

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMALTROPICAL**

**AVALIAÇÃO DO BAGAÇO DA MANDIOCA E DO COLORÍFICO  
DE URUCUM (*BIXA ORELLANA* L.) EM RAÇÕES PARA  
FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO**

**IBERÊ PEREIRA PARENTE**

**ARAGUAÍNA**

**2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**Avaliação do bagaço da mandioca e do colorífico de urucum  
(*Bixa orellana* L.) em rações para frangos de crescimento lento**

**Iberê Pereira Parente**

**Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciência Animal  
Tropical, da Universidade Federal do  
Tocantins, como requisito à  
obtenção do título de *Doctor  
Science*.**

**Área de concentração: Produção Animal**

**Orientador: Dr<sup>o</sup>. Luiz Fernando Teixeira Albino**

**ARAGUAÍNA**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação  
Biblioteca UFT - EMZV

P228 Parente, Iberê Pereira  
c Avaliação do bagaço da mandioca e do colorífico de urucum  
(*Bixa orellana* L.) em rações para frangos de crescimento  
lento. / Iberê Pereira Parente. - Araguaina: [s.n.], 2014.  
83 f.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino

Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) -  
Universidade Federal do Tocantins, 2014.

1. Nutrição Animal. 2. Alimentos Alternativos. 3. Aves -  
Nutrição. 4. Aves caipiras. I. Título

CDD 636.5085

Avaliação do bagaço da mandioca e do colorífico de urucum (*Bixa orellana* L.) em rações para frangos de crescimento lento

IBERÊ PEREIRA PARENTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, da Universidade Federal do Tocantins, como requisito à obtenção do título de *Doctor Science*.

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

---

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Kênia Ferreira Rodrigues  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

---

Membro: Prof<sup>a</sup> Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

---

Membro: Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

---

Membro: Prof. Dr. José Henrique Stringhini  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO GOIÁS

Araguaína, 21 de março de 2014

## **DEDICO E OFEREÇO**

Aos meus pais Vera Lucia Pereira e Orlando Parente da Silva, minha irmã Mariana Pereira Parente e a todos os meus mestres, sem vocês jamais teria chegado até aqui, toda minha gratidão.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso criador e responsável por tudo que somos hoje e por ser exemplo de tudo na vida. Por Ele ser meu guia e amigo certo.

A minha mãe Vera, meu pai Orlando e minha irmã Mariana, sempre presentes me dando amor, incentivo e força, exemplos de honestidade e respeito, os principais responsáveis por me fazer acreditar ser capaz de realizar este sonho.

As minhas famílias Parente e Pereira.

À Universidade Federal do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical pela oportunidade da realização da Graduação em Zootecnia, Mestrado e Doutorado em Ciência Animal Tropical.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A minha eterna orientadora Dr<sup>a</sup> Kênia Ferreira Rodrigues, exemplo de ser humano e com um coração grandioso, pessoa na qual tive o privilégio de trabalhar durante toda minha formação profissional ao longo desses 10 anos, só tenho a agradecer por seu respeito, confiança, dedicação, ensinamentos, companheirismo, atenção e amizade. Você é um grande exemplo.

Ao professor Dr. Gerson Fausto da Silva, presente desde a graduação, nos encantando com suas aulas, seus ensinamentos, nos fazendo acreditar que somos capazes, obrigado por sempre me ouvir, me apoiar e ter sempre o melhor conselho que um amigo pode dar!

A professora Dr<sup>a</sup> Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz por toda a contribuição, incentivo, apoio, respeito e amizade desde quando chegou a UFT. Pessoa a qual tenho um carinho enorme, por me tratar como filho, lembrando sempre de mim e com a preocupação de nunca me deixar desamparado, sou eternamente grato pelo que faz por mim.

Ao Professor Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino que mesmo de longe contribui grandiosamente para o nosso Programa de Pós – Graduação. Sua experiência e seus ensinamentos são valiosos, agradeço imensamente por

estar presente desde a defesa do meu mestrado e ter aceitado ser meu orientador no doutorado, por sempre contribuir com tudo que está ao seu alcance, tenho tamanha admiração e respeito pelo profissional que é!

Ao Professor Dr. José Henrique Stringhini, por sua dedicação, cautela e respeito em ler nossos trabalhos, por sempre estar disposto em vir contribuir e dar sugestões, por ter aceitado ser da minha banca de qualificação e defesa, tenho tamanha admiração pela sua inteligência e educação!

Aos professores Jefferson Costa de Siqueira e Luciano Fernandes Sousa pelo auxílio, ensinamentos, sugestões e atenção na parte estatística sempre que precisei.

Aos professores da Graduação e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Agradeço aos meus companheiros de área por toda a ajuda: Raiana, Anderson, Joana, Ernestina, Mônica, Isabela, Lília, Elisson, Aline, Carla, Chermam, Luciana, Hugo, Robson, Walquíria, Carol e Filipe e em especial a Flavinha, por toda amizade, companheirismo, ajuda e aprendizagem juntos, sem você eu não teria conseguido.

Aos companheiros da Pós, Ernestina, Joana, Elisson, Raylon, Obede, Thássia, Josemara, Durval, Daiene, Odisley e Lorena.

Ao laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins, na pessoa do Adriano, pelos ensinamentos e disponibilidade do laboratório no momento de fazer minhas análises.

Aos meus grandes amigos-irmãos Ranieri, George, Tatiane, Pablo, Thuanny, Tayane, Wemerson, Janep, Luciano e Pedro. A todos do grupo ArtPalco, Igreja do Zé e a Quadrilha Arranca Toco.

E a todos que contribuíram direto ou indiretamente para a realização desse sonho. A única coisa que tenho certeza é que sozinho não teria chegado a lugar nenhum.

**Meu muito obrigado!**



***“O correr da vida embrulha tudo.  
A vida é assim: esquenta e esfria,  
aperta e daí afrouxa,  
sossega e depois desinquieta.  
O que ela quer da gente é coragem”.***

***(João Guimarães Rosa)***

PARENTE, Iberê Pereira. **Avaliação do bagaço da mandioca e do colorífico de urucum (*Bixa orellana* L.) em rações para frangos de crescimento lento.** 2014. 83f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO.

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado no Setor de Avicultura da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína com o objetivo de avaliar o efeito do colorífico de urucum (COU) e dos níveis de inclusão do bagaço de mandioca (BM) em rações para frangos de crescimento lento em dois períodos, 30 a 60 dias e 30 a 90 dias de idade. Foram avaliadas as características de desempenho, rendimento de carcaça, biometria dos órgãos, parâmetros bioquímicos do sangue e coloração da pele. Foram utilizadas 308 aves de crescimento lento, em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial com tratamento adicional  $3 \times 2 + 1$ , sendo três níveis de colorífico de urucum (COU) como pigmentante (1%, 2% e 3%), dois níveis de inclusão do bagaço de mandioca (10% e 20%), e um tratamento adicional como ração controle. Totalizando sete tratamentos com quatro repetições alocados em 28 piquetes e 11 aves por unidade experimental. No período de 30 a 60 dias, o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e o peso final (PF) foram significativamente afetados pelos níveis de BM, onde o nível de 10 % de BM apresentou melhores resultados, os níveis de COU não afetaram essas variáveis. Os parâmetros sanguíneos, com exceção da glicose, foram significativamente influenciados pelos níveis de inclusão do BM, havendo variabilidade dos dados encontrados. Os parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  também foram significativamente influenciados pelos níveis de inclusão do BM, apresentando os melhores resultados de coloração para o nível de 10 %. Apenas o parâmetro  $a^*$  apresentou interação dos níveis de inclusão do BM com os níveis de COU. Recomenda-se o nível de inclusão de 10% de BM e 1% de COU para frangos de crescimento lento de 30 a 60 dias de idade. Entretanto a utilização desses ingredientes mostrou-se economicamente inviável. No período de 30 a 90 dias o CR e a CA foram significativamente afetados pelos níveis BM e pelos níveis de COU, havendo interação entre eles. O GP e o PF foram influenciados pelos níveis de BM e pelos níveis de COU, o nível de 10 % de BM e 2% de COU foi o que apresentou os melhores resultados para GP e PF, sendo até superiores ao tratamento controle. Não houve efeito significativo dos tratamentos e nem interação entre eles que pudesse influenciar o rendimento de carcaça, o peso relativo da moela, do coração, do intestino delgado e o seu comprimento. Apenas o peso relativo do fígado teve influência da interação dos tratamentos. Os parâmetros sanguíneos estudados, com exceção da glicose, foram significativamente influenciados pelos tratamentos, havendo variabilidade dos dados encontrados. Os parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  não foram significativamente influenciados pelos níveis de inclusão dos tratamentos (BM e COU) e nem pela interação entre eles. Levando em consideração todas as variáveis estudadas recomenda-se o nível de inclusão de 10% de bagaço de mandioca e 1% de colorífico de urucum para frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias de idade. Entretanto a utilização desses ingredientes mostrou-se economicamente inviável.

Palavras-chave: alimentos alternativos, aves caipiras, pigmentação da pele

PARENTE, Iberê Pereira. **Evaluation of cassava bagasse and colorific annatto (*Bixa orellana* L.) in diets for slow growth broilers.** 2014. 83f. Thesis (Doctorate in Tropical Animal Science) – Federal University of Tocantins, Araguaína – TO.

### ABSTRACT

This work was conducted in the Poultry Sector, Federal University of Tocantins – Campus Araguaína with the objective to evaluate the colorific annatto effect (COU) on two levels of inclusion of cassava bagasse (BM) in diets for slow growth chickens in two periods 30 and 60 days and 30 to 90 days of age. Performance characteristics, carcass yield, biometrics organs, biochemical parameters of blood and skin color were evaluated. 308 birds of slow growth were used in a completely randomized design in a factorial with additional treatment  $3 \times 2 + 1$ , with three levels of colorific annatto (COU) as pigmentante (1%, 2% and 3%), two levels of cassava bagasse inclusion (10% and 20%), and one additional treatment such as diet control. Seven treatments with four replications allocated into 28 paddocks and 11 birds per experimental unit was used. Within 30 to 60 days, feed intake (FI), weight gain (WG) and final weight (FW) were significantly affected by the levels of BM, the level of 10% of BM showed better results, COU levels did not affect these variables. Blood parameters, except glucose, were significantly influenced by levels of inclusion of BM, with variability of the data found. The color parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  were also significantly influenced by the level of inclusion of BM that presented the best results at the level of 10%. Only the parameter  $a^*$  showed interaction with the levels inclusion of BM and COU. Considering the results of performance, blood parameters and skin coloration, the inclusion level of 10% BM and 1% COU for slow-growing broilers from 30 to 60 days of age is recommended. However the use of these ingredients showed to be economically unviable. Within 30 to 90 days the FI and FC were significantly affected by BM levels and the COU levels with a interaction between them. The WG and FW were influenced by the levels of BM and levels of COU, the level of 10% BM and 2% COU showed the best results for WG and FW, and even greater than to the control treatment. There was no significant effect of treatment and no interaction between them that could influence carcass yield, the relative weight of the gizzard, heart, small intestine and its length. Only the liver relative weight was influenced by the interaction of treatments. Blood parameters studied, except glucose, were significantly affected by the treatments, with a variability of the data found. The color parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  were not significantly influenced by the levels of inclusion of treatment (BM and COU), and no interaction between them. Taking into account all the variables recommended the inclusion level of 10% of cassava bagasse and 1% colorific annatto for slow-growing broilers 30-90 days old. However the use of these ingredients showed to be economically unviable.

**Keywords:** alternative feedstuffs, alternatives poultry, skin pigmentation

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1 Importância da cor nos alimentos .....	12
2.2 Pigmentos .....	14
2.3 Pigmentos aditivos em alimentos .....	14
2.4 Carotenóides .....	17
2.5 Urucum (Descrição e classificação) .....	21
2.6 Pigmentos do urucum.....	25
2.7 Extração dos pigmentos do urucum .....	28
2.8 Adição de urucum em rações para aves (farelo, extrato oleoso, farinha da semente e colorau) .....	28
REFERÊNCIAS .....	34
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>40</b>
<b>AVALIAÇÃO DO BAGAÇO DA MANDIOCA E DO COLORÍFICO DE URUCUM (<i>BIXA ORELLANA</i> L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO NO PERÍODO DE 30 A 60 DIAS</b> .....	<b>40</b>
RESUMO .....	40
ABSTRACT .....	41
INTRODUÇÃO.....	41
MATERIAL E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
CONCLUSÃO .....	55
REFERÊNCIAS .....	56
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>60</b>
<b>AVALIAÇÃO DO BAGAÇO DA MANDIOCA E DO COLORÍFICO DE URUCUM (<i>BIXA ORELLANA</i> L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO NO PERÍODO DE 30 A 90 DIAS</b> .....	<b>60</b>
RESUMO .....	60
ABSTRACT .....	61
MATERIAL E MÉTODOS .....	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	69
CONCLUSÃO .....	78
REFERÊNCIAS .....	79

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO

Na escala mundial, o comércio da carne de frango cresce a cada ano, visto que é fonte barata de proteína de origem animal. Entretanto existe também o crescimento significativo de sistemas alternativos voltados às exigências específicas de determinados segmentos de mercado (HARDER et al., 2010). O interesse por carnes com características alternativas se deve às características sensoriais diferenciadas das aves criadas em confinamento comercial, com pele pigmentada de amarelo, carne mais escura, firme, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça (TAKAHASHI et al., 2006).

No Brasil, as rações são basicamente formuladas com milho amarelo como principal fonte energética e de pigmentos naturais. No caso da utilização de outra fonte energética pobre em pigmentos como sorgo, mandioca, trigo ou milho, o produtor deve adicionar pigmentante a ração a fim de assegurar adequada pigmentação da pele do frango ou da gema dos ovos (GARCIA et al., 2009).

A FAO (Food and Agriculture Organization) proíbe a utilização da maioria dos pigmentantes artificiais na dieta animal, em virtude dos seus efeitos tóxicos sobre os produtos a serem consumidos pelo homem. Nesse sentido, diversas criações de animais foram afetadas (CARVALHO et al., 2009).

Dentre as fontes naturais de pigmentos, encontra-se o urucum (*Bixa orellana* L.), planta nativa, que pode ser encontrada em toda América Central e do Sul, incluindo o Caribe. A planta do urucum é um arbusto de porte médio que fornece frutos que, no seu interior, podem conter aproximadamente 50 sementes. O principal pigmento do urucum é a bixina, que pode ser extraída da polpa da semente, e se caracteriza como uma fina camada resinosa de coloração vermelho-alaranjada (SILVA et al., 2006).

Do total de sementes de urucum produzidas no Brasil, cerca de 25% são utilizados na preparação de extratos lipo e hidrossolúveis e o restante é usado na fabricação do colorífico, totalmente consumido no mercado interno. Segundo a Resolução CNNPA 12/78 do Ministério da Saúde, 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 (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001).

A maioria dos trabalhos com utilização de urucum na alimentação animal baseia-se no aproveitamento de seus subprodutos e do extrato oleoso que pode ser obtido da semente. Para aves, as pesquisas concentram-se basicamente em determinar níveis ideais de inclusão dos subprodutos na dieta visando à manutenção da produtividade e a melhoria na cor da gema dos ovos, da carne e da pele dos frangos.

Como a intensidade de pigmentação da pele e da carne do frango é um critério de decisão em relação à preferência do consumidor, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito pigmentante do colorífico de urucum (*Bixa orellana* L.) em rações contendo bagaço de mandioca para frangos de crescimento lento.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Importância da cor nos alimentos

O indivíduo percebe o mundo por conta dos seus sentidos. Desses, a visão é o mais marcante, sendo definido não apenas pela forma e aspecto dos objetos, mas também pela cor. É fato conhecido que a cor é um atributo que influencia de forma decisiva a preferência do consumidor ao adquirir determinado alimento. Dos três principais atributos de qualidade dos alimentos: cor, sabor e textura, a cor é o mais importante e seguramente o mais notado, tornando-se indicador de qualidade no momento da compra, e influenciando negativa ou positivamente na percepção dos demais atributos sensoriais (NETO et al., 2005).

Aparência, segurança, características sensoriais e aceitabilidade dos alimentos são atributos afetados pela cor. Existe relação entre certas cores com os alimentos, e isto está relacionado com o desenvolvimento cognitivo, que depende de memória e de experiências vivenciadas. Por exemplo, cores azuis ou verdes sugestionam queijos mofados e cores marrons (escuras) frutas podres ou estragadas. Esse mecanismo de advertência, em casos extremos, pode ocasionar aversões (PRADO; GODOY, 2003).

Estudos têm enfatizado a relação da cor com o limite de detecção de sabor, com as sensações de doçura ou de salinidade, com a susceptibilidade e preferência por produtos. A cor que de um alimento, indica o sabor que o consumidor irá provar. Por exemplo, se o produto fabricado possuir cor de morango, ela pode indicar ao consumidor alta qualidade do produto, enquanto um produto com cor fraca ou cor fracamente brilhante pode indicar um produto de baixa qualidade ou inferior (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000; DOWNHAM; COLLINS, 2000).

Isto pode estar associado ao fato do homem associar os sabores à cor. De forma geral, o verde está associado a frutas pouco maduras e, portanto, mais amargas. Já o sabor salgado, no entanto, não apresenta relação direta com as cores (PRADO; GODOY, 2003).

Os produtos avícolas, quando apresentam boa pigmentação, são considerados pelo consumidor como alimento fresco, saudável e com mais sabor. A intensidade de coloração da gema do ovo é critério de decisão em relação à

preferência do consumidor, pois normalmente associa-se a cor da gema a sua quantidade de vitaminas e a pigmentação da pele do frango ao seu estado de saúde. A pigmentação resulta da deposição de xantofilas, grupo de pigmentos carotenóides na gema do ovo e na pele das aves, sendo preferências, ovos com gema amarelo-alaranjado e frangos com pele bem pigmentada de amarelo (GARCIA et al., 2002, BISCARO; CANNIATTI-BRAZACA, 2006).

Alguns defeitos de cor podem ser relacionados ao manejo ou estresse pré-abate da ave. Porém a dieta também pode influenciar diretamente a cor da pele, das carnes e dos ovos (NETO et al., 2005).

Em muitos destes produtos para obter a coloração e as características adequadas para sua aceitação, são acrescentados pigmentantes e substâncias coadjuvantes, que permitem sua estabilidade quando expostos a situações adversas de conservação (DI MASCIO et al., 2001).

Alguns alimentos são coloridos pelo simples fato de apresentarem cor original pouco aceitável pelo consumidor. Muitas vezes, torna-se necessário adicionar cor aos alimentos para aumentar a atração, estimulando o apetite. Se a cor for atraente, apesar da aparência (aspecto e forma) e do odor, dificilmente o alimento não será ingerido ou, pelo menos, provado. Dentre as percepções sensoriais do homem, 87% são captadas pela visão (SILVA; ALBINO; GODOI, 2000).

Conforme Delgado-Vargas, Jiménez e Paredes-lópez (2000), pode-se justificar a utilização de aditivos de cor para:

1. Restaurar a aparência original do alimento devido à ocorrência de mudanças durante o processamento e a armazenagem;
2. Assegurar a uniformidade de cor para evitar variações de tonalidade por variações sazonais;
3. Intensificar as cores que são normalmente encontradas nos alimentos e o consumidor associará esta cor melhorada com a qualidade do alimento;
4. Proteger o sabor e as vitaminas susceptíveis à luz;
5. Dar ao alimento uma aparência atrativa, e sem o aditivo o alimento não será um item apetitoso;
6. Preservar a identidade ou caráter pelo qual o alimento é reconhecido;
7. Assegurar o compromisso visual da qualidade do alimento.



## 2.2 Pigmentos

Pigmentos são compostos químicos que absorvem luz na faixa de comprimento de onda da região do visível. A cor produzida é devida a uma estrutura específica de molécula (cromóforo); esta estrutura captura a energia e a excitação que é produzida por um elétron de um orbital externo a um orbital maior; a energia não absorvida é refletida e/ou refratada para ser capturada pelo olho, e impulsos neurais gerados são transmitidos ao cérebro, e então podem ser interpretados como uma cor (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000).

De acordo com Delgado-Vargas, Jiménez e Paredes-López (2000), os pigmentos podem ser classificados por suas origens, pela estrutura química do cromóforo, pelas características estruturais dos pigmentos naturais ou ainda como aditivos de alimentos.

Por suas origens, os pigmentos podem ser classificados como naturais, sintéticos ou inorgânicos. Os pigmentos naturais são produzidos por organismos vivos tais como as plantas, animais, fungos superiores e microrganismos. Os pigmentos sintéticos são obtidos em laboratório. Ambos os pigmentos, naturais e sintéticos, são compostos orgânicos. Os pigmentos inorgânicos podem ser encontrados na natureza ou reproduzidos por síntese (ALVES, 2005). Ainda de acordo com Alves (2005), os pigmentos podem ainda ser classificados levando em consideração a estrutura química do cromóforo como:

- Cromóforo com sistemas conjugados: carotenóides, antocianinas, betalainas, caramelo, pigmentos sintéticos e lacas.
- Porfirinas metal-coordenadas: mioglobina, clorofila e seus derivados.

## 2.3 Pigmentos aditivos em alimentos

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, corante ou pigmentante é aquela substância adicionada ao alimento para conferir ou intensificar a sua cor (BRASIL, 2004).

Os corantes utilizados pela indústria de alimentos e bebidas são diferenciados em naturais, artificiais e o caramelo. Porém, a legislação os classifica em grupos mais complexos como: corante orgânico natural; corante orgânico



de açafreão); e resultados da transformação de substâncias naturais (caramelo). Atualmente, são comercializados mais de oito mil compostos corantes, dos quais 90% são sintéticos. O corante índigo, um dos mais utilizados, foi obtido sinteticamente em 1880, por Karl Heumann (LIMA; PEREIRA; PINTO, 2007).

Os corantes naturais ou orgânicos naturais são aqueles obtidos a partir de vegetais ou, eventualmente, de animais, cujo princípio do corante tenha sido isolado com emprego de processos tecnológicos adequados, apresentando grau de pureza compatível com o seu emprego para fins alimentares (BRASIL, 2004).

De acordo com Harder, Canniatti-Brazaca e Arthur (2007), para o uso de corantes artificiais, a legislação brasileira se apoia nas recomendações do Comitê FAO/OMS (Food and Agriculture Organization/ Organização Mundial de Saúde) - JECFA, 2004 (Joint Expert on Food Additives), que proíbe o uso da maioria dos pigmentantes artificiais, devido a seus efeitos tóxicos sobre os produtos a serem consumidos pelo homem (CONSTANT; STRINGUETA; SANDI, 2002; CARVALHO et al., 2009).

As indústrias brasileiras se destacam na produção dos corantes naturais. Entre eles, os mais produzidos são o urucum, o carmim e a cúrcuma. Dentre os sintéticos, destacam-se a tartrazina e o beta-caroteno. O Brasil reúne capacidade agrônômica e técnica para a produção de matéria-prima necessária à obtenção dos corantes, exceto o carmim, cuja matéria-prima é importada (MASCARENHAS et al., 1999).

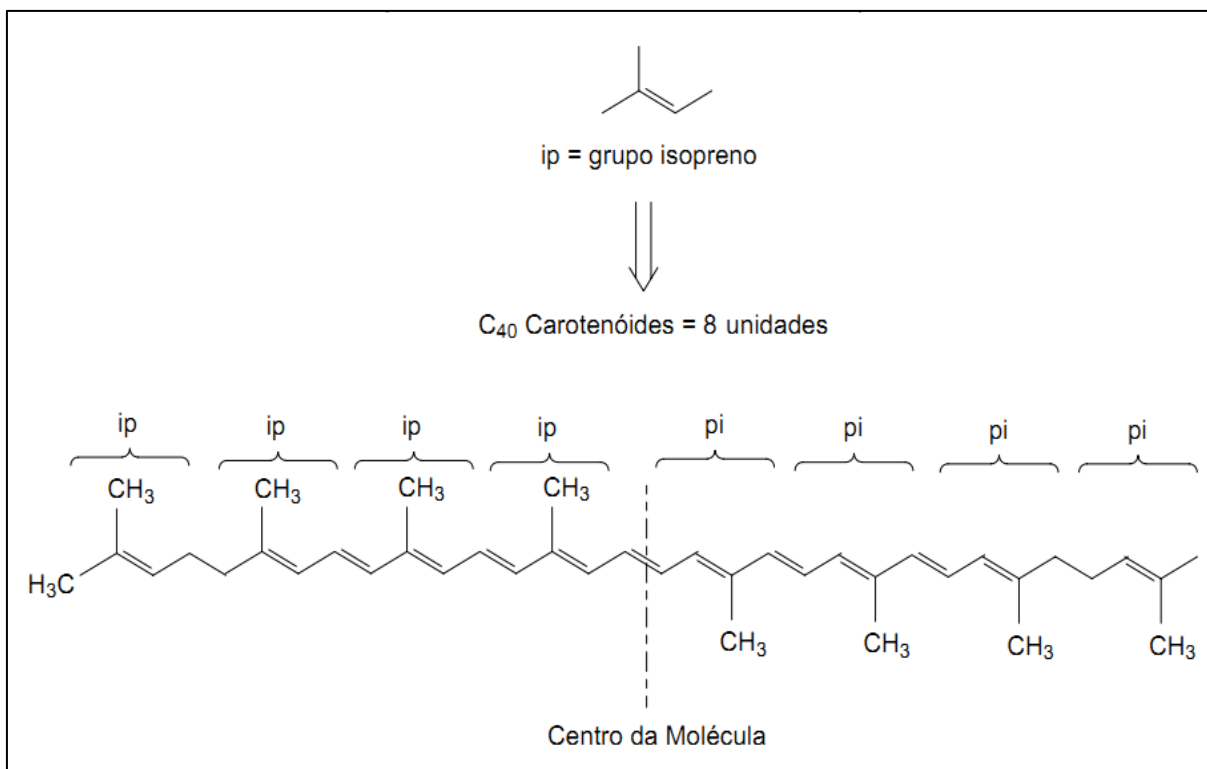
Segundo Maldonade, Scamparini e Rodriguez-Amaya (2008), um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais são os carotenóides; visto sua larga distribuição, diversidade estrutural e inúmeras funções. Esses compostos são responsáveis pelas cores amarelas, laranja e vermelho de muitos alimentos tais como, frutas, vegetais, gema de ovo, alguns peixes (salmão e truta), algas e crustáceos.

## 2.4 Carotenóides

Os carotenóides foram isolados primeiramente das cenouras (*Daucus carota*), em 1837. Nesse ano, Wachenroder isolou o beta-caroteno das cenouras dando o nome *carotene* aos cristais extraídos. Berzelius, em 1837, deu o nome *xanthophylls* para mais pigmentos polares de cor amarela que ele extraiu de folhas coletadas no Outono. Richard Willstatter, em 1907, estabeleceu uma fórmula empírica dos carotenóides (C<sub>40</sub>) e Tswett, em 1911, usando técnicas mais avançadas em cromatografia, separou vários pigmentos que ele coletivamente chamou de *carotenoids* (JOHNSON, 2007).

Do ponto de vista químico, os carotenóides apresentam um sistema de duplas ligações conjugadas, as quais lhe conferem coloração e ação antioxidante, além de serem responsáveis pela instabilidade à luz, à temperatura e à acidez apresentada por essa classe de compostos. Esta instabilidade explica a oxidação sofrida pelos carotenóides durante o processo de armazenamento e estocagem, bem como o porquê da associação de antioxidantes nas preparações comerciais (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Para que a cor amarela apareça são necessárias, no mínimo, sete ligações conjugadas. À medida que o número de ligações aumenta, mais avermelhados os carotenóides se tornam. É importante informar que, carotenóides com menos de sete ligações são incolores (RIBEIRO; SARAVALLI, 2004).

Em geral, são compostos que possuem oito unidades isoprenóides cuja ordem é invertida no centro da molécula (Figura 1). Suas distintas características devem-se à presença das ligações duplas conjugadas na cadeia, que servem como cromóforos absorvedores de luz e que, atribuem a estes compostos cores que variam do amarelo ao vermelho (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).



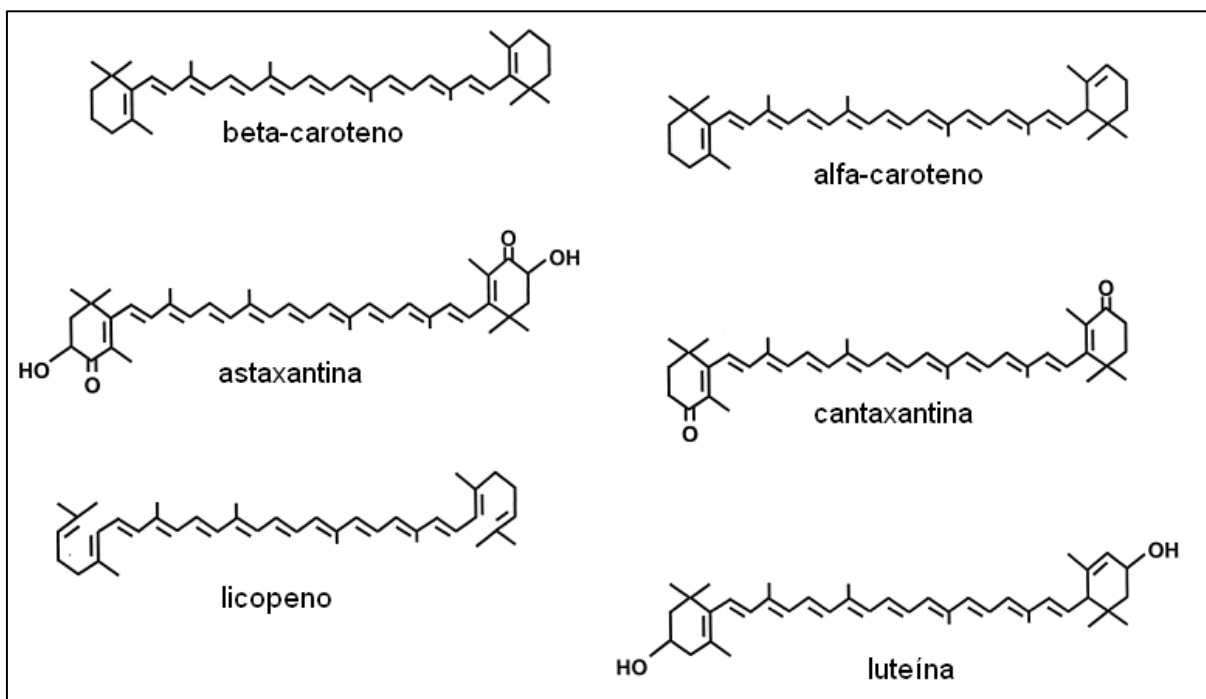
**Figura 1** – Molécula de um carotenóide: licopeno

**Fonte:** Rodriguez-Amaya (2001).

Todos os carotenóides podem ser considerados como derivados do licopeno (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>) por reações envolvendo: (1) hidrogenação, (2) deshidrogenação, (3) ciclização, (4) inserção de oxigênio, (5) migração de dupla ligação, (6) migração metil, (7) alongação de cadeia e (8) encurtamento de cadeia (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000).

Os carotenóides são classificados em carotenos e xantofilas. Os carotenos são constituídos apenas por carbono e hidrogênio ( $\beta$ -caroteno e o licopeno), as xantofilas possuem carbono, hidrogênio e oxigênio (luteína e cantaxantina). As variações estruturais ocorrem na extremidade da cadeia, podendo apresentar anéis ou terminação poliênica. Representam uma extensa família de produtos naturais. São encontrados nos cloroplastos das plantas fotossintéticas, nos cromoplastos das flores, frutos e folhas, como também em bactérias, fungos, algas e insetos (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Na figura 2 estão apresentadas as estrutura de alguns carotenóides (carotenos e xantofilas).



**Figura 2** – Estrutura de alguns carotenóides

Os mamíferos e as aves não estão bioquimicamente capacitados para a biossíntese de carotenóides, mas podem acumular e/ou converter precursores que obtêm da dieta. No plasma humano predominam o  $\beta$ -caroteno e o licopeno. Nos alimentos vegetais os carotenóides mais comumente encontrados são o  $\beta$ -caroteno da cenoura; (*Daucus carota*), licopeno do tomate; (*Lycopersicum esculentum*), várias xantofilas como zeaxantina, luteína e outras estruturas oxigenadas do milho (*Zea mays*); da manga (*Mango indica*); do mamão (*Carica papaya*) e a bixina (aditivo culinário e corante dérmico usado por indígenas amazônicos, obtido do urucum (*Bixa orellana L.*). Outras ocorrências naturais de uso culinário são a capsaxantina e capsorubina (pimentão, *Capsicum annum*) e a crocina (açafraão, *Crocus sativus*), excepcionalmente solúvel em água. Esses compostos lipossolúveis são responsáveis pelas cores amarelas, laranja e vermelho de muitos alimentos, tais como frutas, vegetais, gema de ovo, alguns peixes (salmão e truta), algas e crustáceos (MALDONADE; SCAMPARINI; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Além da capacidade pigmentante, são também precursores de vitamina A (retinol) pela conversão de  $\beta$ -caroteno nesta vitamina, potencializadores da resposta

imune e promotores de atividade antioxidante (MELENDEZ-MARTINEZ; VICARI; HEREDIA, 2004; AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006). Em relação a essa última propriedade, os carotenóides protegem as células de danos provocados pelos radicais livres (SHAMI; MOREIRA, 2004).

Na indústria de alimentos, os carotenóides são utilizados para repor a cor perdida durante o processamento e armazenamento, para colorir alimentos incolores ou para uniformizar a coloração de alguns produtos alimentícios (VALDUGA et al., 2009).

Em produtos avícolas, o uso de substâncias pigmentantes é muito importante, em consequência da associação que o público consumidor tem feito da cor amarela com o valor nutricional mais alto do produto (ARAYA; VARGAS; DELGADO, 1977).

Uma boa pigmentação depende da concentração da xantofila utilizada, da composição da ração e das condições de saúde da ave. O milho amarelo, quando usado como principal fonte energética na ração de poedeiras, confere coloração adequada à gema, por ser rico em xantofilas (luteína e zeaxantina) cerca de 25 mg/kg (OLIVEIRA et al., 2007).

No entanto, as xantofilas provenientes de ingredientes naturais não são estáveis e diminuem por oxidação durante os períodos de estocagem. A adição de vitamina E, ou antioxidantes sintéticos aos alimentos, demonstrou proporcionar melhor deposição de pigmentos na carne de frangos (HARDER, 2005).

Como o milho contribui com 65% da ração, atingindo cerca de 40% do seu custo, há necessidade de usar fonte energética alternativa como sorgo, mandioca, milheto, quirera de arroz ou trigo, que são pobres em carotenóides xantofílicos. Assim, nesses casos, há necessidade de adição de algum pigmentante, que pode ser obtido de fonte natural ou artificial (COSTA et al., 2006; ASSUENA et al., 2008; GARCIA et al., 2009).

A escolha do corante deve ser cuidadosa, pois a inclusão de qualquer aditivo nas rações, inclusive os pigmentantes, não deve alterar negativamente as características organolépticas dos produtos, como odor e sabor (CARVALHO et al., 2005).

Os corantes mais utilizados como aditivos na ração de poedeiras são todos carotenóides segundo Garcia et al. (2002), sendo classificados como:

a) sintéticos amarelos: produtos metabólicos do apocaroteno, cuja forma comercial é o etil-éster-beta-apo-8-caroteno;

b) sintético vermelho: cantaxantina, comercializada como 4,4'-diceto-beta-caroteno, encontrada em cogumelos;

c) natural amarelo avermelhado: capsantina, obtido do pimentão;

d) natural vermelho: bixina, obtido do urucum

A cantaxantina é o carotenóide responsável pela coloração vermelha dos flamingos e de outras espécies de aves, tem sido muito utilizada na alimentação das aves para intensificar a coloração da carcaça de frangos de corte e da gema dos ovos (GARCIA et al., 2002).

O Brasil é o maior produtor do corante natural mais comercializado do mundo, o urucum (*Bixa orellana* L). O urucuzeiro é um arbusto nativo das florestas tropicais, cultivado em poucas regiões do mundo. O urucum tem sido o corante mais utilizado pela indústria nacional, representando cerca de 90% dos corantes naturais usados no Brasil e 70% no mundo (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001).

## 2.5 Urucum (Descrição e classificação)

O urucuzeiro pertence à família Bixaceae e ao gênero *Bixa*. De acordo com Franco et al. (2002), sua classificação botânica é:

- Subdivisão: Angiosperma

- Classe: Dicotiledoneae

- Ordem: Parietales

- Sub-ordem: Cistianeae

- Família: Bixaceae

- Gênero: *Bixa*

- Espécies: *Bixa orellana* L. (tipo mais cultivado), *Bixa arborea*, *Bixa americana*, *Bixa urucurana*, *Bixa purpurea*, *Bixa upatensis*, *Bixa tinetoria*, *Bixa oviedi*.

O urucum, existente ao longo da América tropical era usado pelos índios sul-americanos para colorir seus corpos, artesanatos, instrumentos de caça e pesca e como repelente de insetos. O nome científico do urucum, *Bixa orellana*, foi dado por



Francisco Orellana, após expedição na região da Amazônia Setentrional (GIULIANO, ROSATI, BRAMLEY, 2003; OLIVEIRA, 2005).

Devido a sua propagação em diferentes regiões do mundo, pode-se encontrar a planta com vasta sinonímia vulgar: Urucu, urucum, açafão, açafão e açafroeira da terra (Brasil), atole, achiote e bija (Peru, Colômbia e Cuba), onotto e onotillo (Venezuela), urukú (Paraguai), roucou e rocuyer (República Dominicana e Guiana francesa), rocuyer (França), axiote (México), urucu (Argentina), analto, atta e kushub (Honduras Britânica), analto (Honduras), guajachote (El Salvador), ditaque e kifasu (Angola), achiote, achote, anatto, bija (Porto Rico), roucou ekoessewee (Suriname): uñañé, eroyá, chagerica, orelana, ranota, annatto e lipstick (USA) (SANDI et al., 2003; OLIVEIRA, 2005).

A planta do urucum atinge alturas entre 3 e 4 m, porém, dependendo do manejo, da idade e das condições de clima e de solo em que é cultivada, pode chegar até 10 m de altura, o que não constitui nenhuma vantagem, por conta das dificuldades encontradas por ocasião das colheitas, que com certeza, onerariam os custos de produção, refletindo negativamente no rendimento econômico (FRANCO et al., 2008).

O sistema radicular é do tipo pivotante, contendo um eixo principal, a partir do qual brotam, lateralmente, ramificações secundárias e terciárias. As raízes se encontram distribuídas no solo até aproximadamente 30 cm de profundidade, embora a raiz principal atinja, na sua maioria, profundidade de até 1 m (FRANCO et al., 2008).

O seu caule é lenhoso e relativamente reto, do qual partem vários ramos que formam uma copa de aspecto bem frondoso. O diâmetro da base do tronco das plantas adultas mede de 10 a 15 cm, podendo encontrar algumas delas com diâmetro superior a 30 cm. O aparecimento dos brotos e dos ramos primários no tronco principal ocorre antes ou durante a floração (FRANCO et al., 2008).

As folhas se prendem à superfície dorsal e ventral dos ramos, de forma alternada, são inteiras, apresentam nervuras longas e possuem coloração verde. Elas têm forma de coração e, possuem, em média, 8 cm de comprimento e 4 cm de largura (FRANCO et al., 2002).

As flores são emitidas praticamente todo o ano. No entanto, com maior intensidade em duas épocas (junho/julho e novembro/dezembro - Nordeste),

definindo as safras da planta. Normalmente, a abertura das flores ocorre primeiramente na parte inferior e depois na porção superior da inflorescência. O tempo entre a abertura das flores e a maturação dos frutos varia de região para região, sendo entre 100 e 140 dias, no Nordeste, Sul e Sudeste, e de 80 a 110 dias no Norte, dependendo da precocidade de cada material selecionado e plantado (FRANCO et al., 2008).

A inflorescência é do tipo panícula, com flores grandes e na cor branca ou em várias tonalidades. É variável o número de flores em cada inflorescência, sendo aquelas hermafroditas, com cinco sépalas, surgindo nas extremidades dos ramos. O pistilo é simples e alongado, enquanto as anteras são de formato oval e os respectivos estames são encontrados em grande número (FRANCO et al., 2008).

Nos frutos do urucum denominados de cápsulas ou cachopas, observam-se antes da maturação fisiológica colorações variadas, desde verde-clara a verde-escura, amareladas ou vermelho-escuras. Um fruto bem desenvolvido pode fornecer, em média, 40 a 60 sementes e excepcionalmente é possível existir cápsulas com 70 sementes (FRANCO et al., 2008).

A figura 3 mostra flor, frutos e sementes do urucum.



**Figura 3** – Fotos de urucum: Flor, fruto verde e fruto aberto com sementes expostas.

**Fonte:** [www.cantinhodochefviana.blogspot.com.br](http://www.cantinhodochefviana.blogspot.com.br)

As sementes consideradas parte de importância comercial, pois é no pericarpo (camada que envolve as sementes) que estão os pigmentos, têm ampla aplicação industrial. Do pigmento existente no pericarpo, 80% é constituído por um carotenóide conhecido por bixina, o qual tem a propriedade corante e pode ser

extraído em óleos vegetais ou bases químicas. Dependendo principalmente do cultivar utilizado e das condições edafoclimáticas da região, o teor de bixina pode variar de 1% a 6% no arilo da semente. O restante é composto por outros corantes e substâncias inertes de menor importância (FRANCO et al., 2008).

Segundo Franco (2008), na análise da semente de urucum, foram encontrados os seguintes valores, com base em matéria seca: 13,5% de proteína bruta; 45,7% de fibra em detergente neutro; 1,5% de extrato etéreo; 6,2% de matéria mineral e 63,8% de extrativo não nitrogenado. Possui ainda 10,6% de aminoácidos, seis dos oito aminoácidos essenciais contemplados no padrão ideal da Organização Mundial da Saúde (OMS). As cinzas (5,4%) apresentaram alto conteúdo de fósforo, ferro e zinco, com reduzido teor de cálcio. Além da bixina e norbixina, outros carotenóides são encontrados em menores quantidades no arilo da semente do urucum, entre eles: isobixina, beta caroteno, criptoxantina, luteína, zeaxantina e a orellina, de cor amarela (ANSELMO; MATA; RODRIGUES, 2008).

A crescente demanda por produtos livres de aditivos sintéticos está ajudando a impulsionar o consumo do urucum. Isso incentivou o cultivo da planta em todas as regiões do país, com pólos de produção instalados no Pará, Paraíba, Bahia, Minas Gerais, Paraná e São Paulo. Nesse último, o grão vermelho tomou conta da chamada região da Alta Paulista, que até a década de 1930 era destinada à cafeicultura. A empresa Christian Hansen mantém um braço comercial em Monte Castelo (SP), a Urucum do Brasil, que compra anualmente na região 900 toneladas do produto. O volume responde por 45% das aquisições globais de urucum da empresa, que adquire somente grãos com teor de bixina superior a 4% (FRANCO, 2010).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de grãos de urucum. Cerca de 70% dos grãos destinam-se ao processamento do colorau, 20% são utilizados na produção de corante e 10% são exportados. Desta forma, a produção de urucum *in natura* é muito pequena, não conseguindo, por vezes, suprir o mercado interno (FRANCO et al., 2008).

No Brasil, a tintura de urucum em pó é conhecida como “colorau” ou colorífico; muito usada na culinária para realçar a cor dos alimentos, embora exista uma grande variação nos seus teores de bixina, variando de 154 a 354 mg/100 g de colorífico (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001).

Segundo a Resolução CNNPA 12/78 do Ministério da Saúde, o colorífico ou colorau é definido como produto constituído pela mistura de fubá ou farinha de mandioca com urucum em pó ou com extrato oleoso de urucum adicionado ou não de sal e de óleos comestíveis. Este produto, em sua maioria é destinado ao uso doméstico, proporciona cor avermelhada ao arroz, risotos, bifés, frangos, farofas, molhos e queijos. Seu principal mercado é a região Nordeste do Brasil (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001).

O colorau é consumido por mais de 140 milhões de brasileiros e, em algumas regiões do País, supera 500 g/ per capita/ano. O mercado interno com o urucum envolve cerca de 1 milhão de pessoas na sua produção, sobretudo, na fabricação do colorau (FRANCO, 2006).

Para a obtenção do colorau, cerca de 97 a 98% da semente bruta de urucum não é aproveitada após o processamento, tornando-se um resíduo que pode poluir o meio ambiente (SILVA et al., 2006). A presença de restos de pigmentos pode viabilizar a sua utilização em rações de poedeiras como agente corante da gema dos ovos (BRAZ et al., 2007).

## **2.6 Pigmentos do urucum**

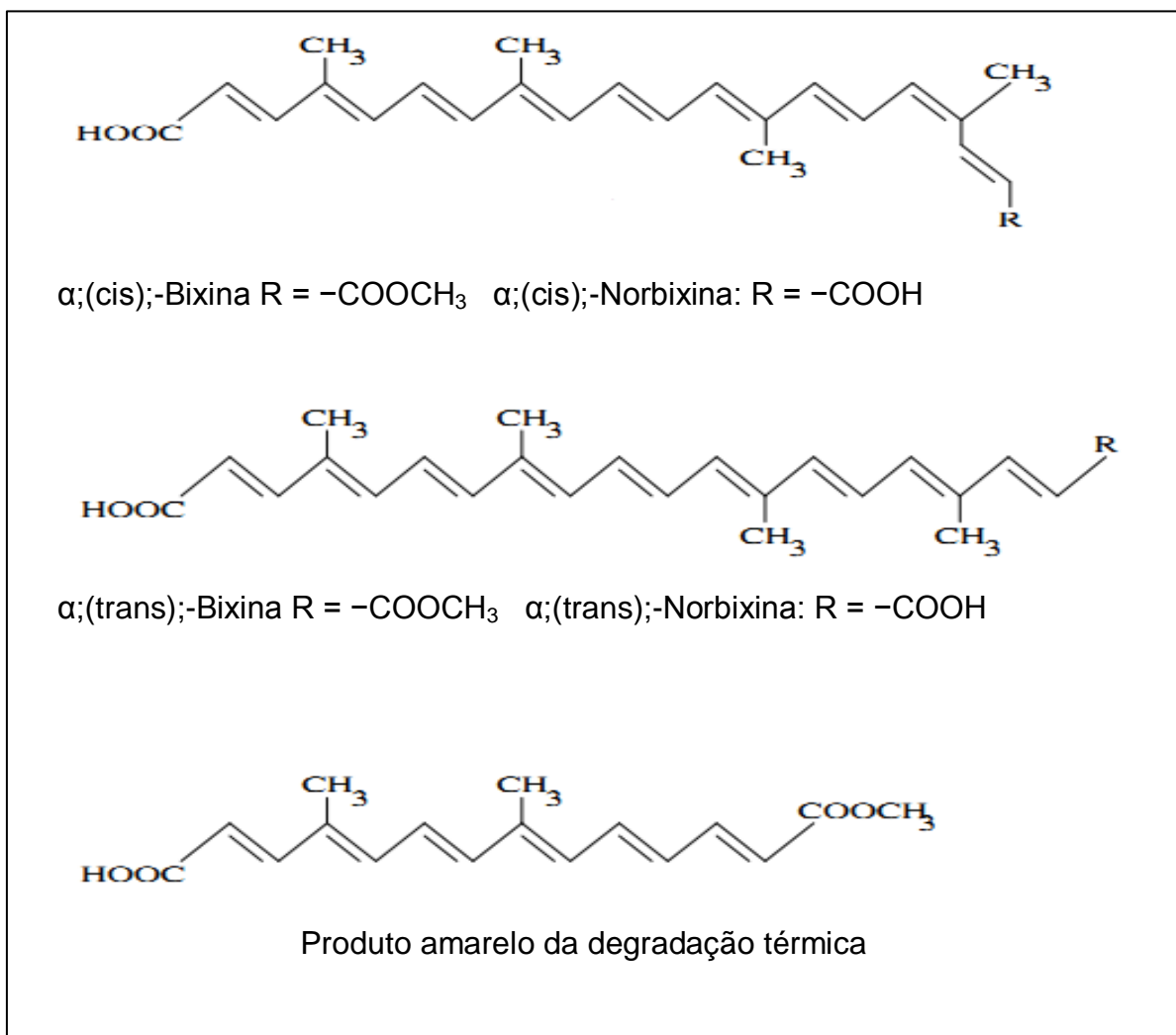
O pigmento vermelho mais importante do urucum, a cis-bixina, também conhecida como  $\alpha$ -bixina ou bixina lábil, é um éster monometílico do ácido carboxílico da cis-norbixina, que tem nove ligações olefínicas conjugadas, uma das quais tendo a configuração cis (RODRIGUEZ-AMAYA, 1988; TOLEDO et al., 2004).

A coloração vermelha da semente está diretamente relacionada ao percentual da bixina. Quanto maior a concentração de norbixina, maior a tendência para o amarelo. Tanto as sementes, quanto os extratos processados são comercializados com base no teor de bixina ou norbixina (OLIVEIRA, 2005).

Historicamente, a bixina foi o primeiro carotenóide em que o isomerismo geométrico foi encontrado. Os corantes bixina e norbixina apresentam duas configurações estereoquímicas, isto é, cis e trans (FIGURA 4). Nos extratos em condições normais pode predominar a cis-bixina ou a cis-norbixina, mais instáveis. A cis-bixina ou a cis-norbixina em solução sob aquecimento são parcialmente

transformadas para a configuração trans, mais estável, conhecidas como isobixina e isonorbixina (PIMENTEL, 1995).

A bixina e a norbixina são particularidades dentre os carotenóides devido suas moléculas conterem dois grupamentos fortemente polares. A maioria dos carotenóides na natureza tem a configuração trans. A bixina é uma exceção, sendo um carotenóide encontrado naturalmente na forma cis. Na figura 4 estão resumidos os três tipos principais de pigmentos do urucum (SILVA, 2007)

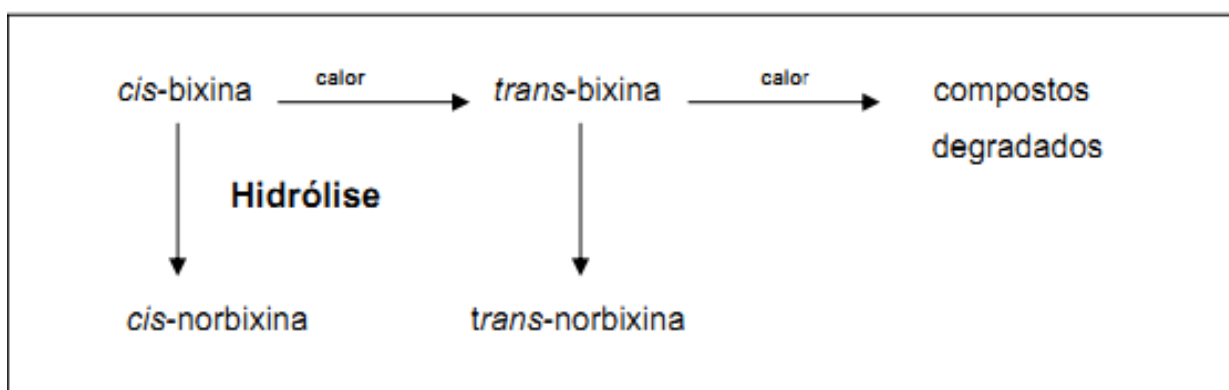


**Figura 4** - Estrutura química dos pigmentos do urucum, adaptado por Silva (1999).

A bixina é única entre os carotenóides que ocorrem na natureza, não apenas devido à sua configuração cis, mas também devido à sua molécula ter dois grupos carboxílicos, um deles sendo éster metílico. Isto dá à molécula certa lipossolubilidade. Pela hidrólise alcalina do seu grupamento éster metílico, pode-se preparar o sal hidrossolúvel do ácido dicarboxílico norbixina ( $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_4$ ). Ou seja, da

bixina são obtidos os demais pigmentos do urucum, como a norbixina (lipossolúvel), o sal da norbixina (hidrossolúvel) e os produtos de degradação térmica, que têm como características a lipossolubilidade e coloração amarela mais estável. Deve-se ressaltar que o corante hidrossolúvel do urucum é o sal da norbixina, que pode ser convertido em norbixina pela precipitação ácida e, nesta forma, o pigmento não é solúvel em água (SILVA, 2007).

A cis-bixina é sensível à luz e há estudos mostrando que é instável à temperatura ambiente, mesmo quando armazenada no escuro, tanto na forma em pó, quanto em uma solução de clorofórmio (RODRIGUEZ-AMAYA, 1988). Com o aquecimento, a cis-bixina é convertida à forma mais estável e mais solúvel, trans-bixina (HENRY, 1996). E essa relação entre os tipos de pigmentos do urucum é apresentada na figura 5.



**Figura 5** – Inter-relação entre os diferentes pigmentos do urucum.

**Fonte:** Henry (1996)

O cromóforo da bixina é o sistema de duplas ligações conjugadas, as quais conferem sua coloração particular (FRANCIS, 1996). No entanto, esta série de duplas ligações conjugadas é também a origem da sensibilidade da bixina aos danos causados pelo oxigênio, luz e temperatura (NAJAR et al., 1988).

Outros carotenóides, em quantidades muito pequenas, já foram isolados das sementes de urucum e suas estruturas foram reveladas utilizando técnicas como espectrometria de massas e ressonância magnética nuclear (MERCADANTE; PFANDER, 2001).

## **2.7 Extração dos pigmentos do urucum**

Os métodos de extração utilizados para produção de corantes de urucum a partir da semente podem envolver a produção de bixina ou, a extração simultânea da norbixina por hidrólise.

Em escala comercial, três métodos básicos são usados para extrair o pigmento das sementes: a) extração alcalina, que resulta na conversão do carotenóide da forma de éster monometílico lipossolúvel para a forma hidrossolúvel, o sal de norbixina; b) extração em óleo, que resulta na remoção da bixina das sementes além de pequenas quantidades de outros materiais coloridos, e; c) extração com solvente, que resulta na forma mais pura do pigmento bixina (PRENTICE-HERNANDEZ; RUSIG, 1992).

## **2.8 Adição de urucum em rações para aves (farelo, extrato oleoso, farinha da semente e colorau)**

O urucum tem sido utilizado na pigmentação de gemas de ovos de poedeiras, principalmente quando se utiliza uma fonte energética de pouca ação pigmentante, como o sorgo, a quirera de arroz, o milheto, a farinha de mandioca, entre outras, em substituição ao milho amarelo (OLIVEIRA et al., 2007).

Um dos primeiros trabalhos foi realizado por Campos (1955) que, ao substituir 30% do milho por trigo e suplementar a ração com 1% de farinha de urucum (semente moída) obteve, gemas com coloração semelhante àquelas da ração com milho e, semelhante às gemas produzidas por galinha caipira, quando a adição foi de 2%.

Poedeiras leves e semipesadas receberam rações contendo sorgo como fonte de energia e 0,0; 0,10; 0,15; 0,30; 0,45; e 0,60% de extrato oleoso de urucum. As aves que receberam ração contendo 0,10% de extrato de urucum produziram ovos com cor de gema similar as aves que receberam a ração controle (farelo de soja + milho). A adição de 0,45% de extrato oleoso de urucum à ração contendo sorgo resultou em pigmentação da gema de ovos de poedeiras leves igual a 8,87 pontos na escala Roche, valor dentro da faixa referencial para aves caipiras, que é

de 8,5-9,0 pontos e poedeiras semipesadas produziram gemas com pigmentação superior às poedeiras leves 9,9 pontos (SILVA et al., 2000).

Pereira et al. (2000) estudaram o potencial de pigmentação de extrato de urucum oleoso (bixina) e aquoso (norbixina) nos níveis de 500, 1000, 1500 e 2000 ppm sobre a coloração das gemas dos ovos de poedeiras, produzidas durante dois ciclos consecutivos de 28 dias. A adição de 2000 ppm de bixina em ração com 61% de sorgo promoveu a mesma cor de gema obtida com ração contendo 63% de milho. A produção, o peso dos ovos, o consumo de ração e a conversão alimentar não foram afetados pelos tratamentos. Entretanto, a norbixina não mostrou efeito pigmentante nos níveis utilizados.

Pereira et al. (2001) verificaram que os parâmetros produtivos (consumo de ração, produção, conversão alimentar e peso dos ovos) e a qualidade interna dos ovos não foram afetados pela adição do extrato oleoso de urucum nos níveis de 0; 0,05; 0,10; 0,15 e 0,20% em rações para poedeiras à base de milho. Entretanto, conforme se aumentavam os níveis de extrato, efeito proporcional era obtido na intensificação da coloração das gemas.

O efeito da substituição do milho pelo sorgo e a suplementação das dietas com extrato oleoso de bixina para desempenho e pigmentação da gema de ovos em codornas européias foram avaliados por Melo et al. (2003). Utilizou-se a dieta controle à base de milho e de farelo de soja e duas rações contendo 50 e 100% de sorgo em substituição ao milho, suplementadas com 0; 0,1; 0,2 e 0,4% de extrato oleoso de bixina. Os autores não encontraram diferenças no desempenho entre os diferentes tratamentos, exceto quando a suplementação do extrato de urucum foi de 0,4% o que reduziu o consumo de ração e o peso dos ovos, resultando na recomendação da substituição do milho pelo sorgo e a adição de 0,1% de extrato oleoso de bixina, que promoveu pigmentação da gema semelhante às das codornas alimentadas com milho e soja.

Silva et al. (2005) avaliaram desempenho e características de carcaça de frangos de corte nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 e de 43 a 47 dias de idade, com rações contendo 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; e 15,0% do resíduo da semente de urucum (subproduto da extração agroindustrial da bixina). A inclusão de 7,5% melhorou o consumo de ração de 22 a 42 dias de idade, mas piorou a conversão alimentar no período total de 1 a 47 dias em comparação ao tratamento controle,



não afetando a pigmentação da carcaça pelo método visual do leque colorimétrico. Considerando os resultados de desempenho, os autores recomendaram a inclusão de 5% do resíduo da semente de urucum na ração de frangos de corte.

Silva et al. (2006) avaliaram o efeito do resíduo da semente de urucum como pigmentante da gema, da pele, do bico e do ovário de galinhas poedeiras com 22 semanas de idade durante três períodos de 28 dias. Foram utilizados cinco tratamentos, sendo uma ração controle à base de milho e farelo de soja e quatro experimentais com 40% de sorgo de baixo tanino e níveis do resíduo da semente de urucum 0; 4; 8 e 12 %. A inclusão de 12% do resíduo da semente de urucum aumentou a produção de ovos, melhorou a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos e o consumo de ração, quando comparado aos tratamentos com 4 e 8%. Embora a coloração da gema e do ovário tenha aumentado linearmente com os níveis de resíduo do urucum, a melhor pigmentação foi obtida com a ração contendo milho e farelo de soja. Os autores recomendam em rações para poedeiras com alta proporção de sorgo a inclusão de 12% de resíduo da semente de urucum.

A substituição do milho pelo sorgo pode ser efetivada em rações para poedeiras semipesadas sem prejuízos no desempenho. Entretanto, torna-se necessária a adição de pigmentante. Ao testar 0,0; 0,15; 0,30; 0,60 de extrato oleoso de urucum os pesquisadores perceberam que com apenas 0,15% foi possível obter a pigmentação da gema semelhante à obtida com rações com milho e farelo de soja (COSTA et al., 2006).

Segundo Braz et al. (2007), a semente residual do urucum obtida pela extração dos pigmentos sem adição de óleos para produção de colorau, pode ser incluída até 2% em rações contendo sorgo sem afetar o desempenho e as características dos ovos de poedeiras comerciais. No entanto, de acordo com os autores, esse nível foi capaz de pigmentar as gemas ao equivalente a, 61,4% da pigmentação em rações compostas por milho.

Em dietas de codornas japonesas, Oliveira et al. (2007) utilizaram oito rações experimentais oriundas da combinação de quatro níveis de colorau (0; 1,5; 3,0 e 4,5%) e duas fontes energéticas (milho e quirera de arroz). Os autores observaram que o uso de 1,5% de colorífico em rações à base de milho e de 3,0% de colorífico em rações à base de quirera de arroz promove pigmentação de gemas do tipo caipira, no período entre o início até o 14<sup>o</sup> dia do uso do colorífico. O uso de

0,75% de colorífico em rações à base de milho e de 2,25% de colorífico em rações à base de quirera de arroz promove pigmentação de gemas do tipo caipira, no período entre o 14<sup>o</sup> e o 28<sup>o</sup> dia após o uso do colorífico na ração. As codornas alimentadas com rações à base de milho e colorau apresentaram os maiores consumos de ração, percentual de postura, melhor conversão alimentar por dúzia e por grama de ovos em relação às que receberam rações à base de quirera de arroz e colorau.

Harder et al. (2007) utilizaram 2,0% de urucum inteiro (*in natura*) na ração de poedeiras e obtiveram ovos com pigmentação excelente, mas por fatores econômicos, sugeriram o uso de apenas 1,5%, já que esta porcentagem também produziu coloração adequada. Outro fator observado por eles é que o urucum pode servir como marcador do tempo de armazenamento, pois dependendo do tempo que os ovos estão armazenados, ocorre a migração dos pigmentos, formando manchas características.

No ano seguinte, Harder et al. (2008) observaram o efeito da adição de urucum inteiro (*in natura*) na ração de galinhas poedeiras, quanto à possível interferência na qualidade do ovo. Os autores testaram cinco rações, uma controle e quatro tratamentos com adição de urucum na ração (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%), os mesmos níveis do ano anterior, os tratamentos contendo urucum não interferiram na qualidade física dos ovos.

Para avaliar níveis de inclusão de extrato de urucum e de açafrão (*Curcuma longa*) em dietas para poedeiras semipesadas, Curvelo et al. (2009) compararam uma ração controle a base de milho e farelo de soja, com misturas da ração controle com o extrato de urucum (0,1 e 0,2%) e a mistura da ração controle com o açafrão (0,1 e 0,2%). Não houve efeito dos tratamentos no desempenho das poedeiras, mas a coloração da gema foi afetada pelos tratamentos, dietas contendo 200g de extrato de urucum em 100 kg de ração proporcionou melhor coloração (8,39) se comparado com os demais tratamentos.

Garcia et al. (2009) avaliaram o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum moída na dieta. Os tratamentos consistiam de T1- ração a base de milho e de farelo de soja, T2 – ração a base de sorgo e de farelo de soja, T3, T4, T5, T6 e T7 – rações a base de sorgo com 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5% de semente de urucum moída, respectivamente. Não houve efeito da utilização de sementes de urucum moídas no desempenho e na

qualidade dos ovos, exceto para cor da gema, que melhorou linearmente com o aumento da inclusão de sementes de urucum moídas.

Ao avaliar 0, 3, 6, 9 e 12 % da semente moída de urucum na intensidade de pigmentação de gema dos ovos, no consumo de ração, na conversão alimentar, no percentual de postura, no peso médio dos ovos e no ganho de peso corporal, em rações contendo sorgo de baixo tanino em substituição ao milho, para poedeiras comerciais semipesadas, Queiroz, Agostinho e Calixto (2010) observaram que a ração formulada com sorgo e 3% da semente de urucum moída, promoveu pigmentação da gema de ovos semelhante à ração referência (milho e farelo de soja), sem prejudicar o desempenho o que a tornou economicamente viável. No entanto, a inclusão de 6 a 12% de semente de urucum moída, embora tenha proporcionado maior intensidade de pigmentação de gemas, afetou negativamente o consumo de ração, a produção e o peso dos ovos.

Harder et al. (2010) avaliaram a coloração de cortes cozidos de frangos de corte alimentados com ração comercial e 1, 2 e 3% de semente de urucum moída. Os autores concluíram que a utilização de urucum aumentou a coloração dos cortes, evidenciado com o acréscimo de 3% de urucum.

Quanto à influência do urucum e seus coprodutos na produção e na qualidade dos ovos, não existe consenso entre os autores. Segundo Braz et al. (2007); Harder, Canniatti-Brazaca e Arthur (2007); Garcia et al. (2009) e Curvelo et al. (2009), a adição de urucum não reduz a produção e a qualidade dos ovos.

De acordo com Silva et al. (2006), Carvalho et al. (2009), Curvelo et al. (2009) , a presença de urucum na dieta melhora a qualidade dos ovos e promove efeito linear crescente na produção. Já Melo et al. (2003) e Queiroz, Agostinho e Calixto (2010) observaram que a inclusão de farelo de urucum e extrato oleoso na dieta podem afetar negativamente o consumo de ração, o peso e a produção de ovos de codornas e poedeiras comerciais semipesadas, respectivamente.

A capacidade pigmentante do urucum é comprovada nos experimentos realizados com galinhas poedeiras e codornas. No entanto, dados que evidenciem a atividade pigmentante do urucum em frangos ainda são escassos, principalmente quando se tratam de aves do tipo caipira.

Em virtude das exigências de mercado por aves que apresentam boa pigmentação e pelos consumidores associarem esse produto a um alimento fresco,

saudável e com mais sabor, tornam-se importante mais estudos para comprovar a real eficiência pigmentante do urucum e dos seus coprodutos e o conteúdo final de carotenóides na ração para que os resultados esperados possam ser obtidos assim como novas fontes pigmentantes.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, Referência bibliográfica de documentos eletrônicos. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acessado em 29 do novembro de 2013.

ALVES R. W.; **Extração de Corantes de Urucum por Processos Adsorptivos utilizando argilas comerciais e Coloidal Gas Aphrons**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose **Revista de Nutrição**, v. 19, n.2, p. 233-243, 2006.

ANSELMO G.C.S.; MATA M.E.R.M.C; RODRIGUES E. Comportamento Higroscópico do extrato seco de urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciência e Agrotecnologia**; 6:1888-92. 2008

ARAYA, H. H.; MURILLO, M. R.; VARGAS, E. G.; DELGADO, J. M. Composición y empleo del achiote (*Bixa orellana*L.) en raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentacion de la yema del huevo. **Agronomia Costarricense**, San Jose, v. 1, n. 2, p. 143-150, 1977.

ASSUENA, V.; FILARDI, R. S.; JUNQUEIRA, O. M., CASARTELLI, E. M.; LAURENTIZ, A. C.; DUARTE, K. F. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Aprova regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1 dez. 2004.

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

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 Science**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 129-33, 2007.

CAMPOS, J. Efeito do urucum na cor da gema do ovo. **Revista Ceres**, v.53, p.349-353, 1955.

CARVALHO, J. C. de **Desenvolvimento de bioprocessos para a produção de pigmentos a partir de *Monascus* por fermentação em substrato sólido**. 2004. 101 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; BOTELHO, R. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 805-809, 2005.

CARVALHO, P. R.; CIPOLLI, K. M. V. A. B; ORMENESE, R. C. S. C.; CARVALHO, P. R. N.; SIVA, M. G. Supplementation carotenoid compounds derived from seed integral ground annatto (*Bixa orellana* L.) in the feed laying hens to produce eggs special. **Pakistan Journal of Nutrition** v.8, n.12, p.1906-1909, 2009.

CONSTANT, P. B.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. **Corantes alimentícios**. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 20, p. 203-220, 2002.

COSTA, F. G. P.; GOMES, C. A. V.; DA SILVA, J. H. V.; CARNEIRO, M. V. D.; GOULART, C. C.; DOURADO, L. R. B. 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 Science**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 409-414, 2006.

CURVELO, E. R.; GERALDO, A.; SILVA, L. M., SANTOS, T. A.; VIEIRA FILHO, J. A.; PINTO, E. R. A.; OLIVEIRA, M. L. R.; FERREIRA, C. B. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafraão em dietas para poedeiras semi pesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. In: II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG, 45, 2009, Bambuí. **Anais...** Campus Bambuí II: Jornada Científica,. p. 22-24. 2009.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains - characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews in Food Science e Nutrição**., v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000.

DI MASCIO, P.; MATOS, H.R.; YAMAGUCHI, F.; MIYAMAMOTO, S.; MARQUES, S.; MEDEIROS, M.H.G. Carotenóides e saúde: mecanismo de ação. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS. 4. Campinas. **Anais...**Campinas, p.26. 2001,

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our food in the last and next millennium. **Journal of Food Science e Tecnologia**., v. 35, p. 5-22, 2000.

FRANCO, C. F. de O., SILVA, F. de C. P., CAZÉ FILHO, J., BARREIRO NETO, M. SÃO JOSÉ, A. R., REBOUÇAS, T. N. H., FONTINÉLLI. **Urucuzeiro: agronegócio de corantes naturais**. João Pessoa: EMEPA-PB, SAIA, 2002.

FRANCO, C. F. O. Mercado de urucum (*Bixa orellana* L) no Brasil. In: **Simpósio Brasileiro do Urucum**, João Pessoa - PB, 2006.

FRANCO, C. de O., FABRI, E. G., BARREIRO NETO, M. MANFIOLLI, M. H., HARDER, M. N. C., RUCKER, N. C. de A. Urucum: sistema de produção para o Brasil, João Pessoa: EMEPA-PB, apta, 112 p. 2008.

FRANCO L. O Brasil redescobre o urucum. **Revista Globo Rural** 2010. Disponível em <<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1649504-1641,00.html>> Acessado em 10 de novembro de 2013.

FRANCIS, F.J. Less common natural colorants. **Natural food colorants**. 2.ed. Glasgow: Blackie Academic & Professional, . p.310-335.1996.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; CONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, R.P.; SILVA, M.A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, p.55-61, 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. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 689-697, 2009.

GIULIANO, G.; ROSATI, C.; BRAMLEY, P.M. To dye or not to dye: biochemistry of annatto unveiled. **Trends and Biotechnology**. v. 21, p. 513-516. 2003.

HARDER M.N.C.; **Efeito do urucum (*Bixa orellana* L.) na alteração de característica de ovos de galinhas poedeiras**. 74 p. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Brasil. 2005.

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*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 102, p. 339-342 e 563-564, 2007.

HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D. Efeito de *Bixa orellana* na alteração de características de ovos de galinhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1232 -1237, 2008.

HARDER, M.N.C.; SPADA, F.P.; SAVINO, V.J.M.; COELHO, A. A. D.; CORRER, E.; MARTINS, E. Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**., v.30, n.2, p.507-509, 2010.

HENRY, B. S. Natural food colours. **Natural Food Colorants**. 2.ed. Blackie Academic & Professional, Glasgow: Blackie Academic & Professional, p.40-79. 1996.

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2004. Sixty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **Evaluation of certain food additives and contaminants**. World Health Organization, Geneva, WHO Technical Report Series, n. 925. 83 p.

JOHNSON, J. D. **Lutein and Zeaxanthin. And introduction to the chemistry of dietary carotenoid.** Alumnus, Department of chemistry, Flórida, 2007.

LIMA, A. L. dos S.; PEREIRA, M. H. G.; PINTO, L. H. P. A. da C. **Corantes sintéticos: a química das cores.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química; 2007

MALDONADE, I. R.; SCAMPARINI, A. R. P.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoids of yeasts isolated from the Brazilian ecosystem, **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 107, n. 1, p. 145-150. 2008.

MASCARENHAS, J.M.O.; STRINGHETA, P.C.; LARA, J.E.; REIS, F.P.O. .O perfil das indústrias produtoras de corantes. **Revista Brasileira de Corantes Naturais.** Vitória da Conquista, BA v.3, n.1, p.1-9. 1999.

MELENDEZ-MARTINEZ, A. J.; VICARI, I. M.; HEREDIA, F. J. Importância nutricional de los pigmentos carotenóides. **Archives Latino-American of Nutrition**, São Paulo, v. 54, p. 149-55, 2004.

MELO, D.A.; SILVA, J.H.V.; ANDRADE, I.S.; SILVA, E.L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.; SANTOS, J.L.; ROCHA, M.R.F.; COSTA, F.G.P.; CARNEIRO, M.V.D. Níveis de substituição do milho pelo sorgo e uso do extrato oleoso de bixina como corante da gema dos ovos de codornas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 40., 2003, Santa Maria. **Anais...Santa Maria: UFSM**, 2003. Resumo

MERCADANTE, A. Z.; PFANDER, H. Caracterização de um novo carotenóide minoritário de urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 21, n. 2, p. 193-196, 2001.

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

NETO, A.B., MENDES, A.A., GARCIA, R.G. ANDRADE C. PAZ, I. C.L.A. TAKAHASHI, S. E., KOMIYAMA C. M.E. Colorimetria da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo e suplementações de carophill yellow®\* Campo Grande, MS In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 2005, **Anais ...Campo Grande: ABZ / UEMS /UFMS, Embrapa Pantanal**, p.1-4, 2005.

OLIVEIRA, J. S. **Caracterização, extração e purificação por cromatografia de compostos de urucum** (Bixa orellana L.). Florianópolis-SC, Universidade Federal de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 189 p. 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. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1525-1531, 2007



PEREIRA, A.V.; KISHIBE, R.; ARIKI, J.; Bixina e norbixina como agentes pigmentantes da gema de ovos de poedeiras comerciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...Viçosa: UFV/SBZ**, p. 259. 2000

PEREIRA, A.V.; ARIKI, J.; KISHIBE, R. LODDI, M. M. Deposição de pigmentos em frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo e bixina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.33. 2001.

PIMENTEL, F. A. **Avaliação de métodos de obtenção e de estabilidade de pigmentos de sementes de urucum**. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa (UFV). 132p. 1995.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos **Alimentos e Nutrição.**, Araraquara, v.14, n.2, p. 237-250, 2003.

PRENTICE-HERNANDEZ, C.; RUSIG, O. Extrato de urucum (*Bixa orellana* L.) obtido utilizando álcool etílico como solvente. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 35, n.1, p. 63-74, 1992.

QUEIROZ, E. A.; AGOSTINHO, T. S. P.; CALIXTO, 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. **Avisite**, Campinas, n. 24, p. 12-14, 2010.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. Evaluation of assay procedures for the bixinoid pigments in annatto seeds and their derivatives. **Interim Report. Natural Resources** Institute, Kent, UK. 31 p.1988.

RODRIGUEZ-AMAYA, B. B, A Guide to Carotenoid Analysis **in Food, OMNI Research**, ILSI Human Nutritional Institute, Washington, 64 pag. 2001.

SANDI, M. P., CUEN, BACERRA, ROSALBA, BIODIVERSITAS, El Achiote, Boletín. Bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Año 7, no 46, 7-11, 2003.

SHAMI, N. I., MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**. 17, 227-236. 2004.

SILVA G. F. **Extração de Pigmentos do Urucum com CO<sub>2</sub> Supercrítico**. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos, Engenharia de Alimentos/FEA/UNICAMP, Campinas, 1999.

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

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**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 988-994, 2006.

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

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C. K.; PELÍCIA, K.; GARCIA, R.G.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.58, n.4, p.624-632, 2006

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. Extração e determinação por CLAE de bixina e norbixina em coloríficos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 310-313, 2001.

TOLEDO, O. T.; NAGEM, T. J.; ROCHA, C. M.; COSTA, L. M. da; MAGALHÃES, N. M.; STRINGHETA, P. C.; QUEIROGA, L. E.; KLING, M. G. H.; SILVA, V. H. Propriedades biológicas de los tintes naturales. **Ars Pharmaceutica**. v. 45, n. 1, p. 5-20, 2004.

VALDUGA, E.; TATSCH, P. O.; TIGGEMANN, L.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; ZENI, J.; DI LUCCIO, M.; FURIGO-JUNIOR, A. **Produção de carotenóides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais**. Química. Nova, São Paulo, v. 32, n. 9, 2429-2436, 2009.

## CAPÍTULO 2

### **AVALIAÇÃO DO BAGAÇO DA MANDIOCA E DO COLORÍFICO DE URUCUM (BIXA ORELLANA L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO NO PERÍODO DE 30 A 60 DIAS**

#### **RESUMO**

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do colorífico de urucum em rações, contendo níveis de inclusão do bagaço de mandioca sobre desempenho, parâmetros bioquímicos do sangue e coloração da pele de frangos de crescimento lento no período de 30 a 60 dias de idade. Foram utilizadas 308 aves de crescimento lento em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial com tratamento adicional 3 X 2 + 1, sendo três níveis de colorífico de urucum como pigmentante (1%, 2% e 3%), dois níveis de inclusão do bagaço de mandioca (10% e 20%), e um tratamento adicional como ração controle. Totalizando sete tratamentos com quatro repetições alocados em 28 piquetes e 11 aves por unidade experimental. O consumo de ração, o ganho de peso e o peso final foram significativamente afetados pelos níveis de bagaço de mandioca, o nível de 10 % comparado ao nível de 20% de bagaço de mandioca apresentou melhores resultados, os níveis de colorífico de urucum não afetaram essas variáveis. Os parâmetros sanguíneos, com exceção da glicose, foram significativamente influenciados pelos níveis de inclusão do bagaço de mandioca, havendo variabilidade dos resultados encontrados. Os parâmetros de cor L\*, a\* e b\* também foram significativamente influenciados pelos níveis de inclusão do bagaço de mandioca. Apenas o parâmetro a\* apresentou interação dos níveis de inclusão do bagaço de mandioca com os níveis de colorífico do urucum, apresentando o melhor valor para essa variável ao nível de 10% de bagaço de mandioca e 3% de colorífico de urucum. No entanto considerando os resultados de desempenho, parâmetros sanguíneos e coloração da pele, recomenda-se o nível de inclusão de 10% de bagaço de mandioca e 1% de colorífico de urucum para frangos de crescimento lento de 30 a 60 dias de idade. Entretanto a utilização desses ingredientes mostrou-se economicamente inviável.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, aves alternativas, nutrição, pigmentos

## EVALUATION OF CASSAVA BAGASSE AND COLORIFIC ANNATTO (*BIXA ORELLANA* L.) IN DIETS FOR SLOW GROWTH BROILERS IN THE PERIOD FROM 30 TO 60 DAYS

### ABSTRACT

Was evaluated in this study the effect of annatto colorific in diets containing two cassava bagasse inclusion levels on performance, biochemical parameters of blood and skin color of slow growth broilers in the period 30-60 days of age. 308 birds of slow growth were allotted in a completely randomized design in a factorial  $3 \times 2 + 1$ , with three levels of annatto colorific (1%, 2% and 3%) and two levels of cassava bagasse (10% and 20%), compared to a control diet. Seven treatments with four replications allocated into 28 pickets and 11 birds per experimental unit. Feed intake, weight gain and final weight were significantly affected by cassava bagasse. 10% cassava bagasse in diet showed better results than 20%, but annatto colorific did not affect these variables. Blood parameters studied, except glucose, were significantly influenced by inclusion levels of cassava bagasse, with a variability of the results found. The color parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  were also significantly influenced by cassava bagasse inclusion levels. Only the parameter  $a^*$  showed interaction for inclusion level of cassava bagasse and annatto colorific, presenting the best value for this variable at 10% of cassava bagasse and 3% colorific annatto. However, considering the results of performance, blood parameters and skin color, is recommended the inclusion level of 10% of cassava bagasse and 1% colorific of annatto for slow growth broilers of 30 to 60 days is recommended. However the use of these ingredients showed to be economically unviable.

**Keywords:** alternatives birds, alternative feedstuffs, nutrition, pigments

### INTRODUÇÃO

Os produtos avícolas, com boa pigmentação, são considerados pelo consumidor como alimento fresco, saudável e com mais sabor. A intensidade de coloração da gema do ovo e a pigmentação da pele do frango são critérios de decisão em relação à preferência do consumidor, pois normalmente associa-se a cor da gema, a sua quantidade de vitaminas, e a pele do frango ao seu estado de

saúde. A pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides) na gema do ovo e pele das aves, sendo preferidos, ovos com gema amarelo-alaranjado e frangos com pele bem pigmentada de amarelo (GARCIA et al., 2002, BISCARO; CANNIATTI-BRAZACA, 2006).

Sabe-se do interesse crescente nas carnes com características alternativas, que podem ser obtidas mediante produção de aves com desenvolvimento lento e criadas com acesso a piquete, para atender um nicho de mercado constituído por consumidores mais exigentes. Essas aves, conhecidas por caipira (região Sudeste), colonial (região Sul) ou capoeira (região Nordeste), têm características diferenciadas das criadas em confinamento comercial, com carne mais escura e firme, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça (TAKAHASHI et al., 2006).

O milho amarelo, quando usado como principal fonte energética na ração, confere coloração adequada à gema dos ovos e pele desses animais, por ser rico em xantofilas (luteína e zeaxantina) cerca de 25 mg/kg (OLIVEIRA et al., 2007).

Como o milho contribui com 65% da ração, o que representa 40% dos custos, a necessidade de usar fontes energéticas alternativas mais baratas levou ao incremento de sorgo, mandioca, milheto, quirera de arroz ou trigo nas dietas, mas estes são pobres em carotenóides xantofílicos. Assim, nesses casos, há necessidade de adição de algum pigmentante, que pode ser obtido de fonte natural ou artificial (ASSUENA et al., 2008; COSTA et al., 2006; GARCIA et al., 2009).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um potencial ingrediente da dieta animal, visto conteúdo energético, o fato de gerar vários resíduos. O bagaço da mandioca (BM), se caracteriza por ser o resíduo da extração da fécula, depois de a raiz ser descascada, triturada, retirada da fécula (amido) e secagem dos restos. Possui 3565 kcal/kg de energia bruta e 1,26 % de proteína bruta. É produzida em todas as regiões do país, e o Pará é o estado que abriga a maior produção na região norte (OLIVEIRA, 2012).

Rodrigues et al. (2008) constataram que existem modificações na coloração da carcaça, variando do amarelo vivo para o branco, à medida que os níveis de substituição do milho pelo resíduo da industrialização da mandioca vão sendo incrementados. Os autores apontaram a necessidade da realização de pesquisa de um aditivo, que mantenha o padrão de coloração, já que este quesito é importante na escolha do frango caipira pelos consumidores.

O Brasil é o maior produtor do urucum (*Bixa orellana* L), corante natural mais comercializado do mundo. O urucuzeiro é um arbusto nativo das florestas tropicais, cultivado em poucas regiões do mundo. O urucum representa cerca de 90% dos corantes naturais usados no Brasil e 70% no mundo (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001).

No Brasil, a tintura de urucum em pó é conhecida como “colorau” ou colorífico; muito usada na culinária para realçar a cor dos alimentos. Segundo a Resolução CNNPA 12/78 do Ministério da Saúde, o colorífico ou colorau é definido como um produto constituído pela mistura de fubá ou farinha de mandioca com urucum em pó ou com extrato oleoso de urucum, adicionado ou não, de sal e de óleos comestíveis (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001).

Segundo Braz et al. (2007), Harder, Canniatti-Brazaca, e Arthur (2007), Curvelo et al. (2009) e Garcia et al. (2009), a capacidade corante do urucum é comprovada nos experimentos realizados com galinhas poedeiras e codornas.

A pigmentação é um importante critério de decisão no momento da compra pelo consumidor, principalmente tratando-se de aves do tipo caipira. Estes dados evidenciam a atividade pigmentante do urucum mas ainda são escassos em frangos, e especialmente em frangos do tipo caipira.

Em virtude das exigências do mercado, busca-se identificar o efeito do colorífico do urucum (*Bixa orellana* L.) em rações contendo o bagaço de mandioca, sobre o desempenho, parâmetros bioquímicos sanguíneos e colorimetria de frangos de crescimento lento de 30 a 60 dias.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Local, animais e delineamento experimental*

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína. A área experimental foi formada com o plantio do Capim Estrela Africana, dividida em piquetes, cercados com tela e dotados de pequenos abrigos construídos em madeira e cobertos com palhas de babaçu. Cada piquete possui área de 100m<sup>2</sup>, considerando a recomendação de 5m<sup>2</sup>/ave (ALBINO et al., 2005), dotado de um comedouro tubular e um bebedouro pendular.

Foram adquiridos no mercado local com um dia de idade 500 pintainhos machos de crescimento lento (Redbro Cou Nu), devidamente vacinados e criados até 30 dias de idade em galpão convencional, recebendo ração do tipo inicial única, a base de milho e de farelo de soja com suplementação de minerais e de vitaminas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011).

A partir do 30º dia, todas as aves foram pesadas, e 308 delas foram selecionadas com peso médio de  $615 \pm 3,6$  gramas e distribuídas homogeneamente nos piquetes experimentais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial  $3 \times 2 + 1$ , sendo três níveis de colorífico de urucum como pigmentante (1%, 2% e 3%), dois níveis de inclusão do bagaço de mandioca (10% e 20%), compondo o arranjo fatorial e um tratamento adicional constituído de uma ração controle, a base de milho e farelo de soja. Totalizando sete tratamentos com quatro repetições, alocados em 28 piquetes e 11 aves por unidade experimental.

#### *Rações e alimentos*

O bagaço de mandioca (BM) utilizado é um subproduto da indústria da fécula ou amido de mandioca, proveniente da prensagem do tubérculo para extração da fécula por via úmida. É composto pelo material fibroso da raiz, contendo parte da fécula que não foi extraída durante o processamento, em seguida esse material passa por prensagens, exposição ao sol para secagem dando condições de armazenamento e utilização nas rações experimentais. O bagaço de mandioca continha 88,72% de matéria seca (MS), 1,5% de proteína bruta (PB) e 11,10% de fibra bruta (FB) e 2.378 Kcal/Kg de energia metabolizável (EM).

O colorífico de urucum (COU) foi adquirido no mercado local, é constituído pela mistura de fubá e extrato oleoso de urucum homogeneizado em pilão artesanal.

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais das aves segundo Rostagno et al. (2011) e Dourado et al. (2009) e estão expressas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos						
	Ração controle	10 % de bagaço de mandioca			20% de bagaço de mandioca		
		Níveis de colorífico de urucum					
		1%	2%	3%	1%	2%	3%
Milho	79,06	64,73	62,72	60,71	50,06	48,06	46,05
Soja Farelo, 45%	18,35	19,46	19,78	20,10	21,79	22,11	22,42
Bagaço de mandioca	0,00	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	0,00	2,49	3,19	3,88	4,84	5,53	6,22
Colorífico de urucum	0,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00
Calcário	1,00	0,62	0,62	0,62	0,60	0,60	0,60
Fosfato Bicálcio	0,81	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87
Sal Comum	0,36	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38
L- Lisina HCL, 79%	0,20	0,20	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15
DL – Metionina, 99%	0,12	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18
L- Treonina, 98%	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Suplemento <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada							
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína Bruta (%)	14,77	14,34	14,32	14,31	14,37	14,35	14,33
Cálcio (%)	0,64	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Fósforo disponível (%)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Lisina total (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Met.+Cistina total (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Metionina total (%)	0,35	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38
Treonina total (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Triptofano total (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Potássio (%)	0,57	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Fibra bruta (%)	2,56	3,49	3,48	3,47	4,50	4,49	4,47

<sup>1</sup> Suplemento mineral e vitamínico composição/tonelada: Manganês 18,1750 mg, zinco 17,500 mg, ferro 11,250, cobre 2000 mg, iodo 187,50 mg, selênio 75 mg, vitamina K3 360 mg, vitamina B1 436,50 mg, vitamina B2 4300 mg, vitamina B6 624 mg, vitamina B12 2400 mg, ácido fólico 200 mg, ácido pantotênico 3,120 mg, niacina 8,400 mg, biotina 10,000 mg, colina 78,102,01 mg, aditivo antioxidante 25,000 mg.

A exigência de lisina foi calculada utilizando a equação para frangos de corte macho de desempenho regular, proposta por Rostagno et al. (2011), na qual foi empregado o ganho de peso e o peso aos 60 dias de idade, obtidos pelos



parâmetros de crescimento da equação de Gompertz para frangos de crescimento lento da linhagem SASSO®, propostos por Dourado et al. (2009) . Para a exigência dos minerais utilizou-se as equações para frangos de corte de desempenho regular de Rostagno et al. (2011).

### *Desempenho*

Para verificação do desempenho zootécnico no período experimental de 30 a 60 dias, foram avaliados o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR) e calculada a conversão alimentar (CA). O GP foi obtido pela diferença entre peso inicial e final das aves no período experimental, o CR foi calculado considerando-se a ração fornecida e as sobras de rações ao final do período experimental e a CA foi obtida pela razão entre o total de ração consumida e o ganho de peso (CR/GP), corrigida pela mortalidade das aves ocorrida durante o experimento proposto por Sakomura e Rostagno (2007).

### *Parâmetros bioquímicos do sangue*

Após a pesagem no final da fase experimental, uma ave por parcela com peso próximo à média ( $\pm 10\%$ ), foram individualmente identificadas, o sangue foi coletado em tubos de ensaio pela jugular, após a coleta foi centrifugado a 6.000rpm por 10 minutos para obtenção do soro, totalizando 28 aves, quatro por tratamento.

Para avaliação dos parâmetros bioquímicos sanguíneos, foram determinados os níveis plasmáticos de glicose (mg/dL), colesterol (mg/dL), ácido úrico (mg/dL) e proteínas totais (g/dL), por meio de kits comerciais Labtest (Labtest Diagnóstica, Brasil), fundamentados nos princípios da espectrofotometria.

### *Coloração da pele*

Após o procedimento de sangria, as peles da região do peito das aves foram coletadas para avaliação da pigmentação.

A quantificação de cor foi realizada usando o colorímetro Minolta CR-200b, previamente calibrado em superfície branca com padrões pré-estabelecidos (BIBLE; SINGHA, 1997).

Foram avaliados três parâmetros de cor: L\*, a\* e b\*. O valor de a\* caracteriza coloração na região do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*), o valor b\* indica coloração no

intervalo do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*). O valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0) (Harder, 2005).

A leitura foi realizada em quatro pontos distintos da pele do peito, utilizando os valores médios, para possíveis constatações se os tratamentos modificaram a coloração da pele das aves.

### *Análises Estatísticas*

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (Shapiro-wilk) e Homocedasticidade (Teste de Cochran e Bartlett). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o modelo estatístico proposto por Yassin, Morais e Muniz (2002).

$$Y_{ijk} = \mu + BM_i + CO_j + BM*CO_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

e

$$y_h = \mu + \tau_a + \varepsilon_h$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = é a variável resposta relacionada com os níveis de bagaço de mandioca e os níveis de urucum,  $\mu$  = é a média geral,  $BM_i$  = é o efeito dos níveis do bagaço de mandioca,  $CO_j$  = é o efeito dos níveis de colorífico de urucum,  $BM*CO_{ij}$  = é o efeito da interação dos níveis de bagaço de mandioca e colorífico de urucum,  $\varepsilon_{ijk}$  = é o erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

$y_h$  = é a variável resposta associada ao tratamento adicional;  $\tau_a$  = é o efeito do tratamento adicional;  $\varepsilon_h$  é o erro experimental associado ao tratamento adicional.

Posteriormente as médias foram comparadas individualmente com o tratamento controle pelo teste Dunnet e pelo teste t de students para comparações dentro dos tratamentos, ambos a 5 % de probabilidade segundo recomendações de Sampaio (2002).

### *Análise de custo da alimentação*

Para comparar a eficiência econômica entre as rações experimentais determinou-se o custo com alimentação por kg de frango produzido como segue:

$$CF_i = (QR_i \times CR_i) / GP_i; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

Em que  $CF_i$  = custo com a alimentação por kg de frango produzido com a utilização do i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$/kg),  $QR_i$  = quantidade de ração consumida no i-ésimo nível de inclusão

do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (kg),  $CR_i$  = custo da ração contendo o i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$/kg) e  $GP_i$  = é o ganho de peso das aves que receberam o i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (kg).

A margem bruta em relação ao custo da alimentação por kg de frango para cada nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum nas rações foi calculada pela expressão:  $MB_i = PVF - CF_i$ ; em que  $MB_i$  = margem bruta em relação ao custo da alimentação por kg de frango obtida com a utilização do i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$);  $PVF$  = preço de venda do frango vivo (R\$/kg) e  $CF_i$  = custo por kg de frango produzido com a utilização do i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$/kg).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Desempenho*

Os níveis de inclusão do bagaço de mandioca (BM) influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração, o ganho de peso e o peso final das aves. Rações com 20% de BM apresentaram valores inferiores para as variáveis testadas quando comparados as de 10% (Tabela 2).

O consumo de ração das aves que receberam os tratamento contendo 10% de bagaço de mandioca (BM) e 1 e 2% de colorífico de urucum (COU) não apresentaram diferenças significativas entre si e nem com o controle, apresentando os melhores resultados. Os níveis de colorífico de urucum (COU) e sua interação com o bagaço de mandioca (BM) não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ) para consumo.

A diminuição no consumo de ração ocorreu, possivelmente, pelo fato de as rações com maiores níveis do bagaço de mandioca apresentarem menor densidade física, fazendo com que o inglúvio da ave fosse preenchido por um peso absoluto de ração menor do que a ração que continha basicamente milho e farelo de soja, controle, ocorrendo limitação física. Aves de linhagens geneticamente melhoradas parecem limitar o consumo de ração, mais por ação física de enchimento do trato gastrointestinal e da palatabilidade do alimento, do que pela manutenção de peso e composição corporal (MACARI; FURLAN; GONZÁLES, 2002).

**Tabela 2** - Desempenho de frangos de crescimento lento de 30 a 60 dias, alimentados com rações contendo níveis de bagaço de mandioca (BM) e colorífico de urucum (COU) como agente pigmentante

	Níveis de COU	Níveis de Bagaço de Mandioca (BM)			Controle	BM	COU	BM x COU	CV (%)
		10%	20%	Média					
						P=			
Consumo de ração (kg/ave)	1%	3,51	3,27*	3,39					
	2%	3,43	3,32*	3,37		0,044	NS	NS	4,57
	3%	3,27*	3,22*	3,24					
	Média	3,40A	3,27B		3,58				
Ganho de peso (kg/ave)	1%	1,22	1,05*	1,13					
	2%	1,20	1,15*	1,18		0,017	NS	NS	6,58
	3%	1,21	1,17*	1,19					
	Média	1,21A	1,12B		1,28				
Conversão alimentar (kg/kg)	1%	2,87	3,12*	2,99b					
	2%	2,87	2,87	2,87ab		NS	0,011	NS	5,59
	3%	2,70	2,75	2,73a					
	Média	2,81	2,91		2,80				
Peso final (kg)	1%	1,78*	1,66*	1,72					
	2%	1,81	1,75*	1,78		0,042	NS	NS	5,40
	3%	1,83	1,75*	1,79					
	Média	1,81A	1,72B		1,89				

BM = bagaço de mandioca; NS = não significativo, CV = coeficiente de variação;

Controle: ração sem a presença de bagaço de mandioca e sem colorífico de urucum.

\*Médias diferem do controle pelo teste Dunnet ( $P < 0,05$ ).

Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias seguidas por distintas letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Os melhores resultados para ganho de peso estão no nível de 10% de bagaço de mandioca, independente do nível de colorífico de urucum utilizado, pois ambos não apresentam diferenças ( $P > 0,05$ ) entre si e nem quando comparados ao tratamento controle. Os níveis de colorífico de Urucum e a interação deles com o bagaço de mandioca também não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ) sobre essa variável.

Oliveira (2012) avaliou 0, 10, 20 e 30% de inclusão do bagaço de mandioca no período de 29 a 56 dias em frangos de crescimento lento e percebeu que o ganho de peso piorou com a inclusão do bagaço de mandioca, estes resultados diferem do presente trabalho, em que 10% de bagaço de mandioca apresentou os melhores resultados de desempenho.

Não houve efeito significativo dos níveis de inclusão do bagaço de mandioca para conversão alimentar ( $P > 0,05$ ) e nem a interação do bagaço de mandioca com o colorífico de urucum. No entanto, a conversão alimentar foi alterada pela presença

do colorífico de urucum nas rações ( $P < 0,05$ ). A ração contendo 20% de bagaço de mandioca e 1% de colorífico de urucum é a única que difere estatisticamente da dieta controle e apresentou o pior resultado para conversão alimentar. Isso pode estar relacionado com o consumo de ração e ao ganho de peso, pois o mesmo tratamento apresentou os piores valores para ambas as variáveis.

Esses resultados diferem dos encontrados por Oliveira (2012) ao testar níveis de inclusão do bagaço de mandioca no período de crescimento de 29 a 56 dias de aves do tipo caipiras, que encontrou pior conversão alimentar a medida que a inclusão do bagaço de mandioca foi incrementada na dieta (0, 10, 20 e 30%). No entanto, a autora recomendou a utilização de até 10, 39% de bagaço de mandioca na fase inicial.

A piora no desempenho produtivo das aves de crescimento lento alimentadas com rações contendo níveis crescentes de BM, possivelmente está relacionada ao alto teor de fibra bruta (11% a 14%), alterando a densidade física da ração. Essas características podem contribuir para a redução no consumo, porque limitam a ingestão de alimento pelo volume ocupado no trato digestivo, consequentemente afetando o ganho de peso (BRAGA et al., 2005).

As aves que receberam as rações contendo 10% de inclusão de bagaço de mandioca e 2 e 3% de colorífico de urucum foram as que apresentaram o maior peso final, não diferindo do tratamento controle. Os níveis de colorífico de urucum e a interação deles com os níveis de inclusão do BM não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ) que pudessem influenciar o peso final das aves.

#### *Parâmetros bioquímicos do sangue*

A inclusão do bagaço de mandioca (BM) e do colorífico de urucum (COU) não afetou ( $P < 0,05$ ) o conteúdo de glicose sanguínea, e também não houve interação ( $P < 0,05$ ) dos fatores testados (Tabela 3). Os valores encontrados estão dentro da faixa de referência para aves saudáveis que pode variar de 200 a 500mg/dL (SCHMIDT et al., 2007).

O colesterol sanguíneo das aves foi afetado pela inclusão do bagaço de mandioca ( $P < 0,05$ ). Os níveis de colorífico do urucum e a interação deles com o bagaço de mandioca não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ). As rações com 10 % de bagaço de mandioca apresentam valores significativamente inferiores as de 20 % de



de colorífico de urucum apresentaram valores superiores aos outros tratamentos e também ao controle. Esses valores também se apresentam acima dos valores de referência para proteínas totais que variam de 2,5 a 4,5 g/L (SCHMIDT et al., 2007).

O ácido úrico foi afetado pelos níveis de bagaço de mandioca ( $P < 0,05$ ). Os níveis de colorífico de urucum e a interação deles com o bagaço de mandioca não apresentaram efeitos significativos sobre essa variável ( $P > 0,05$ ). As aves que receberam 10% de bagaço de mandioca apresentaram valores de ácido úrico sérico significativamente maiores do que as que receberam 20%. Apenas as rações que contem 20% de bagaço de mandioca e 2 e 3% de colorífico de urucum não diferem estatisticamente da ração controle.

Os valores apresentaram-se dentro dos limites de referência na faixa de 2 a 15 mg/dL. Campbell (2007) afirma que a concentração de ácido úrico no sangue varia conforme a espécie, idade e a dieta.

Os níveis de inclusão do bagaço de mandioca influenciaram significativamente quase todas as variáveis sanguíneas estudadas, com exceção a glicose. Há escassez de dados sobre níveis de referência para parâmetros sanguíneos em frangos do tipo caipira, por isso a importância de se traçar esse perfil sanguíneo das aves nas diversas situações experimentais, outro fator limitante é que os reagentes utilizados nos experimentos são reagentes desenvolvidos para humanos.

#### *Coloração da pele*

Os níveis de bagaço de mandioca influenciaram ( $P < 0,05$ ) a variável  $L^*$ , que avalia a luminosidade, contudo os níveis de colorífico de urucum e a interação deles com os níveis de bagaço de mandioca não foram significativos ( $P > 0,05$ ) para esta variável. A pele do peito das aves que receberam 20% de bagaço de mandioca apresentaram maiores valores de  $L^*$  quando comparadas as de 10%. No entanto as aves que receberam 10% de bagaço de mandioca, independente do nível de colorífico de urucum utilizado, não apresenta diferença significativa em relação ao tratamento controle (Tabela 4).

Rodrigues et al. (2008) constataram que existem modificações na coloração da carcaça variando do amarelo vivo para o branco, à medida que os níveis de substituição do milho pelo resíduo da industrialização da mandioca vão sendo

incrementados. Os autores apontaram a necessidade da realização de pesquisa de um aditivo que venha a manter o padrão de coloração já que este quesito é importante na escolha do frango caipira pelos consumidores.

**Tabela 4** – Valores médios dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\* da pele de frangos de crescimento lento de 30 a 60 dias, alimentados com rações contendo níveis de bagaço de mandioca (BM) e colorífico de urucum (COU) como agente pigmentante

	Níveis de COU	Níveis de Bagaço de Mandioca (BM)			Controle	BM	COU	BM x COU	CV (%)
		10%	20%	Média					
L*	1%	71,29	72,48*	71,88		0,0023	NS	NS	1,37
	2%	70,81	72,14*	71,47					
	3%	71,30	72,94*	72,12					
	Média	71,13B	72,52A	71,04					
a*	1%	1,93b	1,05b*	1,49		0,0001	NS	0,0036	31,9
	2%	1,55b	1,57a	1,56					
	3%	2,49 <sup>a</sup>	0,52c*	1,50					
	Média	1,99	1,04	2,12					
b*	1%	30,86*	26,57*	28,71		<0,0001	NS	NS	5,31
	2%	29,24	25,54*	27,39					
	3%	29,71	27,46	28,58					
	Média	29,93A	26,52B	28,84					

BM = bagaço de mandioca; NS = não significativo; CV = coeficiente de variação;

Controle: ração sem a presença de bagaço de mandioca e sem colorífico de urucum.

\*Médias diferem do controle pelo teste Dunnet (P<0,05).

Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste t (P<0,05)

Médias seguidas por distintas letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste t (P<0,05)

O parâmetro a\* foi influenciado significativamente pelos níveis de bagaço de mandioca (P<0,05), havendo também interação significativa dos níveis de bagaço de mandioca com os níveis de colorífico de urucum. As rações contendo 10% de bagaço de mandioca, independente do nível de colorífico de urucum utilizado, não apresentam diferença significativa do tratamento controle e o melhor resultado para esse parâmetro foi obtido com a ração que continha 10% de bagaço de mandioca e 3% de urucum. Mostrando com isso a possível relação do colorífico de urucum com a coloração da pele dos animais.

Os níveis de bagaço de mandioca também influenciaram significativamente (P<0,05) o parâmetro b\* que indica a coloração no intervalo do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*). As rações que contem 10% do bagaço de mandioca apresentaram valores



maiores de  $b^*$  quando comparadas as de 20%. Os níveis de colorífico de urucum e a interação deles com o bagaço de mandioca não foram significativos ( $P>0,05$ ). Comparando individualmente os tratamentos com o tratamento controle é possível notar que os tratamentos contendo 10% de bagaço de mandioca e 2 e 3% de colorífico de urucum não apresentaram diferenças significativas entre si e que o nível de 1% apresenta valores superiores ao tratamento controle.

Esses resultados são semelhantes ao de Silva et al. (2005) que avaliaram desempenho e características de carcaça e pigmentação de frangos de corte recebendo rações contendo 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; e 15,0% do resíduo da semente de urucum. Nenhum efeito do resíduo da semente de urucum foi detectado sobre a porcentagem de gordura abdominal e a pigmentação da carcaça medida na pele da perna, pelo método visual do leque colorimétrico. No entanto, Silva et al. (2006), observaram que a adição de até 12% deste subproduto em dieta contendo 40% de sorgo como principal fonte energética, melhorou linearmente a pigmentação da gema dos ovos.

Harder et al. (2010) encontraram resultados diferente ao avaliarem a coloração de cortes cozidos de frangos de corte alimentados com ração comercial e níveis de urucum moído (1, 2 e 3%), e concluíram que a utilização de urucum aumentou a coloração dos cortes, principalmente evidenciado com o acréscimo de 3%, podendo o urucum ser utilizado como agente pigmentante para melhorar a coloração da carne de frangos.

Trabalhos que relacionam alimentos alternativos e a utilização de urucum como pigmentante para frangos de crescimento lento (caipira) são escassos na literatura para comparação mais detalhada. A necessidade de mais estudos justifica-se pelo fato de alimentos alternativos, que substituem o milho nas rações, geralmente são pobres em carotenóides capazes de alterar a coloração da pele e carcaça das aves.

#### *Análise de custo da alimentação*

Com base na análise do custo com a alimentação, a maior margem bruta foi obtida com os frangos alimentados com a ração controle (0% de bagaço de mandioca e 0% de colorífico de urucum), em função do menor custo da alimentação (Tabela 5).

**Tabela 5** – Custo da alimentação (R\$/kg), custo da alimentação por kg de ganho de peso (R\$/kg) e margem bruta (R\$/kg) de frangos de crescimento lento no período de 30 a 60 dias

Variáveis	Tratamentos						
	Ração controle	10 % de bagaço de mandioca			20% de bagaço de mandioca		
		Níveis de colorífico de urucum					
		1%	2%	3%	1%	2%	3%
Custo da alimentação <sup>1</sup> (R\$/kg)	0,77	0,91	1,00	1,09	0,98	1,07	1,16
Custo da alimentação por kg de GP (R\$/kg)	2,16	2,62	2,86	2,95	3,04	3,08	3,18
Margem bruta <sup>2</sup> (R\$/kg)	5,84	5,38	5,14	5,05	4,96	4,92	4,82

<sup>1</sup> Considerando os seguintes preços: milho = R\$0,59/kg; Farelo de soja = R\$ 1,30/kg; Bagaço de mandioca = R\$ 0,63/kg; Colorífico de urucum = R\$ 8,00/kg; Fosfato bicálcico = R\$ 2,77/kg; Óleo de soja = R\$ 2,49/kg; Calcário = R\$ 0,43/kg; Sal = 0,80/kg; DL-metionina = R\$ 11,87/kg; L-lisina HCl = R\$ 6,67/kg; L-treonina = R\$ 6,76/kg; Suplemento mineral e vitamínico = R\$ 9,00/kg.

<sup>2</sup> Considerando o preço do frango vivo no mercado local em 16/11/2011 de R\$ 8,0/kg.

A utilização do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum promoveu aumento no custo da alimentação. Observa-se assim, que foi economicamente inviável a utilização desses ingredientes na alimentação de frangos de crescimento lento de 30 a 60 dias de idade.

## CONCLUSÃO

Recomenda-se a inclusão de 10% de bagaço de mandioca e de 1% de colorífico de urucum para aves de crescimento lento de 30 a 60 dias de idade, entretanto, a inclusão desses ingredientes aumenta o custo por kg de frango produzido e reduz a margem bruta, sendo economicamente inviável.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T.; NERY, L. R.; JUNIOR, J. G. V.; SILVA, J. H. V.; **Criação de frango e galinha caipira**, Viçosa: UFV, 2005.

ASSUENA, V.; FILARDI, R. S.; JUNQUEIRA, O. M., CASARTELLI, E. M.; LAURENTIZ, A. C.; DUARTE, K. F. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

BIBLE B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELab coordinates of peach color. **Hortscience**, 28: 992-993. 1997

BOETTCHER, A. **Valores bioquímicos sanguíneos del cisne de cuello negro (Cygnus melanocoryphus, Molina 1782)**, en una población silvestre, de Valdivia, Chile. Memoria de Título presentada como parte de los requisitos para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile. 2004

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

BRAGA, C. V. de P.; FUENTES, M. de F. F.; FREITAS, E. R.; CARVALHO, L. E. de; SOUSA, F. M. de; BASTOS, S. C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 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.

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 Science**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 129-33, 2007.

CAMPBELL, T. **Blood biochemistry of lower vertebrates**. 55th Annual Meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) & 39<sup>th</sup>. Publisher: American College of Veterinary Pathologists & American Society for Veterinary Clinical Pathology, Middleton WI, USA. 2004.

COSTA, F. G. P.; GOMES, C. A. V.; DA SILVA, J. H. V.; CARNEIRO, M. V. D.; GOULART, C. C.; DOURADO, L. R. B. 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 Science**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 409-414, 2006.

CURVELO, E. R.; GERALDO, A.; SILVA, L. M.; SANTOS, T. A.; VIEIRA FILHO, J. A.; PINTO, E. R. A.; OLIVEIRA, M. L. R.; FERREIRA, C. B. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafrão em dietas para poedeiras semi pesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. In: II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG, 45, 2009, Bambuí. **Anais...** Campus Bambuí II: Jornada Científica,. p. 22-24. 2009

DOURADO, L. R. B.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO D. C. N. do; DORIGAM J. C.; MARCATO, S. M.; FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, n. 3, p. 875-881, 2009.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; CONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, R.P.; SILVA, M.A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, p.55-61, 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. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 689-697, 2009.

HARDER M.N.C.; **Efeito do urucum (*Bixa orellana* L.) na alteração de característica de ovos de galinhas poedeiras**. 74 p. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Brasil. 2005.

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*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 102, p. 339-342 e 563-564, 2007.

HARDER, M.N.C. SPADA, F. P.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D.; CORRER, E.; MARTINS, E. Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**., v.30, n.2, p.507-509, 2010

YASSIN, N.; MORAIS, A. R. de; MUNIZ, J. A.. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG: UFLA, v.26, p. 1541-1547. . Edição especial. dez. 2002

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal, Editora FUNEP/UNESP. 375p. 2002.

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. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1525-1531, 2007

OLIVEIRA, I. M. M. de. **Caracterização nutricional do bagaço de mandioca e sua utilização na alimentação de frangos de crescimento lento**. Araguaína, TO: Universidade Federal do Tocantins Dissertação, 2012, 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, 2012.

RODRIGUES, K.F.; BEZERRA, A.V.; SILVA, G.F.; SOUSA, J.P.L. DE.; NETA, E.S.;VAZ,;R.G. Utilização do resíduo da fabricação da fécula de mandioca na alimentação de frangos do tipo caipira – label rouge. **Anais...** 45º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras MG, julho de 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p 2005.

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. Departamento de Zootecnia. UFV. Viçosa, MG.; 252p. 2011.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2ª.ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 265p. 2002.

SAKOMURA, N. K., ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v12, n.3 p.9-20, 2007.

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**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 988-994, 2006.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C. K.; PELÍCIA, K.; GARCIA, R.G.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.58, n.4, p.624-632, 2006

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. Extração e determinação por CLAE de bixina e norbixina em coloríficos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 310-313, 2001.

**CAPÍTULO 3**  
**AVALIAÇÃO DO BAGAÇO DA MANDIOCA E DO COLORÍFICO DE URUCUM**  
**(BIXA ORELLANA L.) EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO**  
**NO PERÍODO DE 30 A 90 DIAS**

**RESUMO**

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do colorífico de urucum, em rações contendo níveis de inclusão do bagaço de mandioca sobre desempenho, biometria, parâmetros bioquímicos do sangue e coloração da pele de frangos de crescimento lento no período de 30 a 90 dias de idade. Foram utilizadas 308 aves de crescimento lento em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial com tratamento adicional  $3 \times 2 + 1$ , sendo três níveis de colorífico de urucum como pigmentante (1%, 2% e 3%), dois níveis de inclusão do bagaço de mandioca (10% e 20%), e um tratamento adicional como ração controle. Totalizando sete tratamentos com quatro repetições alocados em 28 piquetes e 11 aves por unidade experimental. O consumo de ração e a conversão alimentar foram significativamente afetados pelos níveis de bagaço de mandioca e pelos níveis de colorífico de urucum, havendo interação entre eles. O ganho de peso e o peso final foram influenciados pelos níveis de bagaço de mandioca e pelos níveis de colorífico de urucum, o nível de 10% de bagaço de mandioca e 2% de colorífico de urucum foi o que apresentou os melhores resultados para ganho de peso e peso final, sendo até superior ao tratamento controle. Não houve efeito significativo dos tratamentos e nem interação entre eles que pudesse influenciar o rendimento de carcaça, o peso relativo da moela, do coração, do intestino delgado e o seu comprimento. Apenas o peso relativo do fígado sofreu influência da interação dos tratamentos. Os parâmetros sanguíneos estudados, com exceção da glicose, foram significativamente influenciados pelos tratamentos, havendo variabilidade dos dados encontrados. Os parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  também não foram significativamente influenciados pelos níveis de inclusão dos tratamentos e nem pela interação entre eles. Recomenda-se o nível de inclusão de 10% de bagaço de mandioca e 1% de colorífico de urucum para frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias de idade. Entretanto a utilização desses ingredientes mostrou-se economicamente inviável.

**Palavras-chave:** aves caipiras, nutrição, pigmentos, subprodutos

## EVALUATION OF CASSAVA BAGASSE AND COLORIFIC ANNATTO (*BIXA ORELLANA* L.) IN DIETS FOR SLOW GROWTH BROILERS IN THE PERIOD FROM 30 TO 90 DAYS

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of annatto colorific in diets containing two inclusion levels of cassava bagasse on performance, biometrics, biochemical blood parameters and skin color of slow growth broilers in the period of 30-90 days of age. 308 birds of slow growth were allotted in a completely randomized design in a factorial arrangement with additional treatment  $3 \times 2 + 1$ , with three levels of annatto colorific (1%, 2% and 3%), two levels of the cassava bagasse (10% and 20%), compared to a control diet. Seven treatments with four replications allocated into 28 pickets and 11 birds per experimental unit were used. Feed intake and feed conversion were significantly affected by the levels of cassava bagasse and annatto levels with a interaction effect between them. The weight gain and final weight were influenced by the levels of cassava bagasse and annatto levels, a level of 10% of cassava bagasse and 2% colorific annatto showed the best results for weight gain and final weight, being even greater than to the control treatment. There was no significant effect of treatment and no interaction between them that could influence carcass yield, the relative weight of the gizzard, heart, small intestine and its length, only the relative liver weight was influenced by the interaction of treatments. All blood parameters studied, except glucose, were significantly affected by the treatments, with a variability of the data found. The color parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  were also not significantly influenced by the treatments and no interaction between them was founded. Recommended the inclusion level of 10% of cassava bagasse and 1% of annatto colorific for slow growth broilers 30-90 days old. However the use of these ingredients showed to be economically unviable.

**Keywords:** alternative birds, byproducts, nutrition, pigments,



## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se intensificado a procura de alimentos de origem animal com maiores atributos de qualidade. Uma alternativa para essa parcela mais exigente do mercado é a criação de frangos de crescimento lento, no sistema semi-intensivo ou caipira. Têm-se rotulado que frangos criados nesse sistema, apresentam carne com coloração mais acentuada e consistência firme, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça quando comparados às aves criadas no sistema intensivo (ÁVILA; ANGONESE; FIGUEIREDO, 2005).

Um dos fatores que mais onera a produção desses animais é a alimentação, que geralmente é a base de milho e de farelo de soja. A disponibilidade desses grãos é variável em função da região e da época do ano, afetando diretamente a indústria avícola. Com isso, uma alternativa para reduzir os custos da produção seria a utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação animal. (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

Os resíduos da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) podem ser incluídos nas rações de monogástricos com o intuito de reduzir o uso do milho e com isso o custo das dietas (FREITAS et al., 2008; COSTA et al., 2009). O maior problema no seu uso é o alto teor de fibra, que geralmente impedem o bom aproveitamento destes alimentos.

Sousa et al. (2012) ao avaliarem o bagaço de mandioca em rações de frangos de corte, recomendaram a inclusão de até 4,84% para fase inicial, com base no ganho de peso e pode-se usar até 20% para a fase de crescimento sem prejuízo no desempenho.

A necessidade do uso de fontes energéticas alternativas mais baratas levou a busca de alimentos como o sorgo, a mandioca, o milheto, a quirera de arroz ou o trigo. Esses ingredientes são pobres em carotenóides xantofílicos, influenciando diretamente a pigmentação da carcaça das aves e da gema de ovos. Nesses casos, há necessidade da adição de algum pigmentante, que pode ser obtido de fonte natural ou artificial (COSTA et al., 2006; ASSUENA et al., 2008; GARCIA et al., 2009).

A escolha do pigmentante deve ser cuidadosa, pois a inclusão de qualquer aditivo nas rações, não deve alterar negativamente as características organolépticas dos produtos, como odor e sabor (CARVALHO et al., 2005).

Dentre os corantes naturais, os produtos do urucum (*Bixa orellana* L.), planta da família das Bixáceas, vêm se destacando tanto para a alimentação humana como animal. O principal pigmento do urucum é a bixina, que pode ser extraída a partir da polpa da semente, que se caracteriza como uma fina camada resinosa de coloração vermelho-alaranjada (SILVA et al., 2006).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais desses grãos de urucum. Cerca de 70% dos grãos destinam-se ao processamento do colorau, 20% são utilizados na produção de corante e 10% são exportados. Desta forma, a produção de urucum *in natura* é muito pequena, não conseguindo, por vezes, suprir o mercado interno (FRANCO et al., 2008).

Segundo a resolução CNNPA 12/78 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1978), o colorífico ou colorau 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 óleo comestíveis”.

A capacidade corante da semente do urucum foi comprovada em diferentes experimentos realizados com galinhas e codornas. (COSTA et al., 2006; BRAZ et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007; HARDER et al., 2008; CURVELO et al., 2009; GARCIA et al., 2009; QUEIROZ et al., 2010).

No entanto, trabalhos avaliando o efeito do urucum sobre a pigmentação da pele e carcaças de frangos são escassos na literatura, principalmente tratando-se de aves do tipo caipira, que tem a pigmentação como critério de decisão no momento da compra pelos consumidores.

Devido as exigências do mercado busca-se identificar o efeito do colorífico do urucum (*Bixa orellana* L.) em rações contendo níveis de bagaço de mandioca, sobre o desempenho, biometria, parâmetros bioquímicos sanguíneos e colorimetria de frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Local, animais e delineamento experimental*

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína. A área experimental é formada com o plantio do Capim Estrela Africana, dividida em piquetes, cercados com tela e dotados de pequenos abrigos construídos em madeira e cobertos com palhas de babaçu. Cada piquete experimental possuía área de 100m<sup>2</sup>, considerando a recomendação de 5m<sup>2</sup>/ave (ALBINO et al., 2005), dotado de um comedouro tubular e bebedouro pendular.

Foram adquiridos no mercado local, com um dia de idade 500 pintainhos machos de crescimento lento (Redbro Cou Nu), devidamente vacinados e criados até 30 dias de idade em galpão convencional recebendo ração do tipo inicial única, a base de milho e farelo de soja com suplementação de minerais e vitaminas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011).

A partir do 30º dia, todas as aves foram pesadas e 308 foram selecionadas com peso médio de 615 ± 3,6 gramas e distribuídas homoganeamente nos piquetes experimentais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial, com tratamento adicional, 3 x 2 + 1, sendo três níveis de colorífico de urucum como pigmentante (1%, 2% e 3%), dois níveis de inclusão do bagaço de mandioca (10% e 20%) e a ração controle, a base de milho e farelo de soja. Totalizando sete tratamentos com quatro repetições, alocados em 28 piquetes e 11 aves por unidade experimental.

### *Rações e alimentos*

O bagaço de mandioca (BM) utilizado é um subproduto da indústria da fécula ou amido de mandioca, proveniente da prensagem do tubérculo para extração da fécula por via úmida. É composto pelo material fibroso da raiz, contendo parte da fécula que não foi extraída durante o processamento, em seguida esse material passa por prensagens, exposição ao sol para secagem dando condições de armazenamento e utilização nas rações experimentais. O bagaço de mandioca continha 88,72% de matéria seca (MS), 1,5% de proteína bruta (PB) e 11,10% de fibra bruta (FB) e 2.378 Kcal/Kg de energia metabolizável (EM).

O colorífico de urucum (COU) foi adquirido no mercado local, é constituído pela mistura de fubá e extrato oleoso de urucum homogeneizado em pilão artesanal.

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nutricionais das aves segundo Rostagno et al. (2011) e Dourado et al. (2009) e estão expressas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos						
	Ração controle	10 % de bagaço de mandioca			20% de bagaço de mandioca		
		Níveis de colorífico de urucum					
		1%	2%	3%	1%	2%	3%
Milho	79,06	64,73	62,72	60,71	50,06	48,06	46,05
Soja Farelo 45%	18,35	19,46	19,78	20,10	21,79	22,11	22,42
Bagaço de mandioca	0,00	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	0,00	2,49	3,19	3,88	4,84	5,53	6,22
Colorífico de urucum	0,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00
Calcário	1,00	0,62	0,62	0,62	0,60	0,60	0,60
Fosfato Bicálcio	0,81	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87
Sal Comum	0,36	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38
L- Lisina HCL, 79%	0,20	0,20	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15
DL – Metionina, 99%	0,12	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18
L- Treonina, 98%	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Suplemento <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada							
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína Bruta (%)	14,77	14,34	14,32	14,31	14,37	14,35	14,33
Cálcio (%)	0,64	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Fósforo disponível (%)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Lisina total (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Met.+Cistina total (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Metionina total (%)	0,35	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38
Treonina total (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Triptofano total (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Potássio (%)	0,57	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Fibra bruta (%)	2,56	3,49	3,48	3,47	4,50	4,49	4,47

<sup>1</sup> Suplemento mineral e vitamínico composição/tonelada: Manganês 18,1750 mg, zinco 17,500 mg, ferro 11,250, cobre 2000 mg, iodo 187,50 mg, selênio 75 mg, vitamina K3 360 mg, vitamina B1 436,50 mg, vitamina B2 4300 mg, vitamina B6 624 mg, vitamina B12 2400 mg, ácido fólico 200 mg, ácido pantotênico 3,120 mg, niacina 8,400 mg, biotina 10,000 mg, colina 78,102,01 mg, aditivo antioxidante 25,000 mg.

A exigência de lisina foi calculada utilizando a equação para frangos de corte macho de desempenho regular, proposta por Rostagno et al. (2011), na qual foi empregado o ganho de peso e o peso aos 60 dias de idade, obtidos pelos parâmetros de crescimento da equação de Gompertz para frangos de crescimento lento da linhagem SASSO®, propostos por Dourado et al. (2009) . Para a exigência dos minerais utilizou-se as equações para frangos de corte de desempenho regular de Rostagno et al. (2011).

### *Desempenho*

Para verificação do desempenho zootécnico no período experimental de 30 a 90 dias, foram avaliados o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR) e calculada a conversão alimentar (CA). O GP foi obtido pela diferença entre peso inicial e final das aves no período experimental, o CR foi calculado considerando-se a ração fornecida e as sobras de rações ao final do período experimental e a CA foi obtida pela razão entre o total de ração consumida e o ganho de peso (CR/GP), corrigida pela mortalidade das aves ocorrida durante o experimento proposto por Sakomura e Rostagno (2007).

### *Rendimento de carcaça e biometria dos órgãos*

Após a pesagem no final da fase experimental, duas aves de cada unidade experimental com peso próximo à média da parcela ( $\pm 10\%$ ), totalizando 56 aves, foram devidamente identificadas e submetidas a jejum de 12 horas para avaliação do rendimento de carcaça e biometria dos órgãos.

Posteriormente, as aves foram pesadas, sangradas, escaldadas, depenadas, evisceradas e os órgãos coletados. Após serem lavadas as carcaças foram pesadas novamente para avaliação do peso da carcaça quente (depenada e eviscerada). O rendimento de carcaça foi calculado considerando a relação entre peso da carcaça quente e o peso vivo após jejum.

Em balança analítica, foram avaliados os pesos separadamente da moela, do coração, do fígado e do intestino delgado e calculado o peso relativo (%) pela razão entre o peso do órgão e o peso da carcaça multiplicado por 100. A moela foi aberta e o conteúdo removido com papel toalha seco, obtendo-se seu peso após esse procedimento. O coração e o fígado foram removidos e pesados. O conteúdo

intestinal foi retirado por compressão das partes com os dedos, do início até a porção final, para obter o peso e comprimento em centímetros do intestino delgado.

#### *Parâmetros bioquímicos do sangue*

Para avaliação dos parâmetros bioquímicos o sangue foi coletado em tubos de ensaio pela jugular, após a coleta foi centrifugado a 6.000rpm por 10 minutos para obtenção do soro. Foram determinados os níveis plasmáticos de glicose (mg/dL), colesterol (mg/dL), ácido úrico (mg/dL) e proteínas totais (g/dL), por meio de kits comerciais Labtest (Labtest Diagnóstica, Brasil), fundamentados nos princípios da espectrofotometria.

#### *Coloração da pele*

Para os parâmetros de cor, uma ave de cada unidade experimental foi selecionada com peso próximo a média ( $\pm 10\%$ ), as peles da região do peito das aves foram coletadas para avaliação da pigmentação.

A quantificação de cor foi realizada usando o colorímetro Minolta CR-200b, previamente calibrado em superfície branca com padrões pré-estabelecidos (BIBLE; SINGHA, 1997).

Foram avaliados três parâmetros de cor:  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O valor de  $a^*$  caracteriza coloração na região do vermelho ( $+a^*$ ) ao verde ( $-a^*$ ), o valor  $b^*$  indica coloração no intervalo do amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ). O valor  $L$  nos fornece a luminosidade, variando do branco ( $L=100$ ) ao preto ( $L=0$ ) (Harder, 2005).

A leitura foi realizada em quatro pontos distintos da pele do peito, utilizando os valores médios, para possíveis constatações se os tratamentos modificaram a coloração da pele das aves.

#### *Análises Estatísticas*

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (Shapiro-wilk) e Homocedasticidade (Teste de Cochran e Bartlett). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o modelo estatístico proposto por Yassin, Morais e Muniz (2002).

$$Y_{ijk} = \mu + BM_i + CO_j + BM*CO_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

e

$$y_h = \mu + \tau_a + \varepsilon_h$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = é a variável resposta relacionada com os níveis de bagaço de mandioca e os níveis de urucum,  $\mu$  = é a média geral,  $BM_i$  = é o efeito dos níveis do bagaço de mandioca,  $CO_j$  = é o efeito dos níveis de colorífico de urucum,  $BM*CO_{ij}$  = é o efeito da interação dos níveis de bagaço de mandioca e colorífico de urucum,  $\varepsilon_{ijk}$  = é o erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

$y_h$  = é a variável resposta associada ao tratamento adicional;  $\tau_a$  = é o efeito do tratamento adicional;  $\varepsilon_h$  é o erro experimental associado ao tratamento adicional.

Posteriormente as médias foram comparadas individualmente com o tratamento controle pelo teste Dunnet e pelo teste t de students para comparações dentro dos tratamentos, ambos a 5 % de probabilidade segundo recomendações de Sampaio (2002).

#### *Análise de custo da alimentação*

Para comparar a eficiência econômica entre as rações experimentais determinou-se o custo com alimentação por kg de frango produzido como segue:

$$CF_i = (QR_i \times CR_i) / GP_i; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

Em que  $CF_i$  = custo com a alimentação por kg de frango produzido com a utilização do i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$/kg),  $QR_i$  = quantidade de ração consumida no i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (kg),  $CR_i$  = custo da ração contendo o i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$/kg) e  $GP_i$  = é o ganho de peso das aves que receberam o i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (kg).

A margem bruta em relação ao custo da alimentação por kg de frango para cada nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum nas rações foi calculada pela expressão:  $MB_i = PVF - CF_i$ ; em que  $MB_i$  = margem bruta em relação ao custo da alimentação por kg de frango obtida com a utilização do i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$);  $PVF$  = preço de venda do frango vivo (R\$/kg) e  $CF_i$  = custo por kg de frango produzido com

a utilização do i-ésimo nível de inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum (R\$/kg).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Desempenho

A inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum influenciou ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração das aves de 30 a 90 dias, com interação significativa. Comparando individualmente os tratamentos, as rações contendo 10% de bagaço de mandioca e 1 e 2% de colorífico de urucum, não diferem estatisticamente do tratamento controle. No entanto, quando se aumenta a porcentagem de pigmentante ou do bagaço de mandioca, observa-se redução no consumo de ração (Tabela 2).

**Tabela 2** - Desempenho de frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias, alimentados com rações contendo níveis de bagaço de mandioca (BM) e colorífico de urucum (COU) como agente pigmentante

	Níveis de COU	Níveis de Bagaço de Mandioca (BM)			Controle	BM	COU	BM x COU	CV (%)
		10%	20%	Média					
Consumo de ração (kg/ave)	1%	7,43aA	7,07aB*	7,25	0,0001	<0,0001	0,00274	2,31	
	2%	7,25bA	6,63bB*	6,94					
	3%	6,72cA*	6,74bA*	6,73					
	Média	7,13	6,81	7,37					
Ganho de peso (kg/ave)	1%	2,19	2,00*	2,09b	<0,0001	0,0001	NS	2,89	
	2%	2,25*	2,13	2,19a					
	3%	2,12	1,94*	2,03c					
	Média	2,18A	2,02B	2,17					
Conversão alimentar (kg/kg)	1%	3,39bA	3,52bB*	3,45	0,0208	<0,0001	0,0029	3,12	
	2%	3,22aB*	3,11aA*	3,16					
	3%	3,17aA*	3,46bB	3,31					
	Média	3,26	3,36	3,39					
Peso final (kg)	1%	2,81	2,62*	2,72b	<0,0001	0,0002	NS	2,30	
	2%	2,87*	2,75	2,81a					
	3%	2,74	2,56*	2,65c					
	Média	2,80A	2,64B	2,79					

BM = bagaço de mandioca; NS = não significativo; CV = coeficiente de variação;

Controle: ração sem a presença de bagaço de mandioca e sem colorífico de urucum.

\*Médias diferem do controle pelo teste Dunnet ( $P < 0,05$ ).

Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias seguidas por distintas letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ )



Oliveira (2004), ao testar oito rações experimentais oriundas da combinação de quatro níveis de colorífico na ração (0; 1,5; 3,0 e 4,5 %) e duas fontes energéticas (milho e quirera de arroz), em codornas japonesas, observou que a medida que os níveis de colorífico foram aumentados, houve redução do CR de codornas alimentadas com rações à base de milho e aumento linear do CR de codornas que receberam quirera de arroz nas rações. Entretanto, as rações contendo colorau com milho apresentaram maior consumo de ração quando comparadas as que receberam quirera de arroz e colorau.

A possível causa para esses resultados pode estar relacionada à quantidade de fibra bruta contida na parede celular de alimentos de origem vegetal, que não pode ser digerida pelas aves, visto que suas ligações glicosídicas ( $\alpha$ -1,6 e  $\beta$ 1,4 e  $\beta$ 1,6) são resistentes à hidrólise no trato digestivo, podendo até mesmo influenciar a digestão dos outros nutrientes (BRITO et al., 2008).

O ganho de peso e o peso final das aves também foram afetados ( $P < 0,05$ ) pela inclusão do bagaço de mandioca e pelos níveis de inclusão do colorífico do urucum. No entanto a interação dos fatores não foi significativa ( $P > 0,05$ ). As aves que receberam rações contendo 10 % de bagaço de mandioca apresentaram maior ganho de peso e peso final, quando comparadas com as que receberam 20%. Para os níveis de colorífico de urucum utilizados, o que apresentou o melhor ganho de peso e peso final, foi o nível de 2%. A ração contendo 10% de bagaço de mandioca e 2% de colorífico de urucum proporcionou o maior ganho de peso e peso final das aves, sendo até superior ao valor encontrado pelas aves que receberam a ração controle.

Morara e Carrijo (2009) analisaram resíduos da cultura de mandioca nos níveis 0, 3, 6 e 9% nas rações de frangos do tipo caipira não encontrando efeito significativo no ganho de peso e no consumo de ração. No entanto, a conversão alimentar piorou com a inclusão de maiores níveis do alimento na dieta.

Uma das desvantagens desses subprodutos é a fração elevada do teor de fibra, que afeta a digestibilidade das aves por não serem especializadas na sua digestão (STRADA et al., 2005).

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) do incremento do bagaço de mandioca, e do colorífico de urucum na conversão alimentar, havendo interação dos fatores. As aves do

tratamento contendo 10 % de bagaço de mandioca e 1% de urucum na ração, apresentaram valor semelhante de conversão alimentar ao encontrado na ração controle, a medida que aumentou os níveis de urucum para 2 e 3% pode-se perceber melhora na conversão alimentar, inclusive em relação a ração controle.

Oliveira (2012) avaliou a inclusão do bagaço de mandioca (0, 10, 20 e 30%) nas fases inicial, crescimento e terminação de frangos de crescimento lento e constatou que a utilização de até 10,39% não afetou a conversão alimentar na fase inicial. Já na fase de crescimento, o aumento dos níveis de inclusão piorou a conversão alimentar e, na fase final, a inclusão do bagaço de mandioca não afetou essa variável, recomendando até 30% o uso do mesmo.

#### *Rendimento de carcaça e biometria dos órgãos*

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão do bagaço de mandioca, e do colorífico de urucum e sua interação para rendimento de carcaça, peso relativo da moela, do coração, do intestino delgado e o seu comprimento (Tabela 3).

Carrijo et al. (2010) também não verificaram diferenças para rendimento de carcaça de aves de crescimento lento, ao avaliarem diferentes níveis (0,15, 30 e 45%) do farelo de raiz de mandioca. Souza et al. (2011), ao estudarem a inclusão de 0, 20, 40, 60% de farelo de raiz integral de mandioca na alimentação de frangos de crescimento lento na fase final, concluíram que não houve efeito para o rendimento de carcaça das aves aos 84 dias de idade.

Os resultados acima diferem dos encontrados por Oliveira (2012) ao avaliarem 0, 10, 20 e 30% do bagaço de mandioca em aves de crescimento lento, e encontrou os melhores resultados de rendimento de carcaça ao nível 17,25% de inclusão do BM.

Oliveira (2012) ao avaliar níveis (0, 10, 20 e 30%) de inclusão do bagaço de mandioca em frangos de crescimento lento, observou que o peso relativo da moela apresentou comportamento quadrático aumentando até o nível de 14,875%, decrescendo com os níveis mais elevados de bagaço.

O peso relativo do fígado foi influenciado pela interação dos níveis de bagaço de mandioca com os níveis de colorífico de urucum ( $P<0,05$ ). As aves que receberam o nível de 10 % de bagaço de mandioca, independente do nível de



Oliveira (2012) observou que o bagaço de mandioca influencia positivamente o peso relativo do intestino delgado e esse aumento pode possivelmente ser explicado pelo elevado teor de fibras nas dietas, diferindo do resultado encontrado no presente trabalho.

No entanto, com relação ao tamanho do intestino delgado os resultados encontrados por Oliveira (2012) corroboram com o presente estudo, não encontrando efeito ( $P > 0,05$ ) da utilização do bagaço de mandioca no tamanho do intestino delgado.

É importante observar que alimentos alternativos podem variar constantemente os seus teores de nutrientes e sua composição, isso ocorre geralmente em virtude da falta de padronização para obtenção dos produtos. Além desses fatores, o tipo, o tempo de processamento e as condições inadequadas de armazenamento dos alimentos podem alterar sua composição e podem influenciar a qualidade nutricional do alimento, isso demonstra a importância das análises bromatológicas dos alimentos alternativos para a realização das pesquisas. (FREITAS et al., 2005; BRUMANO et al., 2006, GOMES et al., 2007; NERY et al., 2007).

#### *Parâmetros bioquímicos do sangue*

A inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum não afetou ( $P < 0,05$ ) a concentração glicose sanguínea. Não houve também interação dos fatores ( $P < 0,05$ ). Os valores encontrados estão pouco abaixo da faixa de referência para aves saudáveis que pode variar de 200 a 500mg/dL (SCHMIDT et al., 2007). Isso pode estar relacionado ao período de jejum que as aves passaram antes da coleta do sangue (Tabela 4).

O colesterol sanguíneo das aves foi afetado significativamente pela inclusão do bagaço de mandioca ( $P < 0,05$ ), mas quando foram avaliados os níveis de colorífico do urucum e a interação deles com o bagaço de mandioca, não se verificou efeito ( $P > 0,05$ ). A utilização de 20% de bagaço de mandioca apresenta valores significativamente superiores a 10%, no entanto, todos os tratamentos diferem do tratamento controle, que apresentou valores de colesterol bem acima dos níveis normais para galinhas entre 125 a 250mg/dL segundo Schmidt et al. (2007).

A concentração de colesterol pode variar constantemente dependendo do tipo de doença hepática e da ingestão diária de colesterol, por isso a utilidade da determinação do colesterol como marcador de doença hepática é limitada. A idade, o estado nutricional e a quantidade das gorduras saturadas e insaturadas da dieta também podem modificar constantemente essa fração (BOETTCHER, 2004).

**Tabela 4** – Parâmetros bioquímicos sanguíneos de frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias, alimentados com rações contendo níveis de bagaço de mandioca (BM) e colorífico de urucum (COU) como agente pigmentante

	Níveis de COU	Níveis de Bagaço de Mandioca (BM)			Controle	BM	COU	BM x COU	CV (%)
		10%	20%	Média					
						P=			
Glicose (mg/dL)	1%	196,69	151,15	173,92					
	2%	174,81	195,15	184,98		NS	NS	NS	6,60
	3%	196,08	167,12	181,60					
	Média	189,19	171,14		199,55				
Colesterol (mg/dL)	1%	292,68*	263,79*	278,23					
	2%	241,18*	298,20*	269,69		<0,0001	NS	NS	9,30
	3%	247,37*	258,84*	253,11					
	Média	260,41B	273,61A		363,88				
Proteínas totais (g/dL)	1%	5,53aA	4,84cB*	5,18					
	2%	4,91bA*	5,38bA	5,14		<0,0001	0,0001	<0,0001	9,70
	3%	5,52aA	5,92aA	5,72					
	Média	5,32	5,38		5,70				
Ácido úrico (mg/dL)	1%	12,10aA	9,65bB*	10,87					
	2%	7,82bA*	8,36bA*	8,09		NS	NS	0,0062	17,6
	3%	7,78bB*	13,20aA	10,49					
	Média	9,23	10,40		14,12				

BM = bagaço de mandioca; NS = não significativo; CV = coeficiente de variação;

Controle: ração sem a presença de bagaço de mandioca e sem colorífico de urucum.

\*Médias diferem do controle pelo teste Dunnet ( $P < 0,05$ ).

Médias seguidas por distintas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Médias seguidas por distintas letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Os níveis de bagaço de mandioca e os níveis de colorífico de urucum influenciaram significativamente as proteínas totais das aves ( $P < 0,05$ ), com interação significativa. Os valores encontrados se apresentam relativamente acima dos valores de referência para proteínas totais que variam de 2,5 a 4,5 g/dL (SCHMIDT et al., 2007).

O ácido úrico sanguíneo foi afetado pela interação dos níveis de bagaço de mandioca com os níveis de colorífico de urucum ( $P < 0,05$ ). Os níveis de colorífico de urucum e os níveis de bagaço de mandioca, separadamente, não apresentaram efeitos significativos sobre essa variável ( $P > 0,05$ ). O tratamento com 10% de bagaço de mandioca e 1% de urucum não difere estatisticamente do tratamento controle, a medida que os níveis de urucum aumentaram houve decréscimo do ácido úrico sanguíneo, contudo, isso não pode ser observado nas rações de 20% de bagaço de mandioca.

Os valores apresentaram-se dentro dos limites de referência na faixa de 2 a 15 mg/dL. Campbell (2007) afirma que a concentração de ácido úrico no sangue varia conforme a espécie, idade e a dieta.

Há escassez de dados sobre níveis de referência para parâmetros sanguíneos em frangos de crescimento lento, por isso a importância de se traçar esse perfil sanguíneo das aves nas diversas situações experimentais.

#### *Coloração da pele*

Os parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  não foram significativamente influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de bagaço de mandioca, pelos níveis de colorífico de urucum, não havendo interação entre eles (Tabela 5).

Rodrigues et al. (2008) constataram que existem modificações na coloração da carcaça variando do amarelo vivo para o branco, à medida que os níveis de substituição do milho pelo resíduo da industrialização da mandioca vão sendo incrementados. Os autores apontaram a necessidade de realização de pesquisa de um aditivo que venha manter o padrão de coloração, já que este quesito é importante na escolha do frango caipira pelos consumidores.

No presente estudo se constata que, apesar dos tratamentos não apresentarem efeito significativo sobre os parâmetros de cor, as aves no final do experimento apresentaram um padrão de coloração de pele igual entre todos os tratamentos, diferente das modificações de coloração encontrados por Rodrigues et al. (2008).

**Tabela 5** – Valores médios dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\* da pele de frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias, alimentados com rações contendo níveis de bagaço de mandioca (BM) e colorífico de urucum (COU) como agente pigmentante

	Níveis de COU	Níveis de Bagaço de Mandioca (BM)			Controle	BM	COU	BM x COU	CV (%)
		10%	20%	Média					
L*	1%	70,75	70,21	70,48					1,75
	2%	71,10	69,54	70,32		NS	NS	NS	
	3%	70,75	71,24	70,99					
	Média	70,86	70,33		69,58				
a*	1%	2,71	2,79	2,75					28,1
	2%	2,63	2,37	2,5		NS	NS	NS	
	3%	3,30	1,66	2,48					
	Média	2,88	2,27		3,03				
b*	1%	31,00	30,81	30,90					10,9
	2%	31,60	30,88	31,24		NS	NS	NS	
	3%	30,27	28,98	29,62					
	Média	30,95	30,22		29,96				

BM = bagaço de mandioca; NS = não significativo; CV = coeficiente de variação;

Controle: ração sem a presença de bagaço de mandioca e sem colorífico de urucum.

\*Médias diferem do controle pelo teste Dunnet (P<0,05).

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste t (P<0,05)

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste t (P<0,05)

Silva et al. (2005), ao avaliarem desempenho, características de carcaça e pigmentação de frangos de corte recebendo rações contendo 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; e 15,0% do resíduo da semente de urucum, nenhum efeito foi detectado sobre a porcentagem de gordura abdominal e a pigmentação da carcaça medida na pele da perna, pelo método visual do leque colorimétrico. No entanto, Silva et al. (2006), observaram que a adição de até 12% deste subproduto a uma dieta contendo 40% de sorgo como principal fonte energética, melhorou linearmente a pigmentação da gema dos ovos.

Williams (1989), citado por Silva et al. (2005), afirma que o pigmento bixina, presente na semente de urucum, não é bem utilizado pelas aves como corante da pele.

Esses resultados diferem dos encontrados por Harder et al. (2010) ao avaliarem a coloração de cortes cozidos de frangos de corte alimentados com ração comercial contendo 1, 2 e 3% de urucum moído, e concluíram que a utilização de urucum aumentou a coloração dos cortes, principalmente evidenciado com o acréscimo de 3% do urucum.

Trabalhos que relacionam alimentos alternativos e a utilização de urucum como pigmentante da pele e carcaça de frangos de crescimento lento são escassos na literatura para uma comparação mais detalhada. A necessidade de mais estudos justifica-se pelo fato de alimentos alternativos, substitutos do milho nas rações, geralmente serem pobres em carotenóides capazes de alterar a coloração da pele e carcaça das aves.

#### *Análise de custo da alimentação*

Considerando os preços dos insumos utilizados na fabricação das rações experimentais de frangos de crescimento lento de 30 a 90 dias, observou-se que a inclusão do bagaço de mandioca e do colorífico de urucum promoveu aumento no preço das rações (Tabela 1).

**Tabela 6** – Custo da alimentação (R\$/kg), custo da alimentação por kg de ganho de peso (R\$/kg) e margem bruta (R\$/kg) de frangos de crescimento lento no período de 30 a 90 dias

Variáveis	Tratamentos						
	Ração controle	10 % de bagaço de mandioca			20% de bagaço de mandioca		
		Níveis de colorífico de urucum					
		1%	2%	3%	1%	2%	3%
Custo da alimentação <sup>1</sup> (R\$/kg)	0,77	0,91	1,00	1,09	0,98	1,07	1,16
Custo da alimentação por kg de GP (R\$/kg)	2,62	3,09	3,22	3,45	3,45	3,31	4,017
Margem bruta <sup>2</sup> (R\$/kg)	5,38	4,91	4,78	4,55	4,55	4,69	3,98

<sup>1</sup> Considerando os seguintes preços: milho = R\$0,59/kg; Farelo de soja = R\$ 1,30/kg; Bagaço de mandioca = R\$ 0,63/kg; Colorífico de urucum = R\$ 8,00/kg; Fosfato bicálcico = R\$ 2,77/kg; Óleo de soja = R\$ 2,49/kg; Calcário = R\$ 0,43/kg; Sal = 0,80/kg; DL-metionina = R\$ 11,87/kg; L-lisina HCl = R\$ 6,67/kg; L-treonina = R\$ 6,76/kg; Suplemento mineral e vitamínico = R\$ 9,00/kg.

<sup>2</sup> Considerando o preço do frango vivo no mercado local em 16/11/2011 de R\$ 8,0/kg.

O menor custo com a alimentação por kg de ganho de peso foi obtido com a ração contendo 0% de bagaço de mandioca e 0% de colorífico de urucum, o que resultou na maior margem bruta em relação à alimentação, tornando a utilização desses ingredientes economicamente inviável (Tabela 6).



## **CONCLUSÃO**

Recomenda-se a inclusão de 10% de bagaço de mandioca e de 1% de colorífico de urucum para aves de crescimento lento de 30 a 90 dias de idade, entretanto, a inclusão desses ingredientes aumenta o custo por kg de frango produzido e reduz a margem bruta, sendo economicamente inviável.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T.; NERY, L. R.; JUNIOR, J. G. V.; SILVA, J. H. V.; **Criação de frango e galinha caipira**, Viçosa: UFV, 2005.

ÁVILA, V.S., ANGONESE, C., FIGUEIREDO, E.A.P. Criação de Frangos coloniais: uma alternativa para a pequena propriedade familiar. **Nordeste Rural**. Negócios do Campo. 2005.

ASSUENA, V.; FILARDI, R. S.; JUNQUEIRA, O. M., CASARTELLI, E. M.; LAURENTIZ, A. C.; DUARTE, K. F. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

BOETTCHER, A. **Valores bioquímicos sanguíneos del cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*, Molina 1782), en una población silvestre, de Valdivia, Chile**. Memoria de Título presentada como parte de los requisitos para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile. 2004

BIBLE B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELab coordinates of peach color. **Hortscience**, 28: 992-993. 1997

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.

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 Science**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 129-33, 2007.

BRITO, M. S. de; OLIVEIRA, C. F. S. de; SILVA, T. R. G. da; LIMA, R. B. de; MORAIS, S. N.; SILVA, J. H. V. da; Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p.111-117, 2008.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. ROSTAGNO H. S.; GENEROSO, R. A. R.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.

CARRIJO, A. S.; FASCINA, V. B.; SOUZA, K. M. R.; RIBEIRO, S. S.; ALLAMAN, I. B.; GARCIA, A. M. L.; HIGA, J. A. Níveis de farelo da raiz integral de mandioca em dietas para fêmeas de frangos caipiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.131-139, 2010.

CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; BOTELHO, R. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico

e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 805-809, 2005.

CAMPBELL, T. **Blood biochemistry of lower vertebrates**. 55th Annual Meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) & 39<sup>th</sup>. Publisher: American College of Veterinary Pathologists & American Society for Veterinary Clinical Pathology, Middleton WI, USA. 2004.

COSTA, F. G. P.; GOMES, C. A. V.; DA SILVA, J. H. V.; CARNEIRO, M. V. D.; GOULART, C. C.; DOURADO, L. R. B. 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 Science**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 409-414, 2006.

COSTA, F. G. P.; GOULART, C. de C.; COSTA, J. S.; SOUZA, C. J. de; DOURADO, L. R. B.; SILVA, J. H. V. Desempenho, qualidade de ovos e análise econômica da produção de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes níveis de raspa de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 1, p. 13-18, 2009.

CURVELO, E. R.; GERALDO, A.; SILVA, L. M., SANTOS, T. A.; VIEIRA FILHO, J. A.; PINTO, E. R. A.; OLIVEIRA, M. L. R.; FERREIRA, C. B. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafraão em dietas para poedeiras semi pesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. In: II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG, 45, 2009, Bambuí. **Anais...** Campus Bambuí II: Jornada Científica, p. 22-24. 2009.

DOURADO, L. R. B.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO D. C. N. do; DORIGAM J. C.; MARCATO, S. M.; FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, n. 3, p. 875-881, 2009.

FRANCO, C. de O., FABRI, E. G., BARREIRO NETO, M. MANFIOLLI, M. H., HARDER, M. N. C., RUCKER, N. C. de A. **Urucum: sistema de produção para o Brasil**, João Pessoa: EMEPA-PB, apta, 112 p. 2008.

FREITAS, E.R. SAKOMURA, N.K.; NEME, R. SANTOS, A. L.; FERNANDES J. B. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1948-1949, 2005.

FREITAS, C. R. G.; LUDKE, M. do C. M. M.; LUDKE, J. V.; RABELLO, C. B.; NASCIMENTO, G. R. do; BARBOSA, E. N. R. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 155-163, 2008.

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. **Veterinaria e Zootecnia**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 689-697, 2009.

GOMES, F.A.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B. FILHO, J. C. S. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396-402, 2007

HARDER M.N.C.; **Efeito do urucum (Bixa orellana L.) na alteração de característica de ovos de galinhas poedeiras.** 74 p. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Brasil. 2005.

HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D. Efeito de Bixa orellana na alteração de características de ovos de galinhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1232 -1237, 2008.

HARDER, M.N.C.; SPADA, F.P.; SAVINO, V.J.M.; COELHO, A. A. D.; CORRER, E.; MARTINS, E. Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, v.30, n.2, p.507-509, 2010.

YASSIN, N.; MORAIS, A. R. de; MUNIZ, J. A.. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG: UFLA, v.26, p. 1541-1547. Edição especial. 2002.

MORARA, E. P.; CARRIJO, A. S. Desempenho de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas contendo diferentes níveis de resíduo da cultura de mandioca. **In: X Encontro de iniciação científica da UFMS**, 2009.

NERY, L. R. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

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.** 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Norte Fluminense. 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. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n. 5, p. 1525-1531, 2007.

OLIVEIRA, I. M. M. de. **Caracterização nutricional do bagaço de mandioca e sua utilização na alimentação de frangos de crescimento lento.** Araguaína, TO: Universidade Federal do Tocantins Dissertação, 2012, 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, 2012.

PELIZER, L. H.; PONTIER, M. H.; MORAIS, T. de O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Jornal Technology Management & Innovation**. vol. 1, n.1, p. 118-124, 2007.

QUEIROZ, E. A.; AGOSTINHO, T. S. P.; CALIXTO, 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. **Avisite**, Campinas, n. 24, p. 12-14, 2010.

RODRIGUES, K.F.; BEZERRA, A.V.; SILVA, G.F.; SOUSA, J.P.L. DE.; NETA, E.S.;VAZ,;R.G. Utilização do resíduo da fabricação da fécula de mandioca na alimentação de frangos do tipo caipira – label rouge. **Anais...** 45º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras MG, julho de 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; BARRETO, S. L. T. Tabelas brasileiras para. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p 2005

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. Departamento de Zootecnia. UFV. Viçosa, MG. 252p. 2011

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2ª.ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 265p. 2002.

SAKOMURA, N. K., ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v12, n.3 p.9-20, 2007.

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**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 988-994, 2006.

SOUSA, J.P.; RODRIGUES, K.F.; ALBINO, L.F.T.; SANTOS NETA, E.R.; VAZ, R.G.M.V.; PARENTE, I.P.; SILVA, G.F.; AMORIM, A.F. Bagaço de mandioca em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.4, p.1044-1053 out./dez., 2012.

SOUZA, K. M. R.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C.; FASCINA, V. B.; FALCO, A. L.; MANVAILER, G. V.; GARCIA, A. M. L. Farelo da raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de zootecnia**, vol.60, n.231, p.490, 2011.

STRADA, E. S. de O.; ABREU, R. D.; OLIVEIRA, G. J. C. de; COSTA, M. do C. M. da; CARVALHO, G. J. L. de; FRANCA, A. S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J. L. M. de. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2369–2375, 2005.