



## SEPARAÇÃO DO AMIDO DE SEMENTES DE URUCUM (*Bixa orellana* L.) DESCARTADAS PELAS INDÚSTRIAS DE CORANTES

Tatiana **Peterlini**<sup>1</sup>; João Paulo Ribeiro **Boemer**<sup>2</sup>; Cássia Regina Limonta **Carvalho**<sup>3</sup>; Natani de Paula Lima **Amaro**<sup>4</sup>; Paulo Roberto Nogueira **Carvalho**<sup>5</sup>.

Nº 20218

**RESUMO** - Anualmente, são descartadas mais de 5.000 toneladas de sementes de urucum pelas indústrias de produção de corantes, após a remoção dos pigmentos. Parte dessas sementes é utilizada como suplementação de ração animal, enquanto outra parte tem como destino aterros sanitários. Este fato proporcionou a multiplicação de estudos que buscam uma utilização mais nobre para esse subproduto, entre eles está a utilização desses grãos para a produção de amido. Contudo, nenhum desses trabalhos partiram de grãos descartados pelas indústrias de corantes que utilizam soluções alcalinas para a remoção dos pigmentos e que é o processo mais utilizados por essas indústrias. Tendo em vista a importância do reaproveitamento do subproduto gerado no processo produtivo de corantes de urucum, este projeto teve como objetivo o estabelecimento de uma tecnologia para a extração do amido, que possa ser reproduzido em escala industrial como forma de se obter uma nova fonte desse carboidrato. Todos os resultados se mostraram ineficazes para o tipo de subproduto utilizado (sementes oriundas do processo industrial de extração dos pigmentos utilizando soluções alcalinas). Os produtos obtidos apresentaram a cor marrom claro característica da participação do pericarpo das sementes no produto final.

**Palavras-chaves:** Urucum; *Bixa orellana* L.; Amido.

<sup>1</sup> Autora, Bolsista CNPq (PIBIT): Graduação em Tecnologia de Processos Químicos – FATEC, Campinas – SP.; tatiana.life@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Colaborador Bolsista CNPq (PIBIT): Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA – UNICAMP, Campinas – SP.

<sup>3</sup> Colaborador, Pesquisadora do Instituto Agrônomo. Campinas – SP.

<sup>4</sup> Colaborador, Bolsista FAPESP (TT3): Pós graduada (Mestrado) em Tecnologia de Alimentos – FEA – UNICAMP, Campinas – SP.

<sup>5</sup> Orientador: Pesquisador do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas – SP; carvalho@ital.sp.gov.br



**ABSTRACT** - Annually, more than 5,000 tons of seeds are discarded by the industries of annatto coloring production, after removing the pigments. Part of these seeds is used as animal feed supplementation, while another part is destined to landfills. This fact provided the multiplication of studies that seek a nobler application for this byproduct, among them is the use of these grains for the production of starch. However, none of these works were realized from discarded seeds by the annatto coloring industries that use alkaline solutions for the removal of pigments which is the process most used by these industries. In view of the importance of reusing the byproduct generated in the annatto coloring production process, this project aimed to establish a technology for the extraction of starch, which can be reproduced on an industrial scale as a way to obtain a new source of this carbohydrate. All results were shown to be ineffective for the type of byproduct used (seeds from the industrial pigment extraction process using alkaline solutions). The obtained products had a light brown color, characteristic of the pericarp participation of the seeds in the final product.

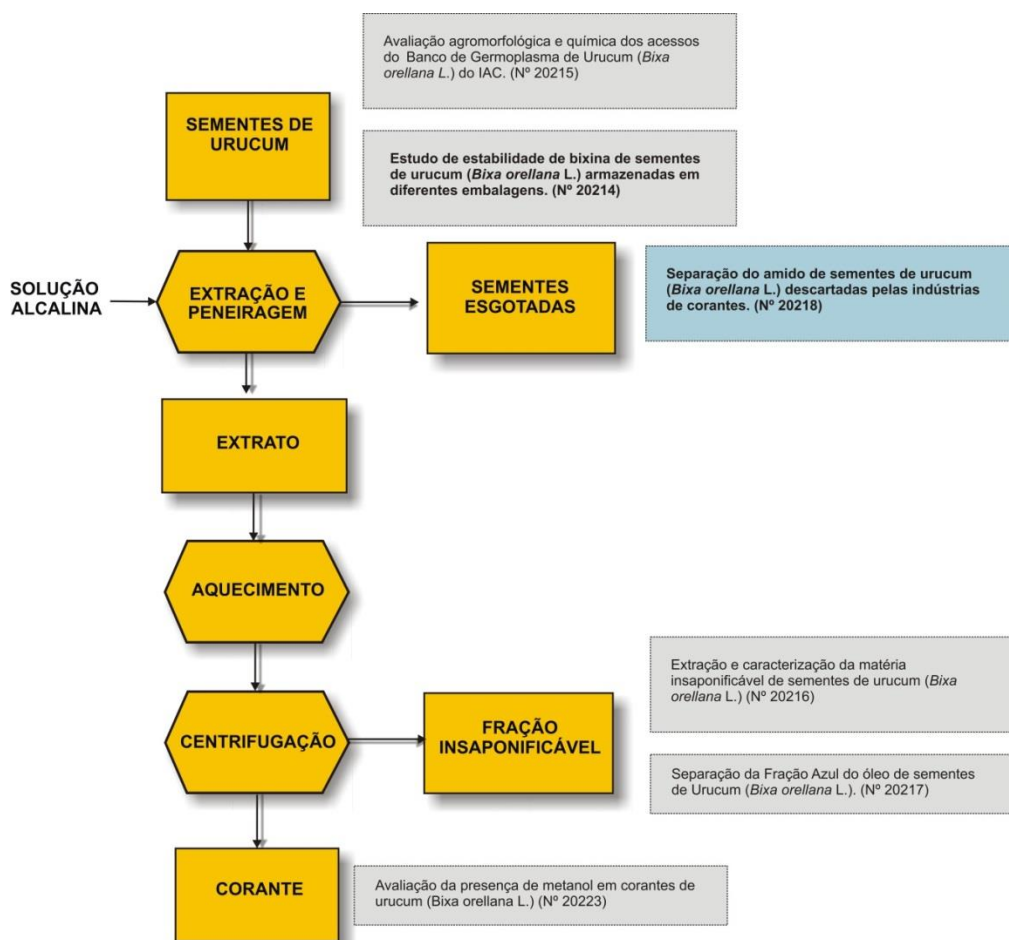
**Keywords:** Annatto; *Bixa orellana* L.; Bixin; Starch

## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte de um conjunto de projetos que tem como finalidade estabelecer tecnologias para a separação e caracterização de um grupo de substâncias com atividades fitoterápicas, presentes no material insaponificável do óleo de urucum. Entre essas substâncias destacam-se o geranilgeraniol e os tocotrienóis fitoterápicos já conhecidos e comercializados a partir de sementes de urucum e a fração de cor azul, objeto desse estudo. Para isso, as atividades necessárias para o conhecimento dos produtos e processos imprescindíveis para o estabelecimento dessa tecnologia foram divididas em projetos, onde cada um contempla a obtenção de informações importantes para o que foi proposto. A Figura 1 indica os projetos que participam desses estudos (em destaque, em azul, a contribuição do presente projeto).

Entre esses projetos destacam-se: a) o conhecimento da variação de características importantes das sementes de urucum, buscando avaliar a concentração de pigmentos e lipídios de 63 acessos urucum da coleção do IAC, localizado em Pindorama - SP e de sementes de plantações já consolidadas da região de Alta Paulista, considerada a região de maior produção dessa cultura do Estado de São Paulo [**Avaliação agromorfológica e química dos acessos do banco de germoplasma de urucum (*Bixa orellana* L.) do IAC**]; b) a avaliação da estabilidade dos pigmentos das sementes de urucum armazenadas sob vácuo, que procurou avaliar a diferença de estabilidade dos pigmentos do urucum armazenadas em embalagens tradicionais (rafia) e em

embalagens com barreira a luz, oxigênio e vapor de água [**Estudo de estabilidade de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) armazenadas em diferentes embalagens**]; c) o estudo sobre o aproveitamento das sementes descartadas pela indústria de corantes, que buscou agregar valor à produção de corante e à separação de fitoterápicos dessa cultura [**Separação do amido de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) descartadas pelas indústrias de corantes**]; d) o estudo da concentração da fração insaponificável presentes nas sementes de urucum [**Extração e caracterização da matéria insaponificável de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.)**]. e) o estabelecimento das condições para a separação da fração de coloração azul, cuja hipótese é a presença, na fração insaponificável do óleo de urucum, de derivados do azuleno, um importante anti-inflamatório de origem natural [**Separação da fração azul do óleo de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.)**]; f) a avaliação da presença de metanol em corantes produzidos pela tecnologia de extração de corantes que contempla a separação da fração insaponificável [**Avaliação da presença de metanol em corantes de urucum (*Bixa orellana* L.)**]



**Figura 1.** Localização da contribuição dos diferentes estudos no processo de separação da Fração Azul do óleo de urucum. Trabalhos apresentados no 14º Congresso de Iniciação Científica (CIIC 2020).



O urucum (*Bixa orellana* L.), também conhecido como urucu, açafrão, açafroa e açafroeira-da-terra, é um fruto considerado nativo do Brasil, cujas sementes possuem um pigmento vermelho de grande importância para a indústria de alimentos. Seu uso se dá desde os tempos mais remotos, quando habitantes da América Central e do Sul usavam os pigmentos de urucum como tinta para artefatos e pinturas corporais (Almeida, 1931). Os Maias e os Astecas usavam os pigmentos das sementes de urucum para colorir tecidos, o corpo e na formulação de uma bebida feitas com cacau que simulava o sangue humano em seus rituais (Patino, 1967). A primeira citação à planta no Brasil foi atribuída a Pero Vaz de Caminha em sua carta destinada a D. Manuel, rei de Portugal, relatando a descoberta do Brasil (Carvalho, 1989).

As sementes de urucum é a matéria-prima para a obtenção dos pigmentos corantes bixina, norbixina e o norbixinato (um sal de sódio ou potássio da norbixina obtido pela extração dos pigmentos com solventes alcalinos). A bixina representa cerca de 80% dos carotenoides presentes nas sementes de urucum e sua concentração varia de acordo com a, variedade da planta, clima, tratos culturais e até mesmo a maturação das sementes (Dornelas *et al.*, 2015 ; Mantovani *et al.*, 2013). O corante obtido a partir do urucum é utilizado em indústrias de alimentos, cosméticos, farmacêuticas e têxteis. Na culinária Brasileira o urucum é utilizado no preparo de uma especiaria amplamente empregada em diversos pratos típicos, denominada colorau (Anselmo *et al.*, 2008; Valerio *et al.*, 2015).

Além do corante, principal produto obtido do urucum, suas sementes apresentam várias outras substâncias de interesses fitoterápicos e nutricional. Carvalho *et al.*, (1991) apresentaram a composição centesimal das sementes e do arilo do urucum (Tabela 1). Nessa avaliação ficou demonstrado que o material que compõe o arilo desses grãos, onde estão presentes os pigmentos, representam menos que 10% da massa da semente, restando outros 90% que não participam dos corantes produzidos por essa matéria-prima.

**Tabela 1.** Composição centesimal da semente de urucum sem o arilo e do arilo separado mecanicamente.

Composição	Semente <sup>1</sup>	Arilo
Umidade (g/100g)	9,8	3,5
Cinzas (g/100g)	4,6	2,0
Proteína bruta (%N x 6,25) (g/100g)	10,8	2,5
Extrato etéreo (g/100g)	4,8	30,0
Carboidratos totais (g/100g)	70,0	32,0
Bixina <sup>2</sup> (g/100g)		30,0

<sup>1</sup> Semente sem arilo; <sup>2</sup> Carotenoides totais expressos como bixina.



O Brasil produz anualmente mais de 10.000 toneladas de sementes de urucum. Dessa produção aproximadamente 70% (7.000 toneladas) são destinadas à extração do corante por tecnologias que resultam no descarte de aproximadamente 90% da matéria prima que entra no processo. Esse subproduto (sementes sem o pigmento) apresenta uma boa composição nutricional. Análises desses grãos indicam que eles contêm 11,50% de proteína, 6,74% de umidade, 5,22% de cinzas, 2,22% de lipídios, 28,45% de fibras e 42,19% de carboidratos totais (Carvalho, 2018; Valerio *et al.*, 2015).

As sementes esgotadas, resultantes do processo para obtenção do corante são utilizadas como alimentação animal. Artigos publicados citam a alimentação de aves onde o pigmento residual é utilizado para melhorar a coloração das gemas de ovos, um critério de qualidade importante para esses produtos. Os pigmentos carotenoides não são sintetizados pelas aves e, portanto, devem ser incorporados nas rações. Aves alimentadas com rações provenientes de produtos pobres em pigmentos, como sorgo, mandioca e arroz tendem a deixar a gema do ovo com uma cor pálida, diminuindo a qualidade e a aparência desses produtos (Silva *et al.*, 2005).

Alguns trabalhos abordam seu uso na alimentação de outros animais, como caprinos (Moraes, 2007), suínos (Utiyama, 2001 e Kill *et al.*, 2005), ovinos (Clementino *et al.* 2005 e 2006) e bovinos (Tonani, 2000).

Além da alimentação animal, as sementes de urucum se mostram promissoras para utilização na dieta humana devido a sua composição centesimal rica em determinados componentes como os carboidratos. Os carboidratos possuem uma papel importante na dieta, fornecendo energia ao corpo humano (cada 1g de carboidrato pode fornecer 4 kcal às células do corpo). Entre as substâncias presentes nas sementes de urucum, o amido é considerado o principal carboidrato presentes nesses grãos, com uma concentração que pode chegar a 30% (Brito *et al.*, 2015; Valério *et al.*, 2015).

As principais fontes de amido para a alimentação humana são os cereais, como o milho e o trigo e tubérculos e raízes como batata e mandioca. Os amidos são utilizados para a produção de xaropes, agentes espessantes e como substitutos de gordura. Eles são utilizados na fabricação de papel, nas indústrias têxtil, farmacêutica, cosmética, em embalagens e na fabricação do aço, entre outros (Whistler e Paschall, 1965; Finch, 1989; Whistler, *et al.*, 2009; Bertolini, 2010).

Estudos indicam o amido poderá ser consumido como fonte de liberação lenta de glicose, essencial para o cérebro, retina, labirinto e sistema nervoso, não havendo excesso de glicose nos



vasos sanguíneos, reduzindo a conversão de ácidos graxos que são prejudiciais ao corpo humano (Schimele, *et al.*, 2019).

Os métodos de extração de amido foram bem estabelecidos para cereais e raízes comerciais devendo ser adaptados às novas fontes, como folhas, frutas, rizomas, caules, leguminosas, nozes e brotos de plantas. A seleção do método de extração depende de fatores como origem, localização da planta, presença de nutrientes, perecibilidade após a colheita, podendo variar de processos físicos ao uso de reagentes e enzimas. A separação baseia-se no fato de o amido ser insolúvel em água fria e ter uma densidade próxima de  $1,5 \text{ g mL}^{-1}$ , o que garante sua decantação em água.

Zabot *et al.*, (2018), realizaram um estudo sobre propriedades físico-químicas e morfológicas do amido obtido a partir de sementes de urucum. Segundo os autores, após comparação com um amido de milho comercial, esse novo produto apresentou características promissoras como: um teor de amilose (24%), semelhante ao amido de milho, partículas finas e de forma esférica, um padrão típico tipo A cristalino com picos bem definidos, estabilidade térmica e baixa perda de massa (<10%) quando aquecido até  $130^\circ \text{C}$ , indicando um produto com pico de viscosidade maior que o amido de milho.

Tendo em vista a grande quantidade de sementes esgotadas geradas como subproduto das indústrias de corantes de urucum e a qualidade nutricional das mesmas, esse projeto teve como objetivo o desenvolvimento de estudos que visam o estabelecimento uma tecnologia para obtenção do amido das sementes esgotadas do urucum.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Matéria-prima**

As sementes de urucum despigmentadas (após a extração dos pigmentos) foram obtidas junto a uma indústria de corantes da região de Americana-SP. As sementes obtidas foram caracterizadas quanto a umidade, pH e concentração de carotenóides totais expressos como bixina e mantidas refrigeradas a  $-20^\circ \text{C}$  para evitar a formação de fungos.

### **2.2 Métodos analíticos**

#### **2.2.1 Análise de carotenoides totais expressos como bixina**

As determinações dos carotenoides totais expressos em bixina foram realizadas segundo Carvalho *et al.*, (2010). Essa metodologia tem como princípio a extração da bixina por meio de solução alcalina, diluição da amostra com solução de hidróxido de potássio 0,5% e leitura da





absorbância em espectrofotômetro à 453 nm e quantificação utilizando um coeficiente de absorção igual a 2850.

### 2.2.2 Análise de umidade

A determinação de umidade foi feita com base no método descrito por Bezerra *et al.*, (2019), onde as sementes foram secas em estufa ventilada a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 12 horas, até peso constante. A umidade das sementes é calculada pela diferença entre as massas das amostras antes e após a secagem.

### 2.2.2 Análise de cor

As amostras foram analisadas em Colorímetro marca CHROMA METER (KONICA MINOLTA), modelo CR-410, utilizando as coordenadas da escala CIE L \*, a \*, b \*. A cor foi expressa como diferença de cor ( $\Delta E^*$ ).

## 2.3 Separação de amido

A extração separação e purificação do amido das sementes de urucum tem como principal obstáculo, o pericarpo escuro que a recobre a semente e que apresenta comportamento similar ao amido. Esse pericarpo acarreta uma coloração escura no material extraído e deve ser separado antes dos processos de purificação do amido.

Foram realizados estudos para o clareamento das sementes de urucum por processos químicos e físicos, conforme descritos a seguir.

### 2.3.1 Separação de amido (Método 1)

O primeiro estudo para a separação do amido procurou seguir o processo descrito por Zabot *et al.* (2019), que utilizou sementes desengorduradas e despigmentadas por uma tecnologia que utiliza fluído supercrítico. Nesse estudo foi utilizado um sistema de moagem até uma granulometria inferior a 88 mesh e decantação em solução aquosa de metabissulfito a uma concentração de 500mg/L para a despigmentação completa das sementes.

Para esse estudo foi utilizado um planejamento com base em um delineamento composto central rotacional com 4 repetições do ponto central, totalizando 16 ensaios. Os ensaios foram conduzidos com uma amostra de 100g de semente de urucum foram submersas em 200 mL de solução de metabissulfito de sódio. Os fatores estudados foram: tempo (8, 16 e 24 horas), temperatura ( $25^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$  e  $75^{\circ}\text{C}$ ) e concentrações de metabissulfito de sódio (500 ppm, 1000 ppm e 1500 ppm).

### 2.3.2 Separação de amido (Método 2)

O segundo processo foi o estudo da extração do pericarpo por agitação mecânica com solução aquosa alcalina. Para isso foram conduzidos três estudos: a) 100g de uma amostra de sementes despigmentadas foram submetidas a agitação mecânica por 15 minutos a 800 rpm em um agitador marca IKA, modelo RW20DMZ, com 200mL solução aquosa de Hidróxido de Potássio 3% a 50°C, para a completa despigmentação dos grãos. Em seguida as sementes foram lavadas com água e secas em estufa ventilada a uma temperatura de 50°C por 24 horas; b) o processo anterior foi repetido com uma solução de KOH a 60°C e com agitação de 600 rpm (para evitar a quebra de sementes observadas no primeiro ensaio) e lavagem das sementes com uma solução de metabissulfito de sódio (500ppm); c) o processo foi repetido alterando o tempo de agitação para 20 minutos a 600 rpm e lavagem com água.

### 2.3.3 Separação de amido (Método 3)

O processo de separação do pericarpo foi também tentado por meio físico, com a utilização de despoldadeiras de haste de aço e com escovas de nylon.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a caracterização das sementes despigmentadas utilizadas nesse estudo. O resultado de pigmentos das sementes descartadas foi considerado muito alto, indicando um baixo rendimento do processo de extração da unidade industrial que forneceu as sementes ou uma amostragem inadequada das sementes enviadas para esse estudo. O valor (em base úmida) considerado adequado deve ser inferior a 0,1g/100g. Nesse caso o valor de 1,72 pode ser muito elevado, fazendo com que fosse necessário uma despigmentação complementar para a realização dos estudos conduzidos por esse projeto.

**Tabela 2.** Caracterização das sementes despigmentadas utilizadas nesse estudo.

Amostra	Umidade (g/100g) <sup>2</sup>	Bixina <sup>1</sup> (g/100g) <sup>2</sup>	pH
Semente descartada	51,07 (0,51)	3,51 (0,20)	7,21

<sup>1</sup>Carotenóides totais expressos como bixina; <sup>2</sup>Média aritmética de, no mínimo, duas repetições analíticas simultâneas e independentes e estimativa de desvio padrão.

A Tabela 3 apresenta os resultados observados no delineamento composto rotacional conduzido para a despigmentação das sementes (Método 1).



**Tabela 3** Resultados do delineamento composto central rotacional utilizado para a despigmentação das sementes.

Teste	[MBNa] (mg/L)	T (°C)	t (Min)	Análise de cor		
				L*	a*	b*
1	500	25	16	23,15	6,18	4,01
2	1500	25	16	23,94	8,32	5,93
3	500	75	16	20,87	4,26	1,47
4	1500	75	16	22,62	6,78	3,52
5	500	50	8	22,91	5,94	3,34
6	1500	50	8	23,99	8,32	5,40
7	500	50	24	22,66	5,34	2,99
8	1500	50	24	24,42	8,80	6,28
9	1000	25	8	23,06	5,89	3,38
10	1000	75	8	22,77	7,69	4,38
11	1000	25	24	23,94	8,20	5,69
12	1000	75	24	21,39	4,48	1,73
13	1000	50	16	23,61	7,67	4,57
14	1000	50	16	23,51	6,00	3,46
15	1000	50	16	23,74	7,98	5,02
16	1000	50	16	23,72	6,94	3,93

Os resultados são médias aritméticas de 10 leituras de uma mesma amostra; [MBNa] = Concentração de metabissulfito de sódio; T = Temperatura; t = Tempo (minutos). L\*, a\* e b\* = Resultados da análise de cor pelo sistema CIE L\* a\* b\*.

A análise de variância do planejamento realizado, utilizando como parâmetro o fator a\* (CIE L\*, a\*, b\*), que representa a variação da cor vermelha predominante no material do estudado, indicou uma regressão não significativa, ou seja, não houve a variação na coloração das sementes em função das condições estudadas. Isso pode ser explicado pela elevada concentração de pigmentos residuais nas sementes utilizadas ou a diferença de características entre as sementes obtidas pelo processo de extração com fluido supercrítico e por soluções alcalinas, que se caracteriza por uma elevada umidade (superior a 50%).

Quando se utilizou a agitação mecânica das sementes em solução alcalina, os resultados foram mais promissores, mas não houve a remoção completa do pericarpo das sementes como pode ser observado na Figura 2. Os melhores resultados foram obtidos utilizando uma menor rotação (600rpm) e lavagem com água.



**Figura 2.** Sementes obtidas com o sistema de agitação mecânica com solução aquosa de hidróxido de potássio com uma concentração de 3% a uma temperatura de 60°C, por 15 minutos.

A utilização das despoldadeiras com haste de aço e de nylon para a remoção do pericarpo também não apresentou os resultados desejados. Nesse estudo observou-se que os pericarpos das sementes resistiam ao sistema de abrasão utilizado, permanecendo na maior parte das sementes submetidas a esses processos.

#### 4 CONCLUSÃO

Os estudos para a extração direta do amido das sementes de urucum despigmentadas, por moagem e clareamento químico com solução de metabissulfito de sódio e o processo de eliminação do pericarpo das sementes de urucum por processos físico-químicos com agitação com solução alcalina a quente e o uso de despoldadeiras, para a posterior extração do amido, mostraram-se ineficazes para o tipo de subproduto utilizado (sementes oriundas do processo industrial de extração dos pigmentos utilizando soluções alcalinas). Todos os produtos obtidos apresentaram a cor marrom clara característica da participação do pericarpo das sementes no produto final. Esse estudo deverá ser continuado buscando a separação do amido das sementes por outros métodos e sua utilização na alimentação humana.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.



## 6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. O. A ação protectora do Urucú. **Bol. Mus. Nac. Rio de Janeiro**. v. 3, n. 1, p. 3-8, 1931.
- ANSELMO, G. C. S.; MATA, M. E. R. M. C.; RODRIGUES, E. Comportamento higroscópico do extrato seco do urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciênc. Agrotecnol.** v. 32, n. 6, p. 1888-1892, 2008.
- BERTOLINI, A.C. **Starches: Characterization, Properties, and Applications**. TAYLOR e FRANCIS (Ed.) 2010. 276p.
- BEZERRA, B. M. A.; TAVARES, P. E. R.; SILVA, M. G.; CARVALHO, P. R. N. Colorau 100% urucum. In: **Anais do 13º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2019**. Campinas – SP. 12p.
- BRITO, J. G.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; OLIVEIRA, A. S. Armazenamento de grãos residuais de urucum sob atmosfera controlada. **Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.** v. 19, n. 12, p. 1185-1191, 2015.
- CARVALHO, P. R. N. **Urucum, situação atual e perspectivas**. In: [www.ourucum.com.br](http://www.ourucum.com.br). Março de 2018. Disponível em [https://docs.wixstatic.com/ugd/413a1a\\_8b6dbf6ffcc94fb0b3964332\\_20a58240.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/413a1a_8b6dbf6ffcc94fb0b3964332_20a58240.pdf). Acessado em 15/06/2020.
- CARVALHO, P. R. N.; CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B. Estudo da composição de sementes, cachopas, folhas e galhos do urucum (*Bixa orellana* L.) In: **Anais do Seminário de Corantes Naturais para Alimentos – I Simpósio Internacional de Urucum**. ITAL, Campinas, 1991, 321p.
- CARVALHO, P. R. N.; HEIN, M. Urucum – Uma fonte de corante natural. **Colet. Ital.** v.19, n. 1, p. 25 – 33, 1989.
- CARVALHO, P. R. N.; SILVA, M. G.; FABRI, E. G.; TAVARES, P. E. R.; MARTINS, A. L. M.; SPATTI, L. R. Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agrônomo (IAC). **Bragantia**. v. 69, n. 3, p. 519-524, 2010.
- CLEMENTINO, R. H. NEIVA, J. N. M.; CAVALCANTE, M. A. B.; CARVALHO, F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; TELLES, M. M.; LIMA, D. M. Consumo e digestibilidade da matéria seca em dietas de ovinos com diferentes níveis dos subprodutos agroindustriais da banana (*Musa parasidiaca*) e do urucum (*Bixa orellana*). In: **Anais da 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Goiânia, GO. 2005.
- CLEMENTINO, R. H. NEIVA, J. N. M.; CAVALCANTE, M. A. B.; CARVALHO, F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; ROSA, P. R.; MENESES, A. J. G. Consumo de nutrientes de ovinos recebendo dietas contendo níveis diferentes de subproduto de urucum. In: **Anais da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. João Pessoa, PB. 2006
- DORNELAS, C. S. M.; ALMEIDA, A.; FIGUEIREDO NETO, A.; SOUSA, D. M. M.; EVANGELISTA, A. P. Desenvolvimento na maturação de frutos e sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.). **Scientia Plena**, v. 11, n.1, p.1-8, 2015.
- FINCH, C. O. Modified Starches: Properties and Uses. **British Pol. J.** , v. 21, n. 1, 1989.
- KILL, J. L.; SILVEIRA, E. R.; SILVA, F. C. O.; HAESE, D.; BUNSEN, S.; BELISÁRIO, J. A.; LOPES, T. B. V. Valor nutritivo de sementes processadas de urucum para suínos em crescimento. In: **Anais do 15º Congresso Brasileiro de Zootecnia - Zootec '2005**. Campo Grande, MS, 2005.
- MANTOVANI, N. C.; GRANDO, M. F.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p.355-362. 2013.
- MORAES, S. A. **Subproduto da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2007, 46p.



PATINO, V. M. Plantas cultivadas em America Equinoccial. **Imprenta Departamental de Cali**, Colômbia. v. 3, p. 210-213, 1967 - In: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/pad/pad2a.htm> - Acessado em 15/06/20.

SCHIMIELE, M., SAMPAIO, U. M., CLERICI, M.T.P.S.. **Basic Principles: Composition and Properties of Starch**. 2019.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G. Efeitos da inclusão do resíduo das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para frangos de corte: desempenho e características da carcaça. **Rev. Bras. Zootec.** v. 24, n. 5, p. 1606-16013, 2005.

TONANI, F. L.; RUGGIERI, A. C.; GUIM, A. ANDRADE, P. QUEIROZ, A. C.; SANTOS, H. Q.; MALHEIROS, E. B. Avaliação nutricional do resíduo de urucum (*Bixa orellana*, L.), após a extração do corante. **Ars. Vet.** v. 16, n. 2, p. 118-121, 2000.

UTIYAMA, C. E. **Utilização de resíduo de sementes processadas de urucum (*Bixa orellana* L.) na alimentação de suínos em crescimento**. Tese (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP. 2001, 43p.

VALÉRIO, M. A.; RAMOS, M. I. L.; BRAGA NETO, J. A.; MACEDO, M. L. R. Annatto seed residue (*Bixa orellana* L.): nutritional quality. **Food Sci. Technol.** v. 35, n. 2, p. 326-330, 2015.

WHISTLER, R.L., PASCHALL, E.F. **Starch Chemistry and Technology**, Starch. V. 19, n.1, 1967.

WHISTLER, R.L.; JAMES N, B.; EUGENE, F. P. **Starch: Chemistry and Technology**, 1984. 720p.

ZABOT, G. L.; SILVA, E. K.; EMERICK, L. B.; FELISBERTO, M. H. F.; CLERICI, M. T. P. S.; MEIRELES, M. A. Physicochemical, morphological, thermal and pasting properties of a novel native starch obtained from annatto seeds. **Food Hydrocolloids**, v. 89, p. 321-329, 2019.