

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

**INCLUSÃO DE FARELO DA SEMENTE DE URUCUM EM
RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS**

Autora: Iana Pimentel Mani
Orientadora: Dr^a. Maria Cristina de Oliveira

Rio Verde – GO
Agosto – 2014

INCLUSÃO DE FARELO DA SEMENTE DE URUCUM EM RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS

Autora: Iana Pimentel Mani
Orientadora: Dr^a. Maria Cristina de Oliveira

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

Rio Verde - GO
Agosto – 2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Igor Yure Ramos Matos CRB1 - 2819**

M245i Mani, Iana Pimentel.

Inclusão de farelo da semente de urucum em rações para codornas japonesas / Iana Pimentel Mani. - 2014.

xii, 31 f. : il., figs, tabs.

Orientadora: Dr^a. Maria Cristina de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2014.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, tabelas e símbolos, siglas, abreviações e unidades.

Apêndices.

1. Codornas japonesas. 2. Codornas – alimentação. 3. Codornas – nutrição. 3. Urucum – sementes. I. Mani, Iana Pimentel. II. Título. III. Orientador.

CDU: 598.617.1:636.034

INCLUSÃO DE FARELO DA SEMENTE DE URUCUM EM RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS

Autora: Iana Pimentel Mani

Orientadora: Dr^a. Maria Cristina de Oliveira

TITULAÇÃO: MESTRE EM ZOOTECNIA

APROVADA em 22 de agosto de 2014.

Prof. Dr. José Ribamar Privado Filho
Avaliador externo
Uni RV

Prof^a. Dr^a. Cibele Silva Minafra
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Dr^a. Maria Cristina de Oliveira
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por mais uma conquista alcançada.

Agradeço aos meus pais Lêda Maria Pimentel Mani e Octávio Marcos Martins Mani, por me incentivarem e me apoiarem em todos os momentos de minha vida, por serem exemplos na minha vida; ao meu irmão Pablo de Barros Pimentel Mani, pelo apoio e bons conselhos; e a meus avós Kika e Tavão, por dividirem comigo a sabedoria adquirida no decorrer da vida.

Às minhas amigas, que entenderam minhas ausências pelas minhas prioridades do mestrado. Obrigada pela compreensão, meninas!

A todos os meus familiares, agradeço pelo incentivo, carinho e orgulho em mim depositado.

À minha orientadora, Dr^a Maria Cristina de Oliveira, agradeço imensamente pela oportunidade concedida, pela paciência e disposição que teve ao me ensinar, pelo conhecimento compartilhado e por ser exemplo de dedicação e competência profissional, que espero um dia alcançar.

Ao corpo docente de professores do IF Goiano – Câmpus Rio Verde, em especial à professora Dr^a Fabiana Ramos dos Santos, que me orientou no estágio em docência, e ao professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, por ter aceito ser meu coorientador.

À professora Dr^a Erin Caperuto de Almeida, por me incentivar, ajudar e apoiar ao decorrer do mestrado, sendo eu muito grata por tudo que fez por mim. Obrigada!

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde e aos seus servidores, sou grata pela oportunidade e apoio.

À Universidade de Rio Verde (Uni RV), por permitir a execução do experimento e pela credibilidade que dada a mim.

À Fapeg, agradeço a confiança depositada a mim, por meio da concessão da bolsa de pesquisa e por me ter incentivado a ser merecedora desse reconhecimento.

Aos colegas Bruno Nunes, Sara Carvalho, Poliana Martins, Leonardo Machado, Cassio Couto, Yeuri Souza e Benoar Furtado, que colaboraram para a realização do meu projeto.

Aos amigos e colegas de mestrado, sou grata pelo apoio e pelos bons momentos vividos nesses anos de convivência.

Agradeço à CARGILL e à Paschoini Agro, pelo apoio material para a execução do experimento que deu origem a este trabalho.

A todos os que fizeram parte dessa conquista, contribuindo para a realização de um sonho, muito obrigada!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Iana Pimentel Mani, filha de Lêda Maria Pimentel Mani e Octávio Marcos Martins Mani, nasceu em 01 de janeiro de 1987, em Batatais– SP. Em março de 2012, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DA LITERATURA	3
1.1 A CODORNA JAPONESA.....	3
1.2 O OVO DE CODORNA.....	4
1.2.1 CASCA	5
1.2.2 PIGMENTAÇÃO DA CASCA	5
1.2.3 GEMA E ALBÚMEN	6
1.2.4 PIGMENTAÇÃO DA GEMA.....	6
1.3 NUTRIÇÃO DE CODORNAS	7
1.4 URUCUM.....	7
1.5 CARACTERÍSTICAS DO URUCUM.....	10
1.6 O USO DE URUCUM NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS	11
1.7 USO DE URUCUM EM RAÇÕES PARA CODORNAS EM POSTURA.....	12
1.8 CANTAXANTINA	14
1.9 O SETOR COTURNÍCOLA NO BRASIL	14
2 CONSUMO DE OVOS DE CODORNA NO BRASIL	14
2.1 PERSPECTIVAS DA COTURNICULTURA BRASILEIRA.....	15

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
OBJETIVOS GERAIS.....	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
INCLUSÃO DE FARELO DA SEMENTE DE URUCUM EM RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS	21
RESUMO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	29

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Composição química dos ovos (inteiros e crus) de codorna e de galinha (100 gramas)	5
TABELA 2. Composição em sais minerais de ovos de codorna (100 gramas).....	5
TABELA 3. Ingredientes utilizados para formulação das rações experimentais	24
TABELA 4. Desempenho de codornas em postura, alimentadas com rações contendo níveis de farelo de urucum.....	27
TABELA 5. Qualidade dos ovos de codornas em postura, alimentadas com rações contendo níveis de farelo de urucum	27
TABELA 6. Viabilidade econômica do uso de rações para codornas em postura contendo níveis de farelo de urucum	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Ovo de codorna	4
FIGURA 2. a) Planta de uruczeiro; b) Floração de uruczeiro; c) Frutos de uruczeiro; d) Sementes de uruczeiro.....	9
FIGURA 3. Frutos de uruczeiro em maturação plena.	10
FIGURA 4. Estrutura química da bixina	11
FIGURA 5. Evolução do consumo de ovos de codornas per capita anual. *Estimativa	15
FIGURA 6. Colorações de gema obtidas a partir dos tratamentos Contrl 1, 0, 3, 6 e 9% de urucum.....	28
FIGURA 7. Colorações de gema obtidas a partir dos tratamentos Contrl2.....	29

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

CA	Conversão Alimentar
CRD	Consumo de Ração Diário
CV	Coefficiente de Variação
EM	Energia Metabolizável
FRSU	Farelo Residual da Semente de Urucum
MO	Massa de Ovo
PO	Peso do Ovo
TP	Taxa de Postura
pH	Potencial Hidrogeniônico
%	Porcentagem
Cm ³	Centímetro Cúbico
G	Gramas
Kcal	Quilocalorias
Kg	Quilogramas

RESUMO

A nutrição é um fator importante para que as aves atinjam seu máximo desempenho produtivo, sendo necessário oferecer uma nutrição balanceada para que suas exigências nutricionais sejam supridas com o menor gasto. Foram utilizadas 192 codornas japonesas alojadas em gaiolas metálicas durante 84 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, com oito aves cada. Os tratamentos consistiram de uma ração controle à base de milho (Contr1) e outra à base de sorgo, contendo pigmento artificial (Contr2), e quatro rações à base de sorgo, contendo níveis de farelo de urucum (0, 3, 6 e 9% de inclusão). A inclusão do farelo da semente de urucum na dieta não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração, peso dos ovos, conversão alimentar (kg/dúzia), taxa de postura e massa dos ovos, entretanto, a conversão alimentar (kg/kg) piorou nos tratamentos com 0, 3 e 6% de farelo de urucum, comparado aos valores obtidos com o tratamento Contr1. Os tratamentos não afetaram ($P>0,05$) os parâmetros de qualidade do ovo (peso específico, unidade Haugh, peso e porcentagem de gema, de albúmen e de casca, altura e diâmetro e índices de gema e de albúmen e a espessura da casca), mas a cor das gemas aumentou linearmente por conta dos níveis de farelo da semente de urucum nas dietas. Concluiu-se que a inclusão 9% de farelo de urucum nas rações de codornas não prejudica o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos e melhora a cor da gema.

Palavras-chave: *Bixa orellana*, codornas, *Coturnix coturnix japonica*, nutrição animal

ABSTRACT

Nutrition is an important factor for birds reaching their maximum productive performance; so, it is necessary to provide appropriate nutrition to supply their nutritional requirements with lower expense. One hundred ninety-two Japanese quails were allocated in cages for eighty-four days. Experimental design was completely randomized with six treatments and four replicates; and each replicate had eight quails. Treatments consisted by a control ration based on corn (Contr1) and another based on sorghum containing artificial pigment (Contr2), and four rations based on sorghum containing annatto meal levels (0, 3, 6, and 9% of inclusion). The inclusion of annatto seed meal in the diet did not affect ($P>0.05$) the ration consumption, egg weight, feed conversion (kg/dozen), laying rate, and egg mass; however, feed conversion (kg/kg) was worse in treatments with 0, 3, and 6% of annatto seed meal compared to the values obtained by the Contr1 treatment. Treatments did not affect ($P>0.05$) the parameters of egg quality (specific weight, Haugh unit, weight and percentage of yolk, albumen, and eggshell, height, diameter, and indexes of yolk and albumen, and eggshell thickness) but yolk color increased linearly due to the annatto seed meal level in diets. It was concluded that the annatto seed meal inclusion in quail diet at 9% does not affect the productive performance and the egg quality, and improves the yolk color.

Keywords: Keywords: *Bixa orellana*, quails, *Coturnix coturnix japonica*, animal nutrition.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a coturnicultura tem apresentado crescimento bastante acentuado, adequando-se às novas tecnologias de produção. O que antes era uma atividade de subsistência, hoje se tornou uma atividade tecnicizada e rentável para os investidores.

O sucesso da produção se dá por várias razões, entre elas, o rápido crescimento da ave, a precocidade na produção, a maturidade sexual (35 a 42 dias), a alta produtividade (média de 300 ovos/ano), a exigência de pequenos espaços para grande número de animais, a facilidade no manejo, a longevidade e a alta produção (14 a 18 meses), o baixo consumo de alimento (30 a 35 gramas de ração/ave/dia), o baixo investimento e, conseqüentemente, o rápido retorno financeiro (PASTORE et al., 2012).

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) é a mais conhecida no Brasil quando se fala em aves para postura (OLIVEIRA & ESCOCARD, 2010), sendo as codornas europeias mais destinadas para corte, chegando a 100 gramas aos 42 dias de idade.

A codorna deve ter uma alimentação balanceada, que atenda as suas necessidades nutricionais, para isso, são elaborados programas visando a manter bons índices de postura e longevidade na produção.

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

O milho é o ingrediente usado como fonte energética na ração de aves, incluindo as codornas. Porém o milho é uma *commodity*, e seu preço sofre oscilações no decorrer do ano. Sendo assim, é comum a utilização do sorgo como substituto total ou parcial do milho nas rações. Quando comparado ao milho, o sorgo é pobre em carotenoides, o que resulta em gemas pouco pigmentadas (MOURA et al., 2011), tornando-se não atrativas para os consumidores, que têm preferência por gemas mais pigmentadas.

Segundo HENCKEN (1992), quanto mais as aves consumirem alimentos que contenham pigmentos naturais com carotenoides, como as xantofilas encontradas no milho e no sorgo (menor quantidade) e a bixina (extrato de urucum), maior será a deposição destes pigmentos nas gemas dos ovos e a intensidade da sua coloração.

A cor das gemas pode ser modificada pela inclusão de pigmentos naturais como os derivados do urucum. O urucum (*Bixa orellana* L.) pertence à família Bixaceae, sendo uma planta oriunda da América, África e Ásia. É importante regional e nacionalmente por ser utilizada na culinária e em cosméticos (MENDES et al., 2005).

Tendo por base essas informações, foram buscados meios de pigmentação da gema que não prejudicassem o desempenho produtivo das aves, a saúde humana e que fossem economicamente viáveis para o produtor. Sendo assim, este estudo foi desenvolvido para avaliar a inclusão do farelo da semente de urucum como pigmentante natural em rações para codornas japonesas.

REVISÃO DA LITERATURA

1.1 A CODORNA JAPONESA

A codorna pertence ao gênero *Coturnix*, grupo das galináceas, que, junto com outros gêneros, forma o grupo de codornas do antigo mundo. O gênero *Coturnix* é o mais rico entre as espécies, sendo elas divididas em três grandes grupos de acordo com sua origem. A mais comum é a *Coturnix coturnix*, disseminada na Europa, Ásia, África e Ilhas Atlânticas. A *Coturnix coturnix* é a codorna comum, também conhecida como a codorna selvagem, habitante da Europa e Ásia. Já a subespécie *Coturnix coturnix japonica*, a codorna doméstica, é habitante do Japão, e seu hábito migratório se destina às regiões do Sião, Indochina e Formosa. As duas subespécies se diferenciam pela conformação, pela coloração da plumagem e pelo canto (LUCOTTE, 1976).

A criação de codornas, a coturnicultura, foi iniciada no século XI, pela introdução da espécie *Coturnix coturnix* no Japão, China e Coreia. Seu primeiro atrativo era o canto emitido pelos machos. Só em 1910, após vários cruzamentos, muitos dos quais feito por chineses e japoneses, é que se chegou a um tipo domesticado, a *Coturnix coturnix japonica*. A coturnicultura, então, disseminou-se rapidamente pela Europa, tendo decrescido durante a Segunda Guerra Mundial. O Japão, contudo, tornou a se estabelecer com o reinício da criação em cativeiro, espalhando-se assim pela Europa e outros países fora dela (FABICHAK, 1987).

No Brasil, a exploração comercial da ave teve início em 1989, quando uma grande empresa avícola resolveu implantar o primeiro criatório no Sul do Brasil, tendo sido iniciada recentemente a exportação de carcaças de codornas congeladas (SILVA et al., 2011).

Desde então, a atividade passou a ter grande importância na economia agropecuária e, em 2011, o Brasil já constava como o quinto maior produtor mundial de carne de codornas e o segundo de ovos, coincidindo com o surgimento das grandes criações automatizadas e tecnificadas e novas formas de comercialização do ovo e da carne de codornas (SILVA et al., 2011), contribuindo total ou parcialmente para a renda de muitos produtores, gerando empregos diretos e indiretos.

1.2 O OVO DE CODORNA

O ovo de codorna é um alimento considerado nutricionalmente completo, de baixo custo, sendo consumido por boa parte da população (BISCARO & CANNIATI-BRAZACA, 2006). Os ovos são fonte de muitos compostos (STADELMAN, 1999), como proteína de alta qualidade, além de 13 minerais e vitaminas, aliados à baixa concentração calórica.

De acordo com GARCIA et al. (2006), são utilizadas estratégias para obter melhorias na produção, como o manejo nutricional e sanitário, aspectos ambientais e genéticos, fatores que interferem no desempenho e na qualidade dos ovos, o que acaba influenciando diretamente o custo de produção.

O ovo tem uma estrutura que se divide em três partes principais: a casca, o albúmen e a gema. Pode ser novamente dividido em outras estruturas de menor proporção, compreendendo o blastodisco, a calaza, a câmara de ar, a cutícula e as membranas vitelinas, membrana externa e membrana interna (ROSE, 1997) (Figura 1).

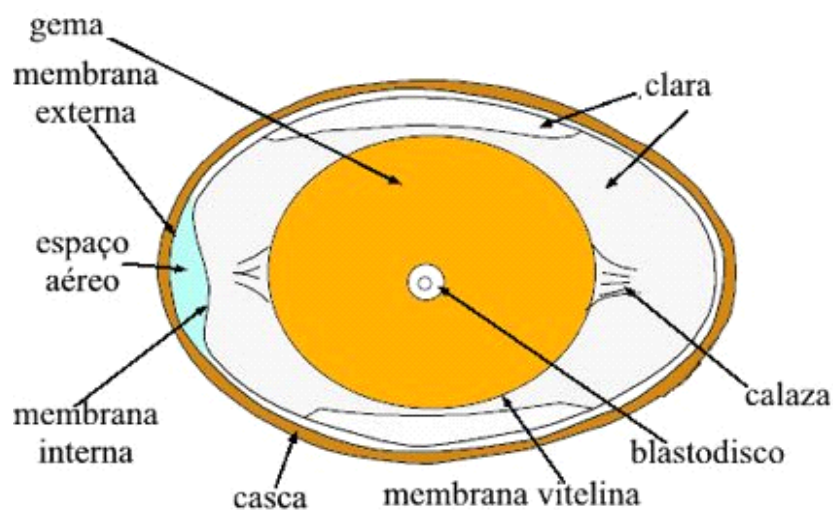


FIGURA 1. Ovo de codorna

Fonte: <http://www.canariculturatuga.com/forum/index.php?topic=147.0>

Com relação aos componentes químicos existentes no ovo de codorna, pode-se dizer que ele é rico em proteínas, gorduras e minerais como nitrogênio, carbono, cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro, manganês e enxofre, fazendo também parte de sua composição açúcares e vitaminas (VIEIRA, 1988).

Ainda de acordo com VIEIRA (1988), as vitaminas existentes no ovo de codorna são A, D, E, C, H e vitaminas do complexo B. Como nos ovos de galinha, a proteína dos ovos de codorna é considerada de alta qualidade por ser rica em aminoácidos essenciais.

As Tabelas 1 e 2 mostram a composição química e de sais minerais dos ovos de codorna.

TABELA 1 – Composição química dos ovos (inteiros e crus) de codorna e de galinha (100 gramas)

Espécie	Umidade (%)	Proteína (g)	Lipídios (g)	Carboidratos (g)	Cinzas (g)	Energia (Kcal)
Codornas	71,7	13,7	12,7	0,8	1,2	177
Galinhas	75,6	13,0	8,9	1,6	0,8	143

Fonte:TACO (2011).

TABELA 2 – Composição em sais minerais de ovos de codorna (100 gramas)

Composição (mg)	Ovo de codorna
Cálcio	79
Fósforo	279
Potássio	79
Sódio	129
Ferro	1,2
Manganês	279
Cobre	79
Zinco	129
Magnésio	11

Fonte:TACO (2011).

1.2.1 CASCA

A casca é essencial para manter a integridade dos componentes do ovo, representando, em média, 10% do peso do ovo fresco (OLIVEIRA et al., 2010). Ela contém 90% dos minerais, dos quais 98% são encontrados sob a forma de carbonato de cálcio, bem como fósforo e magnésio, em menores proporções (GROSCH, 1997).

1.2.2 PIGMENTAÇÃO DA CASCA

Para LUCOTTE (1976), algumas características do ovo como a cor e o desenho estão interligadas à genética da ave e podem variar de uma ave para outra, havendo, assim, diferentes tonalidades de pigmentação de casca. Entre estas tonalidades,

destacam-se a clara, a amarela, a marrom clara, a esverdeada ou escura, podendo também ocorrer manchas de coloração marrom, escuras ou negras. O peso do ovo é de, em média, 10 g, podendo ter oscilações, chegando a pesar 15 g. Essa variação se dá de acordo com alimentação, a temperatura ambiente e a idade da codorna.

SEZER & TEKELIOGLU (2009) relataram que a pigmentação dos ovos de codorna pode ser classificada de acordo com a presença e a intensidade de manchas existentes em sua superfície, podendo o ovo ser branco, manchado-arenoso, pouco manchado, muito manchado e medianamente manchado.

1.2.3 GEMA E ALBÚMEN

A gema e o albúmen apresentam composições diferentes, e enquanto as proteínas se distribuem entre o albúmen e a gema, os lipídios estão presentes quase que exclusivamente na gema (OLIVEIRA et al., 2010).

O albúmen é composto por, aproximadamente, 12% de sólidos totais, dos quais 11% são proteínas. Dos sólidos da gema, 16% são constituídos de proteína e 32% de lipídios (ROBERTS, 2004).

A relação gema/albúmen pode variar com o tamanho do ovo, aumentando em ovos maiores, e também conforme a idade da ave (ROCHA et al., 2008).

Nos ovos, a coloração da gema é a característica mais observada e analisada pelo consumidor (OLIVEIRA et al., 2010). Segundo FREITAS et al. (2011), a pigmentação da gema pode ter variações que vão do amarelo levemente claro ao laranja escuro, dependendo da alimentação e das características individuais da ave.

1.2.4 PIGMENTAÇÃO DA GEMA

Os pigmentos são absorvidos no íleo juntamente com os ácidos graxos na forma de micelas, são esterificados e armazenados principalmente no tecido adiposo e na pele como hidroxicarotenoides (PÉREZ-VENDRELL et al., 2001).

A deposição de pigmentos em tecidos específicos depende da quantidade na dieta, da taxa de deposição no tecido e da capacidade da ave em digerir, absorver e metabolizá-los. Os carotenoides livres, após absorvidos com os ácidos graxos, são transportados por lipoproteínas no sangue (KLASSING, 1998).

A suplementação dos pigmentantes naturais é tecnicamente viável para potencializar a cor da gema quando ingredientes deficientes em carotenoides são utilizados em elevadas proporções nas rações (MOURA et al., 2011). Apesar de menos onerosas, as fontes naturais apresentam menor eficiência de pigmentação se comparadas às fontes sintéticas (GARCIA et al., 2002).

1.3 NUTRIÇÃO DE CODORNAS

A nutrição é um dos fatores mais importantes na manutenção da condição física da codorna para se obter um crescimento normal e otimizar a produção de ovos, já que a alimentação representa 60 a 70% do investimento da criação. Assim, torna-se necessário fornecer rações balanceadas com proporções adequadas de nutrientes para alcançar sucesso da produção (ROSTAGNO et al., 2000).

Os alimentos não convencionais têm sido foco crescente dessas pesquisas, uma vez que não competem com a alimentação humana ou são descartados pelas agroindústrias (potenciais poluentes ambientais) e têm custo inferior ao dos alimentos convencionais (MOURA et al., 2010).

1.4 URUCUM

Segundo JOLY (2005), o urucum (*Bixa orellana*) é a única espécie pertencente à família Bixaceae, nativo da América Tropical, e muito cultivado. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de grãos de urucum. Da produção brasileira, cerca de 70% dos grãos se destinam ao processamento do colorau, 20% são utilizados na produção do corante e 10% são exportados. Dessa forma, a produção brasileira de urucum *in natura* é muito pequena (BATISTA, 1994; FRANCO et al., 2008).

Dependendo da região de cultivo e da idade da planta, o urucum se apresenta como um arbusto perene grande ou como uma árvore pequena, variando de 2 a 5 metros de altura. A planta exibe grande variabilidade de coloração, com caule, frutos verdes e flores brancas ou caule vermelho, flores rosa e frutos vermelho-escuros (INGRAM & FRANCIS, 1969) (Figura 2).



a)



b)



c)



d)

FIGURA 2. a) Planta de urucuzeiro; b) Floração de urucuzeiro; c) Frutos de urucuzeiro; d) Sementes de urucuzeiro.

Fonte: FRANCO et al. (2002).

O fruto do urucum contém em sua composição proteínas, betacaroteno e outros carotenoides, dos quais os mais abundantes são a bixina e a norbixina. A pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides) na gema do ovo. Estes pigmentos não são sintetizados pelas aves, por isso são acrescentados à ração (HARDER et al., 2007)

Os frutos são do tipo cápsula ou cachopa, ovoides ou globosos, com 2 a 3 carpelos, que variam de 3 a 4 cm de comprimento e 3 a 4,5 cm de diâmetro. Externamente, são revestidos por espinhos moles e têm coloração variável entre o verde, vermelho-pálido e roxo. No interior, estão normalmente divididos em duas valvas com um conteúdo de grãos que varia de 10 a 50 (INGRAM & FRANCIS, 1969) (Figura 3).

Os grãos são arredondados e cobertos por uma camada pastosa de coloração avermelhada, tornando-se secos, duros e de coloração escura com o amadurecimento (Figura 4). Apresentam diâmetro médio de 0,4 cm. A bixina é o pigmento presente em maior concentração nos grãos, representando mais de 80% dos carotenoides totais do urucum, é lipossolúvel e sujeita à extração com alguns solventes orgânicos (FRANCO et al., 2002).



FIGURA 3. Frutos de urucuzeiro em maturação plena.
Fonte: FRANCO *et al.* (2002).

De acordo com FRANCO *et al.* (2008), o urucuzeiro floresce, frutifica e amadurece o ano inteiro. As cápsulas devem ser colhidas apenas quando estiverem maduras e secas, pois o elevado percentual de umidade dos grãos contribui para o crescimento de microrganismos, prejudicando assim a qualidade do corante. Os frutos colhidos permanecem no campo por um curto período de tempo, no espaço conhecido como entrelinhas das plantas.

O descachopamento, operação conhecida como a separação das sementes das cachopas, pode ser feito manual ou mecanicamente, sendo o processo mecânico o mais indicado, por apresentar menores perdas de corante. A secagem consiste no recolhimento dos grãos peneirados sobre lonas, em terreiros ou secadores de alvenaria durante um dia aproximadamente (FRANCO *et al.*, 2002)

1.5 CARACTERÍSTICAS DO URUCUM

O corante do urucum responsável pelas colorações que variam do amarelo ao vermelho é a bixina ($C_{25}H_{30}O_4$), um diapo-carotenoide, representado pela parte central da molécula de um carotenoide, sem os anéis terminais (STRINGHETA & SILVA, 2008) (Figura 4).

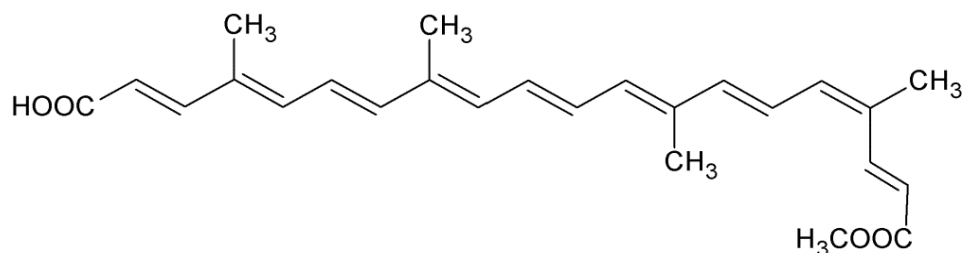


FIGURA 4. Estrutura química da bixina
Fonte: STRINGHETA & SILVA (2008).

A bixina não é tóxica, mesmo quando usada em doses elevadas na alimentação animal, não havendo fator limitante para seu uso. Levando em consideração essa informação, pesquisas têm sido feitas utilizando o urucum, que é rico em bixina, para a pigmentação de gemas de ovos de poedeiras, principalmente quando se utiliza uma fonte energética desprovida de pigmentos, como o sorgo, a quirera de arroz, entre outras, em substituição ao milho amarelo (OLIVEIRA, 2004).

A bixina apresenta a particularidade entre os carotenoides de ser encontrada naturalmente na configuração *cis* e por ter em sua molécula dois grupos carboxílicos, sendo um deles um éster metílico. Esta característica promove a lipossolubilidade da molécula. Se ocorrer a hidrólise alcalina do agrupamento metílico, obtém-se o sal hidrossolúvel da norbixina (SILVA, 2007).

CARDARELLI et al. (2008), ao estudarem diferentes extratos de urucum, observaram correlação positiva entre o teor de bixina e a coloração vermelha.

A extração do pigmento pela imersão da semente em óleo vegetal refinado produz uma solução oleosa de bixina, que é aquecida e depois filtrada. O extrato é utilizado em alimentos com alto teor de lipídios e apresenta colorações variadas de acordo com as temperaturas de extração utilizadas, dando origem a corantes alaranjados ou amarelos (STRINGHETA & SILVA, 2008).

1.6 O USO DE URUCUM NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS

Nos sistemas intensivos de produção avícola, muitas vezes, torna-se necessário alterar as fórmulas das rações por uma questão de ajuste de custos, para isso, é normal a substituição parcial ou total do milho por outras culturas como sorgo, farelo de arroz, farelo de trigo, entre outros (MOURA et al., 2009). Ainda de acordo com os mesmos autores, no caso específico do sorgo, altas relações de substituição promovem redução

na pigmentação da gema, pelo simples fato de esse cereal ser pobre em carotenoides xantofílicos, sendo necessária a inclusão de fontes exógenas de pigmentantes.

Devido às exigências de mercado, os pigmentantes naturais têm sido cada vez mais utilizados para obter uma cor de gema aceita pelos consumidores. Os principais pigmentantes naturais utilizados no Brasil são os derivados do urucum (*Bixa orellana* L.), a oleoresina de páprica (*Capsicum anuum*) e o extrato de pétala de marigold (*Tagetes erecta*) (MOURA et al., 2011).

As indústrias de urucum, em sua grande maioria, aproximadamente 90%, estão localizadas em São Paulo, havendo um constante progresso no setor de pesquisa e desenvolvimento com relação a estas indústrias, o que possibilita ampliar cada vez mais a utilização de urucum e seus resíduos na linha de produção animal (OLIVEIRA, 1991)

Logo após a retirada dos pigmentos naturais bixina e norbixina do urucum, obtém-se um subproduto, o resíduo das sementes processadas de urucum, que tem sido descartado na maioria dos casos, sem nenhuma utilização na alimentação, adubação orgânica ou reciclagem dos nutrientes (UTIYAMA, 2012).

PASCHOINI (2000), com o objetivo de utilizar esse resíduo de alguma maneira na atividade produtiva, submeteu primeiramente os resíduos de semente provenientes da extração por centrifugação em água a um processo de secagem. Já seco, o material resultante foi misturado ao resíduo proveniente da extração de bixina por centrifugação em óleo e, posteriormente, moído, tendo sido obtido um farelo com características favoráveis para ser utilizado na alimentação animal.

SILVA (2000) utilizou o extrato de urucum em rações para poedeiras e se certificou de que a cor da gema é intensificada pela utilização do pigmentante sintético. Os consumidores dão preferência a ovos com gema de cor amarelo-alaranjada e frangos com pele bem pigmentada de amarelo (BISCARO & CANNIATTI-BRAZACA, 2006).

1.7 USO DE URUCUM EM RAÇÕES PARA CODORNAS EM POSTURA

A alimentação das codornas representa cerca de 70% do custo total de produção, com isso, novas pesquisas são necessárias para estimar as exigências nutricionais das codornas, contudo, normalmente, os nutricionistas formulam rações utilizando recomendações de tabelas estrangeiras, que, possivelmente, não são adequadas para as codornas criadas em regiões tropicais (FILHO, 2008).

Ao estudarem métodos para formulação de ração para codornas, Silva et al. (2007) não aconselharam o uso das mesmas exigências nutricionais de galinhas e frangos de corte na alimentação de codornas, pois estas aves exigem mais proteína e menos cálcio na ração do que poedeiras comerciais, e mais proteína e aminoácidos que os frangos de corte. Silva et al. (2003) relataram que a taxa de passagem do alimento pelo trato digestório é diferente entre codornas, frangos e galinhas, o que influencia na digestibilidade e aproveitamento de nutrientes por estas aves.

São vários os fatores que influenciam nas exigências nutricionais das aves, tais como a composição da dieta, o teor de fibra da ração, a idade e o nível de alimentação, entre outros (NIETO et al., 1995).

HARDER (2007) observou que os melhores resultados para pigmentação da gema foram obtidos quando se utilizou 1,5% e 2,0% de urucum em dietas para codornas em postura, alimentadas com ração comercial à base de milho, em que se atingiu um escore de gema em tons mais avermelhados e, segundo o autor, isso significaria que os ovos teriam melhor aceitação pelos consumidores, que preferem ovos com gema que tenha coloração mais acentuada (tendência ao avermelhado). Além disso, os níveis de colesterol da gema dos ovos foram reduzidos linearmente com a inclusão de urucum nas dietas de aves: de 16,95 mg/g na dieta controle para 10,41 mg/g na dieta com 2% de urucum.

MOURA et al. (2011), avaliando efeito de pigmentantes naturais (extrato de marigold e de páprica) em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura, notaram que os pigmentantes naturais influenciaram a cor da gema, mas não a produtividade e a qualidade dos ovos das aves.

LAGANÁ et al. (2011) também avaliaram a utilização de pigmentantes naturais (farelo de semente de urucum e de raiz de açafraão) em dietas de aves e verificaram que a inclusão de urucum na dieta de aves à base de sorgo não afetou seu desempenho produtivo e a qualidade dos ovos, mas afetou significativamente a coloração das gemas aos 28 dias (11,8 x 4,0, respectivamente, para dietas com sementes de urucum e com sorgo, pelo leque colorimétrico).

O conhecimento da eficiência de utilização dos nutrientes é fator de grande importância para que haja excelência quando se trata de exigência nutricional, por dar a noção de quanto efetivamente do nutriente ingerido foi depositado no produto (carne ou ovo) (FILHO, 2008).

1.8 CANTAXANTINA

O pigmento sintético que tem a cor vermelha é a cantaxantina, comercializada como 4,4'-diceto-alfa-caroteno, utilizada na alimentação de poedeiras para aumentar a coloração da gema de ovos, atendendo as exigências do mercado consumidor (GARCIA et al., 2002).

A cantaxantina é um carotenoide com propriedades antioxidantes, facilmente transferida para a gema e para os tecidos do embrião (SURAI, 2003).

Os pigmentos, naturais ou sintéticos, podem ser utilizados de duas maneiras quando adicionados à ração - isoladamente ou em associação - dependendo do grau de pigmentação que se deseja obter, o que varia em função da formulação utilizada para o processamento da ração (MOURA et al., 2009)

1.9 O SETOR COTURNÍCOLA NO BRASIL

A coturnicultura brasileira é voltada principalmente para a produção de ovos. A carne é considerada exótica, e o seu consumo ainda é pequeno devido ao seu alto preço para os padrões brasileiros (PRIOLI, 2010). Segundo SILVA et al. (2011), o Brasil ocupa atualmente o segundo lugar no ranking mundial como o maior produtor de ovos de codornas da espécie *Coturnix coturnix japonica* (codorna japonesa).

Em 2012, foram produzidas 284.973 milhões de dúzias do produto (IBGE, 2012).

O número de codornas em 2012 no Brasil foi maior que 16,4 milhões de cabeças, registrando um aumento de 5,6% em relação ao ano de 2011 (IBGE, 2012). Observando os dados do IBGE de 2012, constata-se que a produção de codornas, seja para postura ou abate, está concentrada principalmente na Região Sudeste do Brasil, que detém 72,5 e 81,6% da produção nacional de aves e de ovos, respectivamente.

2 CONSUMO DE OVOS DE CODORNA NO BRASIL

De acordo com PASTORE et al. (2012), o aumento constante no consumo dos ovos de codorna dos últimos tempos, Figura 5, pode estar relacionado a fatores como:

- mudança nos hábitos da população, com mais refeições fora de casa, em restaurante do tipo “*self service*”, e a popularização dos “*buffets*”;
- aumento da produção dos ovos, que se reflete no preço do produto, tornando-o mais acessível às diferentes classes sociais;
- melhor conhecimento da qualidade do produto; e
- comercialização de ovos *in natura* e industrializados.

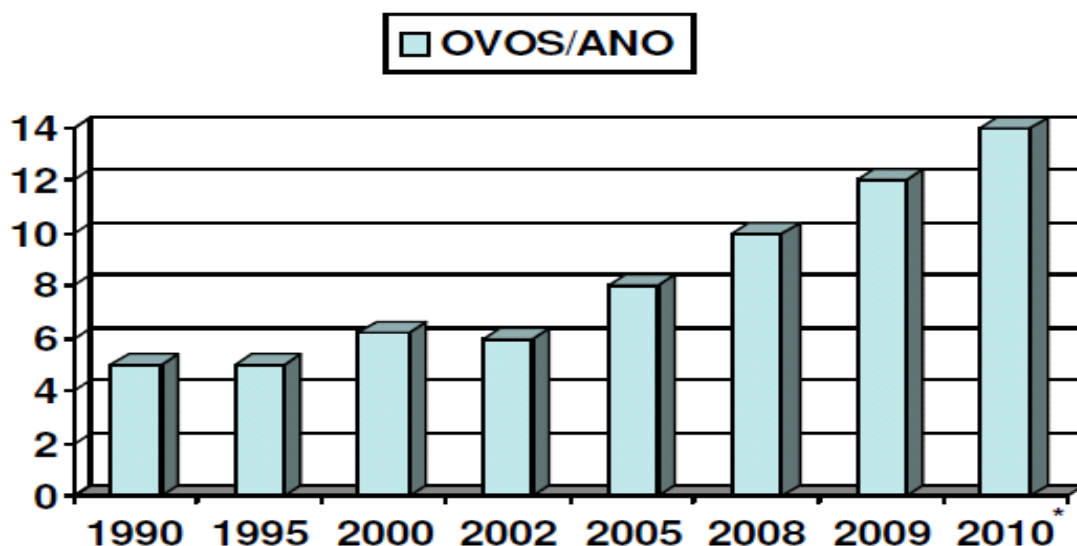


FIGURA 5. Evolução do consumo de ovos de codornas per capita anual. *Estimativa
Fonte: Bertechini (2010).

Hoje em dia, aproximadamente 28% dos ovos de codornas consumidos são em forma de conserva, 71% *in natura* e apenas 1% de outras formas de consumo (BERTECHINI, 2010).

2.1 PERSPECTIVAS DA COTURNICULTURA BRASILEIRA

Atualmente, a coturnicultura é uma atividade estável, rentável e com perspectivas de crescimento para os próximos anos. Visto que o crescimento dos últimos cinco anos foi positivo, mesmo com um consumo reduzido de ovos, no desenvolvimento tecnológico do setor, há possibilidades concretas de exportação, podendo-se dizer que, em 2020, estarão alojadas mais de 36 milhões de codornas, possibilitando um consumo de 30 ovos de codorna/per capita/ano (BERTECHINI, 2010).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, C. L. L. C. **Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum**. Viçosa: UFV, p. 71. 1994.

BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL E III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, UFLA, 2010, LAVRAS –MG. **Anais...** IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura UFLA, P. 285. 2010.

BISCARO, L.M.; CANNIATI-BRAZACA, S.G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1130-1134, 2006.

CARDARELLI, C. R.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Characterization of different annatto extracts based on antioxidant and colour properties. **LWT – Food Science Technology**, n. 41, p. 1689-1693, 2008.

FABICHAK, I. **Codorna – criação, instalação e manejo**. Editora Parma – LTDA, São Paulo, 1987.

FILHO, J.J. ESTIMATIVAS DAS EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E DE ENERGIA PARAMANTENÇA, GANHO E PRODUÇÃO DE OVOS EM CODORNAS. Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, 2008.

FRANCO, C. F. O.; FABRI, E. G.; BARREIRO NETO, M.; MANFIOLI, M. H.; HARDER, M. N. C.; RUCKER, N. G. A. Urucum: sistemas de produção para o Brasil. João Pessoa: **EMEPA**, 2008.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P.; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINELLI, I. S. C. Urucum: agronegócio de corantes naturais. João Pessoa: **EMEPA**, 2002.

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

GARCIA, A.R.; BATAL, A.B.; BAKERT, D.H. Variations in the digestible lysine requirement of broiler chickens due to sex, performance parameters, rearing environment, and processing yield characteristics. **Poultry Science**, v.85, p.498-504, 2006.

GARCIA, E.A; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, P.P.; SILVA, M.A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p.1-7, 2002.

GROSCH, H.D.B. **Química de los alimentos**. Editorial Acribia: Zaragoza, p. 1087. 1997.

HARDER, M.N.C; BRAZACA, S.G.C; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**.v.10, n.2, p.339-342, 2007.

HENCKEN, H. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. **Poultry Science**, v.71, n.4, p.711-717.1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal** 2011. 2012a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241 HYPERLINK
["http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1"](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1) & HYPERLINK
["http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1"](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1)>.Acessoem: 18/03/2014.

INGRAM, J. S.; FRANCIS, B. J.The annatto tree (*Bixa orellana* L.), a guide to its occurrence, cultivation, preparation and uses. **Tropical Science**, v. 11, n. 2, p. 97-103, 1969.

JOLY A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. Editora Companhia Editora Nacional. Brasil, p – 14, 2005.

KLASSING, K.C. **Comparative avian nutrition**. New York: CAB International, p. 350. 1998.

LAGANÁ, C.; PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; MORAES, J.E. Turmeric root and annatto seed in second-cycle layer diets: performance and egg quality. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 3, p. 171 – 176, 2011.

LUCOTTE, G. **La cordonizcría y explotación**. EdicionesMundi-Prensa, Madri, p. 111, 1976.

MENDES, A. M. S; FIGUEIREDO, A. F; SILVA, J. F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.25-34, 2005.

MOURA, A.M.A; FONSECA, J.B; MELO, E.A; LIMA, V. L. A.G; SANTOS, P.A; SILVA, Q.J. Características sensoriais de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica* Temminck e Schlegel, 1849) suplementadas com pigmentantes sintéticos e selenometionina. **Ciência Agrotécnica**, v.33 n.6, p.1594-1600, 2009.

MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; RABELLO, C.B.; TAKATA, F.N.; OLIVEIRA, N.T.E. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.2697-2702, 2010.

MOURA, A. M. A.; TAKATA, F. N.; NASCIMENTO, G. R.; SILVA, A. F.; MELO, T, V.; CECON, P. R. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas

japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2443-2449, 2011.

NIETO, R.; PRIETO, C.; FERNANDEZ-FÍGARES, I.; AGUILERA, J.F. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chicken. **Br. J. Nutr.**, v.74, p.163-172, 1995.

OLIVEIRA, N.T.E.; ESCOCARD, C.P.S. Avaliação do peso corporal e de características de carcaça de machos de codornas japonesas por idade de abate. **Revista Agrarian**, v.3, n.7, p.78-83, 2010.

OLIVEIRA, D.D.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q. Fontes de lipídios na dieta de poedeiras, desempenho produtivo e qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 718-724, 2010.

OLIVEIRA, N.T.E. **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) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

OLIVEIRA, V.P. Agroindústria do urucum no sudoeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO URUCUM, 1., Campinas, 1991. **Anais**. Campinas: ITALIAC, IAL, 1991. p.163-164.

PASCHOINI, J.R. Nutricun: a proteína e o corante natural do urucum. São Sebastião do Paraíso, **Paschoini Agro Ltda**. 7.p, 2000.

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

PÉREZ-VENDRELL, A.M.; HERNANDEZ, J.M.; LLAURADO, L.; SCHIERLE, J.; BRUFAU, J. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.320-326, 2001.

PRIOLI, R. A.; GASPARINO, E.; SOARES, M. A. M.; MARQUES, D. S.; BLANCK, S. M. A.; PRIOLI, S. M. A. Diversidade genética entre três linhagens de codornas selecionadas para produção de ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.725-731, 2010.

ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal Poultry Science**.v.41, n.3, p.161-177, 2004.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, L.E.C.; SILVA, T.R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.979-986, 2008.

ROSE, S.P. **Principles of Poultry Science**. 135 p. New York: CAB international, 1997.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T, DONZELE, J.L., GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa: UFV. P. 141. 2000.

SEZER, M; TEKELIOGLU, O. Quantification of japanese quail eggshell colour by image. **Analysis.Biol. Res.**, v.42, n.1, p. 99 – 105, 2009.

SILVA, P. I. **Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (*Bixa orellana L.*)**. 145 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; GODÓI, M. J. S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1435-1439, 2000.

SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B.; VARGAS, D.G.V. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Zootec 2011, MACEIÓ - AL **Anais...** In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia, ZOOTEC, p. 107. 2011.

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.344-352, 2003.

STRINGHETA P. C., SILVA P. I. Pigmentos de urucum: extração, reações químicas, usos e aplicações, Suprema: Viçosa, Minas Gerais, 2008.

SURAI, P. F. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British Poultry Science**, v.44, n.4, p. 612-619, 2003.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimento.** 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPAUNICAMP, p. 161. 2011.

UTIYAMA. C.E. **Utilização do resíduo de sementes processadas de urucum (*Bixa orellana L.*) na alimentação de suínos em crescimento.** Dissertação (Mestrado) USP Piracicaba, SP, 2012.

VIEIRA, M.I. **Codorna doméstica: muito ovo, ótima carne, bastante lucro.** ed. Nobel. São Paulo, p.110. 1988.

OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o desempenho produtivo das codornas alimentadas com rações contendo farelo da semente de urucum (FRSU), a qualidade, interna e externa, dos ovos durante o período experimental.

Determinar a viabilidade econômica da inclusão do FRSU nas rações para codornas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o consumo diário de ração, o peso dos ovos, a taxa de postura, a massa de ovos e a conversão alimentar (kg/kg e kg/dúzia de ovos);
- Avaliar os pesos absolutos e relativos da casca, gema e albúmen, as medidas de diâmetro, altura, índices de gema e albúmen, a coloração da gema, espessura da casca, peso específico do ovo e unidade Haugh; e
- Estimar a viabilidade econômica da adição de FRSU na ração de codornas em postura.

INCLUSÃO DO FARELO RESIDUAL DA SEMENTE DE URUCUM EM RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

O experimento foi realizado para determinar o efeito do farelo da semente de urucum sobre a produtividade de codornas japonesas em postura. Foram utilizadas 192 codornas japonesas alojadas em gaiolas metálicas durante 84 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, com oito aves cada. Os tratamentos consistiram de uma ração controle à base de milho (Contr1), outra à base de sorgo contendo pigmento artificial (Contr2) e quatro rações à base de sorgo contendo níveis de farelo de urucum (0, 3, 6 e 9% de inclusão). A inclusão do farelo da semente de urucum na dieta não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração, peso dos ovos, conversão alimentar, taxa de postura e massa dos ovos, entretanto, a conversão alimentar piorou nos tratamentos com 0, 3 e 6% de farelo de urucum, comparada à obtida com o tratamento Contr1. Os tratamentos não afetaram ($P>0,05$) os parâmetros de qualidade do ovo, que foram o peso específico, a cor da gema, a unidade Haugh, o peso e a porcentagem de gema, de albúmen e de casca, altura e diâmetro e índices de gema e de albúmen e a espessura da casca, exceto a cor das gemas, que aumentou linearmente com o aumento do farelo da semente de urucum na dieta. Concluiu-se que a inclusão do farelo de urucum nas rações de codornas em postura em 9% é economicamente viável e não prejudica o desempenho produtivo das aves e a qualidade dos ovos, além de potencializar a cor da gema.

Palavras-chave: *Bixa orellana*, *Coturnix coturnix japonica*, pigmentante de gema, resíduo do urucum

INTRODUÇÃO

A produção de ovos de codorna vem aumentando a cada ano e a nutrição tem um papel fundamental tanto para o desempenho produtivo quanto para a qualidade do produto final, o ovo.

Em situações em que o milho é restrito, o sorgo pode substituí-lo parcial ou totalmente (Moura et al., 2011), porém o sorgo é pobre em carotenoides, sendo necessária a utilização de um pigmentante de gemas sintético ou natural na alimentação das aves (Oliveira et al., 2008).

O farelo da semente de urucum (FRSU) é um subproduto da extração agroindustrial da bixina, corante natural que pode ser utilizado pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas (Harder et al., 2005). O resíduo do grão do urucum é uma matéria-prima com valores consideráveis de nutrientes como proteínas, fibras e minerais (Queiroz et al., 2011).

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores do corante extraído das sementes desta planta, cujas sementes são revestidas externamente por pigmentos avermelhados, constituídos principalmente pelos carotenoides bixina e norbixina (Mantovani et al., 2013).

Silva et al. (2005) relataram que a extração da bixina deixa de 97 a 98% de resíduo, daí o interesse pelo estudo em incorporar estes grãos residuais na alimentação animal. De acordo com vários pesquisadores (Tonami, 1995; Utiyama, 2001; Harder et al., 2007; Rêgo et al., 2010), os resultados podem ser positivos quando há implementação do farelo residual da semente de urucum na alimentação animal

A inclusão de urucum *in natura* e de seus resíduos industriais na alimentação de animais ruminantes (Tonani, 1995) e não ruminantes (Utiyama, 2001) vem sendo estudada.

A demanda crescente por corantes naturais torna o farelo da semente de urucum alternativa rentável e viável para a agricultura, pois, além do aspecto econômico, outra vantagem é sua adaptabilidade e razoável tolerância à seca (Ribeiro et al., 2013).

Assim essa pesquisa foi realizada para avaliar o efeito de níveis de farelo da semente de urucum sobre a produtividade de codornas japonesas em postura, a qualidade interna e externa dos ovos, bem como a viabilidade econômica da inclusão do farelo da semente de urucum nas rações para codornas em postura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 192 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), com idade inicial de 50 dias, em um período experimental de 84 dias, divididos em três ciclos de 28 dias cada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições.

Tratamentos:

Ração controle - à base de milho (Contr1);

Ração controle - à base de sorgo contendo o pigmento cantaxantina 10% (Contr2);

Ração à base de sorgo – sem inclusão do FRSU;

Ração à base de sorgo – com inclusão de 3% de FRSU;

Ração à base de sorgo – com inclusão de 6% de FRSU; e

Ração à base de sorgo – com inclusão de 9% de FRSU.

As rações experimentais eram isonutritivas e isoenergéticas, atendendo todas as exigências nutricionais das codornas em fase de postura, tendo sido formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabela 3). O FRSU foi adicionado à ração, ajustando-se as composições percentuais das rações experimentais, o que permitiu a manutenção dos mesmos níveis nutricionais em todas as rações.

O FRSU utilizado tinha 90,20% de matéria seca, 13,13% de proteína bruta, 2,10% de extrato etéreo, 17,33% de fibra bruta, 0,51% de cálcio, 0,40% de fósforo total e 1840 kcal/kg de energia metabolizável aparente (Mani et al., 2013).

A água e a ração foram disponibilizadas à vontade, com as rações fornecidas duas vezes ao dia, às 8 e às 17 horas. O programa de luz foi iniciado no 40º dia de idade, com fornecimento inicial de 14 horas de luz diária e aumentos semanais de 30 minutos até atingir 17 horas de luz por dia, quantidade mantida até o final do experimento.

Os parâmetros de desempenho produtivo avaliados foram o consumo de ração diário (g/ave/dia), a taxa de postura (%/ave/dia), a massa de ovos (g/ave/dia) e a conversão alimentar (kg/kg de ovo e kg/dúzia de ovos).

Os parâmetros de qualidade dos ovos avaliados foram o peso do ovo (g), o peso específico (g/cm³), a cor da gema, pH do ovo, a unidade Haugh, o peso (g) e a porcentagem de gema, albúmen e casca e a espessura (mm) da casca.

TABELA 3. Ingredientes utilizados para formulação das rações experimentais

Ingredientes (kg)	TRATAMENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	53,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de Soja	34,73	33,54	33,54	33,38	33,22	33,09
Óleo de Soja	2,48	4,13	4,13	5,81	5,48	6,16
Sorgo	0,00	52,72	52,72	49,24	45,77	42,27
FRSU	0,00	0,00	0,00	3,00	6,00	9,00
Fosfato bicálcico	1,18	1,14	1,14	1,14	1,13	1,13
Calcário calcítico	6,93	6,96	6,96	6,93	6,90	6,86
DL-Metionina 99%	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30
L-Lisina 99,08%	0,13	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15
Sal comum	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Premixvit- mineral	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Inerte	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína bruta (%)	19,90	19,90	19,90	19,91	19,92	19,94
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Cálcio	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fósforo disponível	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Sódio	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,23
Metionina+cistina	0,90	0,88	0,88	0,86	0,86	0,85
Fibra bruta	2,76	2,99	2,99	3,42	3,85	4,29

FRSU=farelo residual da semente de urucum;EM= energia metabolizável.

Todos os ovos coletados nos três últimos dias de cada ciclo foram pesados. Do total, dez foram utilizados para determinação do peso específico e dois, para verificação do peso e morfometria da gema e do albúmen e peso e espessura da casca. A altura e o diâmetro da gema e do albúmen denso foram medidos por um paquímetro manual.

As cascas foram lavadas e secas ao ar para posterior obtenção do peso e da espessura, que foi medida em três pontos diferentes, nos dois polos e na região lateral do ovo, com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, marca Digimess. Depois de

obtido o peso da casca, o peso do albúmen foi obtido subtraindo do peso do ovo os pesos da gema e da casca.

O peso específico (g/cm^3) dos ovos foi determinado pela imersão dos ovos de cada repetição em recipientes contendo diferentes soluções salinas (NaCl), cujas densidades variaram de 1,050 a 1,100, com intervalos de 0,005.

A unidade Haugh foi obtida pela fórmula $UH = 100 \times \log (H - 1,7 \times P^{0,37} + 7,6)$, sendo H a altura do albúmen (mm) e P o peso do ovo inteiro (g).

Para a pigmentação da gema, utilizou-se o leque colorimétrico da marca DSM, que tem escala numérica crescente de 1 a 15 para comparação da cor das gemas de cinco ovos, de cada repetição.

A viabilidade econômica da inclusão de farelo de urucum às rações foi feita multiplicando a conversão alimentar (kg/kg e kg/dúzia de ovo) pelo preço do quilo de ração. O custo do quilo das rações foi de R\$0,93, R\$0,89, R\$0,89, R\$0,91, R\$0,93 e R\$0,95, respectivamente, para Contr1, Contr2 e rações contendo sorgo e níveis de farelo de urucum.

Os resultados de desempenho, qualidade do ovo e de viabilidade econômica obtidos com as dietas contendo FRSU foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F foi significativo, os resultados foram submetidos à regressão polinomial a 5% de probabilidade, para determinação do melhor nível de farelo. As médias destes tratamentos também foram comparadas com aquelas obtidas com os tratamentos Contr1 e Contr2, usando o teste Dunnett também a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão de níveis de FRSU na dieta das codornas não influenciou ($p>0,05$) o consumo de ração, o peso dos ovos, a taxa de postura e a massa dos ovos e a conversão alimentar, e estes resultados também não diferiram ($P>0,05$) daqueles obtidos com as dietas contendo o pigmento comercial. Entretanto, comparando com o tratamento contendo milho, a conversão alimentar das aves que ingeriram a dieta contendo 0, 3 e 6% de FRSU foi pior (Tabela 4).

Segundo Nadeem et al. (2005), a disponibilidade dos aminoácidos lisina e metionina no sorgo é menor do que no milho, pelo fato de a proteína do endosperma estar mais aderida aos grânulos de amido no sorgo do que no milho, o que pode ter contribuído para a pior conversão alimentar nas rações contendo sorgo e até 6% de

FRSU. No tratamento contendo 9% de FRSU, os valores de conversão alimentar foram semelhantes aos do milho, possivelmente em decorrência da grande proporção de óleo nas rações (maior que 148%), que melhora a digestibilidade de nutrientes além de aumentar a atividade da enzima lipase (Polycarpo et al., 2014). De acordo com Kil et al. (2011), a inclusão de óleo em rações para suínos melhorou a disponibilidade da maioria dos aminoácidos, resultado da sua capacidade de diminuir o esvaziamento gástrico e a taxa de passagem, o que aumenta o tempo para digestão de proteínas e absorção de aminoácidos.

TABELA 4. Desempenho de codornas em postura alimentadas com rações contendo níveis de farelo de urucum

Parâmetros ¹	Contr1	Contr2	Níveis de farelo de urucum (%)				CV(%) ²
			0,0	3,0	6,0	9,0	
CRD (g/d)	31,34	31,23	31,07	27,35	29,63	28,65	5,53
CA (kg/kg) ³	3,22	3,56	3,87*	3,55*	3,85*	3,07	6,29
CA (kg/dúzia) ³	0,42	0,46	0,48*	0,45*	0,51*	0,40	5,56
PO (g)	10,88	10,68	10,38	10,70	11,18	10,93	4,73
TP (%)	83,83	84,73	84,49	91,30	82,65	91,31	6,09
MO (g/ave/d)	9,13	9,08	8,87	9,75	9,28	10,00	5,79

¹CRD = consumo de ração diário, CA = conversão alimentar, PO = peso do ovo, TP = taxa de postura, MO = massa de ovo. ²CV = coeficiente de variação.

³Médias seguidas de *diferem do tratamento Contr1.

A ausência de efeito da inclusão do farelo de urucum sobre o consumo de ração pode ser atribuída ao fato de as dietas terem sido isonutritivas, garantindo a mesma densidade nutricional para as aves de todos os tratamentos, fato também observado por Braz et al. (2007).

Silva et al. (2006), ao avaliarem farelo de urucum em rações para poedeiras, também não observaram diferenças no desempenho produtivo das aves e recomendaram a inclusão do produto em até 12% na dieta. Da mesma forma, Braz et al. (2007), que trabalharam com poedeiras alimentadas com diferentes subprodutos de urucum e diferentes níveis, não encontraram diferenças estatísticas nos parâmetros de qualidade nos ovos estudados.

A inclusão crescente do FRSU na dieta das aves não influenciou ($p>0,05$) a qualidade interna e externa dos ovos, Tabela 5, exceto pela cor das gemas, que aumentou linearmente ($p<0,05$) em 0,86 pontos para cada 1% de FRSU incluído na dieta.

O FRSU tem carotenoides que, quando incluídos na dieta avícola, agem no órgão alvo, a gema, pigmentando-a e intensificando sua cor. A pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides) na gema do ovo e, para alcançar resultados positivos, devem ser observadas a quantidade de pigmento utilizada na dieta, a taxa de deposição no tecido e a capacidade de a ave digerir, absorver e metabolizar o pigmento. Os carotenoides livres são absorvidos com os ácidos graxos, dissolvidos nas micelas e transportados por lipoproteínas no sangue (Klassing, 1998).

TABELA 5. Qualidade dos ovos de codornas em postura alimentadas com rações contendo níveis de farelo de urucum

Parâmetros	Contr1	Contr2	Níveis de farelo de urucum (%)				CV(%) ¹
			0,0	3,0	6,0	9,0	
Peso de gema (g)	3,34	3,17	3,37	3,16	3,39	3,40	5,94
Porcentagem de gema (%)	30,74	29,64	32,43	29,46	30,64	31,11	6,35
Altura de gema (mm)	11,87	12,25	12,00	11,87	12,25	12,13	3,93
Diâmetro de gema (mm)	23,50	22,75	23,63	23,25	23,25	24,00	4,77
Índice de gema	0,506	0,538	0,509	0,511	0,528	0,506	4,25
Cor da gema ²	4,70	12,21	4,30**	5,77**	10,90*	11,15*	12,46
Peso do albúmen (g)	6,79	6,71	6,23	6,77	7,03	6,76	5,38
Porcentagem de albúmen (%)	62,37	62,76	59,98	63,29	62,53	61,81	5,00
Altura de albúmen (mm)	4,63	5,00	5,00	4,50	4,63	4,50	5,48
Diâmetro de albúmen (mm)	45,00	41,37	41,00	44,13	42,87	43,87	4,82
Índice de albúmen	0,103	0,122	0,122	0,102	0,108	0,103	6,11
Peso da casca (g)	0,75	0,81	0,78	0,77	0,76	0,77	6,75
Porcentagem de casca (%)	6,89	7,60	7,58	7,24	6,83	7,08	5,11
Espessura de casca (mm)	0,204	0,210	0,203	0,208	0,204	0,212	5,74
Peso específico (g/cm ³)	1,057	1,055	1,062	1,061	1,060	1,061	3,83
Unidade Haugh	90,86	92,91	93,24	90,33	90,68	90,21	2,42

¹Coefficiente de variação. ²Efeito linear ($\bar{Y} = 4,18 + 0,86x$, $r^2 = 0,77$).

Médias seguidas por * e ** diferem dos tratamentos Contr1 e Contr2, respectivamente, pelo teste Dunnett.

A coloração da gema diferiu ($p < 0,05$) em relação aos tratamentos Contr1 e Contr2. A ausência (0%) ou a inclusão de 3% de FRSU nas dietas à base de sorgo promoveu coloração de gemas semelhante às obtidas com dietas à base de milho, e a inclusão de 6 e 9% resultou em gemas com coloração semelhante à obtida com dietas contendo o pigmento cantaxantina, o que permite inferir que o FRSU pode ser utilizado como pigmentante de gemas de ovos de codornas (Figuras 6 e 7).

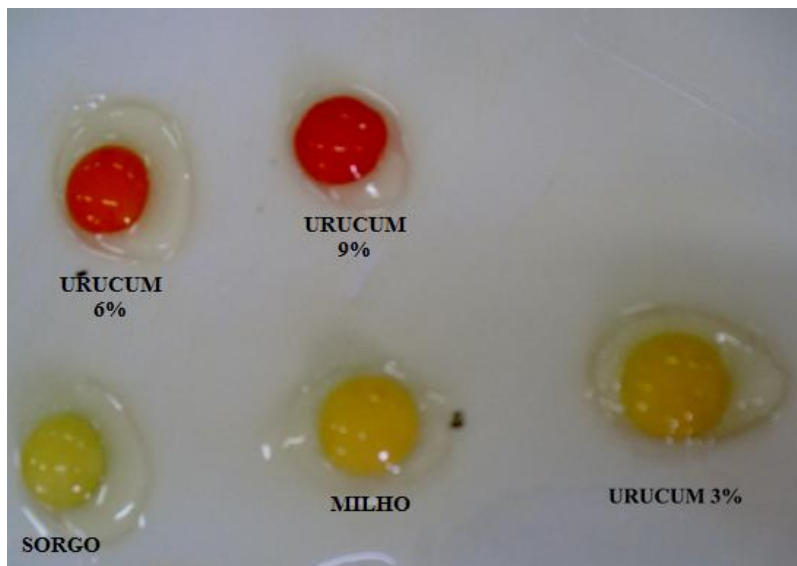


FIGURA 6. Colorações de gema obtidas pelos tratamentos Contr1 1, 0, 3, 6 e 9% de urucum.

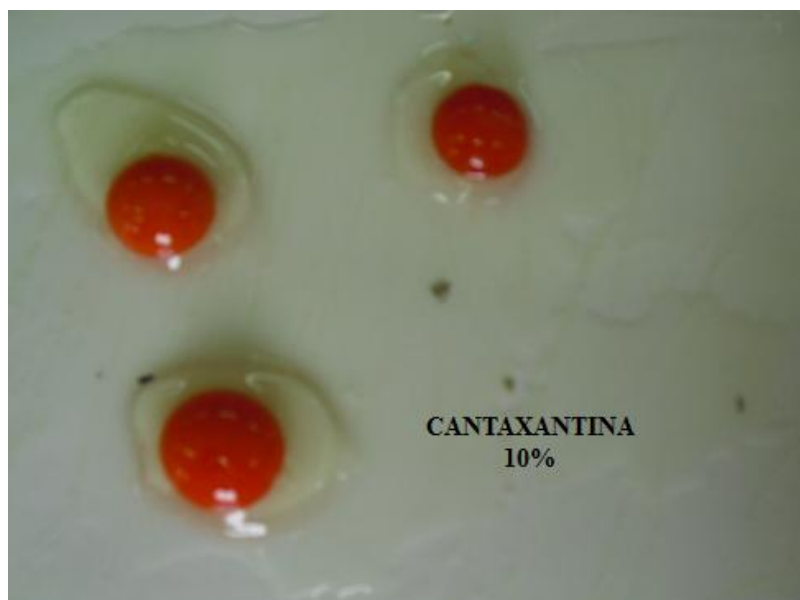


FIGURA 7. Colorações de gema obtidas pelo tratamento Contr2.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos verificados por Braz et al. (2007) e Garcia et al. (2009), que trabalharam com FRSU em níveis que variaram de 0,5 a 2,5% na dieta para poedeiras e não encontraram diferenças nas porcentagens de gema, albúmen e casca e unidade Haugh, tendo os autores relatado que a cor da gema teve aumento linear em relação ao aumento do farelo nas dietas.

Os custos do quilo e da dúzia de ovos produzidos pelas aves consumindo dietas contendo sorgo e 6% de farelo de urucum foram maiores quando comparados com o tratamento contendo milho como fonte de energia, Tabela 6, consideração semelhante

àquela feita por Moreno et al. (2007), de que a inclusão de pigmentantes naturais em rações à base de sorgo, para codornas, pode elevar o custo da formulação da ração.

TABELA 6. Viabilidade econômica do uso de rações para codornas em postura contendo níveis de farelo de urucum

Custo da ração consumida	Contr1	Contr2	Níveis de farelo de urucum (%)				CV (%) ¹
			0,0	3,0	6,0	9,0	
Por quilo de ovo produzido (R\$)	2,91	3,07	3,25	3,08	3,49*	2,79	6,47
Por dúzia de ovos produzida (R\$)	0,38	0,39	0,41	0,39	0,47*	0,36	6,31

¹CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de * diferem do tratamento Contr1 pelo teste Dunnett.

Entretanto, deve-se analisar que o preço das principais matérias-primas utilizadas na formulação da ração para codornas em postura (milho e sorgo) sofre oscilações no decorrer do ano e, dependendo da matéria-prima utilizada como fonte de energia da ração, torna-se necessária a utilização de métodos de suplementação com pigmentantes naturais ou sintéticos.

CONCLUSÃO

A inclusão do farelo de urucum nas rações de codornas em postura em 9% é economicamente viável e não prejudica o desempenho produtivo das aves e a qualidade dos ovos, além de potencializar a cor da gema.

REFERÊNCIAS

BRAZ, N.M.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.F.; MOREIRA, R.F.; LIMA, R.C. Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.2, p. 33–129, 2007.

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 sementes de urucum (*Bixa orellana*) moída na dieta. **Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.4, p.689-697, 2009.

HARDER, M. N. C. **Efeito do urucum (*Bixa orellana*) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras.** 2005. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

HARDER, M.N.C; BRAZACA, S.G.C; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**.v.10, n.2, p.339-342, 2007.

KIL, D.Y.; STEIN, H.H. Dietary soybean oil and choice white grease improve apparent ileal digestibility of amino acids in swine diets. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.24, n.3, p.687-774, 2011.

KLASSING, K.C. **Comparative avian nutrition.** New York: CAB International, 1998. 350p.

MANI, P.M. **Inclusão de farelo da semente de urucum em rações para codornas japonesas.** Dissertação (Mestrado) Instituto Federal Goiano. Rio verde – GO, 2013.

MANTOVANI, N.C.; GRANDO, M.F.; XAVIER, A.; OTONI, W.C. Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, v.23, n.2, p.355-362, 2013.

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

MORENO, J.O.; ESPINDOLA, G.B.; SANTOS, M.S.V., FREITAS, E.R.,GADELHA, A.C., SILVA, F.M.C . Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, alimentadas com dietas contendo sorgo e páprica em substituição ao milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.2, p.159-163, 2007.

NADEEM, A.; RAJ.H.; CHHABRA, S. Increased Oxidative Stress and Altered Levels of Antioxidants in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Inflammation**, v. 29, n. 1. P. 23 – 32, 2005.

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. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1525-1531, 2008.

POLYCARPO, G.V.; CRUZ, V.C.; ALEXANDRE, N.C.; FASCINA, V.B.; SOUZA, I.M.G.P.; CRAVO, J.C.M.; ALBUQUERQUE, R.; SARTORI, J.R.; PEZZATO, A.C. Effect of liquid sources and inclusion levels in diets for broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.519-528, 2014.

QUEIROZ, A. J. M.; DANTAS, H. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; MELO, K. S. Solar drying of jack fruital monds. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.31, n.6, p.1150-1161, 2011.

RÊGO, A.C.; CÂNDIDOII, M.J.D.; PEREIRAI, E.S.; FEITOSAIII, J.V.; RÊGO M.M.T. Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica**, v.41 n.3, p.482-489, 2010.

RIBEIRO, A.E.L.; CASTELLANI, M.A.; MOREIRA, A.A; MALUF, R.M.; SILVA, C.G.V.; SANTOS, A.S. Diversidade e sazonalidade de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas de urucum. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.4, p.636-641, 2013.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.

SILVA, J.H.V.; SILVA, E. L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G. Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para frangos de corte: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1606-1613, 2005.

SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; FILHO, J.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. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p. 988–994, 2006.

TONAMI, F. Estudo do valor nutritivo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) e seu efeito sobre o desempenho de bovinos de corte. Jaboticabal: FCAV/UNESP, p. 11. 1995.

UTIYAMA, C. E. **Utilização de resíduo de sementes processadas de urucum (*Bixa orellana* L.) na alimentação de suínos em crescimento**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 43. 2001.