



AVALIAÇÃO AGROMORFOLÓGICA E QUÍMICA DOS ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE URUCUM (*BIXA ORELLANA* L.) DO IAC

João Victor Silva de **Oliveira**¹; Eliane Gomes **Fabri**²; Mônica Helena Martins³; Natani de Paula Lima **Amaro**⁴; Paulo Roberto Nogueira **Carvalho**⁵.

Nº 20215

RESUMO - O urucum é uma planta que produz sementes com pigmentos de grande interesse para as indústrias de alimentos, farmacêuticas e de cosméticos. A importância do urucum e seus componentes fez com que as últimas décadas fossem marcadas por vários estudos visando o melhoramento genético com objetivo de obter maior produtividade e principalmente aumentar o teor de pigmentos de suas sementes. Como resultado desses estudos, essa cultura alcança índices de produtividade superior a 1500 kg de sementes por hectare com concentrações de pigmentos superiores a 6 g/100g. Além disso, a descoberta de substâncias com propriedades fitoterápicas nos grãos do urucum está dando um novo impulso a essa cultura. O objetivo desse trabalho foi avaliar os acessos do banco de germoplasma de urucum do Instituto Agrônomo (IAC), localizado no município de Pindorama-SP e de sete amostras de plantações consolidadas localizadas nos municípios de São João do Pau D'Alho, Monte Castelo e Tupi Paulista, pertencentes à região de Dracena-SP. As amostras foram analisadas quanto à concentração de carotenoides totais expressos como bixina, umidade e lipídios. Os resultados variaram de 2,78 a 16,69g/100g, 1,98 a 5,29g/100g e 1,81 a 6,82g/100g para umidade, carotenoides totais expressos como bixina e lipídios, respectivamente.

Palavras-chaves: Urucum; *Bixa orellana* L.; Bixina; Lipídios.

¹ Colaborador, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Tecnologia em Processos Químicos – FATEC, Campinas – SP. joaovictoroliveira203@gmail.com

² Colaboradora, Pesquisadora do Instituto Agrônomo, Campinas – SP.

³ Colaboradora, Bolsista Fapesp - Engenheira Agrônoma – Polo Regional Centro Norte, Pindorama – SP.

⁴ Colaboradora, Bolsista FAPESP (TT3): Pós graduada (Mestrado) em Tecnologia de Alimentos – FEA – UNICAMP, Campinas – SP.

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



ABSTRACT – *Annatto* is a plant that have seeds with pigments of rather interest for food, pharmaceutical and cosmetics industries. The importance of annatto and annatto's components have been marked in the last decades by several studies as an objective of get higher productivity and increase pigment content of seeds. This culture has a productivity rate above 1500 kg per hectare of seeds and pigment concentrations upwards of 6g /100g. The aim of the present study was to evaluate the genetic diversity of accessions from the annatto germplasm bank at the Agronomic Institute (IAC) located in the municipality of Pindorama-SP and seven samples of consolidated plantations located in the municipality of São João do Pau D'algo, Monte Castelo e Tupi Paulista, Dracena-SP. The concentrations of moisture, bixin and lipids were analyzed and ranged from 2,78 to 16,69g /100g, 1,98 to 5,29g/100g and 1,81 to 6,82g /100g, respectively.

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

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 Dracena - SP, 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.)**];

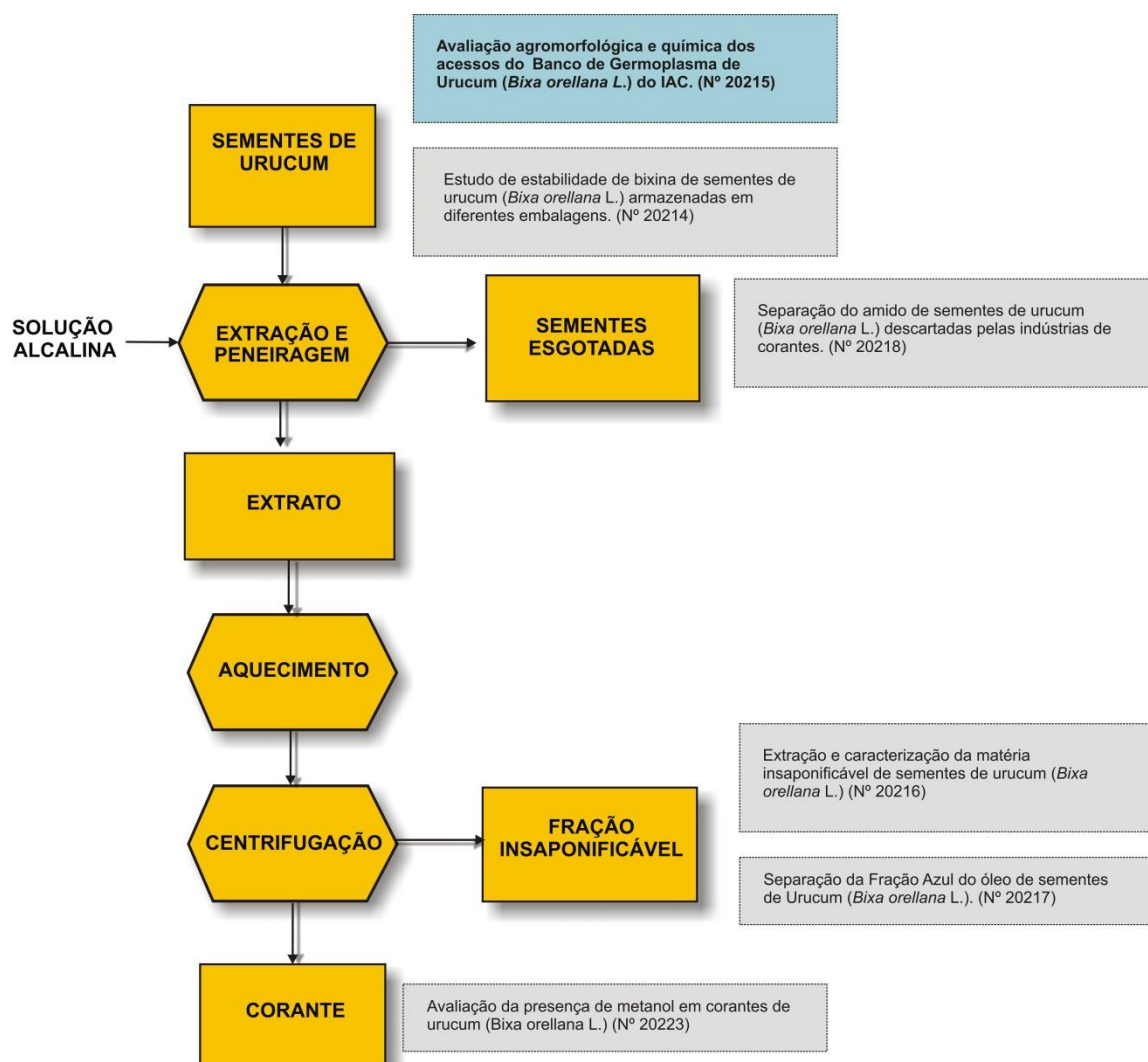


Figura 1. Localização da contribuição dos diferentes estudos no processo de separação da Fração Azul do óleo de urucum. Trabalhos apresentados no 14º Congresso de Iniciação Científica (CIIC 2020).



O urucum tem origem na língua Tupi-Guarani e seu nome científico *Bixa orellana* L. foi dado em homenagem a Francisco de Orellana (1490-1546), o primeiro explorador espanhol a navegar o rio Amazonas. Essa planta é conhecida por vários nomes graças a sua ampla distribuição geográfica, na Espanha ele é conhecido como achiote ou bija, na França, rocouyer e nos Estados Unidos, annatto (Carvalho, 2017).

Em algumas culturas, a semente de urucum era e é utilizada como corante para tingimentos de artefatos, enfeites de guerra, vestimentas e pintura corporal, como os indígenas da América do Sul (Carvalho, 2017).

Esta espécie possui sementes que apresentam em sua superfície, um arilo contendo além de um pigmento vermelho bastante conhecido, diversas outras substâncias. Este arilo representa em torno de 5% a 10% do peso das sementes, dos quais 30% são representados como bixina. Os 70% restantes são representados por carboidratos (32%), lipídios (30%), umidade (3,5%), proteínas (2,5%) e cinzas (2,0%) (Dequigiovani *et al.*, 2017).

O principal carotenoide presente nas sementes de urucum é a cis-bixina, um éster monometílico de um ácido dicarboxílico denominado norbixina (Dequigiovani *et al.*, 2017). Esse composto apresenta a fórmula estrutural metil, hidrogênio 9'-cis-6,6'-diapocaroteno-6,6'-dioato. Devido sua pigmentação característica, esse corante é amplamente utilizado para a coloração de alimentos. Um dos produtos mais conhecidos do urucum é o colorau, um condimento muito utilizado nas cozinhas brasileiras (Valerio *et al.*, 2015). A concentração de carotenoides nas sementes de urucum geralmente varia de 2,00g a 7,31g, segundo estudo realizado por Dequigiovani *et al.*, (2017).

Além dos pigmentos as sementes contêm outras substâncias importantes por possuírem propriedades farmacológicas como o geranilgeraniol e os tocotrienóis. O geranilgeraniol é um álcool diterpeno de cadeia linear e de ocorrência natural, solúvel em solventes orgânicos, tais como clorofórmio, acetona e álcool. Sua fórmula estrutural é descrita como all trans-3, 7, 11, 15-tetrametilhexadecatetra-2, 6, 10, 14-em-1-ol, possui uma massa molecular de 290, ponto de ebulição de 390°C a 760 mmHg e densidade de 0,88 g/ml (Carvalho, 2017). Esse composto é um importante intermediário da biosíntese da vitamina K, dos tocoferóis, de diversos hormônios e de carotenoides (Dequigiovani *et al.*, 2017). Na literatura, o geranilgeraniol é citado como um importante aliado no tratamento de diversos tipos de câncer (Myers *et al.*, 1997; Fisher *et al.*, 1999; Virtaten *et al.*, 2002; Espindola, 2005). Dequigiovani *et al.*, (2017) estudando a semente de urucum de diversos acessos encontraram concentrações de geranilgeraniol entre 0,49 a 2,61g (100 g)⁻¹.



Os tocotrienóis são substâncias que apresentam uma elevada atividade antioxidante e atividade vitamínica E, além de serem neuro-protetivos, anti-câncer e promoverem a redução do colesterol (Tan e Mueller, 2008; Chao *et al.*, 2002; Naito *et al.*, 2005; Sen *et al.*, 2007). Essas substâncias são constituídas de estruturas isoprênicas, com um anel cromanol e uma cadeia lateral com 16 átomos de carbono. No urucum, são encontrados principalmente na forma de γ e δ -tocotrienol, sendo que o δ -tocotrienol é predominante, representando cerca de 90% das estereoformas presentes (Carvalho *et al.*, 2017). Segundo Tan e Foley (2002), a semente de urucum apresenta o tocotrienol em maior proporção em relação ao tocoferol, tornando-a uma matéria prima de grande interesse, principalmente para indústrias farmacêuticas.

De acordo com Dequigiovani *et al.*, (2017) o teor de lipídeos das sementes de urucum pode variar de 2,14 a 7,11 g (100g)⁻¹ e seus ácidos graxos predominantes são: linoleico, palmítico, oleico e esteárico, representando cerca de 19,5 g (100g)⁻¹, 15,5 g (100g)⁻¹, 8,1 g (100g)⁻¹ e 7,1 g (100g)⁻¹, respectivamente (Matos *et al.*, 1992).

A importância dos componentes das sementes do urucum, fez com que as últimas décadas fossem marcadas pelo melhoramento genético dessa cultura com objetivo de obter maior produtividade, que já supera 1.500kg ha⁻¹ e, principalmente, maior teor de pigmentos, que já alcança valores superiores a 5g por 100 g de sementes (Carvalho *et al.*, 2010).

Atualmente o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de corante natural a partir da semente de urucum, seguido por Peru e Quênia. (Dequigiovani *et al.*, 2017). No Brasil o urucum é cultivado em várias regiões, como os Estados de São Paulo, Rondônia e Pará.

O Instituto Agrônomo mantém no Polo Regional Centro Norte da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, no município de Pindorama, um banco de germoplasma com mais de 60 acessos oriundos das mais variadas regiões do país. Esse projeto teve como objetivo avaliar esses acessos quanto à concentração de pigmentos e de lipídios de suas sementes, procurando correlacionar com a produtividade média dos acessos estudados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

As amostras de sementes de urucum utilizadas nesse estudo, foram provenientes do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo (IAC) da safra do ano de 2019. Foram avaliadas 57 amostras de sementes de acessos do banco de germoplasma, e de sete amostras de sementes de cinco plantações consolidadas da região de Dracena, considerada a principal região produtora de urucum do estado de São Paulo.



As amostras de sementes de urucum do banco de germoplasma foram coletadas, secas no local do plantio, acondicionadas em potes plásticos e identificadas internamente por uma numeração sequencial de A01 a A63. Em seguida foram encaminhadas para o laboratório de corantes do ITAL onde foram envasadas a vácuo em embalagem metalizada e armazenadas sob refrigeração (-20°C) até o momento das análises. Seis amostras foram descartadas por causa da presença de fungos.

As sete amostras de urucum de plantações consolidadas, representando a safra de 2019 foram coletadas e secas no local do plantio. Cada amostra foi acondicionada em um pote de vidro, recoberto com papel alumínio, identificada com o nome do produtor e encaminhada ao laboratório de corantes do ITAL, onde foram armazenadas sob refrigeração (-20°C) até o momento das análises. A Tabela 1 apresenta a identificação das amostras das plantações consolidadas utilizadas nesse estudo.

Tabela 1. Identificação das sementes de urucum de plantações consolidadas estudadas nesse projeto.

Amostra	Variedade	Proprietário	Colheita
1	Carequinha	Jesus Costa	26/08/2019
2	Piave Verde	Alcenir Ungari	16/08/2019
3	Piave Verde Limão	Alcenir Ungari	16/08/2019
4	Anão	José Adelson	22/08/2019
5	Carequinha	Olivio Costa	26/08/2019
6	Carequinha Gigante	José Fernandes	22/07/2019
7	Carequinha	Jesus Costa	06/09/2019

2.2 Métodos analíticos

2.2.1 Análise de carotenoides totais expressos como bixina

As determinações dos carotenóides totais expressos em bixina foram realizadas segundo Carvalho *et al.*, (2010). que tem como princípio a extração e saponificação da bixina em sal de norbixina com solução alcalina de óleo de mamona e posterior diluição dos pigmentos com solução aquosa de NaOH 0,5%(m/v). O sal da norbixina foi quantificado por espectrofotometria a um comprimento de onda igual a 453 nm utilizando um coeficiente de absorção de 2.850.

2.2.2 Análise de umidade

A umidade das sementes foi determinada por gravimetria até eliminação da água por aquecimento em estufa a temperatura 110°C ± 5°C, até peso constante, conforme descrito por Bezerra *et al.*, 2019. A umidade foi calculada pela diferença entre a massa inicial e final.



2.2.3 Análise de lipídios

A determinação dos lipídios teve como base o método 2006.06 descrito pela AOAC (Horwitz, 2005), que tem como princípio a extração de substâncias solúveis em hexano a quente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises de umidade, carotenoides totais expressos como bixina e lipídios nas amostras de sementes de urucum provenientes do banco de germoplasma do IAC. A Tabela 3 apresenta os resultados das análises de umidade, carotenoides totais expressos como bixina e lipídios nas amostras provenientes das plantações consolidadas da Região de Dracena-SP.

Tabela 2. Resultados das análises de umidade, carotenoides totais expressos como bixina e lipídios nas amostras de sementes de urucum provenientes do banco de germoplasma do IAC.

Amostras	Umidade (g/100g) ¹		s ²	SK ³	Bixina ^{4,5} (g/100g) ¹		s ²	SK ³	Lipídios ⁴ (g/100g) ¹		s ²	SK ³
1	11,51	±	0,38	d	3,96	±	0,11	d	2,46	±	0,07	i
2	10,22	±	0,51	e	3,38	±	0,03	f	3,48	±	0,05	f
3	7,30	±	0,23	g	2,35	±	0,08	h	2,41	±	0,02	i
4	7,58	±	2,53	g	2,36	±	0,13	h	3,51	±	0,26	f
5	8,22	±	0,02	f	2,46	±	0,06	h	2,38	±	0,05	i
6	7,85	±	0,13	g	2,36	±	0,06	h	2,31	±	0,06	i
7	8,91	±	0,98	f	2,38	±	0,06	h	2,83	±	0,02	h
8	2,78	±	0,23	h	2,03	±	0,01	i	2,31	±	0,18	i
9	8,21	±	0,18	f	2,13	±	0,05	i	2,97	±	0,03	h
10	7,12	±	0,77	g	2,52	±	0,09	h	3,18	±	0,03	g
11	7,72	±	0,28	g	2,59	±	0,01	h	3,01	±	0,03	h
12	6,43	±	0,14	g	3,79	±	0,07	e	3,58	±	0,06	f
13	8,13	±	0,24	f	2,57	±	0,11	h	4,04	±	0,30	e
14	8,33	±	0,15	f	3,43	±	0,11	f	3,21	±	0,21	g
15	9,31	±	0,97	e	2,05	±	0,03	i	3,13	±	0,06	g
16	9,76	±	0,25	e	2,45	±	0,01	h	3,17	±	0,19	g
17	8,93	±	0,34	f	2,42	±	0,04	h	4,32	±	0,89	d
18	8,34	±	0,03	f	3,52	±	0,09	e	2,82	±	0,05	h

Continua



Tabela 2. Continuação.

19	7,99	±	0,09	g	3,18	±	0,09	f	2,96	±	0,02	h
20	8,16	±	0,28	f	2,83	±	0,10	g	3,10	±	0,02	g
21	8,86	±	0,11	f	2,83	±	0,01	g	2,71	±	0,02	h
22	7,02	±	0,26	g	3,64	±	0,01	e	2,56	±	0,06	i
23	7,93	±	0,03	g	4,48	±	0,10	c	3,01	±	0,10	h
24	7,16	±	0,39	g	2,02	±	0,07	i	1,81	±	0,16	j
25	7,79	±	0,09	g	2,96	±	0,74	g	3,45	±	0,35	f
26	6,62	±	0,03	g	4,91	±	0,05	a	3,12	±	0,10	g
27	7,49	±	0,25	g	3,41	±	0,14	f	2,69	±	0,05	h
28	9,82	±	0,30	e	3,31	±	0,09	f	3,82	±	0,07	e
29	7,74	±	0,32	g	4,04	±	0,04	d	2,90	±	0,23	h
30	8,57	±	0,13	f	4,55	±	0,04	b	2,69	±	0,15	h
31	8,76	±	0,16	f	4,99	±	0,15	a	3,28	±	0,16	g
32	7,45	±	0,35	g	2,96	±	0,21	g	3,20	±	0,02	g
33	9,64	±	0,36	e	2,33	±	0,01	h	3,62	±	0,13	f
34	8,44	±	0,12	f	3,29	±	0,01	f	2,76	±	0,02	h
35	8,97	±	0,26	f	2,77	±	0,04	g	3,50	±	0,02	f
36	8,97	±	0,07	f	3,79	±	0,06	e	3,21	±	0,16	g
37	16,69	±	0,52	a	4,77	±	0,08	b	6,77	±	0,10	a
38	14,01	±	0,49	b	4,78	±	0,13	b	6,56	±	0,25	a
39	14,01	±	0,46	b	4,69	±	0,01	b	6,82	±	0,04	a
40	10,14	±	0,64	e	5,07	±	0,05	a	3,57	±	0,03	f
41	15,45	±	0,83	a	4,34	±	0,18	c	4,42	±	0,17	d
42	13,01	±	0,47	c	3,60	±	0,02	e	5,53	±	0,20	c
43	11,19	±	0,39	d	4,18	±	0,02	d	3,82	±	0,13	e
44	11,78	±	0,11	d	3,57	±	0,04	e	4,65	±	0,17	d
45	11,64	±	0,11	d	4,29	±	0,05	c	4,45	±	0,13	d
46	13,28	±	0,02	c	4,57	±	0,11	b	4,51	±	0,00	d
47	10,76	±	0,09	d	4,64	±	0,15	b	4,02	±	0,02	e

Continua



Tabela 2. Continuação.

48	8,63	±	0,33	f	5,17	±	0,27	a	3,47	±	0,16	f
49	9,38	±	0,01	e	4,54	±	0,07	b	4,19	±	0,17	d
50	9,06	±	0,13	f	4,78	±	0,26	b	2,62	±	0,01	h
51	8,90	±	0,16	f	5,29	±	0,10	a	3,77	±	0,02	e
52	10,09	±	0,22	e	1,98	±	0,17	i	3,45	±	0,02	f
53	9,77	±	0,18	e	4,16	±	0,16	d	5,39	±	0,09	c
54	12,32	±	0,30	c	3,85	±	0,04	e	4,25	±	0,06	d
55	13,10	±	0,01	c	3,77	±	0,07	e	5,62	±	0,03	c
56	13,11	±	0,18	c	4,36	±	0,14	c	4,36	±	0,24	d
57	12,34	±	0,41	c	4,66	±	0,09	b	5,90	±	0,03	b

¹Média de, no mínimo, duas repetições analíticas, simultânea e independentes; ²Estimativa de desvio padrão; ³Scott e Knott: as médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$); ⁴Resultados em base seca. ⁵Bixina = carotenóides totais expressas como bixina.

Tabela 3. Resultados das análises de umidade, carotenoides totais expressos como bixina e lipídios nas amostras provenientes das plantações consolidadas da Região de Dracena-SP.

Amostras	Umidade (g/100g) ¹	s ²	T ³	Bixina ^{4,5} (g/100g) ¹	s ²	T ³	Lipídios ⁴ (g/100g) ¹	s ²	T ³
1	13,17	± 0,06	b	7,47	± 0,21	a	5,03	± 0,29	a
2	13,28	± 0,03	b	5,82	± 0,22	b	3,31	± 0,73	a
3	11,85	± 0,02	d	5,74	± 0,06	b	3,16	± 0,09	a
4	12,36	± 0,10	c	5,80	± 0,00	b	4,38	± 0,56	a
5	9,48	± 0,02	e	5,77	± 0,56	b	3,61	± 0,01	a
6	14,12	± 0,07	a	4,16	± 0,03	c	4,43	± 0,63	a
7	9,28	± 0,08	e	5,31	± 0,19	bc	3,20	± 0,04	a

¹Média de, no mínimo, duas repetições analíticas, simultânea e independentes; ²Estimativa de desvio padrão; ³Tukey: as médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não são significativamente diferentes ($p < 0,05$); ⁴Resultados em base seca. ⁵Bixina = carotenóides totais expressas como bixina.



Tabela 4. Resultados de produtividade dos acessos de urucum provenientes do banco de germoplasma do IAC.

Amostra	Sementes ¹ (kg)	Amostra	Sementes ¹ (kg)	Amostra	Sementes ¹ (kg)	Amostra	Sementes ¹ (kg)
1	9,17	16	15,40	31	13,06	46	6,56
2	15,56	17	14,17	32	12,45	47	5,57
3	11,53	18	17,46	33	14,68	48	7,85
4	20,85	19	7,57	34	17,39	49	3,80
5	14,71	20	13,82	35	8,41	50	3,19
6	17,59	21	19,83	36	12,40	51	3,41
7	13,88	22	11,41	37	10,66	52	14,03
8	22,96	23	7,04	38	4,66	53	4,98
9	14,23	24	15,52	39	4,12	54	9,33
10	20,31	25	5,74	40	8,53	55	3,32
11	24,41	26	8,60	41	3,95	56	5,39
12	14,44	27	13,65	42	4,25	57	2,59
13	14,33	28	17,67	43	5,29		
14	12,87	29	4,00	44	15,35		
15	14,82	30	5,79	45	3,07		

¹Cada resultado representa a produtividade em sementes secas de seis plantas representando o mesmo acesso, na safra de 2019.

A concentração de umidade variou de 2,78g/100g (amostra 8) a 16,69g/100g (amostra 37). Essa faixa foi superior à descrita na última avaliação que conduzimos para o mesmo banco de germoplasma para a safra de 2011 (Dequigiovani *et al.*, 2017). Considerando uma que uma concentração de umidade de 14g/100g é considerado o limite para o risco de proliferação de fungos (Stringheta e Silva, 2008), algumas das amostras estudadas superaram esse limite. Os resultados das análises de carotenoides totais, expressos como bixina variaram de 1,98g/100g (amostra 52) a 5,29g/100g (amostra 51). Esses resultados foram inferiores aos observados no estudo anterior (Dequigiovani *et al.*, 2017) e podem ser resultado de diferentes tratos culturais e variações climáticas nos períodos estudados. As concentrações de lipídios variaram de 1,81g/100g (amostra 24) a 6,82g/100g (amostra 39). Considerando que os lipídios apresentam correlações lineares e positivas com substâncias importantes como geranilgeraniol e tocotrienóis (Dequigiovani *et al.*, 2017), essa extensa faixa de concentração de lipídios nas amostras estudadas indica a possibilidade de selecionar variedades apropriadas para a extração desses nutracêuticos.

Os resultados de carotenoides totais expressos como bixina, obtidos nas análises das sementes de plantações já consolidadas foram, em sua maioria, superiores aos obtidos nas amostras do banco de germoplasma, variando de 4,16g/100g a 7,47g/100g. Essa é uma



característica de cultivares desenvolvidos para plantações comerciais, como os avaliados nesse estudo.

Quando correlacionamos a concentração de pigmentos, com a produtividade dos acessos do banco de germoplasma, considerando um rendimento mínimo de 30 kg de bixina por hectare, apenas oito acessos atenderiam essa especificação (amostras 11, 12, 18, 21, 28, 31, 34 e 44). Esse cálculo foi realizado considerando um espaçamento de 6m x 5m, com 333 plantas por hectare (Fabri *et al.*, 2014). As plantações consolidadas estudadas nesse projeto, apresentaram uma produtividade que variou de 60kg a 104kg de bixina/ha, superior a todas as amostras do banco de germoplasma.

Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as concentrações de lipídios nas sementes oriundas dessas plantações.

4 CONCLUSÃO

Os resultados desse projeto indicou que existe a possibilidade de estudos para a seleção de plantas com elevados teores de lipídios visando a extração de substâncias fitoterápicas contidas na fração insaponificável do óleo de urucum sem comprometer a concentração de pigmentos, tendo em vista que não há correlação entre esses dois componentes das sementes de urucum. Foi observado também que as plantações consolidadas da principal região produtora de sementes de urucum do Estado de São Paulo apresentam um rendimento de bixina por hectare, superior ao valor estabelecido como rendimento mínimo adequado para essa cultura.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor. Agradecem também ao engenheiro agrônomo Roberto Hissao Arakaki pela coleta e envio das amostras das plantações consolidadas estudadas nesse projeto.

6 REFERÊNCIAS

- BARET, A.; STROHMAR, W.; KITZELMANN, E. HPLC and spectrophotometric determination of annatto in cheese. **Eur. Food Res. Technol.** v. 215, p. 359-364, 2002.
- 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.
- 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.
- CAMARGO, R.; CARVALHO, M. L. M. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Rev. Bra. Sem.** v. 30, n. 1, p. 131-139, 2008.



- CARVALHO, P. R. N. Conheça o Urucum. **O urucum: uma semente com a nossa história**. Campinas, 2017. Disponível em: < <https://www.ourucum.com.br/> >. Acesso em: 27 jan. 2020.
- 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.
- CHAO J.; GAPOR, A.; THERIAULT, A. Inhibitory effect of α -tocotrienol, a HMG CoA reductase Inhibitor, on Monocyte-Endothelial cell adhesion. **J. Nutr. Sci. Vitaminol.** v. 48, p. 332-337, 2002.
- DEQUIGIOVANNI. G.; RAMOS, S. L. F.; ALVES-PEREIRA, A.; FABRI, E. G.; CARVALHO, P. R. N.; SILVA, M. G.; ABDO, M. T. V. N.; MARTINS, A. L. M.; CLEMENT, C. R.; VEASEY, E. A. Genetic diversity and structure in a major Brazilian annatto (*Bixa orellana*) germoplasm bank revealed by microsatellites and phytochemical compounds. **Genet. Resour. Crop Evol.** 2017 - DOI: 10.1007/s10722-017-0535-z.
- ESPINDOLA, R. M.; MAZZANTINI, R. P.; ONG, T.P.; CONTI, A.; HEIDOR, R.; MORENO, F. S. Geranylgeraniol and Beta-ionone inhibit hepatic preneoplastic lesions, cell proliferation, total plasma cholesterol and DNA damage during the initial phases of hepatocarcinogenesis, but only former inhibits NF- κ B activation. **Carcinogenesis**, v. 26, n. 6, p. 1091-1099, 2005.
- FABRI, E G.; TERRAMOTO, J. R. S.; MAIA, N. B. Urucum. In: **Boletim IAC 200**. 7ª Ed. 2014, 452p
- FISHER, J. E.; ROGERS, M. J.; HALASY, J. M.; LUCKMAN, S. P.; HUGHES, D. E.; MASARACHIA, P. J.; WESOLOWSKI, G.; RUSSELL, G. G.; RODAN, G. A.; RESKA, A. A. Alendronate mechanism of action: geranylgeraniol, an intermediate in the mevalonate pathway, prevents inhibition of osteoclast formation, bone resorption, and kinase activation in vitro. **Proc. Natl. Acad. Sci.** v. 96, p. 133-138, 1999.
- HORWITZ, W. (Ed). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Disponível em: <<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>>.
- MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. Ácidos graxos de algumas oleaginosas tropicais em ocorrência no nordeste brasileiro. **Química Nova**. v. 15, n. 3, p. 181-185, 1992.
- MYERS, C. E; TREPEL, J.; SAUSVILLE, E.; SAMID, D.; MILLER, A.; CURT, G. **Monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes as cancer therapy**. US Patent Nº 5.602.184, 1997.
- NAITO, Y.; SHIMOZAWA M.; KURODA M.; NAKABE N.; MANABE H.; KATADA K.; KOKURA S.; ICHIKAWA H.; YOSHIDA N.; NOGUCHI N.; YOSHIKAWA T. Tocotrienols reduce 25-Hydroxycholesterol-induced monocyte-endothelial cell interaction by inhibiting the surface expression of adhesion molecules. **Atherosclerosis**. v.180, n.1, p. 19-25, 2005
- SEN, C.; K.; KHANNA, S.; ROY, S. Tocotrienols in health and disease: The other half of the vitamin E family. **Mol. Asp. Med.** n. 28, p. 692-728, 2007.
- STRINGHETA, P. C.; SILVA, P. I. **Pigmentos de urucum. Extração, reações químicas, usos e aplicações**. Editora Suprema. Viçosa, MG. 2008, 166p.
- TAN, B.; FOLEY, J. **Tocotrienols and geranylgeraniol from *Bixa orellana* by products**. US Patent Nº 6.350.453, 2002.
- TAN, B.; MUELLER, A. M. Tocotrienols in cardiometabolic disease. In: **Tocotrienols: Vitamin E beyond Tocopherol**. WATSON, R.; PREEDY, V. (Ed.) Boca Raton. CCR Press. p. 257-273, 2008.
- 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.
- VIRTANEN, S. S.; VÄÄNÄNEN, H. K.; HÄRKÖNEN, P. L.; LAKKAKORPI, P, T. Alendronate Inhibits invasion of PC3 prostate cancer cells by affecting the mevalonate pathway. **Cancer Res**. v. 62, p. 2708-2714, 2002.