OM, de Laurentiz, AC, Filardi, RS, Duarte, KF, Casartelli, EM. 2005. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de

- ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27(2): 207-212.
- Rodrigues, TA, Santos, VL, Becker, R, Ruas, M, Oliveira, A, Schafhäuser Junior, J, Gentilini, FP and Ancuti, MA. 2012. Arroz integral e pigmentos sintéticos sobre a qualidade externa de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção. 11ª MOSTRA DE PRODUÇÃO UNIVERSITÁRIA. Anais... FURG. Rio Grande. RS. BR.
- Rosa, OS and Avila, VS. 2000. Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frangos de corte. *Embrapa Suínos e Aves*. CT 246, p. 1–3.
- Rostagno, HS, Albino, LFT, Donzele, JL, Gomes, PC, Oliveira, RF, Lopes, DC, Ferreira, AS, Barreto, SLT and Euclides, RF. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV/DZO. 186p.
- Santos, VL, Bavaresco, C, Nunes, JK, Gentilini, FP, Ancuti, MA and Rutz, F. 2011. Complexo enzimático em dietas contendo farelo de arroz integral sobre o desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de produção. 38º CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA. Anais... Florianópolis. SC.BR.
- Schmidt, GS, Figueiredo, EAP, Ledur, MC and Alves, HJ. 2002. Efeito da Seleção para Características Produtivas Sobre o Desenvolvimento Embrionário em Linhagens Maternas para Corte. *Avisite Ciência e Tecnologia*. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.php?codigo=60>. Acesso em março/2015.
- Schoulten, NA, Teixeira, AS, Rodrigues, PB, De Freitas, RTF, Conte, AJ and Silva, HO. 2003. Desempenho de frangos de corte alimentados com Ração contendo farelo de arroz e enzimas. *Ciênc. agrotec.*, 27(6): 1380-1387.
- Schwarz, KK. Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Silva, JHV. 2009. Tabelas para codornas japonesas e europeias: tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais. Jaboticabal: Funep. 129 p.

- Silva, EL, Silva, JHV, Jordão Filho, J, Ribeiro, MLG, Costa, FGP and Rodrigues, PB. 2006. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.822-829.
- Silva, JHV, Albino, LFT and Godói, MJS. 2000. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. Rev. bras. zootec., 29(5):1435-1439.
- Soares, MB, Fuentes, MFF, Freitas, ER, Lopes, IRV, Moreira, RF, Sucupira, FS, Braz, NM and Lima, RC. 2007. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. R. Bras. Zootec., 36(4): 1076-1082.
- Stadelman, WJ and Cotterill, OJ. 1995. Egg science and technology. 4th ed. The Haworth Press, Inc. 591 p.
- Tavernari, FC, Carvalho, TA, Assis, AP and Lima, HJD. 2008. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. Rev. Eletrôn. Nutritime, 5: 673-689.
- Teixeira, BB, Euclides, RF, Teixeira, RB, Silva, LP, Torres, RA, Silva, FG, Lehner, HG and Caetano, GC. 2013. Herdabilidade de características de produção e postura em matrizes de codornas de corte. Ciência Rural, Santa Maria, 43(2): 361-365.
- Tinôco, IFF. 1998. Critérios para o planejamento de instalações avícolas para aves de postura. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA. 28 e 29 de outubro de 1998 – Concórdia, SC. BR.
- Toledo, GSP, Costa, PTC, Silva, JH, Ceccantini, M and Poletto Jr, C. 2007. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. Ciência Rural, Santa Maria, 37(2): 518-523.
- Tuleun, CD, Adenkola, AY and Yenle, FG. 2013. Performance and erythrocyte osmotic membrane stability of laying japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) fed varying dietary protein levels in a hot-humid tropics. Agric. Biol. J. N. Am., 4(1): 6-13.
- USDA. 2000. Egg-Grading Manual. United States. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Agricultural Handbook Number 75. 56 p.

- Vidal, TF, PEREIRA, ALF, ABREU, VKG, Freitas, ER, Sousa Neto, MA and Zapata, JFF. 2013. Egg quality and yolk lipid composition of laying hens fed diets containing cashew nut meal. *Food Sci. Technol*, 33(1): 172-179.
- Walter, M, Marchezan, E, and Avila, L.A. 2008. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.4, p.1184-1192.
- Wang, ZY, Yang, HM, Lu, J, Li, WZ and Zou, JM. 2014. Influence of whole hulled rice and rice husk feeding on the performance, carcass yield and digestive tract development of geese. *Anim Feed Sci and Technol*. 194, 99–105.

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais a base de milho, arroz integral descascado e não-polido e farelo de soja, adicionadas ou não de complexo enzimático *on top*.

Ingredientes (%)	Tratamentos									
	100% Milho	25% AI	50% AI	75% AI	100% AI	100% Milho	25% AI	50% AI	75% AI	100% AI
Milho	50,300	37,725	25,150	12,575	-	50,300	37,725	25,150	12,575	-
Farelo de soja 45%	33,500	33,500	33,500	33,500	33,350	33,500	33,500	33,500	33,500	33,350
Arroz integral	-	12,575	25,150	37,725	50,300	-	12,575	25,150	37,725	50,300
Premix vit/min	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário 33%	4,370	4,370	4,370	4,370	4,390	4,370	4,370	4,370	4,370	4,390
Óleo de soja	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500
Fosfato bicálcico 24%	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Inerte	1,635	1,355	1,075	0,775	0,575	1,635	1,355	1,075	0,775	0,575
Complexo enzimático	-	-	-	-	-	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
DL- Metionina	0,370	0,370	0,370	0,380	0,390	0,370	0,370	0,370	0,380	0,390
L-Lisina	0,200	0,180	0,160	0,150	0,150	0,200	0,180	0,160	0,150	0,150
L-Treonina	-	-	-	-	0,020	-	-	-	-	0,020
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PB (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
EM (kcal/kg)	2800	2800	2801	2802	2802	2800	2800	2801	2802	2802
Cálcio	3,117	3,119	3,121	3,124	3,133	3,117	3,119	3,121	3,124	3,133
Fósforo disponível	0,349	0,344	0,339	0,334	0,328	0,349	0,344	0,339	0,334	0,328
Sódio	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213	0,218	0,216	0,215	0,214	0,213
Potássio	0,767	0,766	0,764	0,763	0,759	0,767	0,766	0,764	0,763	0,759
Metionina digestível	0,641	0,643	0,645	0,656	0,667	0,641	0,643	0,645	0,656	0,667
Lisina digestível	1,104	1,096	1,087	1,087	1,090	1,104	1,096	1,087	1,087	1,090
Treonina digestível	0,663	0,657	0,650	0,643	0,652	0,663	0,657	0,650	0,643	0,652
Triptofano digestível	0,223	0,228	0,233	0,238	0,242	0,223	0,228	0,233	0,238	0,242
Valina digestível	0,811	0,812	0,814	0,815	0,814	0,811	0,812	0,814	0,815	0,814

*Suplemento vitamínico e mineral para codornas 5%: Ácido fólico (16,7 mg), Ácido pantotênico (204,6 mg), Bacitracina de Zinco(600 mg), BHT (700 mg), Biotina (1,4 mg), Cálcio (197,5 mg), Cobalto (5,1 mg), Cobre (244 mg), Colina (42 mg), Ferro (1.695 mg), Flúor (máx. 400 mg), Fósforo (50 mg), Iodo (29 mg), Manganês (1.485 mg), Metionina (111 g), Niacina (840 mg), Selênio (3,2 mg), Sódio (36 g), Vitamina A (207.000 UR), Vitamina B1 (40 mg), Vitamina B12 (430 mcg), Vitamina B2 (120 mg), Vitamina B6 (54 mg), Vitamina D3 (43.200 UI), Vitamina E (540 mg), Vitamina K3 (51,5 mg), Zinco (4,535 mg); **Areia escaiola.

Tabela 2 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas a base de arroz integral descascado e não-polido, adicionada, ou não, de complexo enzimático.

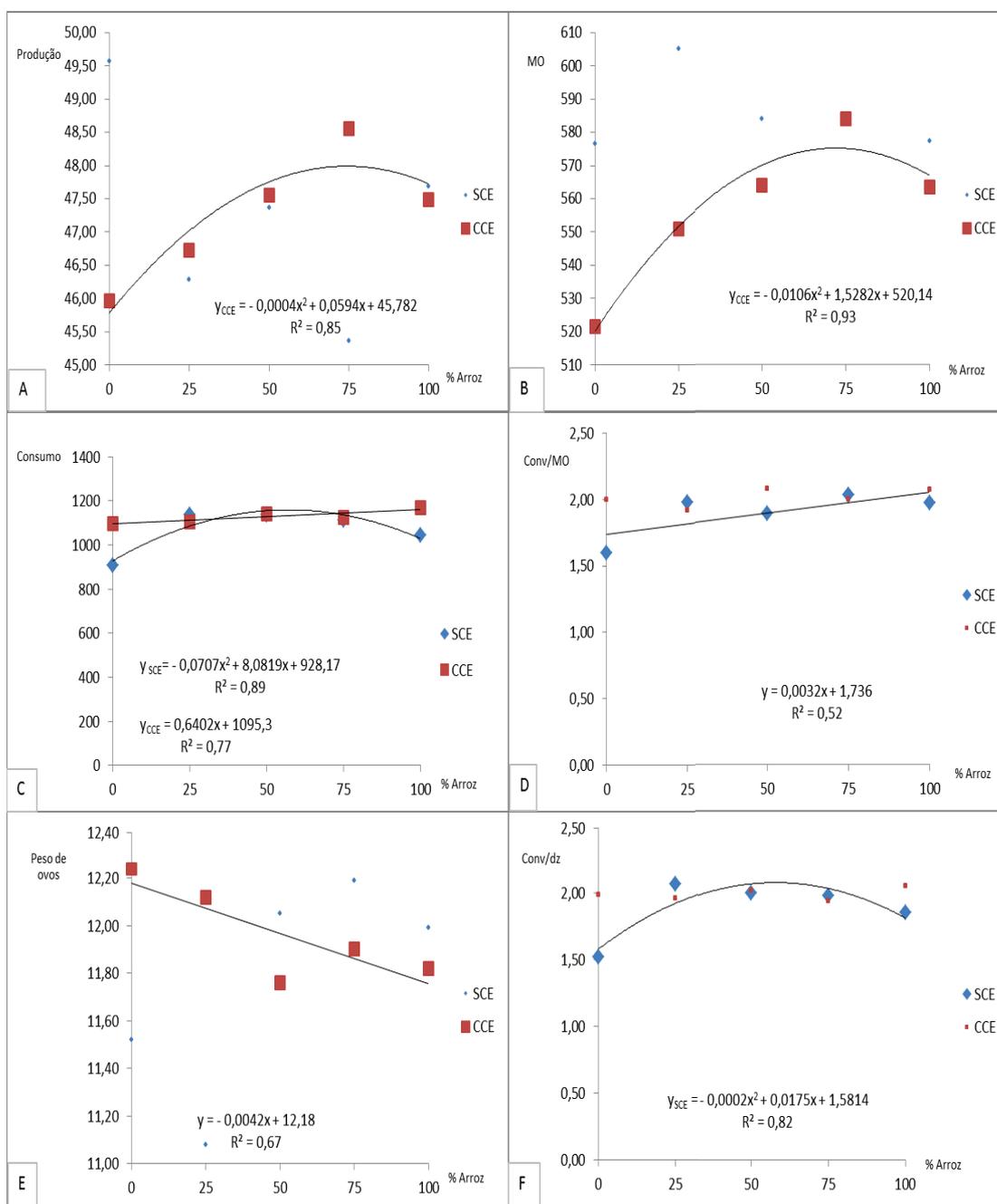
Variável de Desempenho	Complexo Enzimático	Tratamentos					Equação de Regressão	R ²	P	CV (%)
		0	25	50	75	100				
Produção de ovos	CCE*	45,96	46,73	47,55	48,55	47,48	$Y = - 0,0004x^2 + 0,0594x + 45,782$	0,85	<0,05	1,84
	SCE**	49,17	46,29	47,36	45,37	47,69	-	-	ns	3,00
Consumo de ração (g)	CCE	1097,72	1105,75	1140,90	1123,13	1169,06	$y = 0,6402x + 1095,3$	0,77	<0,05	2,27
	SCE	906,49	1135,75	1136,51	1112,33	1044,78	$y = - 0,0707x^2 + 8,0819x + 928,17$	0,89	<0,05	8,16
Peso de ovos (g)	CCE	12,24	12,12	11,76	11,90	11,82	$Y = - 0,0042x + 12,18$	0,67	<0,05	1,53
	SCE	11,52	11,08	12,05	12,19	11,99	-	-	ns	3,49
MO ¹ (g)	CCE	521,58	550,86	563,94	584,06	563,41	$Y = - 0,106x^2 + 1,5282x + 520,14$	0,93	<0,05	1,75
	SCE	576,49	604,99	583,98	585,25	577,47	-	-	ns	3,69
Conv/MO ² (g/g)	CCE	2,00	1,92	2,08	2,00	2,07	-	-	ns	8,12
	SCE	1,60	1,98	1,89	2,03	1,97	$y = 0,0032x + 1,736$	0,52	<0,05	2,87
Conv/dz ³ (g/dz)	CCE	1,99	1,96	2,03	1,95	2,06	-	-	ns	2,09
	SCE	1,52	2,07	2,01	1,99	1,86	$y = - 0,0002x^2 + 0,0175x + 1,5814$	0,82	<0,05	10,44
Contrastes		Produção	Consumo	Peso ovos	MO	Conv/MO	Conv/dz			
Efeito do CE sem arroz (T1 vs T6)		0,023	< 0,001	0,029	0,045	<0,001	<0,001			
Efeito do CE nas dietas com 25% arroz (T2 vs T7)		ns	ns	0,002	0,041	ns	ns			
Efeito do CE nas dietas com 50% arroz (T3 vs T8)		ns	ns	ns	ns	ns	ns			
Efeito do CE nas dietas com 75% arroz (T4 vs T9)		ns	ns	ns	ns	ns	ns			
Efeito do CE nas dietas com 100% arroz (T5 vs T10)		ns	<0,001	ns	ns	ns	0,015			
Efeito do CE no arroz (T2, T3, T4, T5 vs T7, T8, T9, T10)		ns	0,027	ns	ns	ns	ns			
CV ⁴ (%)		7,02	4,89	6,33	10,07	10,39	8,03			

T1 e T6 = controle (0% arroz integral e 100% milho); T2 e T7 = 25% arroz integral; T3 e T8 = 50% arroz integral; T4 e T9 = 75% arroz integral; T5 e T10 = 100% arroz integral; *CCE: com complexo enzimático; **SCE: sem complexo enzimático; ¹MO: massa de ovos; ²Conv/MO: conversão/massa de ovos; ³Conv/dz: conversão/dúzia de ovos; ⁴CV: coeficiente de variação; R²: coeficiente de determinação; P: nível de significância; CE: complexo enzimático.

Tabela 3 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático.

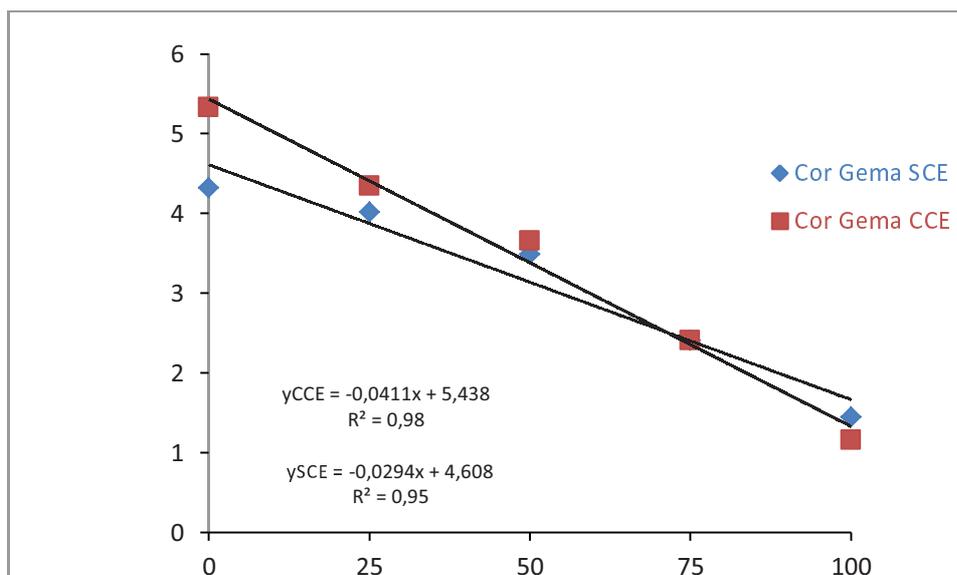
Variável	Complexo enzimático	Tratamentos					Equação de regressão	R ²	P	CV					
		0%	25%	50%	75%	100%									
Peso (g)	CCE*	11,23	12,24	12,12	11,76	12,05	-	-	ns	1,56					
	SCE**	11,65	12,01	11,82	12,13	11,97	-	-	ns	3,40					
Comp ¹ (mm)	CCE	30,29	32,83	32,85	32,06	32,66	-	-	ns	3,19					
	SCE	30,65	32,67	32,51	30,90,	32,69	-	-	ns	3,37					
Largura ² (mm)	CCE	25,10	25,60	25,64	25,34	25,60	-	-	ns	2,54					
	SCE	24,30	25,49	25,30	24,15	25,31	-	-	ns	0,91					
Palbúmen ³ (g)	CCE	4,66	5,50	4,71	5,50	5,29	-	-	ns	4,03					
	SCE	5,63	5,07	5,33	5,51	5,28	-	-	ns	8,13					
%Albúmen ⁴	CCE	40,91	45,34	43	46,33	43,60	-	-	ns	4,81					
	SCE	45,21	45,51	44,23	47,37	43,45	-	-	ns	3,28					
Pgema ⁵ (g)	CCE	3,51	3,96	3,96	3,70	3,89	-	-	ns	8,09					
	SCE	3,65	3,63	3,86	4,02	3,87	-	-	ns	10,24					
%Gema ⁶	CCE	31,15	32,20	31,26	31,12	31,76	-	-	ns	2,04					
	SCE	31,22	32,35	32,81	32,81	32,57	-	-	ns	1,49					
Pcasca ⁷	CCE	3,17	2,89	2,61	2,45	2,92	-	-	ns	10,04					
	SCE	2,80	2,69	2,65	3,09	2,47	-	-	ns	8,35					
% Casca ⁸	CCE	26,10	23,01	21,09	19,06	20,4	-	-	ns	15,51					
	SCE	23,79	21,84	22,27	20,91	30,12	-	-	ns	12,45					
Album ⁹ (mm)	CCE	4,80	4,72	4,78	4,75	4,66	-	-	ns	1,16					
	SCE	4,12	4,43	4,88	4,51	4,45	-	-	ns	6,05					
UH ¹⁰	CCE	90,57	89,42	78,03	87,08	86,21	-	-	ns	5,73					
	SCE	84,79	80,59	88,33	92,78	78,39	-	-	ns	6,83					
Cor	CCE	5,33	4,35	3,66	2,41	1,16	y = - 0,0411x + 5,438	0,98	<0,001	48,34					
	SCE	4,32	4,02	3,49	2,41	1,45	y = - 0,0294x + 4,608	0,95	<0,001	37,97					
Dens ¹¹	CCE	1072	1070	1071	1074	1070	-	-	ns	0,42					
	SCE	1071	1073	1069	1068	1071	-	-	ns	0,18					
IM ¹²	CCE	79	78	78	79	78	-	-	ns	0,16					
	SCE	80	78	78	78	79	-	-	ns	1,14					
Contrastes		Peso	Comp	Larg	PAAlbum	%Albúm	PGema	%Gema	Pcasca	% Casca	Album	UH	Cor	Dens	IM
Efeito do CE ¹³ sem arroz (T1 vs T6)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Efeito do CE nas dietas com 25% arroz (T2 vs T7)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Efeito do CE nas dietas com 50% arroz (T3 vs T8)		ns	ns	0,039	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Efeito do CE nas dietas com 75% arroz (T4 vs T9)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,007	ns
Efeito do CE nas dietas com 100% arroz (T5 vs T10)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	<0,005	ns	ns	ns	ns	ns
Efeito do CE no arroz (T2, T3, T4, T5 vs T7, T8, T9, T10)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV ¹⁴		7,07	8,96	7,70	14,41	16,23	10,37	6,83	25,29	32,70	17,18	15,48	22,33	0,47	3,49

T1 e T6 = controle (0% arroz integral e 100% milho); T2 e T7 = 25% arroz integral; T3 e T8 = 50% arroz integral; T4 e T9 = 75% arroz integral; T5 e T10 = 100% arroz integral; *CCE: com complexo enzimático; **SCE: sem complexo enzimático; ¹Comp: comprimento do ovo; ²Larg: diâmetro do ovo; ³Palbúmen: peso da clara; ⁴%Albúmen: percentual de clara; ⁵Pgema: peso de gema; ⁶%Gema: percentual de gema; ⁷Pcasca: peso da casca; ⁸% Casca: percentual da casca; ⁹Album: altura de albúmen; ¹⁰UH: unidade Haugh; ¹¹Dens: gravidade específica do ovo; ¹²IM: índice morfológico; ¹³CE: complexo enzimático; R²: coeficiente de determinação; P: nível de significância; ¹⁴CV: coeficiente de variação (%).



A) Prod: produção de ovos; B)MO: massa de ovos; C) Consumo: consumo de ração no período; D) Conv/MO: conversão por massa de ovos; E) Peso de Ovos: peso médio de ovos no período; F) Conv/dz: conversão/dúzia de ovos; CCE: com complexo enzimático; SCE: sem complexo enzimático.

Figura 1 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de arroz integral descascado e não-polido com e sem adição de complexo enzimático.



CCE: com complexo enzimático; SCE: sem complexo enzimático.
Figura 2 – Coloração das gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de arroz integral e complexo enzimático.

8 CONCLUSÕES

O arroz integral descascado e não-polido pode ser adicionado às dietas de codornas japonesas em substituição ao milho, sendo necessário adicionar pigmentantes à dieta, a fim de corrigir a descoloração das gemas.

A inclusão de até 25% de arroz integral em substituição ao milho da dieta de codornas japonesas pode ser utilizada sem alterações significativas no desempenho dos animais.

O complexo enzimático adicionado às dietas, com até 100% de arroz integral, proporciona desempenho semelhante ao obtido com as dietas convencionais à base de milho e farelo de soja, em termos de produção de ovos, massa de ovos e peso dos ovos.

Feno de alfafa e colorífico de urucum são boas fontes pigmentantes para as gemas de ovos de codorna, o que não se aplica à beterraba nas condições em que foi utilizada no experimento.

Referências Bibliográficas

ABANIKANDA, O.T.F. e LEIGH, A.O. Allometric relationships between composition and size of chicken table eggs. **International Journal of Poultry Science** 6 (3): 211-217. 2007.

AL-SHAMI, M.A.; SALIH, M.E.; ABBAS, T.E. Effects of dietary inclusion of alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf meal and xylam enzyme on laying hens' performance and egg quality. **Res. Opin. Anim. Vet. Sci.**, 2(1): 14-18. 2011.

ALLIED BOTANICAL CORPORATION. **Phillippines**. 2012. Disponível em: http://www.alliedbotanical.com/?page_id=117. Acesso em 10/02/2015.

ALI, M.B. **Characteristics and Production Costs of U.S. Sugarbeet Farms** 2004. Electronic Report from the Economic Research Service. Statistical Bulletin Number 974-8. Disponível em: www.ers.usda.gov. Acesso em 02/02/2015.

AGNER, A.R.; BARBISAN, L.F.; SCOLASTICI, C.; SALVADORI, D.M.F. Absence of carcinogenic and anticarcinogenic effects of annatto in the rat liver medium-term assay. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, p.1687-1693. 2004.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Avaliação da redução do teor de corante compulsório em óleo diesel S500 rodoviário**. Nota Técnica n.º 54/2014/CPT/SBQ. 2014.

ARAUJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; MIRANDA, E.C.; ARAUJO, A. J.; COSTA, F.G.P.; TEIXEIRA, E.N.M. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.5, p.843-848. 2008.

ARO, H.; ROKKA, T.; VALAJA, J.; HIIDENHOVI, J.; HOUPALAHTI, R.; RYHÄNEN, E.L. 2011. Functional and sensory properties of hen eggs with modified fatty acid compositions. **Food Funct.**, (2): 671–677.

BARBOSA-FILHO, J.A.D.; SILVA, I.J.O.; SILVA, M.A.N.; SILVA, A.J.M. 2007. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Eng. Agric.** 27(1): 93-99.

BARBOSA, J.F.V.; NASCIMENTO, M.P.S.B.; DINIZ, F.M.; NASCIMENTO, H.T.S.; ARAÚJO NETO, R.B. Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras. *Sistemas de Produção 4*. Embrapa Norte. 2007.

BARLETTA, A. **Introduction: current market and expected developments.** Capítulo de livro. Em: *Enzymes in farm animal nutrition*. 2nd ed. Michael R. Bedford e Gary G. Partridge. CAB International. 2010. 329 p.

BAUTISTA, A.R.P.L.; MOREIRA, E.L.; BATISTA, M.S.; MIRADA, M.S.; GOMES, I.C.S. Subacute toxicity assessment of annato in rat. **Food and Chemical Toxicology**, v.42. p 625-629. 2004.

BERNAL-GÓMEZ, M.E.; DELLA TORRE, J.; RODAS, M.A.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação sensorial e instrumental de ovos de galinhas alimentadas com rações suplementadas com óleo de linhaça e antioxidantes. **Nutrir Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.**, São Paulo, SP., (23): 55-66. 2002.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. Em: *IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL E III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA*. **Anais...** Lavras – MG. 2010.

BLIGH, E.G. e DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. v.37. n.8. 1959.

BOBBIO, P.A. e BOBBIO, F.A. **Introdução à química de alimentos**. 3ª.ed. São Paulo: Varela. 2001. 234 p.

BRAGA, C.V.P.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E.; SOUSA, F.M.; BASTOS, S.C. Efeito da Inclusão do Farelo de Coco em Rações para Poedeiras Comerciais. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.1, p.76-80. 2005.

BRASIL. Leis, decretos, etc. – Resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de **Normas e padrões para alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, 24 jul. 1978.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **FASEB J.** 9, 1551-1558. 1995.

BROGNONI, E.; FURLAN, C.L.; TURCO, P.H.N.; DONADELLI, A. **Análise de Investimento na Produção de Ovos de Codorna: Uma Visão Econômica da Atividade**. 2007. Revista Avisite. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.php?codigo=102>. Acesso em: 14/02/2015.

BRUM JÚNIOR, B.S.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G.S.P.; XAVIER, E.G.; VIEIRA, T.A.; GONÇALVES, E.C.; BRUM, H.; OLIVEIRA, J.L.S. Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**. 37(5). 2007a.

BRUM JÚNIOR, B.S.; LEMOS, I.T.P.; ZANELLA, I.; ROSA, A.P.; CARVALHO, E.H.; BATISTA, I.M.; MAGON, L. Utilização do farelo de arroz integral na dieta para poedeiras UFSMV 2003 na fase de produção. **Revista Brasileira de Agrociência**, (13): 541-546. 2007b.

BRUNKEN, U.; SCHMIDT, M.; DRESSLER, S.; JANSSEN, T.; THIOMBIANO, A.; ZIZKA, G. **West african plants – A photo guide**. 2008. Disponível em: www.westafricanplants.senckenberg.de. – Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt/Main, Germany. Acesso em 12/01'2015.

CANADIAN FOOD AGENCY. **The Biology of *Beta vulgaris* L. (Sugar beet)**. Ed.: Plant Biosafety Office. Plant Products Directorate. Canadian Food Inspection Agency. 2012. Disponível em: <http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/beta-vulgaris-l-/eng/1330725373948/1330725437349>. Acesso em: 10/12/2014.

CARVALHO, P.R.N.; SILVA, M.G.; FABRI, E.G.; TAVARES, P.E.R.; MARTINS, A.L.M.; SPATTI, L.R. **Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agrônomo (IAC)**. Bragantia, Campinas, 69(3): 519-524. 2010.

CHAITANYA LAKSHMI, G. Food Coloring: The Natural Way. **Res. J. Chem. Sci.** Vol. 4(2), 87-96. 2014.

CHAUDHRY, Y. Carotenoids- natural food colors and health benefits- Rm: 12 SYMPOSIUM - INTERACTION OF NATURAL COLORS WITH OTHER INGREDIENTS. **Anais...** 2003.

CHOCT, M. 2006. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, Vol. 62.

CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Morfologia de la planta de arroz: guía de estudio.** Colômbia: Cali, Cali. 2005. 13p.

CLEOPHAS, G.M.L; VAN HARTINGS VELDT, W.; SOMER, W.A.C. Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **World Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 11, n. 4, p. 12-15. 1995.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** V.1 – Safra 2-13/14. N.3. Terceiro Levantamento. 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária.** Diretoria de Política Agrícola e Informações. Superintendência de Gestão da Oferta. Vol 2. Safra 2014/2015. Brasília 2014. 2015 (a). 158 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** V2 – safra 2014/15. N.4 – Quarto levantamento. Janeiro/2015. 2015 (b). 95 p.

CONSTANT, P.B.L., STRINGHETA, P.C., SANDI, D. Corantes alimentícios. **B.CEPPA.** Curitiba, v. 20, n. 2, jul./dez. 2002.

COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciênc. Agrotec.** 31:865-870. 2007.

COSTA, F.G.P.; GOMES, C.A.V.; SILVA, J.H.V.; CARNEIRO, M.V.D.; GOULAR, C.C.; DOURADO, R.B.L. Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo de baixo tanino. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 28(4): 409-414. 2006.

COSTA, F.G.P.; SOUZA, C.J.; GOULART, C.C.; LIMA NETO, R.C.; COSTA, J.S.; PEREIRA, W.E. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. **R. Bras. Zootec.**, 37(8):1412-1418. 2008.

COWIESON, A.J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry diets. **J Poult Sci** 47:1-7. 2010.

COWIESON, A.J.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. **Nutr Res Rev** 11:91-114. 2006.

CUNHA, Fábio Sales de Albuquerque. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix japonica*)**. Tese (Doutorado em Produção Animal). 140p. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal do Ceará, Pernambuco. 2009.

CURVELO, E.R.; GERALDO, A.; SILVA, L.M.; SANTOS, T.A.; FILHO, J.A.V.; PINTO, E.R.A.; OLIVEIRA, M.L.R.; FERREIRA, C.B. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafreão em dietas para poedeiras semipesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG. II JORNADA CIENTÍFICA. **Anais...** Campus Bambuí. 19 a 23 de Outubro. 2009.

DAGHIR, N.J. **Nutrient Requirements of Poultry at High Temperatures**. CAB International. Poultry production in hot climates. (ed. N.J. Daghir) 2nd edition. pp133-153. 2008.

DE BLAS, C.e CARABAÑO, R. A review on the energy value of sugar beet pulp for rabbit. **World Rabbit Science**. 4(1), 33-36. 1996.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A.R; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains — Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. Critical Reviews. **Food Science and Nutrition**, 40(3):173–289. 2000.

DENARDIN, C.C.; SILVA, L.P.; STORCK, C.R.; NÖRNBERG, J.L. Composição mineral de cultivares de arroz integral, parboilizado e branco. **Alim. Nutr.**, Araraquara, 15(2): 125-130. 2004.

DIAN, Paulo Henrique Moura. Discriminação de sistemas de alimentação em ovinos através da concentração de carotenóides no tecido adiposo e no plasma. Tese (Doutorado). 148p. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 2007.

DONALD, J. Planning broiler housing for Environmental control systems. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA. **Anais...** 28 e 29 de outubro de 1998 – Concórdia, SC. BR. 1998.

DUBLECZ, K.; EGYETEM, D.; EGYETEM, N.M.; EGYETEM, P. **Glufosinate tolerant (Pat) sugar beets**. 2011. Disponível em: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_angol_04_takarma_nyozastan/ch15s04.html. Acesso em 15/07/2015.

DUKE, J.A. **Handbook of energy crops: *Beta vulgaris* L.** 1983. Disponível em: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Beta_vulgaris.html. Acesso em: 20/02/2015.

ELLIOTT, M.C. e WESTON, G.D. **Biology and physiology of the sugar-beet plant**. Em: The Sugar Beet Crop. Ed. Cook, D.A and Scott, R.K. Cap. 2. World Crop Series. pp 37-66. 1993.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia. SC. 3ª ed. 97p. 1991.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **A cultura do arroz no Brasil**. 2ª ed. revisada e ampliada. Santo Antônio de Goiás. Go. 8p. 2006.

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE. **Sistemas de Produção 1 - 2ª Edição**. ISSN 1679-1495. 2007. Versão Eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudoesteRioGrandeSul/alimentacao.htm>. Acesso em: 15/12/2014.

EUROPEAN COMMISSION. **Collection of information on enzymes**. Final Report. Federal Environment Agency Austria/ Inter-university Research Center for Technology, Work and Culture (IFF/IFZ). 2002. 396 p.

FAO – CL Green of UK-ODA Natural Resources Institute (NRI). **Non-wood forest products. Natural colourants and dyestuffs. A review of production, markets and development potential**. 1995. 124 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Food Situation**. Oct, 2014. Em: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>. Acesso em: 24/02/2015.

FERRAGINE, Maria del Carmen. **Determinantes morfofisiológicos de produtividade e persistência de genótipos de alfafa sob pastejo**. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). 130p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba. SP. 2003.

FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; CASARTELLI, E.M.; ASSUENA, V.; PILEGGI, J.; DUARTE, K.F. Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, 8(3): 397-405. 2007.

FILGUEIRA, T.M.B.; FREITAS, E.R.; QUEVEDO FILHO, D.R.; FERNANDES D.R.; WATANABE, P.U.; OLIVEIRA, AN. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. **Brazilian Journal of Poultry Science** 16(4): 345-350. 2014.

FONTANA, J.D.; MENDES, S.V.; PERSIKE, D.S.; PERACETTA, L.F.; PASSES, M. Carotenóides – corantes atraentes e ação biológica. Revista **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, ano 2, n.13, 40-45. março/abril. 2000.

FRANCIS, F.J. Less common natural colorants. Em: HENDRY, G.A.F; HOUGHTON, J.D. **Natural food colorants**. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional, p.310-335. 1996.

FRANCO, C.F.O. **Mercado de Urucum (Bixa orellana L.) no Brasil**. EMEPA - Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. 2003. Disponível em: http://www.emepa.org.br/publicac/urucum_mercado.html. Acesso em: 21/02/2015.

FRANCO, Camilo Flamarion de Oliveira. **Corantes naturais de urucum (*Bixa orellana* L.) no tratamento da hiperlipidemia e câncer em animais**. Tese (Pós-Doutorado em Bioquímica Agrícola). 193p. Universidade Federal de Viçosa. Curso de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola. Minas Gerais. Brasil. 2008.

FRANK, T.; STINTZING, F.C.; CARLE, R.; BITSCH, I.; QUAAS, D.; STRAß, G.; BITSCH, R.; NETZEL, M. Urinary pharmacokinetics of betalains following consumption of red beet juice in healthy humans. **Pharmacological Research** (52): 290–297. 2005.

FRANKIČ, T.; VOLJČ, M.; SALOBIR, J.; REZAR, V. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. **Acta argiculturae Slovenica**, 94(2): 95–102, Ljubljana. 2009.

FREI, M. e BECKER, K. Agro-biodiversity in Subsistence-oriented farming systems in a Philippine upland region. **Biodiversity and Conservation** 13, 1591-1610. 2004.

FREI, M. e BECKER, K. Fatty acids and all-trans- β -carotene are correlated in differently colored rice landraces. *J Sci Food Agric* 85:2380–2384. 2005.

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

FURLAN, R.L. 2006. Influência da temperatura na produção de Frangos de corte. VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. **Anais...** 04 a 06 de abril. Chapecó, SC. BR. 2006.

GALINDO-CUSPINERA, V.; LUBRAN, M.B.; RANKIN, S.A. Comparison of Volatile Compounds in Water and Oil-Soluble Annatto (*Bixa Orelana*) Extracts. **J. Agric. Food Chem.** v. 50 (7) 2010-2015, 2002.

GANDÍA-HERRERO, F.; JIMÉNEZ-ATIÉNIZAR, M.; ARBANES, J.; GARCÍA-CARMONA, F.; ESCRIBANO, J. Stabilization of the bioactive pigment of *Opuntia* fruits through maltodextrin encapsulation. **J. Agric. Food Chem.** 58:10646-10652. 2010.

GARCIA, 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. **Rev.Bras.Ci. Av.** 4(1): 001-007. 2002.

GARCIA, E.A.; MOLINO, A.B.; BERTO, D.A.; PELÍCIA, K.; OSERA, R.H.; FAITARONE, A.B.G. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Vet. e Zootec.**, 16(4): 689-697. 2009.

GARCIA, E.A.; MOLINO, A. B.; GONÇALVES, H.C.; JUNQUEIRA, O.M.; PELÍCIA, K.; OSERA, R.H.; DUARTE, K.F. Ground annatto seeds (*Bixa orellana* L.) in sorghum-based commercial layer diets and their effects on performance, egg quality and yolk pigmentation. **Brazilian Journal of Poultry Science.** 12(4): 259-26. 2010.

GHIRALDINI, J.E. Corantes naturais mais comumente usados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v.2, n.1, p.136-145, 1996.

GIRIDHAR, P; VENUGOPALAN, A; PARIMALAN, R. A review on annatto dye extraction, analysis and processing - a food technology perspective. **Journal of Scientific Research & Reports** 3(2): 327-348, 2014. 2014.

GONÇALVES, L.C.P.; MARCATO, A.C.; RODRIGUES, A.C.B.; PAGANO, A.P.E.; FREITAS, B.C.; MACHADO, C.O.; NAKASHIMA, K. K.; ESTEVES, L.C.; LOPES, N.B.; BASTOS, E.L. Betalaínas: das Cores das Beterrabas à Fluorescência das Flores. **Rev. Virtual Quim.** Vo7 No.1|292-309. 2015.

GOPINGER, E.; MORAES, P.; CATALAN, A.A.S.; XAVIER, E.G.; CASTRO, M.L.S.; SCHAFHAUSER JR, J. Whole rice in japanese quails' diet. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, 36(4): 363-367. 2014.

GORDON, H.T.; BAUERNFEIND, J.C.; FURIA, THOMAS E. Carotenoids as food colorants. C R C Critical Reviews, **Food Science and Nutrition.** Volume 18. 1982.

GUIMARÃES, C.M.; FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. **Como a planta de arroz se desenvolve.** Arquivo do Agrônomo. Encarte. Nº13. 2002. 12p.

HAMERSKI, L.; REZENDE, M.J.C.; SILVA, B.V. Usando as Cores da Natureza para Atender aos Desejos do Consumidor: Substâncias Naturais como Corantes na Indústria Alimentícia. **Rev. Virtual Quim.** 5(3): 394-420. 2013.

HAMILTON, RMG. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science** 61:2022-2039. 1982.

HAN, I.K.; HOCHSTETLER, H.W.; SCOTT, M.L. Metabolizable energy values of some poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. **J Poult Sci** 55: 1335-1342. 1976.

HANNAS, M.I. e PUPA, J.M.R. **Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura**. 2007. Engormix. Disponível em: http://www.engormix.com/enzimas_uma_alternativa_viavel_p_artigos_26_POR.htm. Acesso em 26 setembro de 2007.

HASHEMINYA, S.M. e DEGHANNYA, J. Processing industries: valuable strategy for reducing rice losses. **IJFAS Journal**-2-15/498-500. 2013.

HARDER, M.N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana* L.). **RPCV** -102 (563-564) 339-342. 2007.

HARTMAN, L. e LAGO, R.C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab Pract.**;22(6):475-6. 1973.

HENRY, B.S. **Natural food colours**. In: HENDRY, G.A.F; HOUGHTON, J.D. Natural food colorants. 2nd ed.Glasgow: Blackie Academic e Professional. p.40-79. 1996.

HERBACH, K.M, STINTZING, F.C; CARLE, R. Betalain stability and degradation – structural and chromatic aspects. **J. Food Sci** 71(4): 41-50. 2006.

HURRELL, R.F.; REDDY, M.B.; JUILLERAT, M.A.; COOK, J.D. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects 1–3. **Am J Clin Nutr**; 77:1213–9. 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal** Vol.41. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasil. 2014. 108p.

IGBASAN, F.A.; GUENTER, W. The Influence of Micronization, Dehulling and Enzyme Supplementation on the Nutritional Value of Peas for Laying Hens. **Poultry Science** (76):331–337. 1997.

JACKMAN, R.L. e SMITH, J.L. **Athocyanins and betalains**. In: HENDRY, G.A.F.; HOUGHTON, J. D. Natural food colorants. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional, p.280- 296. 1996.

JANSSEN, W.M.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3rd ed. Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services. 1989. 15p.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. **Poultry Science**. 88:1925–1933. 2009.

JIRATANAN, T.; LIU, R.H. Antioxidant Activity of Processed Table Beets (*Beta vulgaris* var, *conditiva*) and Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **J. Agric. Food Chem.**, 52 (9): 2659–2670. 2004.

JODINCO, I.J.O. e PATTENDEN, G. Terpenoids and an apocarotenoid from seeds of *Bixa orellana*. **Phytochemistry**, Volume 28, Issue 11, 3159–3162. 1989.

JUNQUEIRA, O.M.; DOMINGUES, C.H.F.; SOBRANE FILHO, S.T.; DUARTE, K.F. **Enzimas na nutrição de poedeiras: tecnologias que reduzem os custos de produção sem prejudicar o desempenho das aves**. 2013. Revista do Avisite. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20130423_trabalho_3.pdf. Acesso em: 23/02/2015.

KARADAS, F.; GRAMMENIDIS, E.; SURAI, P.F.; ACAMOVIC, T.E.; SPARKS, N.H.C. Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. **British Poultry Science**, 47(5): 561—566. 2006.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication - Color control from perception to instrumentation**. Ed.Konica Minolta Sensing, Inc. 2003. 49p.

KRABBE, E.L.; BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H. **Uso do grão de arroz na alimentação de suínos e aves**. CT 503. Concórdia. SC. 2012.

KUGLER, F.; GRANEIS, S.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. Studies on Betaxanthin Profiles of Vegetables and Fruits from the *Chenopodiaceae* and *Cactaceae*. *Z. Naturforsch.* 62c, 311- 318. 2007.

KUNTZ, L.A. **Food Product Design - Colors au Naturel**, Week Publishing. Comarch. 1988. Disponível em: <http://www.foodprodutdesign.com/archive/1998/0398AP.html>. Acesso em fev 2015.

LAGANÁ, C.; PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.R.P.B.; MORAES, J.E. Turmeric root and annato seed in second-cycle layer diets: performance and egg quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**. Aug - Oct.13(3): 171-176. 2011.

LAUDADIO, V.; CECI, E.; LASTELLA, N.M.B.; INTRONA, M.; TUFARELLI, V. Low-fiber alfalfa (*Medicago sativa* L.) meal in the laying hen diet: effects on productive traits and egg quality. **Poultry Science** (93):1868–1874. 2014.

LIMA, G. J. M. M.; MARTINS, R. R.; ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. CT / 244 / Embrapa Suínos e Aves. p.1–2. 2000.

LIMA, L.R.P; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.; PINTO, A.S.; STRIGHETA, P.C.; TINOCO, A.L.A.; SILVA, J.F. Bixina, norbixina e quercetina e seus efeitos no metabolismo lipídico de coelhos. **Brazilian Journal of veterinary Researce and Animal Science**, v.38,n,4, p.196-200. 2001.

LIMA, R.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S.; MOREIRA, R.F.; BRAZ, NM. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **R. Bras. Zootec.**, 36(5): 1340-1346. 2007.

LIRA, R.C.; SILVA, K.L.; RABELLO, C.B.; DUTRA JR., W.C.; FERREIRA, P.V., SILVA, E.P.; FARIA FILHO, R.V.; SILVA, M.T.; CAMELO, C.L.; BATISTA, T.G. Valor nutricional do feno de alfalfa para frangos de corte. ZOOTECA. **Anais...** Centro de Convenções de Pernambuco. 22 a 26 de maio. 2006.

LOPEZ-BOTE, C.J.; SANZ ARIAS, R.; REY, A.I.; CASTAÑO, A.; ISABEL, B.; THOS, J. Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and α -tocopherol content and oxidative stability of eggs. **Anim. Feed Sci. Technol.** (72): 33-40. 1998.

MAJOLO, C.; CARVALHO, H.H.; WIEST, J.M. Atividade antibacteriana "in vitro" de diferentes acessos de urucum (*Bixa orellana* L.) e sua relação com o teor de bixina presente nas sementes. **B.CEPPA**, Curitiba, v.31, n.1, 115-124, jan./jun. 2013.

MANI, I.P.; GONÇALVES, B.N.; MARTINS, P.C.; MACHADO, L.A.; CINTRA, C.C.; LIMA, S.C.; SOUZA, D.O.; OLIVEIRA, M.C. Qualidade de ovos de codorna alimentadas com dietas contendo farelo de urucum. XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. **Anais...** Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. ES, 12 a 14 de maio. 2014.

MARTIN-ROSSET, W. **L'alimentacion del chevaux**. Cap. 2: Composition chimique et analyse forragère des aliments. Ed. INRA. Paris. 1990. 232p.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3ª Edição. Boca Raton: CRC Press, 1999.

MERCADANTE, A.Z. e PFANDER, H. Carotenoids from annatto: a review. *Recent Res. Devel. Agric. Food Chem.* v. 2, p. 79-91, 1998.

MORAES, V.M.B. e ARIKI, J. Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna. III REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO. **Anais...** Universidade estadual paulista, Jaboticabal-SP, p.97-103, 2009.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; LANNA, E.A.T. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. **R. Bras. Zootec.**, 39(6): 1266-1271. 2010.

MOURÃO, J.L.; PONTE, P.I.P.; PRATES, J.A.M.; CENTENO, M.S.J.; FERREIRA, L.M.A.; SOARES, M.A.C.; FONTES, C.M.G.A. Use of β -glucanases and β -1,4-xylanases to supplement diets containing alfalfa and rye for laying hens: effect on bird performance and egg quality. Poultry Science Association, Inc. **JAPR: Research Report**. 2006.

MURAKAMI A.E.; FERNANDES J.I.M.; SAKAMOTO I.M.; SOUZA L.M.G.; FURLAN, A.C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Sci. Anim. Sci.** 29:165-172. 2007.

MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; JARDIM FILHO, R.M.; ANDRADE, L.; GODOI, F. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 27(1): 43-48. 2005.

NABER, E.C. The Effect of nutrition on the composition of eggs. **Poultry Science**, v. 58, p.518 - 528, 1979.

NAJAR, S.V.; BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. Effects of light, air, anti-oxidants and pro-oxidants on annatto extracts (Bixa orellana). **Food Chemistry**, v. 29, n. 4, p. 283-289, 1988.

NEVES, I.P. **Cultivo de urucum e produção de corante natural**. Dossiê técnico. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA. 2007. 22p.

NRC – National Research Council (US). **Nutrient requirements of poultry. Subcommittee on poultry nutrition**. 9th revised edition. 1994. 155p.

OBA, A.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A.; CASTRO-GOMEZ, R.J.H.; BENITEZ, C.R.; UENO, F.Y.; BORGES, C.A.; ALMEIDA, M. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. **Semina: Ciências Agrárias**, 34(6) suplemento 2: 4179-4186. 2013.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. Em: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL E I CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. **Anais...** pg.91-95. Lavras. 2004.

OLIVEIRA, E.G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. Em: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES. **Anais...** Campinas: CBNA, p.71-96, 2001.

OLIVEIRA, L.G. e MANTOVANI, S.M. Transformações biológicas: contribuições e perspectivas. **Quim. Nova**. Vol.32, No. 3, 742-756. 2009.

OLIVEIRA, Juarez Souza de. **Caracterização, extração e purificação por cromatografia de compostos de urucum (*Bixa orellana* L.)**. Tese (Doutorado em Engenharia Química). 215p. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. SC. 2005.

OLIVEIRA, Newton Tavares Escocard de. **Energia metabolizável de alimentos e qualidade de ovos e carne de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico do urucum e niacina suplementar**. Tese (Doutorado em Produção Animal). 113 p. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes. RJ. 2004.

OLIVEIRA, N.T.E.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; FERREIRA, K.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Pigmentação de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico. **Ciênc.Agrotec**: 31(5):1525-1531. 2007.

OLIVEIRA, N.T.E.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; LOMBARDI, C.T.; MERCADANTE, M.B. Determinação da energia metabolizável de diferentes alimentos testados em codornas japonesas fêmeas. **Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot.**, 59(1): 210-217. 2007.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J.C.L. 2012. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**. Artigo 180, 9(06): 041–2049.

PEEBLES, E.D e MCDANIEL, C.D. **A practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality**. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. Bulletin 1139. 2013. 19 p.

PEREZ, C.M.; JULIANO, B.O.; PASCHAL, C.G.; NOVENARIO, V.G. Extracted lipids and carbohydrates during washing and boiling of milled rice, **Journal of Starch** 39, 386-390. 1987.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JR., J.G. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **R. Bras. Zootec.**, 31(4): 1761-1770. 2002.

PIRES, P.G.S.; SANTOS, V.L.; GONÇALVES, F.M.; GENTILINI, F.P.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F. Subproduto do arroz e enzimas exógenas na dieta de poedeiras sobre a qualidade interna dos ovos. 38° CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA. **Anais...** Florianópolis. SC. BR. 2011.

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; NAKAOKA, L.M.; MENDONÇA JR., C.X. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de α -tocoferol na gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 41:25-31. 2004.

PRACHE, S.; PRIOLO, A.; GROLIER, P. Persistence of carotenoid pigments in the blood of concentrate-finished grazing sheep: its significance for the traceability of grass feeding. **Journal of Animal Science**, (81):360–367. 2003.

PRESTON, H.D. e RICKARD, M.D. Extraction and chemistry of annatto. **Food Chem.** v. 5, p. 47-56, 1980.

QUEIROZ, E.A.; AGOSTINHO, T.S.P.; CALISXTO, L.F.L. Níveis de farelo de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta e seus efeitos sobre o desempenho e a intensidade de pigmentação da gema de ovos de poedeiras comerciais. 2010. Disponível em: www.avisite.com.br/cet/img/20100706_urucum.pdf. Atualizado em 8/5/2015. Acesso em: 8/5/2015.

QUEIROZ, M.I. e TREPTOW, R.O. **Análise Sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006. 268p.

QUEVEDO FILHO, I.B.; FREITAS, E.R.; FILGUEIRA, T.M.B.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRAZ, N.M.; FERNANDES, D.R.; WATANABE, P.H. Parboiled rice whole bran in laying diets for Japanese quails. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 48(6) 582-588. 2013.

QING S.U.; ROWLEY, K.G.; BALAZS, N.D.H. Carotenoids: separation methods applicable to biological samples. **Journal of Chromatography B**, 781, 393-418. 2002.

QUIMANIL - Corantes e auxiliares. **Colorimetria**. 2014. Disponível em: http://www.quimanil.com.br/empresa/informacoes_detalhe.php?id=7. Acesso em: 20 de abril de 2015.

RABELLO, C.B.V.; PINTO, A.L.; SILVA, E.P.; LIMA, S.B.P. Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2(2): 174-182. 2007.

RAVINDRAN, V. Advances and Future Directions in Poultry Nutrition: An Overview. **Korean J. Poult. Sci.** Vol.39, No.1, 53-62. 2012.

RASOOL, Z. e ATHAR, M. **Pakistan Feed Milling Industry: a current overview on the poultry feed sector.** 2006. Engormix. Disponível em: <http://en.engormix.com/MA-feed-machinery/formulation/articles/pakistan-feed-milling-industry-t212/p0.htm>. Acesso em: 15/05/2015.

REBECCA, L.J.; SHARMILA, S.; DAS, M.P.; SESHIAH, C. Extraction and purification of carotenoids from vegetables. **J. Chem. Pharm. Res.**, 6(4):594-598. 2014.

REITH, J.F. e GIELEN, J.W. Properties of bixin and norbixin and the composition of annatto extracts. **Journal of Food Science**, v.36, n. 6, p. 861-864, 1971.

RODRIGUES, E.A.; CARDOSO, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; DE LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S.; DUARTE, K.F.; CASARTELLI, E.M. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 27(2): 207-212. 2005.

RODRIGUES, T.A; SANTOS, V.L.; BECKER, R.; RUAS, M.; OLIVEIRA, A.; SCHAFFHÄUSER JUNIOR, J.; GENTILINI, F.P.; ANCIUTI, M.A. Arroz integral e pigmentos sintéticos sobre a qualidade externa de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção. 11ª MOSTRA DE PRODUÇÃO UNIVERSITÁRIA. 22 a 26 de outubro. **Anais...** FURG - Campus Carreiros. Rio Grande. 2012.

RODRIGUEZ- AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** ILSI PRESS International Life Sciences Institute. One Thomas Circle, N.W. Washington, D.C. 2001. 71p.

RODRÍGUEZ-PALENZUELA, P. e DE BLAS GARCÍA J.C. Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. Em: XIV CURSO DE

ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL.
Anais...Eds.: Rebollar, PG, de Blas, C and Mateos, GG. 1998.

ROSA, Juliana Gomes da. **Secagem de cenoura (*Daucus carota* L.) em microondas**. (Dissertação de Mestrado). 96p. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. São Carlos. SP. 2010.

ROSA, O.S. e AVILA, V.S. **Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frangos de corte**. Embrapa Suínos e Aves. CT 246, p. 1–3. 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV/DZO. 2011. 186p.

SAMLI, H.E.; SENKOYLU, N.; AKYUREK, H.; AGMA, A. Using rice bran in laying hen diets. **Journal of Central European Agriculture** Vol 7 No 1. 2006.

SANTOS, S.P. Utilização de fitase na suinocultura. **Suinoc. Ind.**, ed.221, p.32-38, 2009.

SANTOS, V.L.; BAVARESCO, C.; NUNES, J.K.; GENTILINI, F.P.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F. Complexo enzimático em dietas contendo farelo de arroz integral sobre o desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de produção. 38° CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA. **Anais...** Florianópolis. SC.BR. 2011.

SAS- Statistical Analysis System. User's guide. Cary: SAS Institute, 2002. 525p.

SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; LEDUR, M.C.; ALVES, H.J. **Efeito da seleção para características produtivas sobre o desenvolvimento embrionário em linhagens maternas para corte**. 2002. Avisite Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.php?codigo=60>. Acesso em março/2015.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; DE FREITAS, R.T.F.; CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Desempenho de frangos de corte alimentados com

Ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciênc. agrotec.**, 27(6): 1380-1387. 2003.

SCHWARZ, Kátia Kalko. **Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). 59p. Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. PR. 2002.

SEIBEL, N.F.; SCHOFEN, D.B.; QUEIROZ, M.I.; SOUZA-SOARES, L.A. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(4): 884-889. 2010.

SELLE, P.H.e RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Anim Feed Sci Technol** 135:1-41. 2007.

SHAHSAVARI, K. Influence of different sources of natural pigmentation on egg quality and performance of laying hens. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, (10):4. 2014.

SILVA, D.J. e QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G.; COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, P.B. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.822-829. 2006.

SILVA, JHV. 2009. **Tabelas para codornas japonesas e europeias: tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Jaboticabal: Funep. 129 p.

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; GODÓI, M.J.S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Rev. bras. zootec.**, 29(5):1435-1439. 2000.

SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G.; COSTA, F.G.P. Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciênc. agrotec.**, 30(5): 988-994. 2006.

SILVA, Pollyanna Ibrahim. **Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (*Bixa orellana* L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 159 p. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil. 2007.

SLOMINSKI, B.A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. Review. **J Poult Sci** 90: 2013–2023. 2011.

SOARES, M.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; LOPES, I.R.V.; MOREIRA, R.F.; SUCUPIRA, F.S. BRAZ, N.M.; LIMA, R.C. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **R. Bras. Zootec.**, 36(4): 1076-1082. 2007.

SOUZA, A.A. **Utilização de farelo de arroz na nutrição de bovinos de corte**. 2005. Em: <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/utilizacao-de-farelo-de-arroz-na-nutricao-de-bovinos-de-corte-26025/>. Acesso em: 10/05/2015.

STADELMAN, WJ AND COTTERILL, OJ. **Egg science and technology**. 4th ed. The Haworth Press, Inc. 1995. 591 p.

STONE, H., e SIDEL, J.L. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. **Food Technol. J.** 52:48–52. 1998.

STORCK, Cátia Regina. **Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 108p. Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. 2004.

STRACK, D; VOGT, T; SCHLIEMAN, W. Recent advances in betalain research. **Phytochemistry** 62: 247-269. 2003.

STRINGHETA, P.C. Usos e aplicações de corantes naturais. SEMINÁRIO SOBRE CORANTES ARTIFICIAIS E NATURAIS EM ALIMENTOS. **Anais... ITAL** - Campinas. 2007.

STROSCHEIN, Marcos Roberto Dobler. **Seleção de rizóbios e efeito do nitrogênio na simbiose com alfafa e cornichão**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). 140p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. 2011.

STUPPNER, H.e EGGER, R. Application of capillary zone electrophoresis to the analysis of betalains from *Beta vulgaris*. **Journal of Chromatography A**, v. 735, p. 409-413. 1996.

TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. **Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves**. 2008. Rev. Eletrôn. Nutritime, 5: 673-689. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/068V5N5P673_689_SET2008_.pdf. Acesso em: 15/12/2014.

TEIXEIRA, B.B.; EUCLYDES, R.F.; TEIXEIRA, R.B.; SILVA, L.P.; TORRES, R.A.; SILVA, F.G.; LEHNER, H.G.; CAETANO, G.C. Herdabilidade de características de produção e postura em matrizes de codornas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, 43(2): 361-365. 2013.

TESORIERE, L.; ALLEGRA, M.; BUTERA, D.; LIVREA, M.A. 2004. Absorption, excretion, and distribution of dietary antioxidant betalains in LDLs: potential health effects of betalains in humans. **Am J Clin Nutr** 80:941–5.

TIAN, S.; NAKAMURA, K.; KAYAHARA, H. Analysis of Phenolic Compounds in White Rice, Brown Rice, and Germinated Brown Rice. **J. Agric. Food Chem.**, 52 (15), pp 4808–4813. 2004.

TIANO, P.C.M. **Cor e Colorimetria**. Apostila. Minicurso CRQ – IV Região. São Paulo. 2009. 122p.

TINÔCO, I.F.F. Critérios para o planejamento de instalações avícolas para aves de postura. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA. **Anais...** 28 e 29 de outubro de 1998 – Concórdia, SC. BR. 1998.

TIVELLI, S.W.; FACTOR, T.L.; TERAMOTO, J.R.S.; FABRI, E.G.; MORAES, A.R.A.; TRANI, P.E.; MAY, A. **Beterraba: do plantio à comercialização**. Instituto Agrônomo (IAC). Campinas. Novembro. 2011. Boletim técnico IAC 210.

TIVELLI, S.W.e TRANI, P.E. **Hortalças Beterraba (*Beta vulgaris* L.)**. Instituto Agrônômico - IAC - Centro de Horticultura. 2008. 4p.

TOCCHINI, L e MERCADANTE, A.Z. Extração e determinação, por CLAE, de bixina e norbixina em coloríficos. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, 21(3): 310-313, 2001.

TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, J.H.; CECCANTINI, M.; POLETTO JR., C. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 37(2): 518-523. 2007.

TULEUN, C.D.; ADENKOLA, A.Y.; YENLE, F.G. Performance and erythrocyte osmotic membrane stability of laying japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) fed varying dietary protein levels in a hot-humid tropics. **Agric. Biol. J. N. Am.**, 4(1): 6-13. 2013.

USDA. 2000. **Egg-Grading Manual. United States**. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Agricultural Handbook Number 75. 56 p.

USDA – United States Department of Agriculture. **Natural Resources** 2015. Conservation Service. Disponível em:
<http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=MESA> Acesso em: 18/02/2015.

USDA – United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. 2014. Disponível em:
<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. Acesso em: 24/02/2015.

US.EPA – United States. **Major crops grow in the united states**. 2013. Environmental Protection Agency. Disponível em:
<http://www.epa.gov/oecaagct/ag101/cropmajor.html>

VACHALI, P; BHOSALE, P; BERNSTEIN, PS. Microbial Carotenoids. **Methods Mol Biol**.898:41-59. 2012.

VIDAL, T.F.; PEREIRA, A.L.F.; ABREU, V.K.G.; FREITAS, E.R.; SOUSA NETO, M.A.; ZAPATA, J.F.F. Egg quality and yolk lipid composition of laying hens fed diets containing cashew nut meal. **Food Sci. Technol**, 33(1): 172-179. 2013.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1184-1192. 2008.

WANG, Z.Y.; YANG, H.M.; LU, J., LI, W.Z.; ZOU, J.M. 2014. Influence of whole hulled rice and rice husk feeding on the performance, carcass yield and digestive tract development of geese. **Anim Feed Sci and Technol**. 194, 99–105.

WORLD AGROFORESTRY CENTRE. **Bixa Orellana**. 2015. Disponível em: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Bixa_orellana.pdf. Acesso em 13/02/2015.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. The distribution of phenolic acids in rice. **Food Chemistry**, v.87, p.401-406. 2004.