



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ESTUDO DE MATURAÇÃO, MÉTODOS DE DESCACHOPAMENTO E
DETERMINAÇÃO DO TEOR DE BIXINA EM SEMENTES DE URUCUZEIRO**

CARINA SEIXAS MAIA DORNELAS

Areia – Paraíba

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ESTUDO DE MATURAÇÃO, MÉTODOS DE DESCACHOPAMENTO E
DETERMINAÇÃO DO TEOR DE BIXINA EM SEMENTES DE URUCUZEIRO**

CARINA SEIXAS MAIA DORNELAS

**ESTUDO DE MATURAÇÃO, MÉTODOS DE DESCACHOPAMENTO E
DETERMINAÇÃO DO TEOR DE BIXINA EM SEMENTES DE URUCUZEIRO**

Comitê de Orientação

**Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida
Profa. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno**

**Areia-PB
Maio/2010**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

D713e Dornelas, Carina Seixas Maia.

Estudo de maturação, métodos de descachopamento e determinação do teor de bixina em sementes de urucuzeiro. / Carina Seixas Maia Dornelas. - Areia: UFPB/CCA, 2010.

106f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.

Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

Bibliografia.

Orientador: Francisco de Assis Cardoso Almeida.

Co-orientadora: Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

1. Urucuzeiro – Maturidade fisiológica 2. Bixa orellana L. – 3. Bixina I. Almeida, Francisco de Assis Cardoso (Orientador) II. Bruno, Riselane de Lucena Alcântara (Co-orientadora) III. Título.

UFPB/CCA

CDU: 582.685.6(043.2)

**ESTUDO DE MATURAÇÃO, MÉTODOS DE DESCACHOPAMENTO E
DETERMINAÇÃO DO TEOR DE BIXINA EM SEMENTES DE URUCUZEIRO**

Carina Seixas Maia Dornelas

Tese defendida e aprovada

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso de Almeida
Orientador

Profa. Dra. Edna Ursulino Alves
Examinador

Dr. João Felinto Santos
Examinador

Dr. Ailton de Melo Moraes
Examinador

DEDICATORIA

Dedico este trabalho aos meus pais
Genaro Viana Dornelas e
Maria das Graças Seixas Maia Dornelas

OFEREÇO

Ao meu esposo Allan Gustavo Freire da Silva

AGRADEÇO

A Deus, pela sua constante presença em minha vida, por ter me concedido chegar ao fim desta etapa.

Aos meus pais Genaro Viana Dornelas e Maria das Graças Seixas Maia Dornelas pelo grande amor e dedicação que sempre recebi de vocês, pelo incentivo e amizade que contribuíram para que me tornasse a mulher que sou.

Aos meus irmãos Charlys Seixas Maia Dornelas, Dilane Moura Seixas Maia Dornelas, Valeska Seixas Maia Dornelas, Rodrigo Santos Batista, Genaro Viana Dornelas Júnior, Cibelle Guimarães, Ulisses Dornelas, Genaro Dornelas Filho, minha sobrinha Camila Moura Maia Dornelas e meu sobrinho Arthur Henrique Guimarães Dornelas pois em todos os momentos estiveram do meu lado.

Ao meu grande amor, companheiro e esposo Allan Gustavo Freire da Silva, pelo seu amor, apoio, incentivo e ajuda. Por estar sempre ao meu lado, me acompanhando em todos os momentos da minha vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

A EMEPA, que concedeu espaço para conduzir parte da pesquisa.

Ao meu orientador, professor Dr. Francisco de Assis Cardoso de Almeida, pela sua amizade, disposição e paciência demonstradas durante a orientação.

A professora Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno, pela ajuda, apoio e confiança que sempre me concedeu, além dos ensinamentos científicos obtive muitos exemplos de vida.

Os professores e pesquisadores membros da comissão examinadora, pelas relevantes contribuições e sugestões que enriqueceram a pesquisa.

A todos os professores, do curso de Pós-graduação em Agronomia, em especial Ademir Pereira de Oliveira e Edna Ursulino Alves, que com responsabilidade e dedicação souberam transmitir os conhecimentos necessários para minha vida profissional.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, ao MSc. Antônio Alves de Lima, Severino Francisco dos Santos e Rui Barbosa da Silva, e do Laboratório de Fitossandidade, Francisca, pela preciosa colaboração no desenvolvimento do meu trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Manoel Ferreira de Vasconcelos que permitiu a realização da minha tese, participando e me ajudando na criação da máquina de descachopamento.

A Pesquisadora da Emepa Christiane Mendes Cassimiro, pela sua durante a pesquisa, além de se tornar uma grande amiga

Aos meus sogros Heronides Elias da Silva e Maria Luzinete Freire da Silva e meu cunhado Anderson Gustaffson Freire da Silva pelo grande apoio que sempre recebi de vocês.

Ao meu irmão em Cristo Macio Farias de Moura pela disponibilidade e apoio em todos os momentos, ajudando-me a chegar ao fim desta etapa.

As minhas amigas Danielle Marie Macedo Sousa e Rosangela da Silva Costa por sempre estarem disponíveis em me ajudar, tornando possível a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca, pela sua disponibilidade em me ajudar todas as vezes que necessitei.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia do CCA-UFPB e funcionários Eliane, e Nino pelo atendimento sempre disponível nas oportunidades em que necessitei de serviços e informações.

A Pastor. Roberval e meus irmãos em Cristo pelas orações feitas em meu favor, dando-me força para enfrentar e vencer os meus desafios.

À colaboração de todos os colegas de Graduação, Pós-Graduação e aqueles que com sua vontade de ajudar tornaram possível a realização deste trabalho.

“Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram, nem jamais penetrou em coração humano o que Deus tem preparado para aqueles que o buscam.”

I CO 3:9

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xxv
LISTA DE TABELAS	xviii
LISTA DE APÊNDICES	xx
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
RESUMO GERAL	2
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO GERAL	6
REVISÃO DE LITERATURA	9
1. Origem e importância econômica.....	10
2. Maturação dos frutos e sementes.....	12
3. Bixina.....	15
4. Descachopamento das sementes.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO II – MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE URUCUM.....	31
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1. Localização geográfica do experimento.....	36
2.2. Clima.....	36
2.3. Caracterização da área experimental.....	36
2.4. Análises laboratoriais.....	38
a. Dimensões (comprimento e diâmetro de frutos e sementes (cm)):	38
b. Teor de água dos frutos e sementes.....	38
c. Peso dos frutos e sementes.....	38
d. Teste de germinação.....	38
e. Teste de emergência.....	39
f. Primeira contagem de germinação e emergência.....	39

g. Índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE).....	39
h. Comprimento de plântulas.....	40
i. Peso de matéria seca.....	40
2.5. Determinação do teor de bixina.....	40
2.6. Delineamento estatístico.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.1. Aspectos externos dos frutos e sementes.....	44
3.2. Comprimento e diâmetro dos frutos e sementes.....	48
3.3. Peso dos frutos e sementes.....	53
3.4. Teor de água dos frutos e semente.....	55
3.5. Germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas.....	57
3.6. Emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca de plântulas..	62
3.7. Teor de bixina.....	65
4. CONCLUSÃO.....	67
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	68

CAPÍTULO III – QUALIDADE FISIOLÓGICA E TEOR DE BIXINA DE SEMENTES DE URUCUM EM FUNÇÃO DO DESCACHOPAMENTO.....74

RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
1.INTRODUÇÃO.....	77
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
2.1 Local de trabalho e matéria prima.....	79
2.2. ETAPAS.....	79
2.2.1.I- Desenvolvimento e construção da descachopadeira mecânica.....	79
2.2.2. II – Caracterização da descachopadeira de urucum.....	83
2.2.3. III – Avaliação da descachopadeira mecânica frente à semi-mecanizada e manual.....	83
2.3. Análise de pureza.....	84
2.4. Teor de água das sementes.....	85
2.5. Análise da qualidade fisiológica.....	85

a. Teste de germinação.....	85
b. Teste de emergência.....	86
b.1. Índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE).....	86
b.2. Comprimento de plântulas.....	86
b.3. Peso de matéria seca.....	87
2.6.Determinação do teor de bixina.....	87
2.7. Delineamento estatístico.....	90
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91
3.1. Sequência das etapas de desenvolvimento da descachopadeira mecanizada.....	91
3.2. Seqüência das etapas de funcionamento da descachopadeira mecanizada.....	94
3.3. Avaliação da descachopadeira mecânica.....	96
3.4. Avaliação da descachopadeira mecânica frente à semi-mecanizada e manual.....	99
3.5. Análise da pureza física.....	102
3.5. Teor de bixina.....	103
4. CONCLUSÕES.....	106
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II – MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE URUCUM

- Figura 1.** Marcação de ramos de urucum. Alagoinha-PB.....37
- Figura 2.** Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. desde os 15 até aos 45 dias após a antese.....44
- Figura 3.** Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. aos 75 dias após a antese.....45
- Figura 4.** Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. aos 105 dias após a antese.....46
- Figura 5.** Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. dos 15 aos 150 dias após a antese.....47
- Figura 6.** Comprimento dos frutos de urucum verde durante o processo de maturação fisiológica.....49
- Figura 7.** Diâmetro de frutos de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....51
- Figura 8.** Comprimento de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....52
- Figura 9.** Diâmetro de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....53

Figura 10. Peso dos frutos de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	54
Figura 11. Peso das sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	54
Figura 12. Teor de água dos frutos (A) e sementes (B) de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	56
Figura 13. Germinação de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	58
Figura 14. Índice de velocidade de germinação de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	60
Figura 15. Comprimento de plântulas de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	61
Figura 16. Massa seca de plântulas de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	62
Figura 17. Emergência de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	63
Figura 18. Índice de velocidade de emergência de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	64
Figura 19. Massa seca de plântulas oriundas de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.....	64
Figura 20. Teor de bixina em sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica	66

CAPÍTULO III - EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE URUCUM

Figura 1. Descachopadeira mecanizada de urucum. Perspectiva sudoeste.....	80
Figura 2. Descachopadeira mecanizada de urucum.....	81
Figura 3. Representação esquemática da descachopadeira de urucum mecanizada. Vista frontal e lateral esquerda.....	82
Figura 4. Descachopadeira semi-mecanizada de urucum	84
Figura 5. Foto da descachopadeira mecanizada de urucum (A) com detalhe do sistema triturador (B).....	91
Figura 6. Foto e representação esquemática do sistema coletor (A), sistema triturador (B), sistema de peneiras (C) e calhas de condução (D) da descachopadeira de urucum.....	94
Figura 7. Sistema coletor (A); sistema triturador (B); motor (C) e calhas de condução (D).....	95

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II – DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS E SEMENTES DE URUCUM

TABELA 1. Conversão do valor de transmitância lida no espectrofotômetro em teor de bixina.....	42
---	----

CAPÍTULO III – EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE URUCUM

TABELA 1. Conversão do valor de transmitância lida no espectrofotômetro em teor de bixina.....	89
---	----

TABELA 2. Germinação e vigor em condições de BOD de sementes de urucum beneficiadas na descachopadeira mecânica. Areia-PB.....	96
---	----

TABELA 3. Emergência e vigor em condições não controladas de sementes de urucum beneficiadas na descachopadeira mecânica. Areia-PB.....	98
--	----

TABELA 4. Germinação e vigor em condições de BOD de sementes de urucum. Areia-PB.....	100
--	-----

TABELA 5. Emergência e vigor em condições não controladas de sementes de urucum. Areia-PB.....	101
---	-----

TABELA 6. Pureza física de sementes de urucum beneficiadas mecanicamente. Areia-PB.....102

TABELA 7. Pureza física de sementes de urucum, utilizando diferentes métodos de beneficiamento. Areia-PB.....103

TABELA 8. Teor de bixina em sementes de urucum beneficiadas mecanicamente. Areia-PB.....104

TABELA 9. Teor de bixina em sementes de urucum, utilizando diferentes métodos de beneficiamento. Areia-PB.....105

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

RESUMO

O estudo, a valorização e o resgate do urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) na Paraíba revestem-se de grande importância, pelo fato dessa planta, ter um reconhecido potencial econômico por ser um corante natural, sendo amplamente utilizado nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, cosmética, de tintas e vernizes. A pesquisa teve por principal objetivo avaliar a maturação fisiológica, o teor de bixina e o efeito de diferentes métodos de descachopamento em sementes de urucuzeiro, cultivar casca verde. No primeiro experimento foram marcados ramos em antese de 15 plantas, no assentamento Bonfim no município de Alagoinha-PB, com colheitas dos frutos realizadas dos 15 aos 150 dias após a antese, avaliando-se em cada colheita: dimensões (comprimento, diâmetro), teor de água, peso, massa seca, qualidade fisiológica de sementes e teor de bixina. No segundo experimento estudou-se o rendimento operacional de uma descachopadeira mecanizada e diferentes métodos de descachopamento (máquina mecanizada, máquina semi-mecanizada e batedura manual) sobre as características físicas, fisiológicas e teor de bixina. O delineamento utilizado no primeiro e segundo experimento foi o inteiramente casualizado com os dados submetidos à análise de variância e regressão para as respostas não qualitativas. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: o crescimento dos frutos de urucuzeiro pode ser descrito por um modelo de regressão polinomial; os frutos atingem seu máximo desenvolvimento aos 130 dias para cultivar casca verde; a maturação fisiológica das sementes dá-se aos 91 a 103 dias após a antese e o máximo teor de bixina encontrado foi de 1,62%; os melhores resultados de vigor foram obtidos através da máquina

descahopadeira trabalhando com a rotação 576 rpm e as menores perdas de bixina com a rotação de 1038 rpm.

Palavra-chave: *Bixa orellana* L., maturidade fisiológica, corante natural

ABSTRACT

The study, recovery and rescue of the annatto (*Bixa orellana* L.) in Paraíba are of great importance, because this plant, have a recognized economic potential to be a natural dye widely used in food, pharmaceutical, cosmetic , paints and varnishes. The research had as main objective to evaluate the physiological maturity, the level of bixin and the effect of different descachopamento methods of annatto seeds in a green skin variety. In the first experiment, were marked branches in anthesis from 15 plants, in the settlement Bonfim, Alagoinha-PB, with harvests of fruit held from 15 to 150 days after anthesis, evaluating at each harvest: dimensions (length, width), water content, weight, dry weight, seed quality and bixin content. The second experiment, studied the operational performance of a descachopadeira motorized and different methods of descachopamento (motorized machine, semi-motorized machine and batting) on the physical, physiological and bixin content. The design of the first and second experiment was a randomized design with data submitted to variance analysis and regression for responses not qualitative. The results allowed the following conclusions: the growth of the fruits of annatto can be described by a polynomial regression model, the fruits reach their maximum development to 130 days to grow a green skin, the physiological maturity of seeds gives up to 91-103 days after anthesis and maximum content of bixin was found to be 1.62%, the best results were obtained using a force machine descachopadeira working with the 576 and 1038 rpm rotation and lower losses of bixin with semi-motorized machine.

Keywords: *Bixa orellana* L., physiological maturity, natural corante

INTRODUÇÃO GERAL

Os corantes são substâncias que conferem, intensificam ou restauram a cor de um alimento (BRASIL, 1997), de forma que são adicionados intencionalmente aos produtos para torná-los mais atraentes ao consumidor. Ademais, como atributo de qualidade, servem de base para identificação, aceitação ou rejeição de grande variedade de produtos, influenciando negativa ou positivamente na percepção dos demais atributos sensoriais (PERIN, 1999).

Mesmo sendo considerado pequeno o número de corantes artificiais, comprovadamente inócuos à saúde, a toxicidade de muitos levou os órgãos responsáveis de vários países a restringir ou até mesmo proibir a utilização de uma variedade deles. Os produtos industrializados, isentos de aditivos são de grande aceitação em diferentes regiões do mundo, destacando-se Europa e Japão (STRINGHETA, 2000). A diversidade das indústrias que utilizam os corantes abrange laticínios, doces, massas, carnes, sorvetes, bebidas, óleos e gorduras, desidratados, cosméticos, farmacêuticas, diagnósticas, têxteis, tintas, entre outras (MASCARENHAS et al., 1999).

Assim, o interesse por corantes naturais vem crescendo a cada dia, em especial o urucum (*Bixa orellana* L.), que é um arbusto tropical, amplamente utilizado nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, cosmética, de tintas e vernizes. Suas sementes são valiosas, pois possuem um arilo pastoso rico em carotenóides entre os quais α -bixina, β -bixina, α -norbixina e β -norbixina (REITH, 1971). Estes carotenóides podem se constituir em substitutos interessantes para os corantes sintéticos, sendo este o enfoque da maioria dos trabalhos sobre a espécie. Por outro, lado poucos trabalhos têm sido realizados com sementes propriamente ditas, especialmente em relação à fisiologia da germinação.

A propagação desta espécie é realizada, na maioria das vezes por sementes, por ser mais fácil e econômica, além de ser o método mais utilizado pelos agricultores (PEREIRA et al., 1995), por isso pesquisas relacionadas com a maturação das sementes visando estabelecer o ponto de máximo vigor e a época mais adequada à colheita são considerados de fundamental importância no campo de tecnologia e produção de sementes (BARBEDO et al., 1994).

Considerando a importância sócio-econômica do urucuzeiro no mercado de corantes naturais, pesquisas que permitam diagnosticar a qualidade das sementes produzidas poderão possibilitar o emprego de técnicas mais eficientes, com resultados promissores no cultivo desta Bixaceae no Estado da Paraíba. Estudos voltados para o manejo das sementes de urucum, a exemplo do melhor estágio de maturação para colheita, bem como a maneira correta de realizar o descachopamento de forma a manter elevada sua qualidade, como também o teor de bixina são fundamentais e proporcionarão aos agricultores uma ferramenta a mais para incrementar o seu cultivo e elevar a produtividade de suas lavouras.

Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram:

- Avaliar a maturação fisiológica dos frutos e sementes de urucum cultivar casca verde, com base na determinação do ponto ideal de colheita e máxima qualidade fisiológica;
- Avaliar os teores de bixina do urucum ao longo da maturação;
- Desenvolver uma descachopadeira mecânica e avaliar diferentes métodos de descachopamento sobre a qualidade fisiológica e os teores de bixina.

REVISÃO DE LITERATURA

1. ORIGEM E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O urucum (*Bixa orellana* L.), pertencente à família Bixaceae, também conhecido como urucuzeiro ou urucueiro, originário das Américas Central e do Sul e cultivada na África e na Ásia (MENDONÇA et al., 2001) é uma espécie perene de importância nacional e regional, onde faz parte do componente semi-arbóreo de sistemas agroflorestais. Considerado uma cultura de grande importância econômico-social, visto que de suas sementes podem ser obtidos corantes de diversas tonalidades, os quais vão do amarelo ao castanho, passando pelo vermelho (MAIMON, 2000).

A espécie é arbustiva podendo atingir de 2 a 9 m de altura, com possibilidades de ser cultivado utilizando vários espaçamentos, porém, o considerado ideal está relacionado com fatores como cultivar, tipo de solo e sistema de cultivo (sequeiro ou irrigado). De acordo com Elias et al. (2002), desenvolve-se melhor em solos ricos em nutrientes, com pH de 5,5 a 6,0, pois é uma planta rústica e perene, que tem uma vida média de 30 anos, produz sementes revestidas por um pigmento conhecido cientificamente por bixina, substância que fornece corante natural.

A planta da referida espécie pode ser encontrada como ornamental, mas também é considerada medicinal (SRIVASTAVA et al., 1999) e útil na reutilização de áreas degradadas (FELDMANN et al., 1995), sendo também utilizada na indústria de alimentos, laticínios, bebidas, tintas, cosméticos, farmacêuticas e têxteis (MELO e LIMA, 1990; PÓVOA, 1992), em virtude da crescente proibição da utilização de aditivos sintéticos, especialmente na indústria alimentícia (PRENTICE-HERNANDEZ e RUSIG, 1992).

O urucuzeiro encontra-se, no Brasil, difundido como planta nativa nas regiões Norte/Nordeste e principalmente nos Estados do Amazonas, Pará, Paraíba, Maranhão, Ceará e Bahia (REBOUÇAS, 1995), sendo também cultivada em Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (SÃO JOSÉ et al., 1991). Desenvolvendo-se também em outras regiões da América do Sul e Central, sendo cultivado em países tropicais como Peru, México, Equador, Indonésia, Índia, Quênia e leste da África (ELIAS et al., 2002). Entre os corantes naturais, é considerado o segundo em importância econômica, ficando atrás apenas do caramelo, sendo os maiores produtores o Peru, Brasil e Quênia (MERCADANTE et al., 1997).

A cultura do urucum vem se expandindo cada vez mais no Estado da Paraíba, face às perspectivas favoráveis ao aumento da demanda pelas indústrias e as exportações de seus grãos. O aumento da área cultivada e a evolução apresentada pelos sistemas de cultivo vão exigir um padrão de qualidade superior para o material propagativo (GOMES e BRUNO, 1992).

É encontrada em diversas regiões, principalmente no brejo onde sua exploração é considerada mais representativa. Atualmente é cultivada nos municípios de Araçagi, Areia, Belém, Alagoinha, Pirpirituba, Duas estradas, Alagoa Grande, Serra da Raiz, Lagoa de Dentro e Guarabira, sendo produzido principalmente por pequenos produtores em solos de média e baixa fertilidade, sem o emprego de fertilizantes (SILVA e FRANCO, 2000).

O mercado de urucum teve um grande crescimento no Estado da Paraíba, porém a produção de seus grãos vem diminuindo a cada ano pela falta de incentivo a cultura, ocasionando um déficit de oferta do produto no

mercado interno, estimulando a importação da matéria-prima de outros Estados e países como Colômbia, Bolívia e Peru (SILVA, 1999).

Contudo serão necessários, ainda, muitas pesquisas científicas para que se possa atender às exigências em qualidade e quantidade dos mercados interno e externo (FARIA e ROCHA, 2000). No mercado brasileiro de sementes de *B. orellana*, cerca de 60% são destinadas à produção e comércio de colorífico, 25% para exportação in natura e 15% para fabricação de corantes (COSTA, 2007). Segundo Carvalho (1999), em 1999 o Brasil produziu cerca de 40% da produção mundial de sementes, exportando principalmente, para Estados Unidos, Inglaterra, França e Japão.

2. MATURAÇÃO DOS FRUTOS E SEMENTES

As condições predominantes do ambiente na fase de florescimento/frutificação e a colheita realizada na época adequada são considerados fatores que determinam a qualidade das sementes, desta forma, o desenvolvimento e a maturação das mesmas são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia da sua produção. Portanto, é de fundamental importância para a orientação de produtores de sementes o conhecimento de como se processa a maturação, bem como dos principais fatores envolvidos, principalmente no que se refere ao planejamento e definição da época ideal de colheita, visando qualidade e produtividade (DIAS, 2001).

A partir do momento da antese das flores, o conhecimento do processo de maturação de sementes é fundamental, quando se procura obter um material de melhor qualidade e, esse estudo sempre deve ser considerado nos

programas de produção de sementes, seja para melhoramento, conservação ou produção de mudas (IOSSI et al., 2007).

O resultado de todas as alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais, como aumento de tamanho, variações no teor de água, vigor e acúmulo de massa seca, que se sucedem desde a fertilização do óvulo até o momento em que as sementes estão maduras é considerado como o processo de maturação das sementes, e para o urucum, além de alterações na qualidade fisiológica, podem ocorrer também modificações nos teores de bixina (BARROS, 1986; BARBOSA, 1990; POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Enquanto que o ponto de maturidade fisiológica é obtido quando a semente atinge os valores máximos de massa seca, germinativo e vigor (POPINIGIS, 1985). Esse ponto foi definido por Barros (1986) como aquele no qual as sementes desligam-se da planta mãe, cessa a translocação de fotossintetizados e, a partir daí ocorrem alterações fisiológicas que levam à desidratação das sementes.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), após o ponto de maturidade fisiológica, a permanência das sementes nas plantas compromete a sua qualidade, pois corresponde a um armazenamento no campo, sujeito às variações climáticas, diurnas e noturnas, iniciando-se, assim, o processo de deterioração das sementes, cuja velocidade é influenciada pelas condições ambientais.

Para que a colheita seja efetuada no momento correto é necessário que se determine, com precisão, o estágio de maturação do fruto, lançando mão dos índices de maturação, pois a determinação da fase de maturação com base apenas na aparência do fruto pode ser subjetiva, sujeita a muita variação

e, conseqüentemente, à grande margem de erro. Esses índices compreendem medidas físicas e químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo da maturação do fruto, eles devem assegurar a obtenção de frutos de boa qualidade no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (KLUGE et al., 2002).

É necessário que o maior número de métodos possíveis sejam utilizados de modo integrado, já que o processo de maturação envolve inúmeras mudanças e estas estão sujeitas tanto a variações ambientais quanto varietais. Além disso, os índices utilizados para a determinação do estágio de maturação devem ser práticos, para que os produtores possam utilizá-los de maneira eficiente. De acordo com Mendes et al. (2006) para as sementes de urucum o período em que ocorreu o máximo de massa seca coincidiu com a máxima germinação e vigor, portanto esta característica foi considerada bastante precisa para estimar o ponto de maturidade fisiológica para esta espécie.

O teor de água, quando associado a outras características foi considerado por Firmino et al. (1996) como um dos principais índices que evidencia o processo de maturação, o qual muitas vezes foi sugerido como fonte de referência para indicar a condição fisiológica da semente.

As espécies e os locais onde são cultivadas são fatores que podem influenciar o ponto de maturidade fisiológica. Kato et al. (1992) estudaram diferentes épocas de colheita de urucum em condições ecológicas de Belém-PA e encontraram tempo semelhante de maturidade fisiológica para o urucum, afirmando que este pode estar situado entre os extremos de 72 e 79 dias após a abertura da primeira flor da inflorescência. Rodriguez e Enríquez (1983), trabalhando em Turrialba (Costa Rica) observaram que o tempo desde a

floração até a colheita do urucum variou entre 60 a 80 dias. Porém, para Lopes et al. (1992), nas condições ecológicas de Vitória da Conquista – BA, os melhores resultados de emergência e vigor de plântulas de urucum foram obtidos entre 130 e 140 dias após a antese (DAA), sendo que sementes colhidas até 120 dias DAA tinham baixo percentual de emergência.

A aceleração ou retardamento da maturação é influenciada pela temperatura ambiente, especialmente em determinados estádios (PIÑA-RODRIGUES, 1986). De modo geral, o clima e as diferenças geográficas, peculiares a cada região têm grande influência sobre a maturação, podendo determinar a retenção dos frutos nos galhos ou provocar a sua queda antes destes completarem o seu desenvolvimento (CARVALHO, 1980).

Desta forma, o estudo da maturação objetiva determinar, para cada espécie, como e quando ela é atingida, visando à máxima produção e qualidade das sementes. Além disso, é de relevante importância em pesquisas científicas, principalmente em trabalhos visando manejos de populações de plantas, que além de possibilitar maiores informações sobre as características das espécies permite auxiliar na busca de alternativas para o reflorestamento, arborização urbana e de rodovias, recomposição de áreas degradadas, na escolha de espécies que se adaptem às condições adversas de altas variações climáticas e edáficas no trópico úmido (LOPES e SOARES, 2006).

3. BIXINA

O corante presente no urucum em maior concentração é a bixina, que compreende mais de 80% dos carotenóides totais, é lipossolúvel e, portanto, sujeito a extração com alguns solventes orgânicos. Sua concentração varia de

acordo com o tipo de cultivo, solo, clima, tratos culturais e com as operações de pós-colheita, secagem e beneficiamento (CUNHA, 2008).

Ainda não se sabe o que ocorrerá nos teores de bixina de cultivares de urucuzeiro em condições ecológicas distintas, e que, parece existir uma tendência das regiões tropicais próximas à zona equatorial produzirem sementes com índices superiores de bixina em relação a outras regiões (SÃO JOSÉ e SÃO JOSÉ, 1990). Os teores de bixina, segundo São José et al. (1991) e Morais et al. (1999) podem variar de 1 a 6% em função do tipo de cultivo e das condições ecológicas de cada região. Dentre os aspectos analisados, por Falesi et al. (1992), a cor das cápsulas não foi um fator que pode caracterizar maior ou menor percentual de bixina na semente.

Tanto as sementes, como os extratos processados são comercializados com base no teor de bixina, nas sementes da Jamaica, por exemplo, os teores são mais elevados, 3% em média, enquanto que as produzidas na Índia possuem 2% (CUNHA, 2008). A média brasileira para o teor de bixina fica abaixo de 2,5%, comprometendo a sua competitividade no mercado internacional (FRANCO et al., 2002), por isso a importância de definir a época de colheita dos frutos, pois as sementes apresentam mais corantes quando as cachopas ficam secas na própria planta. As principais cultivares com teor de bixina estão no Estado de São Paulo (FURTADO, 2003).

Portanto, o desenvolvimento de tecnologias de processamento mais eficazes contribuirá significativamente para a obtenção de corante com qualidade e para o uso mais racional das sementes. Ao mesmo tempo, tecnologias apropriadas para extração dos pigmentos de urucum terão, seguramente, reflexos socioeconômicos nas regiões brasileiras menos

exploradas, onde se pode produzir sementes com teores de bixina em níveis mais elevados (CUNHA, 2008).

No desenvolvimento de tecnologias apropriadas, o método de análise utilizado para a determinação dos pigmentos totais presentes no pericarpo das sementes de urucum é fator relevante, pois é a partir dele que as indústrias avaliam a qualidade do corante. Contudo, as técnicas empregadas devem levar em consideração a toxicidade de produtos químicos para os seres humanos envolvidos com a sua manipulação (LEONARDO, 2007).

Além disso, é importante o conhecimento do período e das condições em que as sementes devem ficar armazenadas, objetivando a extração dos pigmentos com o melhor rendimento e teor de bixina possíveis. O poder de pigmentação das sementes começa a diminuir a partir da colheita, passando pelo descachopamento, secagem, armazenamento e, finalmente na extração dos corantes, o que pode levar a altos índices de perdas quando comparados com as sementes *in natura* (SÃO JOSÉ et al., 1991).

Os pigmentos das sementes de urucum podem ser extraídos por processos mecânicos (atrito e raspagem), físico-químicos (solventes) ou ainda, utilizando enzimas (ALVES, 2001). A extração por solventes pode ser feita por três métodos básicos, extração alcalina (solução de NaOH ou KOH) em que resulta na conversão da bixina em norbixina, extração com óleo (milho ou soja) e extração através de solventes orgânicos (clorofórmio, etanol, acetona), resultando na forma mais pura dos pigmentos.

Estudando o teor de bixina e proteína em sementes de urucum em função do período de armazenagem, Pedrosa et al. (1999) verificaram em um teste preliminar uma porcentagem de 3,37%, utilizando como solvente orgânico

o clorofórmio. Sementes de urucum com teores de bixina acima de 2,5% são consideradas de primeira qualidade e utilizadas para exportação, pois a média brasileira encontra-se abaixo desse valor, comprometendo a sua competitividade no mercado internacional.

Todas as técnicas devem levar em consideração a degradação destes pigmentos pela luz e calor excessivos. De acordo com Lancaster e Lawrence (1996), a temperatura e a duração do processo de aquecimento são responsáveis pelo balanço vermelho/amarelo da coloração.

4. DESCACHOPAMENTO DAS SEMENTES

Dentre as diversas etapas de produção de sementes de alta qualidade, o beneficiamento constitui parte essencial, pois as mesmas precisam ser beneficiadas e manipuladas de forma adequada, caso contrário, os esforços anteriores para o desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção das sementes podem ser perdidas (FESSEL et al., 2003).

No Brasil, um dos maiores produtores de urucum, cuidados especiais no período de colheita e pós-colheita são indispensáveis para se manter os padrões desejáveis de qualidade das sementes, principalmente em relação ao teor de bixina e de umidade (LEONARDO, 2007).

No Estado da Paraíba sua exploração é de certa forma estimulante, pois além de se tratar de uma espécie perene, capaz de produzir por longos anos sem precisar ser substituída, as condições edafoclimáticas da região são favoráveis ao seu bom desenvolvimento, além da existência de mercado franco para os seus produtos. Todavia, apesar do exposto persistem alguns problemas de ordem técnica que têm restringido sobremaneira a sua expansão

na região sendo um destes problemas e, o mais grave a falta de meios adequados para a retirada das sementes das cachopas ou descachopamento.

Este processo vem sendo realizado na maioria das vezes pelos produtores da região através de batimentos com varas, como se faz para feijão, porém, além de proporcionar baixo rendimento operacional tem a grande desvantagem de reduzir, grandemente, o teor de bixina das sementes reduzindo assim, a rentabilidade econômica da exploração, haja vista que o seu valor reside no maior ou menor porcentagem deste produto.

A colheita do urucum, nas condições do Nordeste e do Centro Sul do Brasil é realizada, aproximadamente, aos 130 dias após a abertura da flor, quando se verifica $\frac{3}{4}$ das cápsulas secas. No Norte, esse período é reduzido para 60 a 80 dias. Para a região Nordeste, a primeira colheita, considerada a mais significativa ocorre nos meses de agosto a setembro, enquanto que a segunda realiza-se no período de março (FRANCO et al., 2002).

Com o objetivo de melhorar a qualidade física e fisiológica do lote de sementes de várias espécies, diversas máquinas de processamento foram desenvolvidas (SILVEIRA e VIEIRA, 1982; BORGES et al., 1991) usando, para esse fim, diferenças entre as características físicas das sementes e das impurezas, o que possibilita o enquadramento do lote em padrões qualitativos preestabelecidos (DOUGLAS, 1982).

A pré-secagem das cápsulas é realizada sobre lonas de plásticos, em terreiros ou em secadores de alvenaria. Em algumas regiões do país, os frutos são secados em secadores solares ou artificiais. A redução da umidade das cachopas e sementes é o objetivo principal para facilitar o descachopamento,

que pode ser realizado pelo método manual e mecânico (FRANCO et al., 2002).

De acordo com Bonfim et al. (2006), as sementes de urucum não devem ser secas diretamente ao sol, em terreiros ou lonas, pois pode provocar perda na qualidade de pigmentos. Da mesma forma, para manter a integridade das sementes, sua retirada deve ser realizada em máquinas apropriadas, denominadas descachopadeiras.

Essas máquinas separam as cachopas das sementes e as classificam para posteriormente serem embaladas em sacos de polietileno ou estopa, onde se conservam por mais de cinco anos em perfeitas condições, sem nenhum tratamento fitossanitário. A máquina descachopadeira, movida a motor de 5 Hp, pode beneficiar até 200 sacos por dia (ALVES, 2005).

No beneficiamento pós-colheita do urucum, não há aumento no teor de bixina, apenas, no máximo se consegue mantê-lo. Portanto, o método e a época de colheita, assim como a retirada das sementes das cachopas decidem a qualidade do produto. O beneficiamento tem início no momento seguinte ao da colheita propriamente dita e pode-se dividi-lo em recolhimento dos frutos no campo, secagem, descachopamento, ventilação, ensacamento, armazenamento, classificação e comercialização (OLIVEIRA et al., 1996).

Além de manter o teor de bixina, as máquinas de descachopamento também devem evitar o dano mecânico, que é considerado umas das principais causas da perda da qualidade da semente. Danos físicos são todos aqueles causados às sementes por processos mecânicos de manejo, que se realizam durante a colheita, secagem e nas máquinas de beneficiamento. O dano pode ser provocado por choques, impactos e abrasões das sementes contra

superfícies, principalmente metálicas. A cada impacto, a semente se torna mais sensível à injúria mecânica, ocorrendo um aumento do número de danos e, conseqüentemente, uma redução na porcentagem de sementes viáveis (CAMPOS e PESKE, 1995).

Os danos mecânicos em sementes durante a colheita, debulha e beneficiamento são extremamente prejudiciais à qualidade das sementes, pois o produto que sofreu injúria tem seu valor de mercado reduzido, até mesmo por seu aspecto visual (ANDRADE et al., 1998).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.W. **Extração e purificação de corantes de urucum**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Engenharia Química/UFSC, Florianópolis, 2001.

ALVES, R.W. **Extração de corantes de urucum por processos adsorptivos utilizando argilas comerciais e coloidal gás APHRONS**. 2005. 173f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M.; MARTINS, J.H. Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.23, n.2, p.41–51, 1998.

BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W.; BARBEDO, C.J.; NACAGAWA, J. Efeitos da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.14-18, 1994.

BARBOSA, J.M. **Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BARROS, A.S.R. Maturação e colheita de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.34-107.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.A. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed., São Paulo: Varela, 1992. 234p.

BONFIM, M.P.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; DIAS, N.O.; VILA, M.T.R. Colheita e processamento de urucueiros. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DO URUCUM, 2006, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: EMEPA, 2006.

BORGES, J.W.M.; MORAES, E.A.; VIEIRA, M.G.G.C. Efeitos do beneficiamento sobre a viabilidade da semente de feijão armazenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.13, n.2, p.135-138, 1991.

BRASIL. Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27 de outubro de 1997. Estabelece as condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas. Diário Oficial da **República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1 fev. 1978 e 24 abril 1978. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 12 maio 2003.

CAMPOS, V.C.; PESKE, S.T. Ocorrência de danos mecânicos em sementes na unidade de beneficiamento. **Informativo Abrates**. Brasília, v.5, n.3, 1995.

CARVALHO, N.M. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.2, n.2, p.23-27, 1980

CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes** - ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, P.R.N. Urucum: avanços tecnológicos e perspectivas. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.49, n.1-S, p.71-73, 1999.

COSTA, C.K.C. **Estudo fitoquímico de *Bixa orellana* L., Bixaceae e aplicação de seu óleo em formulação cosmética.** 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CUNHA, F.G. **Estudo da extração mecânica de bixina das sementes de urucum em leite de jorro.** 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

DIAS, D.C.F. **Maturação de sementes.** Seed News, nov/dez, 2001.

DOUGLAS, J.E. **Programa de semillas, guía de planeación y manejo.** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982. 359p.

ELIAS, M.E.A.; SCHROTH, G.; MACEDO, J.L.V.; MOTA, M.S.S.; D'ANGELO, S.A. Mineral nutrition, growth and yields of annatto trees (*Bixa orellana* L.) in agroforestry on an Amazonian ferralsol. **Experimental Agriculture**, v.38, p.277-289, 2002.

FALESI, I.C.; KATO, O.R; BELFORT, A.J.L.; BARBOSA, W.C. Influência da cor dos frutos do urucuzeiro nos teores de bixina nas sementes. In: Reunião técnica Científica sobre Melhoramento Genético do urucuzeiro, 1., 1991. Belém, PR. **Anais...** Belém, PR: Embrapa-CPATU, 1992. p.27-31.

FARIA, L.J.G.; ROCHA, S.C.S. Optimization of annatto (*Bixa orellana* L.) drying in fixed bed. **Brazilian Journal of Quemical Engineering**, v.17, n.4-7, p.483-495, 2000.

FELDMAM, F.; IDCZAR, E.; MARTINS, G.; NUNES, J.; GASPAROTTO, L.; PREISINGER, H.; MORAES, V.H.F.; LIEBEREI, R. Recultivation of degraded,

fallow lying areas in central Amazonia with equilibrated polycultures: response of useful plants inoculation with VA-mycorrhizal fungi. **Angewandte Botanik**. Hamburg. v.69, n.3-4, p.111-118, 1995.

FESSEL, S.A.; SADER, R.; PAULA, R.C.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.70-76, 2003.

FIRMINO, J.L.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.28-32, 1996.

FRANCO, C.F.O.; SILVA, F.C.P.; FILHO, J.C.; BARREIRO, M.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R.; FONTINELLI, S.C. **Urucuzeiro**: agronegócio de corantes naturais, João Pessoa: Emepa, 2002. 120p.

FURTADO, M. Corantes: indústria de alimentos adere aos corantes naturais. **Revista Química e Derivados**, v.4, n.21. ed, nov. 2003.

GOMES, S.M.S.; BRUNO, R.L.A. Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p.47-50, 1992.

IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F.V.; BARBOSA, J.C. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.147-154, 2007.

KATO, O.R.; FIGUEIREDO, F.J.C.; BELFORT, A.J.L.; NOGUEIRA, O.L.; BARBOSA, W.C. Época de colheita de sementes de urucu: emergência e teor de corantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.9, p.1291-1302, 1992.

KLUGE, A.R.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutos de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 2002. 163p.

LANCASTER, F.E.; LAWRENCE, J.F. High-performance liquid chromatographic separation of carminic acid, α - and β -bixin, and α - and β -norbixin, and the determination of carminic acid in foods. **Journal of Chromatography A**, v. 732, p.394-398, 1996.

LEONARDO, S.B. Extração de pigmentos de urucum e estabilidade de seus extratos e de sementes. 2007. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul.

LOPES, J.C.; SOARES, A.S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud.). **Ciência e Agrotecnológica**, Lavras, v.30, n.4, p.623-628, 2006.

LOPES, P.M.F.; SOUZA, I.V.B.; CAFÉ JÚNIOR, M.; SÃO JOSÉ, A. R. Emergência e vigor de plântulas de urucueiros (*Bixa orellana* L.) em função do período de maturação das sementes. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.1, n.1, p.11-14. 1992.

MAIMON, D. Corantes naturais: indústrias de alimentos e cosméticos. In: **Estudo de mercado de matéria-prima: corantes naturais (cosméticos,**

indústria de alimentos), conservantes e aromatizantes, bio-inseticidas e óleos vegetais e essenciais (cosmético e oleoquímica) – Relatório Final. SUDAM. Belém-PA, 2000.

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

MELO, A.A.A.; LIMA, L.C.F. **A situação da cultura de urucum no Brasil e perspectiva**. Vitória da Conquista: UESB, 1990. p.9-19.

MENDES, A.M.; FIGUEIREDO, A.F.; SILVA, J.F. Crescimento e maturação de frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.133- 141, 2006.

MENDONÇA, M.S.; BARBOSA, T.C.T.S.; ARAÚJO, M.G.P.; VIEIRA, M.G. **Morfologia floral de algumas frutíferas ocorrentes em Manaus**. Manaus: EDUA, 2001. 56p.

MERCADANTE, A.Z.; STECK, A.; PFANDER, H. Isolation and structure elucidation of minor carotenoids from annatto (*Bixa orellana* L.) seeds. **Phytochemistry**, Oxford, v.46, n.8, p.1379-1383, 1997.

MORAIS, O.M.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; ATAIDE, E.M. Melhoramento genético del achiote em Brasil. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.3, n.1, p.109-111, 1999.

OLIVEIRA, V.P.; GHINALDINI, J.E.; KATO, O.R. Beneficiamento pós-colheita do urucu. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.2, n.1, p.70-74, 1996.

PEDROSA, J.P.; CIRNE, L.E.M.R.; NETO, J.M.M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.121-123, 1999.

PEREIRA, M.I.; ZANON, A.; SCHEFFER, M.C. Germinação de sementes de guaco – *Mimosa glomerata* Spreng. (Asteraceae). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.104. 1995.

PERIN, J.D. **Efeito de diferentes copigmentos sobre a estabilidade de antocianinas extraídas de berinjela (*Solanum melongena* L.)**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – UFV, Viçosa. 1999.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Maturação fisiológica de sementes de espécies florestais. In: Simpósio brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais, 1, Belo Horizonte, 1984. **Anais**. Brasília: IBDF, 1986. p.217-239.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PÓVOA, M.E.B. Extração do corante de urucum (*Bixa orellana* L.) com diversos solventes. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.1, p.153-157, 1992.

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

REBOUÇAS, T.N.H. **Análise do comportamento do urucueiro (*Bixa orellana* L.) cultivado em Vitória da Conquista - BA.** 1995. 120f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

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

RODRIGUEZ, R.G.; ENRÍQUEZ, G.A. Estudio preliminar del desarrollo de ramas y biología floral em *Bixa orellana* L. In: **Aspectos sobre el achiote y perspectiva para Costa Rica.** Costa Rica: CATIE, 1983. p.58-78.

SÃO JOSÉ, A.R.; SÃO JOSÉ, A.R. Exigências edafo-climáticas da cultura do urucum. In: SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R. **A cultura do urucum no Brasil**, Vitória da Conquista, UESB, 1990. p.29-31.

SÃO JOSÉ, A.R.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R. Aspectos técnicos da cultura do urucueiro. In: Seminário de Corantes Naturais para Alimentos, 2, e Simpósio Internacional de Urucum, 1., 1991. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: ITAL, 1991. p.135-140.

SILVA, F.C.P.; FRANCO, C.F.O. **Urucueiro uma alternativa de agronegócio.** João Pessoa: EMEPA-PB, Banco do Nordeste, 2000. 64p.

SILVA, G.F. **Extração de pigmentos de urucum com CO₂ supercrítico**.
FEA/UNICAMP, Campinas-SP, 1999. 138p.

SILVEIRA, J.F. da; VIEIRA, M.G.G.C. Beneficiamento de sementes. **Informe Agropecuário**, v.8, n.91, p.50-56, 1982.

SRIVASTAVA, A.; SHUKLA, Y.N.; JAIN, S.P.; KUMAR, S. Chemistry, pharmacology and uses of *Bixa orellana* – a review. **Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science**, Lucknow, v.21, n.4, p.1145-1154, 1999.

STRINGUETA, P.C. Corantes naturais: uma opção inteligente. In: Congresso Brasileiro de Corantes Naturais. v.4, 2000. João Pessoa, PB. **Resumos...** João Pessoa, PB: SBCN, 2000. p. 27.

CAPÍTULO 2

MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE URUCUM

RESUMO

O urucuzeiro encontra-se difundido como planta nativa nas regiões Norte e Nordeste, sendo considerado mundialmente o segundo corante natural de importância econômica. Desta forma, sua utilização necessita de pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para a sua produção, iniciando pelo conhecimento da qualidade das suas sementes. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi estudar o processo de maturação de sementes de urucuzeiro, cultivar casca verde, com base na determinação da melhor época de colheita dos frutos e o teor de bixina. A coleta foi realizada no assentamento Bonfim, no município de Alagoinha-PB. As colheitas se iniciaram aos 15 dias após a antese (DAA) e se estenderam até os 150 DAA, sendo avaliadas a coloração, as dimensões, o teor de água dos frutos e sementes, como também a qualidade fisiológica e teor de bixina das sementes. De acordo com os dados obtidos constatou-se que a maturidade fisiológica das sementes ocorreu entre 91 a 103 dias após a antese, podendo a colheita ser realizada até 120 DAA, uma vez que a partir deste período ocorreram perdas de sementes e de bixina.

Palavra-chave: *Bixa orellana* L., maturidade fisiológica, bixina.

ABSTRACT

The annatto is widespread as a native plant in the North and Northeast, and is considered the world's second natural coloring of economic importance. Thus, their use would require research to develop appropriate technologies for their production, starting from the knowledge of the quality of their seeds. The purpose of this research was to study the maturation process of annatto seed variety green skin based on determining the best time of fruit harvest and the content of bixin. The collection was made in the settlement Bonfim, in Alagoinha-PB. The harvest began 15 days after anthesis (DAA) and lasted until 150 DAA, and evaluated the color, size, moisture content of fruits and seeds, as well as the physiological quality and content of bixin seeds. According to the data obtained it was found that physiological maturity of seeds occurred at 91-103 days after flowering, the crop may be held until 120 DAA since as of this time there were losses of seeds due to the opening of cachopos fruit and bixin where the highest percentage found was 1.62%.

Keywords: *Bixa orellana* L., physiological maturity, bixin.

1. INTRODUÇÃO

O urucuzeiro pertence à família Bixaceae, originário das Américas Central e do Sul e cultivado na África e na Ásia (MENDONÇA et al., 2001). No Brasil encontra-se difundido como planta nativa nas regiões Norte e Nordeste. Entre os corantes naturais é considerado o segundo em importância econômica, ficando atrás apenas do caramelo, sendo os maiores produtores o Peru, Brasil e Quênia (MERCADANTE et al., 1997).

Pesquisas relacionadas ao processo de desenvolvimento de frutos e sementes constituem aspectos de grande importância para a definição de estratégias de colheita como também estabelecimento de técnicas adequadas de pós-colheita, capazes de aumentar a vida útil, visando um melhor aproveitamento do potencial de comercialização do fruto. Portanto, o conhecimento de como se processa a maturação das sementes e dos principais fatores envolvidos é de fundamental importância para a orientação dos produtores, principalmente no que se refere ao planejamento e a definição da época ideal de colheita, visando qualidade e produtividade (DIAS, 2001).

A colheita realizada em momento anterior à maturidade fisiológica pode gerar sementes mal formadas e com baixo vigor, com reflexos na capacidade de armazenamento ou problemas na germinação, quer pelo incompleto desenvolvimento do eixo embrionário, quer pela falta de acúmulo de compostos de reserva necessários à germinação. Por outro lado, a colheita após a maturidade fisiológica pode acarretar sua deterioração pela exposição à patógenos e a intempéries do campo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Kato et al. (1992) encontraram o ponto de maturidade fisiológica para o urucum, os períodos entre 72 e 79 dias após a abertura da primeira flor da inflorescência.

A determinação do ponto de maturidade dos frutos e sementes, utilizando os índices de maturação é necessário para que a colheita seja realizada no período correto. Esses índices compreendem medidas físicas e químicas perceptíveis ao longo da maturação, que visam assegurar a obtenção de sementes de boa qualidade no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (KLUGE et al., 2002).

De uma forma geral, relata-se que a associação de diferentes índices de maturação tem permitido uma melhor avaliação do ponto de maturidade fisiológica das sementes de várias espécies, uma vez que o processo de maturação envolve inúmeras mudanças, as quais estão sujeitas tanto a variações ambientais quanto varietais. Em virtude disso, alguns pesquisadores procuram, sempre que possível, associar quatro ou mais índices para determinar a maturidade de sementes (BARBOSA, 1990). Ao estudar a maturação de sementes de urucum, variedade vermelho piloso, Mendes et al. (2006), verificaram que aos 76 dias após a antese ocorreu maior germinação, vigor e teor de massa seca, período no qual o tegumento externo tinha coloração vermelho escuro opaco, espesso, com a área da calaza circundada por anel de coloração lilás e o funículo marrom claro.

Neste sentido, a pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de se determinar o ponto de maturidade fisiológica e acompanhar o acúmulo de bixina em sementes de urucum.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização geográfica do experimento

O experimento foi realizado no assentamento Bonfim, situado no município de Alagoinha-PB, na microrregião de Guarabira-PB, com coordenadas geográficas de 6° 54' 11" de Latitude Sul e 32° 27' 57" de Longitude a Oeste de Greenwich, com altitude de aproximadamente 140 m.

2.2. Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima de Alagoinha é do tipo As' (quente e úmido) com chuvas de outono-inverno cuja época chuvosa tem início no mês de fevereiro ou março, prolongando-se até julho ou agosto. Com precipitação média anual de 795,8 mm. As temperaturas variam muito pouco durante o ano, com valores entre 22 a 26° C e a umidade relativa é bastante uniforme em toda a região, com médias de 74,9%.

2.3. Caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado de outubro de 2007 a março de 2008, utilizando plantas adultas, de um cultivo de *B. orellana*, cultivar casca verde, com espaçamento irregular, no assentamento Bonfim, no município de Alagoinha-PB. Foram selecionadas 15 plantas com características semelhantes de desenvolvimento e 50% das inflorescências em antese, cujos ramos que as continham foram marcadas com fios de lã (Figura 1) e, as avaliações realizadas aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a antese. Os frutos foram coletados com o auxílio de uma tesoura de poda e acondicionados em caixa térmica.



Figura 1. Marcação de ramos de urucum. Alagoinha-PB

2.4. Análises laboratoriais

Inicialmente, até os 150 dias após a antese foram realizadas análises físicas, fisiológicas e de bixina, provenientes de cada colheita.

As avaliações e determinações que se seguem foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba-CCA/UFPB, Campus II, Areia, PB.

a) Dimensões (comprimento e diâmetro de frutos e sementes (cm):

determinados através de medições diretas com auxílio de um paquímetro manual, onde foram realizadas mensurações de 25 frutos e sementes em quatro repetições, cujos resultados foram expressos em milímetros.

b) Teor de água dos frutos e sementes: o teor de água dos frutos e sementes foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se 4 repetições de 25 frutos e sementes para cada época de colheita, sendo os resultados expressos em porcentagem.

c) Peso dos frutos e sementes: pesaram-se 25 frutos e sementes em quatro repetições, em balança analítica com precisão de 0,001 g;

d) Teste de germinação: conduzido em quatro repetições de 50 sementes previamente tratadas com hipoclorito de sódio a 2% durante 5 minutos, com posterior lavagem em água destilada. Em seguida foram semeadas em substrato rolo de papel “germitest”, umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco os quais foram colocados em câmaras tipo BOD a 30°C . As observações ocorreram do sétimo ao décimo

quarto dia, onde as contagens foram realizadas diariamente, onde foram computadas a porcentagem de plântulas normais.

e) Teste de emergência: foram desenvolvidos em ambiente protegido (Telado) condições não controladas de temperatura e umidade relativa do ar, utilizando-se 200 sementes por tratamento (quatro sub-amostras de 50 sementes), as quais foram semeadas em bandejas contendo substrato de areia lavada umedecida com 60% da capacidade de retenção. O número de plântulas emersas foi registrado a partir do surgimento das primeiras plântulas até a estabilização das mesmas, período compreendido entre o sétimo ao décimo quarto dia. O critério utilizado foi o de plântulas emersas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Paralelamente aos ensaios de germinação e de emergência foram realizados vários testes de vigor:

f) Primeira contagem de germinação e emergência: o teste de primeira contagem foi realizado em conjunto com o de germinação e o de emergência, onde foi computada a porcentagem de plântulas que apresentavam a raiz primária com comprimento ≥ 2 cm e, as primeiras folhas cotiledonares emersas, respectivamente. Todas as plântulas normais foram contadas no sétimo dia após a instalação, sendo os resultados obtidos expressos em porcentagem.

g) Índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE): este teste também foi realizado em conjunto com o teste de germinação e emergência, onde foram realizadas contagens diárias das plântulas normais dos sete ao

décimo quarto dia após a sementeira. A determinação do índice de velocidade de germinação e de emergência foi de acordo com Popinigis (1985).

h) Comprimento de plântulas: a determinação do comprimento das plântulas foi realizada no décimo quarto dia após a sementeira, com o auxílio de uma régua graduada em centímetro, calculando-se os valores médios obtidos em cada tratamento, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula.

i) Peso de massa seca: após o décimo quarto dia de implantação, as plântulas de cada tratamento, foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas em estufa com circulação de ar, regulada a 80°C, onde permaneceram por um período de 24 horas. A pesagem do material seco foi realizada em balança com precisão de 0,001 g e, o peso para cada repetição foi dividido pelo número total de plântulas, obtendo-se, assim, o peso médio da massa seca, expresso em grama por plântula.

2.5. Determinação do teor de bixina

A avaliação da bixina foi realizada utilizando-se o método KOH descrito por Yabiku e Takahashi (1991), depois de cada método de descachopamento, em que os passos seguintes foram observados.

- a) Em um erlenmeyer de 500 mL colocou-se 150 mL da solução de KOH a 5%. Posteriormente este foi aquecido em fogão elétrico até entrar em ebulição, onde 25 g de sementes de *B. orellana* foram colocadas e mantidas por 1 minuto. Passado este tempo deu-se o resfriamento em água corrente, sem agitação.

- b) Em um balão volumétrico de 1.000 mL, a solução foi filtrada com auxílio de um funil de vidro, uma peneira pequena, lã de vidro e um bastão de vidro, e, posteriormente, as sementes foram lavadas com água deionizada (ausência de íons na água, através de resinas catiônicas e aniônicas) (100 mL) por sete a nove vezes, completando-se para 1.000 mL.
- c) Em seguida foi retirada uma alíquota de 2 mL dessa solução (solução corante), e colocada em outros dois balões volumétricos de 1.000 mL, com suas numerações correspondentes, depois estes balões foram completados com uma solução de KOH a 0,5%.
- d) Uma quantidade aproximadamente de 2 mL desta solução final foi retirada, colocada na cubeta e introduzida no espectrofotômetro. Outra cubeta contendo uma solução de KOH a 5% foi preparada para calibragem do aparelho. No espectrofotômetro a leitura foi realizada com 453 nm, em célula de 1 cm, contra uma prova em branco de solução de KOH a 5%. Feita a leitura no aparelho, o valor da bixina obtido foi comparado com o valor de transmitância lido no espectrofotômetro (Tabela 1). Esse valor foi expresso em percentual de bixina.

TABELA 1 - Conversão do valor de transmitância lida no espectrofotômetro em teor de bixina.

Leitura no Aparelho	Teor de bixina (%)	Leitura no aparelho	Teor de bixina (%)	Leitura no aparelho	Teor de bixina (%)
99	0,02	66	1,07	33	2,87
98	0,05	65	1,11	32	2,95
97	0,07	64	1,15	31	3,03
96	0,10	63	1,19	30	3,12
95	0,13	62	1,23	29	3,20
94	0,16	61	1,28	28	3,30
93	0,18	60	1,32	27	3,39
92	0,21	59	1,36	26	3,49
91	0,24	58	1,41	25	3,59
90	0,27	57	1,45	24	3,70
89	0,30	56	1,50	23	3,81
88	0,33	55	1,55	22	3,92
87	0,36	54	1,59	21	4,04
86	0,39	53	1,64	20	4,27
85	0,42	52	1,66	19	4,30
84	0,45	51	1,74	18	4,44
83	0,48	50	1,79	17	4,59
82	0,51	49	1,84	16	4,75
81	0,54	48	1,90	15	4,91
80	0,57	47	1,95	14	5,09
79	0,61	46	2,01	13	5,28
78	0,64	45	2,07	12	5,49
77	0,67	44	2,12	11	5,72
76	0,71	43	2,18	10	5,97
75	0,74	42	2,24	09	6,24
74	0,78	41	2,31	08	6,54
73	0,81	40	2,37	07	6,89
72	0,85	39	2,44	06	7,29
71	0,88	38	2,50	05	7,76
70	0,91	37	2,57	04	8,34
69	0,96	36	2,64	03	9,09
68	0,99	35	2,72	02	10,14
67	1,03	34	2,79	01	11,94

2.6. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições de 50 sementes para cada teste. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Os graus de liberdade de tratamentos foram desdobrados em efeitos linear e quadráticos e escolhendo o modelo de maior grau significativo, cujo coeficiente de determinação (R^2) fosse maior ou igual a 50%. Nas análises estatísticas foi empregado o programa software SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (MG).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Aspectos externos dos frutos e sementes

Os frutos de urucum, aos 15 dias após a antese (DAA), estavam com coloração verde intensa, formato cônico, consistência tenra, pêlos densos e macios e, suas sementes de tamanho pequeno, alongadas e de coloração rosa claro, com área da calaza e funículo de coloração branca (Figura 2).

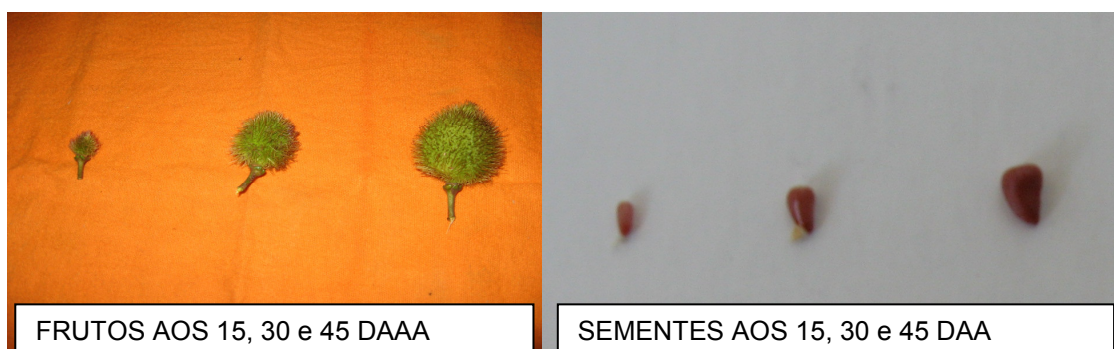


Figura 2. Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. desde os 15 até aos 45 dias após a antese.

Aos 75 DAA, os frutos eram obovóides, com pêlos firmes de coloração verde e em alguns deles havia partes marrons. A semente tinha uma forma cuneiforme e um tegumento externo espesso com coloração vermelha escura opaca, área da calaza circundada por um anel lilás e o funículo marrom claro (Figura 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima (2005), verificando que aos 70 DAA, frutos de urucum da variedade casca verde apresentavam uma coloração verde, tornando-se amarronzados a partir dos 84 DAA.



Figura 3. Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. aos 75 dias após a antese.

Aos 105 DAA, os frutos estavam completamente marrons com pêlos duros como espinhos, sendo que, a maioria estavam abertos, para Lima (2005) a deiscência dos frutos de urucum ocorreu aos 84 DAA. A coloração da superfície das sementes era vermelho escuro opaca e a área da calaza e funículo de coloração marrom escuro (Figura 4).



Figura 4. Coloração dos frutos e sementes de *Bixa orellana* L. aos 105 dias após a antese.

O processo de formação das sementes é acompanhada por mudanças externas do fruto e da semente, para o urucum, o índice de maturação baseado na coloração e consistência dos mesmos, pode ser considerado um bom indicativo para determinar a época de maturidade e colheita pelas mudanças de coloração ao longo do desenvolvimento. Os frutos e sementes, aos 105 dias

após a antese (DAA), tinham características visuais nitidamente diferentes às das outras coletas (Figura 5). Tais resultados estão de acordo com Lima (2005) que relata que a coloração dos frutos e sementes para espécie de urucum pode determinar o ponto ideal de colheita, pois estas características são relativamente fáceis de serem correlacionadas com a maturidade fisiológica, concordando com as observações feitas em calêndula por Silveira et al. (2002).



Figura 5. Coloração dos frutos de *Bixa orellana* L. dos 15 aos 150 dias após a antese.

A mudança de coloração do fruto foi considerada um bom índice de maturação de sementes de *Cordia goeldiana* (KANASHIRO e VIANA, 1982), *A. macrocarpa* (SOUZA e LIMA, 1985) e *M. balsamum* (AGUIAR e BARCIELA, 1986). Por outro lado, não foi recomendado como índice de maturação de sementes de *Dalbergia nigra* (PIÑA-RODRIGUES et al., 1984).

Os frutos de urucum não atingem a maturação simultaneamente, assim sendo, a colheita é efetuada quando se verifica que dois a três frutos por cacho adquirem uma coloração acastanhada (PIMENTEL, 1985). Mendes et al. (2006) verificaram que aos 76 após a antese os frutos de urucum, variedade vermelho piloso apresentam coloração vermelho opaco e superfície externa de tons amarelados

3.1.2. Comprimento e diâmetro dos frutos e sementes

A formação do fruto do urucum ocorreu, em média, aos cinco dias após a antese, com início de formação das sementes aos 15 dias. De acordo com a Figura 6 verifica-se que o crescimento dos frutos, em comprimento ocorreu até os 130 dias. Assim, foi verificado efeito significativo de ordem quadrática para comprimento dos frutos (Figura 6) com um aumento gradativo ao longo do processo de maturação, onde constatou-se um valor máximo (64,49 mm) aos 130 DAA. A partir daí foram registrados decréscimos, com pequenas oscilações. Resultados contrários foram encontrados por Mendes et al. (2006) que estudando a maturação fisiológica de sementes de urucum observaram que o comprimento máximo dos frutos (56,6 mm) ocorreu aos 49 DAA.

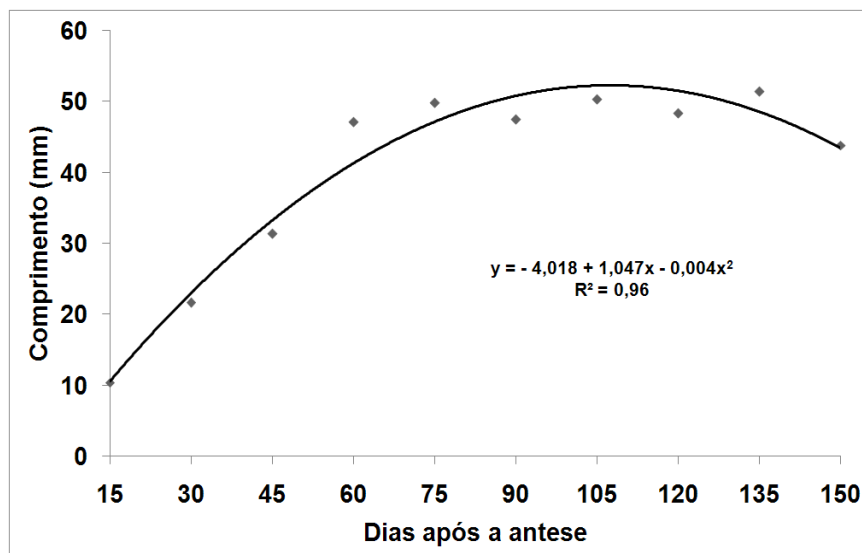


Figura 6. Comprimento de frutos de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

O comprimento variou de 10,78 mm (15 DAA) a 64,49 mm (130 DAA). A variabilidade no comprimento do fruto de urucum foi demonstrada por Ferreira e Falesi (1989), que encontraram valores de 60 mm para a cultivar pastelão, 30 mm para verdinha, 45 mm para Wagner e 35 mm para Jari. Kato et al. (1992) encontraram valores médios para comprimento de fruto de 44,2 mm, sem mencionar a cultivar.

Da mesma forma que o comprimento, os dados referentes ao diâmetro dos frutos também se ajustaram a modelos quadráticos, através dos quais observam-se valores crescentes durante o processo de maturação (Figura 7). O valor máximo (33,72 mm) ocorreu aos 107 DAA, com posterior, reduções e pequenas oscilações. As médias de diâmetro estudadas por Ferreira e Falesi (1989) foram de 37 mm (pastelão), 23 mm (verdinha), 42 mm (wagner), 30 mm (branca) e 20 mm (jari) e Kato et al. (1992) encontraram para diâmetro 28,3 mm.

A preferência inicial de assimilados para a formação do fruto ocorre pelo fato deste constituir estruturas que irão formar as sementes no seu interior. Na segunda etapa, após serem formadas as estruturas do fruto, os assimilados serão translocados preferencialmente para as sementes que são estruturas de reprodução das plantas.

Após os frutos terem atingido o tamanho máximo, verificou-se um decréscimo, em termos de comprimento e diâmetro, provavelmente pela variedade existente entre as plantas selecionadas, desta forma não é considerado uma característica para indicar o período de maturidade fisiológica em sementes de urucum, pois os máximos valores ocorreram depois da maturidade fisiológica das sementes. Borges (2007) estudando a maturação de *Caesalpinia echinata* verificou que as dimensões dos frutos atingiram valores máximos logo no início do processo de maturação, observado também para espécies de *Bixa orellana* (MENDES et al., 2006). Isto pode está relacionado a um maior direcionamento de reservas da planta para a formação rápida do fruto, visto que em uma segunda etapa esta estrutura formará as sementes em seu interior (FIGUEIREDO, 1996).

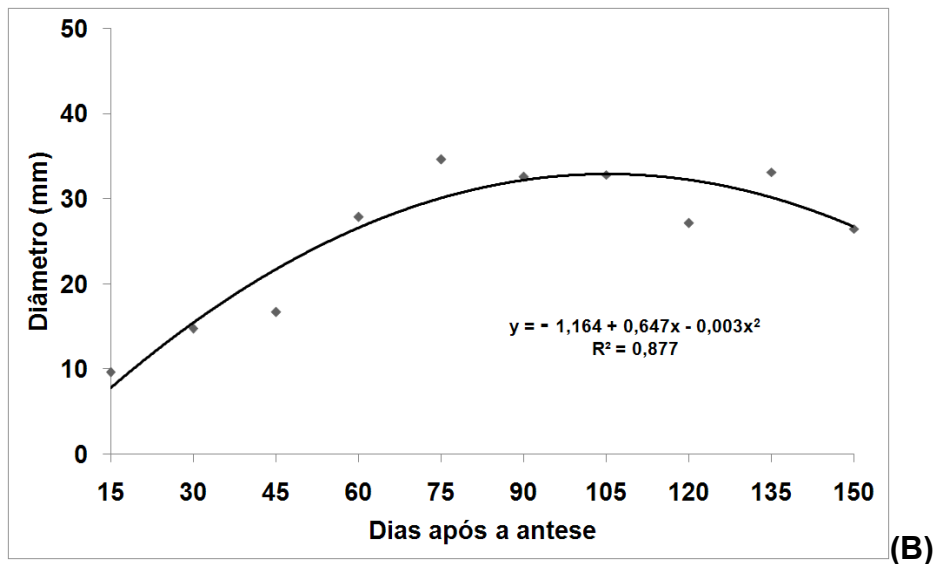


Figura 7. Diâmetro de frutos de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

Ao estudar a maturação de sementes de *Torresia acreana* Ducke, Firmino et al (1996), verificaram que o tamanho do fruto também pode ser utilizado para a determinação do momento ideal da colheita.

De acordo com os dados da Figura 8 observou-se que o tamanho das sementes, em termos de comprimento, também se ajustaram a modelos quadráticos, pelos quais inicialmente observou-se níveis de crescimento dos 15 até os 103 dias após a antese. As sementes atingiram comprimento máximo estimado aos 103 DAA para a variedade casca verde, cujos valores foram de 4,9 mm. Para Mendes et al. (2006), o comprimento máximo (5,7 mm) ocorreu aos 62 DAA, não havendo diferenças nas demais colheitas.

Em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) (Vahl) Nichols. o comprimento máximo (30,0 mm) aos 53 dias após a antese (CARVALHO et al., 2008). Verificando a maturação fisiológica de sementes de eucalipto, Aguiar et al. (1988) constataram que o tamanho das sementes foi bastante influenciado

pela grande variação existente entre árvores, não se revelando bons índices de maturação.

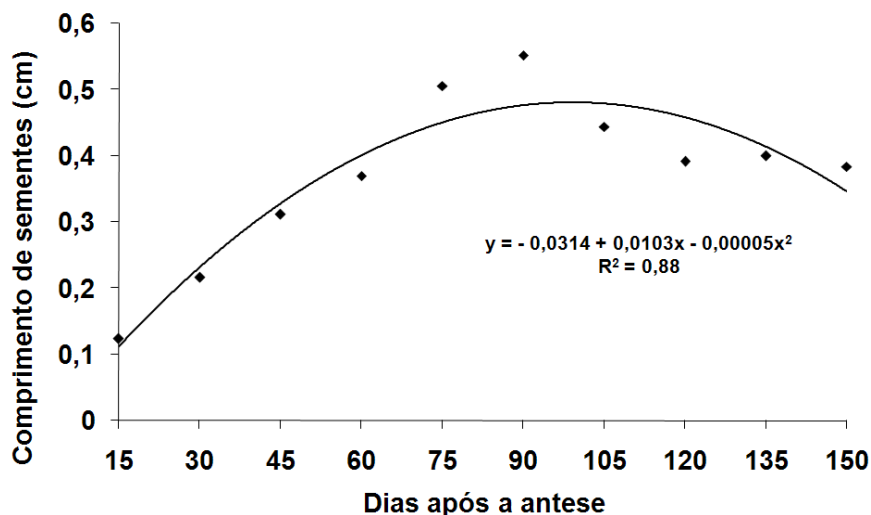


Figura 8. Comprimento de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

Referindo-se ao diâmetro das sementes, constatou-se valor máximo estimado (3,2 mm) aos 91 DAA (Figura 9). Após as sementes terem atingido tamanho máximo verificou-se reduções nas dimensões, porém as sementes não perderam a forma.

O padrão de crescimento das sementes de urucum foi semelhante ao descrito por Carvalho e Nakagawa (2000) que, de uma maneira geral relataram que, as sementes crescem em tamanho rapidamente, atingindo o máximo num período de tempo curto, em relação à duração total do período de maturação, acrescentando que, uma vez atingido o máximo, é mantido por um certo tempo para, no final do período, ser um pouco reduzido, sendo que esta redução é mais ou menos acentuada, dependendo da espécie e corresponde ao período de rápida e intensa desidratação. Segundo Silveira (1982), essa relativa

rapidez com que as sementes atingem tamanho máximo se deve, possivelmente, a necessidade que as sementes têm de manter um alto teor de água durante a fase de mais intensa deposição de massa seca.

Mediante os resultados avaliados verifica-se que o período de 90 a 120 DAA foi onde ocorreram os maiores valores para todas as características estudadas de dimensão dos frutos e das sementes de urucum.

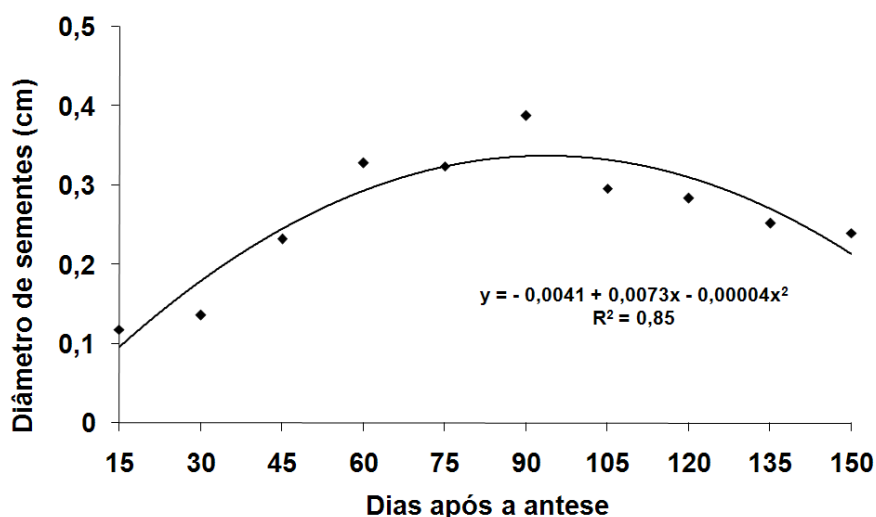


Figura 9. Diâmetro de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

3.1.3. Peso dos frutos e sementes

Os resultados referentes ao peso dos frutos também foi semelhante às outras variáveis biométricas (Figura 10), o qual iniciou-se com 2,0 g aos 15 DAA, atingindo um valor máximo de 6,45 g aos 75 DAA. A partir desse período começou a sofrer redução.

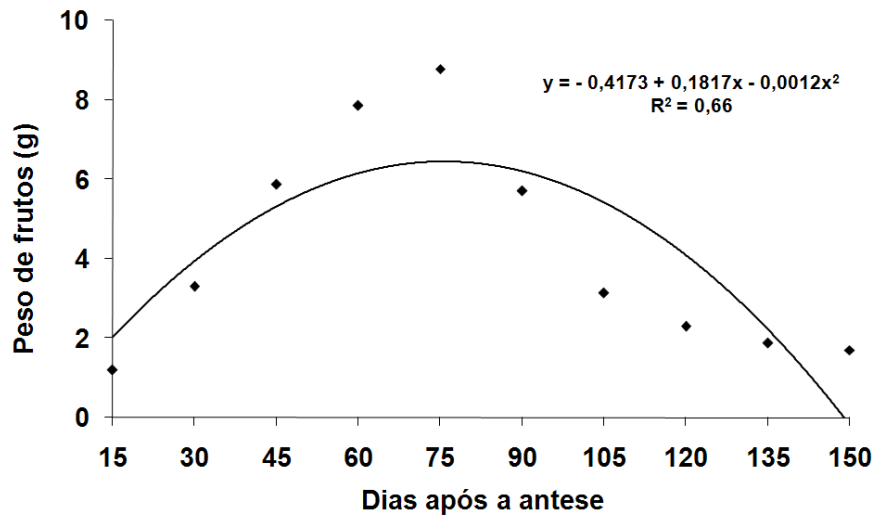


Figura 10. Peso dos frutos de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

De acordo com os dados da Figura 11 verificou-se que o peso das sementes aumentou gradativamente ao longo do processo de maturação, obtendo valor máximo (0,113 g) aos 125 DAA, com posterior decréscimo.

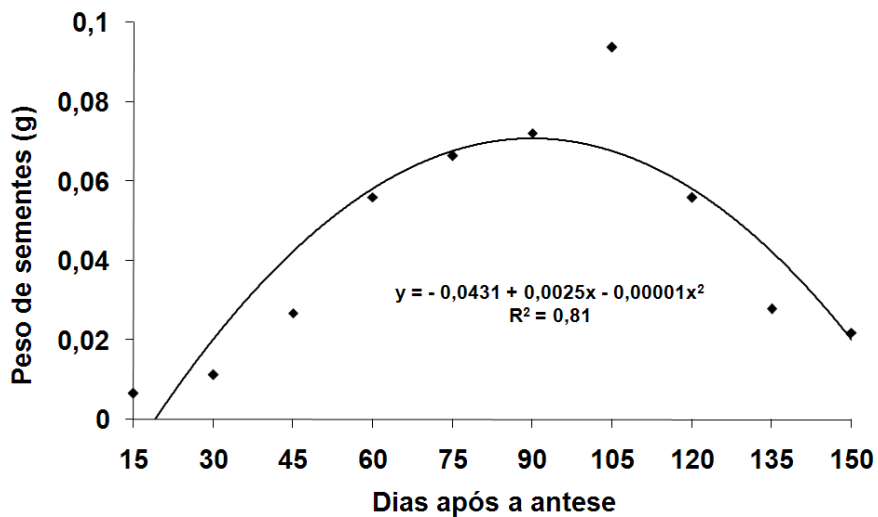


Figura 11. Peso das sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

3.1.4. Teor de água dos frutos e semente

Os dados do teor de água dos frutos e sementes se ajustaram a modelos quadráticos, em que no início de formação a quantidade de água presente nos mesmos era superior a 80%. Os maiores valores para o teor de água dos frutos foi de 86,36% aos 15 DAA e para as sementes de 82,43% aos 29 DAA (Figura 12). Após esse período observou-se uma redução lenta e gradativa no teor de água dos frutos e sementes, com valores mínimos ao final do período de avaliação (150 DAA).

Resultados semelhantes foram encontrados por Mendel et al. (2006), onde observaram que no início de desenvolvimento as sementes eram constituídas quase na totalidade de água, sendo 84% aos 10 DAA e 62% aos 76 DAA. Amaral et al. (2000), também estudando o processo de maturação de urucum verificaram que aos 15 DAA as sementes estavam com teor de água de 85% e, os de frutos com 86% e, aos 60 DAA o teor de umidade ainda era relativamente alto, 64% para as sementes e de 80% para os frutos. Lopes et al. (2008), estudando a germinação de urucum, variedade casca verde, verificaram que até os 70 DAA o teor de água dos frutos era de 74,7%. Lima (2005) observou que o máximo teor de água presente nas sementes de urucuzeiro (83,39%) ocorreu aos 14 DAA enquanto que nos frutos, este permaneceu mais ou menos constante até a nona coleta, que se deu aos 70 dias após a antese (74, 69%), reduzindo progressivamente a partir deste ponto.

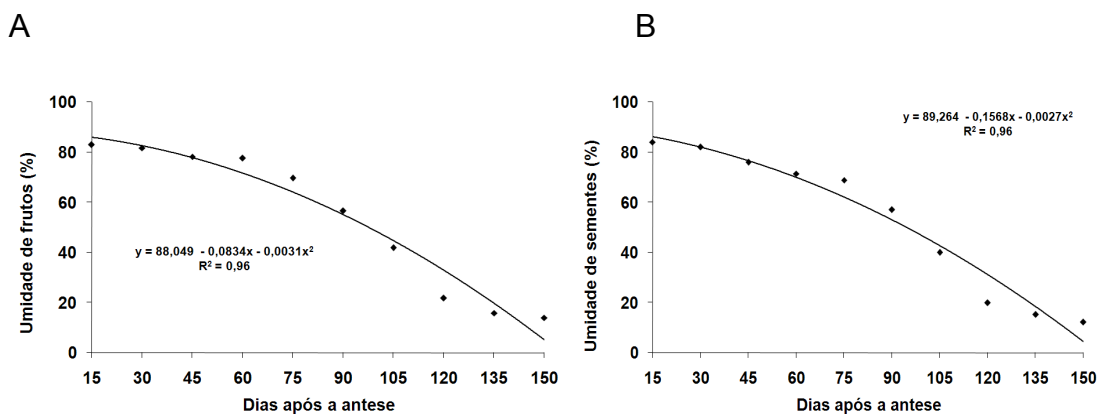


Figura 12. Teor de água dos frutos (A) e sementes (B) de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

O alto teor de umidade inicial, verificado nas sementes das primeiras colheitas e, seu posterior decréscimo está relacionado com a importância da água nos processos de enchimento durante o processo de maturação das sementes e sua manutenção torna-se necessário para que os produtos fotossintetizados nas folhas das plantas-mães sejam depositados na semente, sendo utilizado como fonte de formação e, posteriormente, como reserva. Esse alto teor de umidade está presente até a semente alcançar o máximo de massa seca, quando inicia a desidratação rápida (CORVELLO et al., 1999). Além disso, para o urucum o alto teor de água durante sua maturação fisiológica é característico da própria espécie e fundamental para a sua sobrevivência. Esse comportamento pode ser um mecanismo de adaptação no sentido de assegurar a perpetuação da espécie, pois suas sementes são de baixa longevidade, necessitando germinar prontamente ao se desligarem da planta (MENDES et al., 2006).

3.1.5. Germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas

Os dados referentes à germinação de sementes de urucum estão ajustados a ordem quadrática de regressão polinomial, no qual se constata que nos primeiros 15 dias, o eixo embrionário ainda não está capacitado a crescer e resultar na germinação. Segundo Amaral et al. (2001) as sementes imaturas de urucuzeiro não germinam durante os primeiros estádios de maturação, pois o material de reserva é considerado insuficiente, principalmente o grão de amido. Com o desenvolvimento das sementes, estes grãos tornam-se maiores, com formatos mais arredondados e presentes em maior quantidade.

No entanto, a partir de 45 DAA começa a aumentar consideravelmente, atingindo um máximo aos 93 DAA, com valores de 70% (Figura 13). De acordo com os resultados verifica-se que no período de máxima germinação, as sementes tinham um teor de água em torno de 50%. Lima (2005) verificou que a germinação de sementes de urucuzeiro ocorreu a partir dos 56 DAA, atingindo um máximo valor (22,5%) aos 77 DAA. Carvalho et al. (1980) utilizaram o teor de água das sementes de *Pterogyne nitens* Tul. como critério para auxiliar na determinação da maturidade fisiológica, recomendando a colheita das sementes com teor de água entre 60 e 65%.

Depois dos 105 DAA houve tendência de diminuir o percentual de germinação. Estudando o processo de maturação fisiológica de semente de quaresmeira, Lopes et al. (2005) não constataram germinação nas nove primeiras coletas e associaram à imaturidade do embrião. Da mesma forma, Martins e Silva (1997), trabalhando com *Dalbergia nigra*, também não

obtiveram germinação na fase inicial durante as três primeiras colheitas de sementes.

Estudando a maturação fisiológica de sementes de urucum tipo vermelho piloso, dentro de um sistema agroflorestal Mendes et al. (2006), verificaram que a partir dos 62 DAA, a germinação aumentou de forma significativa, alcançando valores de 53% e continuou a crescer até aos 76 DAA, atingindo 78%.

Na última coleta também observou-se que a germinação das sementes de urucum sofreu um decréscimo de 25%. O fato de haver redução na porcentagem de germinação das sementes de urucum no período final da maturação fisiológica deve-se, provavelmente, à presença de dormência ou as condições ambientais desfavoráveis, pois os frutos estavam com as suas cachopas abertas.

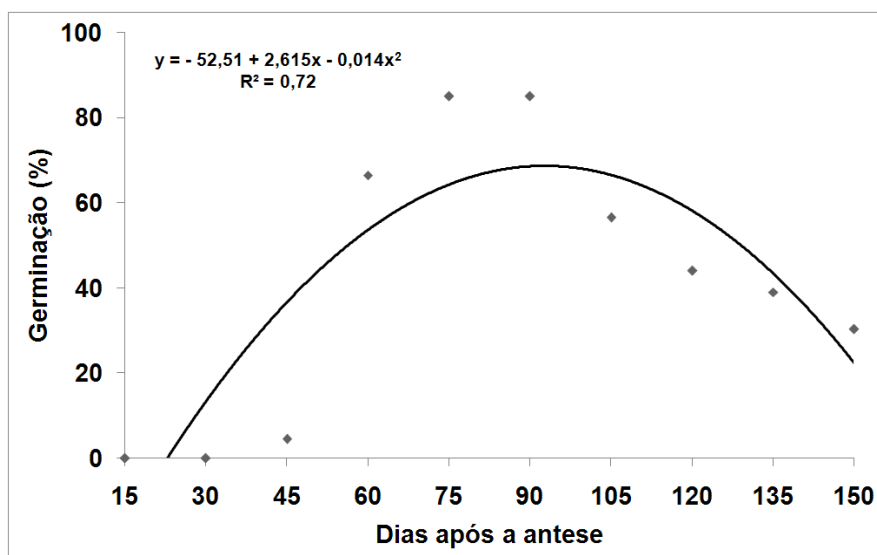


Figura 13. Germinação de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

Os menores percentuais de germinação em sementes de *Bixa orellana* L., verificados por Amaral et al. (2000) ocorreram quando as sementes estavam completamente maduras, época em que o tégmen da maioria delas se encontrava completamente impermeável, impedindo assim, a entrada de água. Resultados contrários foram encontrados por Martins e Silva (1997) que estudando o processo de maturação fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* verificaram que os maiores valores de germinação (88%) foram obtidos na última coleta.

Analisando a Figura 14 verificou-se que os dados de índice de velocidade de germinação (IVG), se ajustaram a modelos quadráticos, onde os maiores valores (7,58) foram alcançados aos 109 DAA. Para espécies de *Caesalpinia echinata* observou-se que a velocidade de germinação ainda foi bastante baixa quando as sementes adquiriram a capacidade germinativa e, nos momentos seguintes a este período ocorreu um aumento (BORGES, 2007).

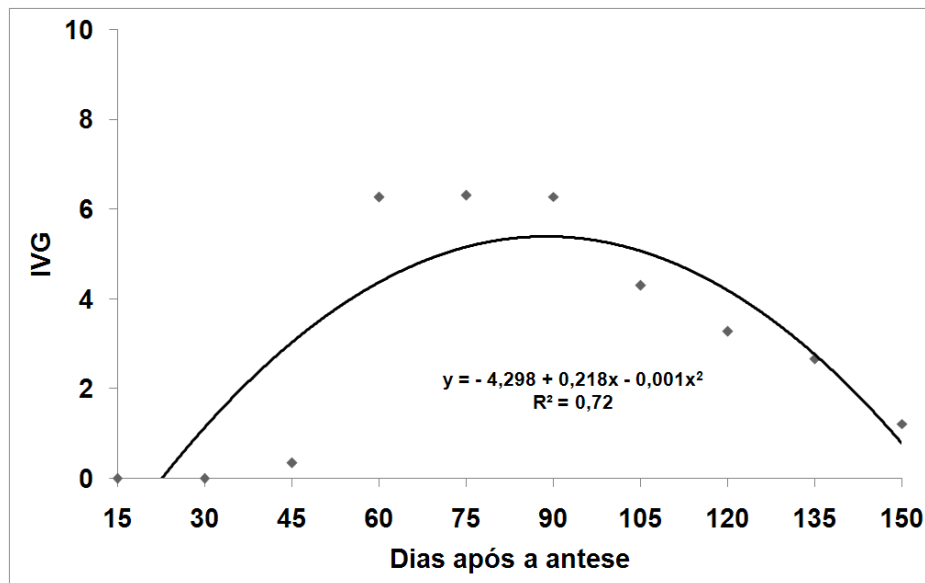


Figura 14. Índice de velocidade de germinação de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

De acordo com a Figura 15 constata-se que os dados de comprimento das plântulas ajustaram-se a modelo quadrático, onde verificou-se que o comprimento máximo estimado ocorreu aos 111 DAA, cujos valores foram de 27,14 cm. Trabalhando com cerejeira, Firmino et al. (1996) verificaram que a altura e o comprimento de raiz das plântulas obtidas de sementes provenientes de frutos verdes, tinham menor altura e comprimento de raiz, indicando que nesse estágio as sementes encontravam-se com vigor ligeiramente inferior, quando comparadas com aquelas oriundas de outros estádios.

Na maturação fisiológica de sementes de abóbora híbrida, Costa et al. (2006) concluíram que as plântulas mais vigorosas foram provenientes de sementes extraídas de frutos com idade entre 50 e 60 dias, avaliando o vigor das sementes através da massa seca e do comprimento da raiz primária das plântulas.

Em sementes de sabiá, na ocasião do processo de maturação fisiológica, o valor máximo (3,50 cm) de comprimento do hipocótilo das plântulas oriundas de sementes despontadas foi registrado aos 169 dias após a antese. Para sementes inteiras, isso ocorreu aos 172 dias após a antese, com 3,66 cm (ALVES, 2003).

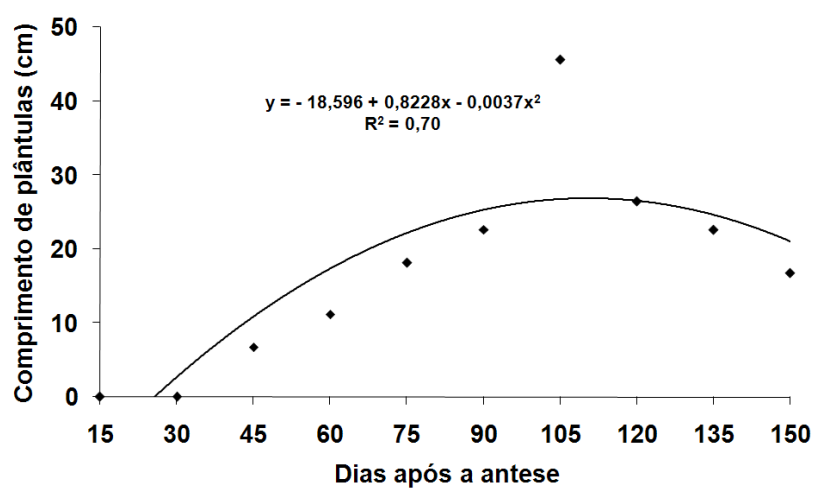


Figura 15. Comprimento de plântulas de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

Através dos dados presentes na Figura 16 foram verificados efeitos significativos de ordem quadrática para a massa seca das plântulas, cujos valores máximos estimados (0,32 g DDA) foram obtidos aos 117 DAA.

Durante o processo de maturação de sementes de *Torresia acreana* Ducke, durante o processo de maturação Firmino et al. (1996) verificaram que os maiores valores de massa seca da raiz primária e da parte aérea de plântulas ocorreram naquelas oriundas de frutos colhidos em estádios de desenvolvimento bem avançados (frutos com coloração preta e coletados no solo).

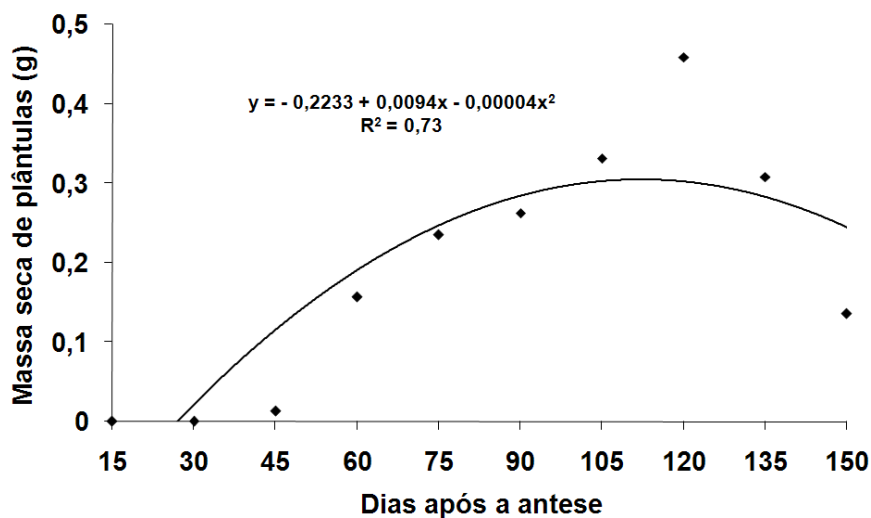


Figura 16. Massa seca de plântulas de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

3.1.6. Emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca de plântulas

Os dados referente à emergência das plântulas de urucum se ajustaram a modelos quadráticos (Figura 17). Verifica-se que nos estádios iniciais da maturação, as sementes de urucum ainda não tinham completado suas transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se processam após a fecundação do óvulo e que conferem ao embrião a capacidade de reiniciar o crescimento e, sob condições ambientais favoráveis, dar origem a uma plântula normal (POPINIGIS, 1985).

A maior porcentagem de emergência (63%) ocorreu aos 96 DAA, ocasião na qual o teor de água dos frutos e das sementes estava reduzindo. A partir daí evidenciou-se redução gradativa nestes valores, coincidindo com a manifestação da dormência, através da impermeabilidade do tegumento, com

consequente dificuldade de absorção de água. Lopes et al. (1992), estudando a maturação de sementes de urucum, variedade Bico de Pato, em condições ecológicas de Vitória da Conquista - BA verificaram que os melhores resultados de emergência foram obtidos entre 130 a 140 DAA. Kato et al. (1992), verificaram que a maturidade fisiológica do urucum ocorria em tempo semelhante entre 72 e 79 dias após a antese.

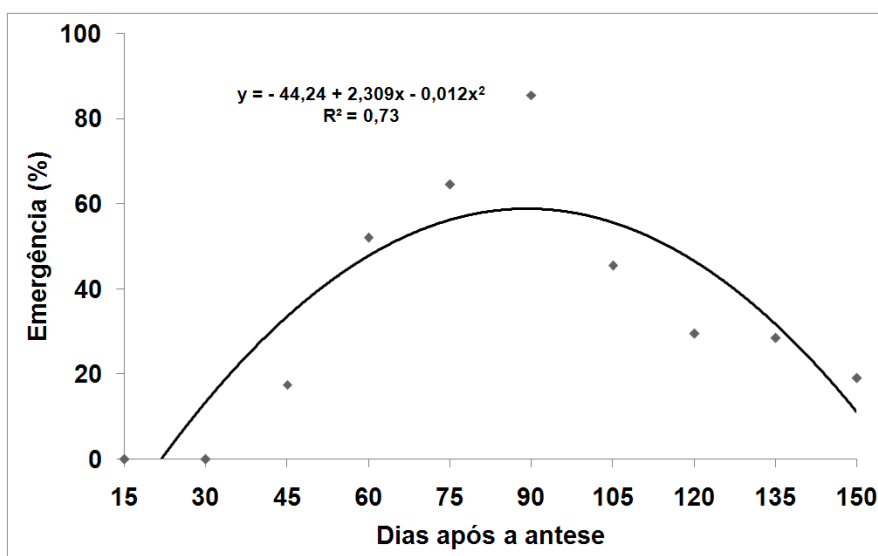


Figura 17. Emergência de plântulas de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

No tocante ao índice de velocidade de emergência (Figura 18) observa-se que os dados foram bem representados no modelo quadrático de regressão polinomial. Observa-se que os maiores valores (2,81) foram alcançados aos 78 DAA, após esse período, o índice de velocidade de emergência (IVE) reduziu bastante. Ao trabalhar com sementes de urucum, Mendes et al. (2006) verificaram que o IVE atingiu valor máximo as 76 DAA.

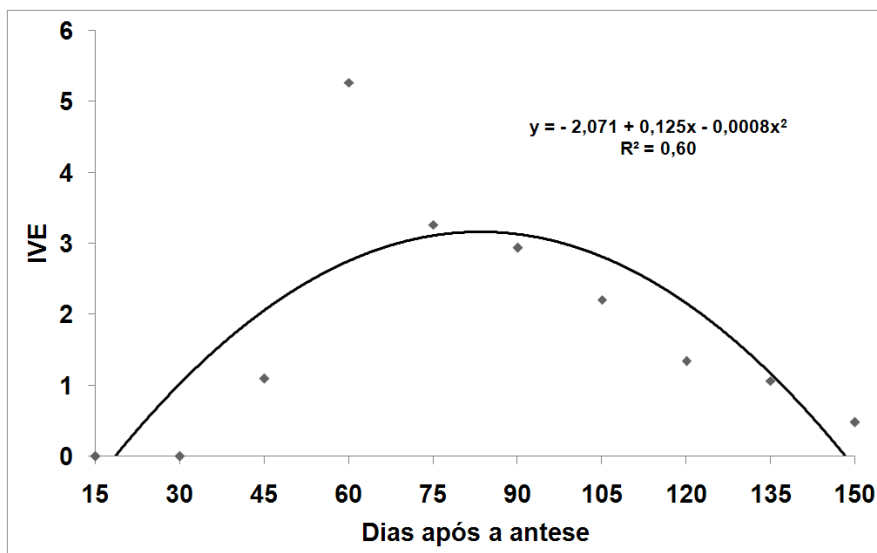


Figura 18. Índice de velocidade de emergência de plântulas de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

De acordo com a Figura 19, constatou-se que os dados de massa seca das plântulas se ajustaram ao modelo de regressão linear, onde no período de máxima emergência (96 DAA) o teor de massa seca era de aproximadamente 0,46 g/plântula, alcançando no último período de coleta valores máximos de 0,65 g/plântula aos 150 DAA.

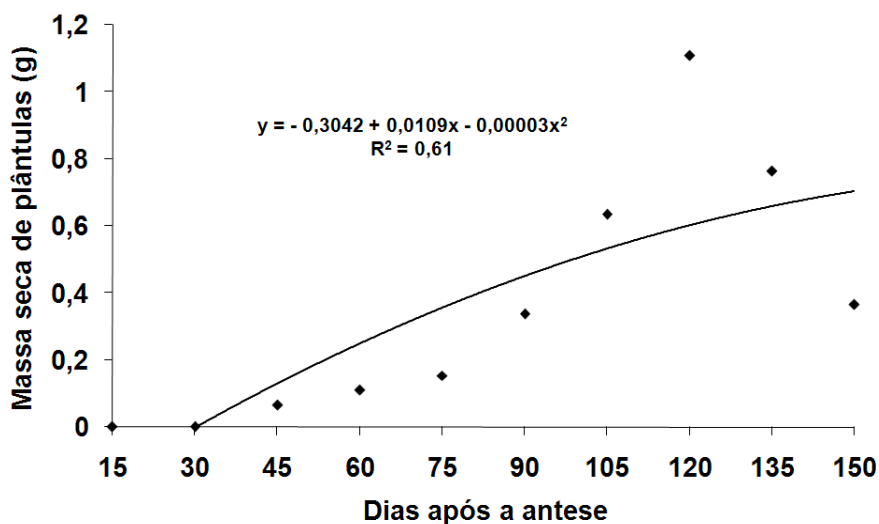


Figura 19. Massa seca de plântulas oriundas de sementes de urucum durante o processo de maturação fisiológica.

3.1.7. Teor de bixina

Analisando os dados da Figura 20 verifica-se que o teor de bixina aumentou de acordo com o desenvolvimento da semente, onde constata-se que no período de máxima germinação e emergência o teor de bixina era 0,91 e 0,94%, respectivamente. Entretanto, observa-se que na última coleta (150 DAA), o teor de bixina presente nas sementes era de 1,62%. Estes resultados estão de acordo com Lima (2005) que verificou o máximo teor de bixina (1,61%) aos 77 DAA, porém nas primeiras coletas (35, 42, 49 e 56 dias após a antese) o teor de bixina não variou, permanecendo com valores constantes (0,64%, 0,65%, 0,68%, 0,68%). Franco et al. (2002), citaram que a média brasileira para o teor de bixina fica abaixo de 2,5%.

Estes resultados discordam daqueles obtidos por Kato et al (1992), verificando que as sementes apresentavam teores aceitáveis de bixina somente dos 30 aos 51 DAA. Quando a colheita é realizada após as sementes atingirem sua maturidade fisiológica, ocorre um processo de oxidação, adquirindo uma coloração preta (CAVALIERI, 1991).

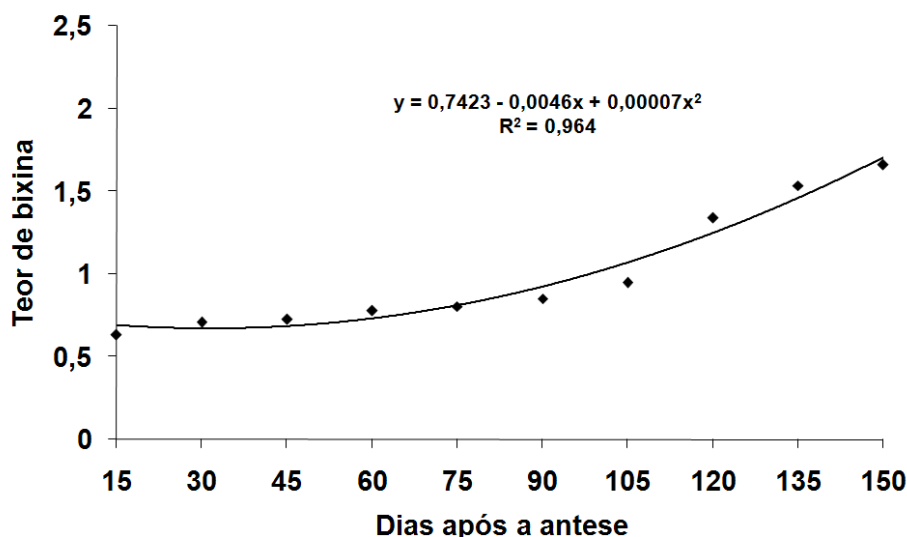


Figura 20. Teor de bixina em sementes de durante o processo de maturação fisiológica.

O aumento no teor de bixina decorre da relação indireta entre o teor de umidade da semente e a concentração de bixina, sem relação com o ponto de maturidade (Moraes et al., 1996). Segundo São José e São José (1990), relataram que ainda não se tem informação no que ocorre com os teores de bixina de cultivares de urucum produzidas em condições ecológicas distintas. São José et al. (1991) e Morais et al. (1999) observaram que os teores de bixina podem variar de 1% a 6% em função do tipo cultivado e das condições ecológicas de cada região.

Essa oscilação de valores de bixina, observada nas sementes das variedades estudadas, pode ser atribuída ao fato de que o urucuzeiro é cultivado em áreas com diferentes tipos de clima e em regiões próximas das zonas equatorianas, sugerindo que possa estar associada a fatores climáticos ou edáficos, ou relacionada com fatores genéticos da planta, ou ainda, à interação desses fatores (SÃO JOSÉ, 1990).

4. CONCLUSÃO

- Acoloração dos frutos é indicador visual eficiente para auxiliar na determinação do ponto de maturidade das sementes;
- As dimensões dos frutos não são eficazes para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica;
- A maturação fisiológica dos frutos de urucum variedade casca verde, ocorre entre 107 a 130 dias após a antese e a das sementes entre 91 a 103 dias após a antese;
- O máximo teor de bixina presente na semente foi de 1,62% aos 150 dias após a antese.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B.; BARCIELA, F.J.P. Maturação de sementes de cabreúva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.8, n.3, p.63- 71, 1986.

OKAGUIAR, I.B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P.Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **IPEF**, Piracicaba, v.38, p.41-49, 1988.

ALVES, E.U. **Maturação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**. 2003. 74f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

AMARAL, L.I.V.; PEREIRA, M.F.D.A.; CORTELAZZO, A.L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.12, n.3, p.273-285, 2000.

AMARAL, L.I.V.; PEREIRA, M.F.D.A.; CORTELAZZO, A.L. Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. – Bixaceae). **Acta Botânica**, v.15, n.1, p.125-132, 2001.

BARBOSA, J.M. **Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BORGES, I.F. **Maturação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau Brasil) em bosques plantados no Estado de São Paulo**. 2007. 109f. Dissertação (Mestrado Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente). Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 398 p.

CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, L.M.; HILHORST, H.W.M.; GUIMARÃES, R.M. Morphophysiological development of *Tabeluia serratifolia* Vahl Nich. Seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, Brazil, v.65, n.6, p.643-651, 2008.

CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, N.M.; SOUZA FILHO, J.F.; GRAZIANO, T.T.; AGUIAR, I.B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim do campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.2, n.2, p.23-8, 1980.

CAVALIERI, I. Culturas. Manchete Rural, Rio de Janeiro, n.55, p.81-82, out. 1991.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

COSTA, C.J; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

DIAS, D.C.F. **Maturação de sementes**. Seed News, nov/dez, 2001.

FERREIRA, W.A.; FALESI, I.C. Características nutricionais do fruto e teor de bixina em urucu (*Bixa orellana* L.). In: **Boletim de pesquisa 97**. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1989. 31p.

FIGUEIREDO, A.F. **Maturação fisiológica e análise de crescimento das sementes de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em Manaus - Amazonas**. 1996. 36f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1996.

FIRMINO, J.L.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.28-32, 1996.

FRANCO, C.F.O.; SILVA, F.C.P.; FILHO, J.C.; NETO, M.B.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R.; FONTINELLI, S.C. **Urucuzeiro**: Agronegócio de corantes naturais, João Pessoa: Emepa, 2002. 120p.

KANASHIRO, M.; VIANA, N.G. **Maturação de sementes de *Cordia goeldiana* Huber**. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1982. 11p. (Circular Técnica, 28).

KATO, O.R.; FIGUEIREDO, F.J.C.; BELFORT, A.J.L.; NOGUEIRA, O.L.; BARBOSA, W.C. Época de colheita de sementes de urucu: emergência e teor de corantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.9, p.1291-1302, 1992.

KLUGE, A.R.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutos de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: UFPEL, 2002. 163p.

LIMA, R.V. **Avaliação das características físicas e biológicas das sementes de urucu c.v. casca verde durante o desenvolvimento da maturação fisiológica.** 2005. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; PEREIRA, M.D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.8, p.811-816, 2005.

LOPES, J.C.; LIMA, R.V.; MACEDO, C.M.P. Germinação e vigor de sementes de urucu. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.19-25, 2008.

LOPES, P.M.F.; SOUZA, I.V.B.; CAFÉ JÚNIOR, M.; SÃO JOSÉ, A.R. Emergência e vigor de plântulas de urucueiros (*Bixa orellana* L.) em função do período de maturação das sementes. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.1, n.1, p.11-14, 1992.

MARTINS, S.V.; SILVA, D.D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.96-99, 1997.

MENDES, A.M.; FIGUEIREDO, A.F.; SILVA, J.F. Crescimento e maturação de frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.133-141, 2006.

MENDONÇA, M.S.; BARBOSA, T.C.T.S.; ARAÚJO, M.G.P.; VIEIRA, M.G. **Morfologia floral de algumas frutíferas ocorrentes em Manaus.** Manaus: EDUA, 2001. 56p

MERCADANTE, A.Z.; STECK, A.; PFANDER, H. Isolation and structure elucidation of minor carotenoids from annatto (*Bixa orellana* L.) seeds. **Phytochemistry**, Oxford, v.46, n.8, p.1379-1383, 1997.

MORAIS, O.M.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; ATAIDE, E.M. Melhoramento genético del achiote em Brasil. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.3, n.1, p.109-111, 1999.

MORAES, E.C.; DURIGAN, J.F.; ARAÚJO, J.A.C. Efeito do armazenamento sobre os teores de umidade, e bixina de grãos de urucum (*Bixa orellana* L.) var. Piave Vermelha. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.2, n.1, p.75-79, 1996.

PIMENTEL, A.A.M.P. Olericultura no trópico úmido: hortaliças na Amazônia. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1985. 322p.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; JESUS, R.M.; MENANDRO, M. Maturação de sementes de *Dalbergia nigra* Fr. Allen. Utilização da coloração dos frutos como índice de maturação. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, Nova Prata, RS, 1984. **Anais**. Nova Prata: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1984. v.2, p.17-22.

POPININGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

SÃO JOSÉ, A.R.; SÃO JOSÉ, A.R. Exigências edafo-climáticas da cultura do urucum. In: SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R. **A cultura do urucum no Brasil**, Vitória da Conquista, UESB, 1990. p. 29-31.

SÃO JOSÉ, A.R.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R. Aspectos técnicos da cultura do urucuzeiro. In: Seminário de Corantes Naturais para Alimentos, 2, e Simpósio Internacional de Urucum, 1., 1991. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: ITAL, 1991. p.135-140.

SILVEIRA, R.B.A. **Maturação fisiológica de sementes de *Grevillea banksii* R. BR.** 1982. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SILVEIRA, F.A.O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G.W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marctia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botânica Brasileira**, Brasília, v.18, n.4, p.847-851, 2002.

SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.2, p.93-99, 1985.

YABIKU, H.Y.; TAKAHASHI, M.Y. Avaliação dos métodos analíticos para determinação do bixina em grãos de urucum e suas correlações. In: Seminário de Corantes Naturais para Alimentos, 2, Simpósio Internacional de Urucum, 1., 1991, Campinas, SP. **Resumos...** Campinas, SP:ITAL/IAC,1991. p.275- 279.

CAPÍTULO 3

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E TEOR DE BIXINA DE
SEMENTES DE URUCUM EM FUNÇÃO DO
DESCACHOPAMENTO**

RESUMO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de urucum, entretanto, cuidados especiais no momento do descachopamento são indispensáveis para se manterem os padrões desejáveis de qualidade das sementes, principalmente quando se refere ao teor de bixina. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes métodos de beneficiamento sobre a qualidade fisiológica e teores de bixina em sementes de urucum para que possam atender os produtores no Estado da Paraíba. Estudou-se o rendimento operacional de uma descachopadeira mecânica e diferentes métodos de descachopamento (máquina mecânica, máquina semi-mecânica e batadura manual) sobre as características físicas, fisiológicas e teor de bixina. O experimento foi realizado na EMEPA-PB e no Laboratório de Análise de Sementes (CCA-UFPB), onde foi realizada a análise de pureza, teor de água das sementes, germinação, emergência, primeira contagem de germinação e emergência, índice de velocidade de germinação e emergência, comprimento de plântulas, peso de massa seca e determinação do teor de bixina. A máquina descachopadeira avaliada tem os seguintes componentes: depósito coletor e alimentador, sistema triturador de cachopas, peneira, motor elétrico, polias e correias para transmissão das rotações. Os melhores resultados de germinação e vigor foram obtidos através da máquina descachopadeira mecânica utilizando a rotação 576 rpm e as menores perdas de bixina com a rotação de 1038 rpm.

Palavra-chave: *Bixa orellana* L., descachopamento, bixina, germinação, vigor.

ABSTRACT

Brazil is considered one of the largest producers of annatto, however, special care at the time of descachopamento are essential to maintain desired standards of quality seeds, especially when referring to the content of bixin. Therefore, this study aimed to evaluate different methods of processing on the physiological quality and content of bixin in annatto seeds so they can meet the producers in the state of Paraíba. Studied the operational performance of a mechanical descachopadeira and different methods of descachopamento (mechanical machinery, semi-mechanical machine and manual batting) on the physical, physiological and bixin content. The experiment was conducted at EMEPA - PB and the Laboratory of Seed Analysis (CCA-UFPB), where it was performed purity analysis, water content of seeds, germination, emergence, first count of germination and emergence speed index germination and emergence, seedling length, dry weight and determination of bixin. The descachopadeira machine assessed the following components: deposit collector and feeder system cachopos crusher, sieve, electric motor, pulleys and belts for transmitting the rotations. The best results were obtained by germination and force descachopadeira mechanical machine using a 576 rpm rotation and lower losses of bixin in the semi-mechanized machine.

Keyword: *Bixa orellana* L., descachopamento, bixin, germination, vigor.

INTRODUÇÃO

O urucum (*Bixa orellana* L.) é uma cultura que vem despertando interesse por parte de setores governamentais visando sua recuperação no Estado da Paraíba, além disso, o seu cultivo vem crescendo substancialmente nos últimos anos em função da demanda dos corantes naturais, tanto no mercado nacional como no internacional. A cultura foi introduzida no Estado da Paraíba na década de 40, no município de Bananeiras, na micro-região do Brejo Paraibano, inicialmente, sem expressão econômica foi cultivada em pequenas áreas, para atender ao consumo familiar. A espécie pode viver até 50 anos, sendo de 30 a sua vida útil econômica (BALIANE, 1982).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de urucum, entretanto, cuidados especiais no período de colheita e pós-colheita são indispensáveis para se manter os padrões desejáveis de qualidade das sementes, principalmente o teor de bixina e de umidade.

A Paraíba em 2005 foi responsável por 15,4% da produção nacional, o que é um valor significativo, considerando que o Brasil, nesse mesmo ano, forneceu 85% do total de frutos colhidos no mundo. Porém, a Paraíba quase não exporta as sementes porque os produtores não possuem cooperativas nem uma forma de organização para isso. As vendas são feitas para “atravessadores”, pessoas que revendem as sementes para indústrias de extração de bixina dos Estados Unidos e Europa por um preço que pode ser até 50 vezes maior que o valor da compra (AGRICULTURA, 2005).

Atualmente, nos Estados da região Nordeste o urucuzeiro vem sendo cultivado, principalmente por pequenos produtores, como um componente de exploração na agricultura familiar, por ser uma planta de boa adaptação às

diferentes condições de clima, solo e sistema de cultivo, respondendo com produção rentável por muitos anos, e por propiciar uma cultura de controle a erosão dos solos e permitir agregação de valores aos sistemas de produção.

A colheita do urucum é realizada em sua quase totalidade manualmente no Estado da Paraíba, quando as cachopas se encontram secas e na própria planta. Existem dois períodos de colheita, uma ocorre no mês de março e a outra nos meses de agosto a setembro, considerada a de maior produção (ALVES, 2005).

Depois da colheita o descachopamento ocorre pela maioria dos pequenos produtores, mediante batedura ou bateção dos frutos com varas para a retirada das sementes e, por um pequeno número com o emprego de máquinas descachopadeiras, prática que tem interferido na qualidade da semente e rendimento de bixina, resultando em preço baixo na comercialização. Silva et al. (2006) constataram que os danos causados pelo descaroçamento mecânico pode aumentar o metabolismo das sementes e promover a proliferação de fungos, causando redução do vigor e aceleração do processo de deterioração das sementes durante o armazenamento.

Assim, para atender aos produtores de urucum, especialmente, aqueles do Estado da Paraíba objetivou-se com este trabalho avaliar uma descachopadeira mecânica sobre a qualidade fisiológica e teor de bixina das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de trabalho e matéria prima

O experimento foi realizado na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), situada em Lagoa Seca-PB e, no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, Campus II, Areia, PB.

O urucum, da variedade casca verde foi proveniente de campos de produção colhidos no ano agrícola de 2008, pertencentes a pequenos produtores na região de Alagoinha-PB.

O experimento foi conduzido em três etapas, onde na primeira construiu-se uma descachopadeira mecânica; na segunda etapa, a mesma foi avaliada quanto a rendimento operacional e as características físicas, fisiológicas e teor de bixina das sementes; e por último, em uma terceira etapa considerou-se sua eficiência quanto às características analisadas na segunda etapa, em comparação com o descachopamento em máquina semi-mecanizada e batedura com vara.

2.2. ETAPAS

2.2.1. I. Desenvolvimento e construção da descachopadeira mecânica

A descachopadeira mecânica foi desenvolvida na EMEPA-PB, Lagoa Seca, com participação direta do pesquisador Dr. Manoel Ferreira de Vasconcelos. Trata-se de uma máquina de funcionamento através de energia mecânica, que tem a finalidade de realizar o processo de descachopamento completo, ou seja,

triturar as cachopas, separar as sementes das cascas e ventilar as sementes para reduzir as impurezas (Figura 1 e 2).

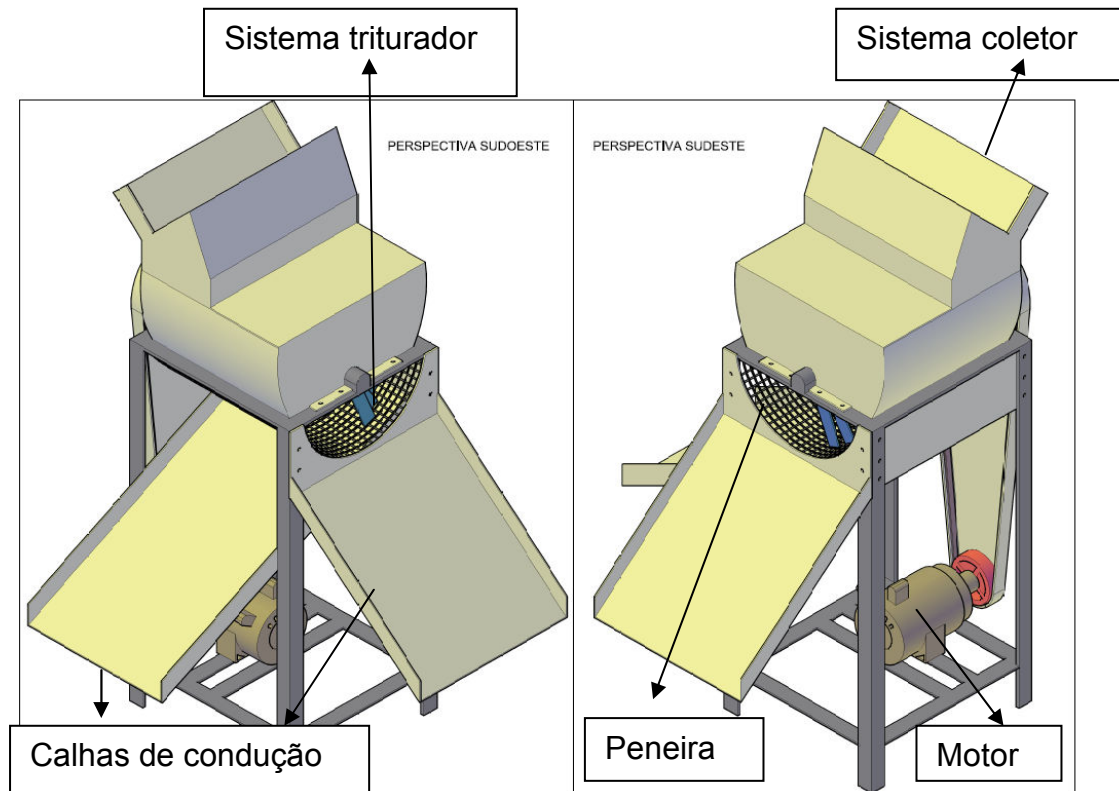


Figura 1. Descachopadeira mecanizada de urucum. Perspectiva Sudoeste.

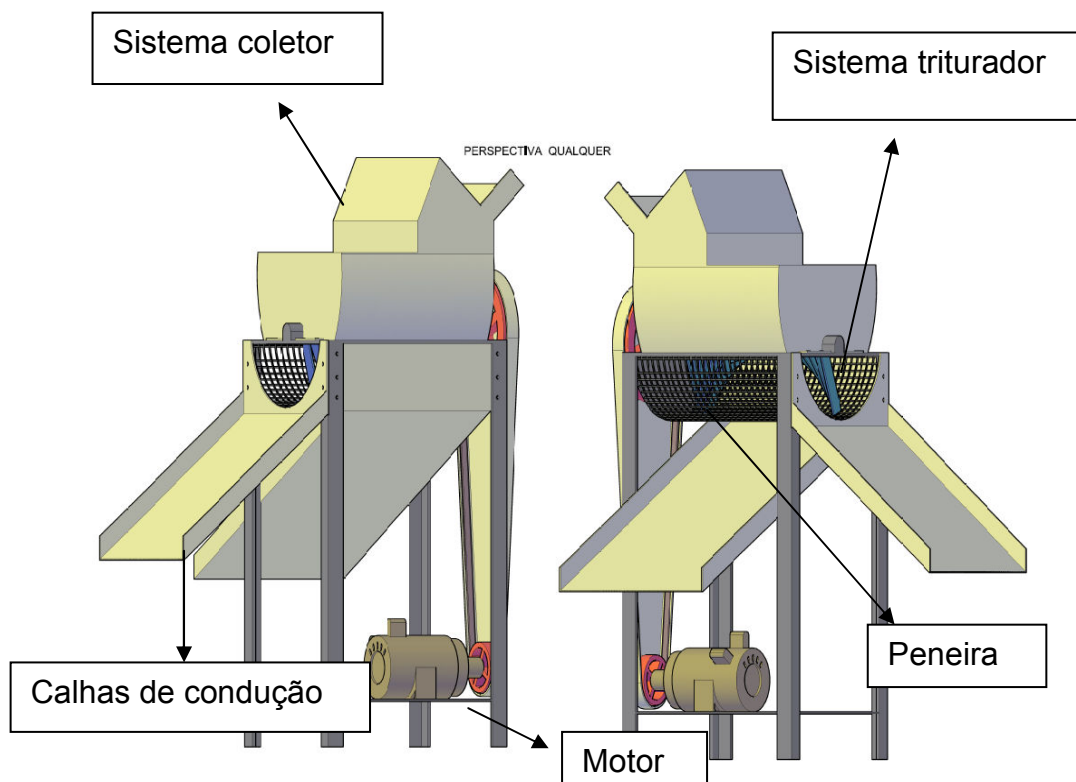


Figura 2. Descachopadeira mecanizada de urucum.

A sua composição encontra-se no desenho esquemático da Figura 3 que consiste de um chassi; um depósito coletor ou alimentador; um sistema triturador de cachopas; uma peneira; duas calhas de distribuição para cascas e sementes e uma fonte de potência, através de um motor elétrico trifásico, com chave de acionamento, polias e correias para transmissão de rotações.

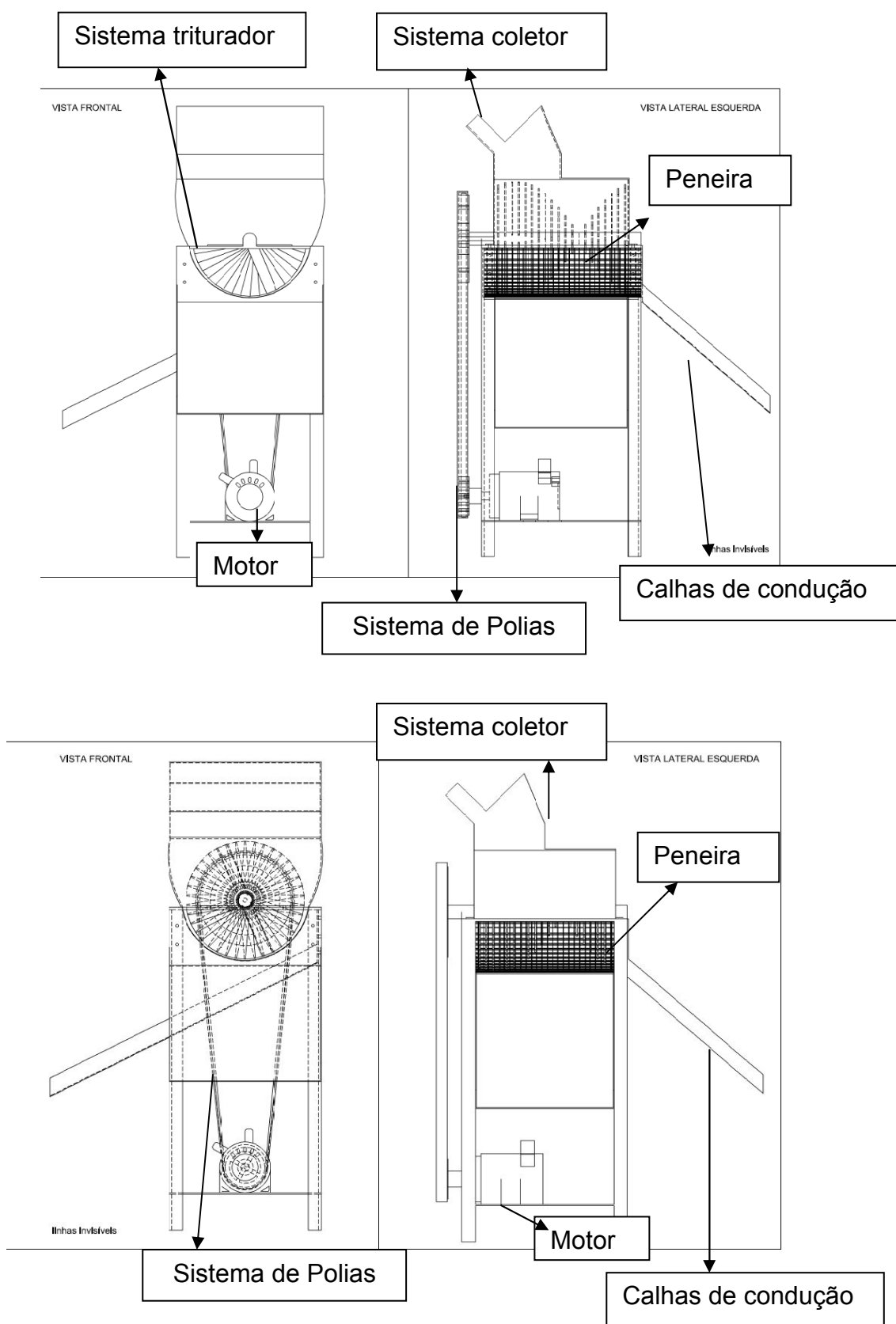


Figura 3. Representação esquemática da descahopadeira de urucum mecanizada. Vista frontal e vista lateral esquerda.

2.2.2. II. Caracterização da descachopadeira de urucum

Para avaliação do desempenho da descachopadeira foram realizados testes com o objetivo de estabelecer a velocidade de trabalho em função das polias. A rotação foi alterada mediante a substituição da polia do motor que aciona a descachopadeira, sendo utilizadas as polias, 50, 70 e 90 mm de diâmetro para a obtenção das rotações de 576, 807, 1038 rpm, respectivamente. Depois de separar as sementes das cachopas, estas foram submetidas às avaliações quanto às características físicas, fisiológicas e teor de bixina.

2.2.3. III. Avaliação da descachopadeira mecânica frente à semi-mecanizada e manual

Foram utilizados três métodos para o descachopamento das sementes de urucum: máquina mecanizada utilizando a melhor polia do experimento anterior; máquina semi-mecanizada desenvolvida para esta finalidade na EMEPA-PB e, que difere da máquina mecânica por não ter o sistema coletor que separa as sementes da cachopa e motor elétrico (Figura 4) e descachopamento manual (batedura das cachopas com o emprego de uma vara).

Para cada método foram utilizados 20 Kg de frutos de urucum em quatro repetições. Depois da separação da semente da cachopa, estas foram submetidas às avaliações quanto às características físicas, fisiológicas e determinação do teor de bixina.

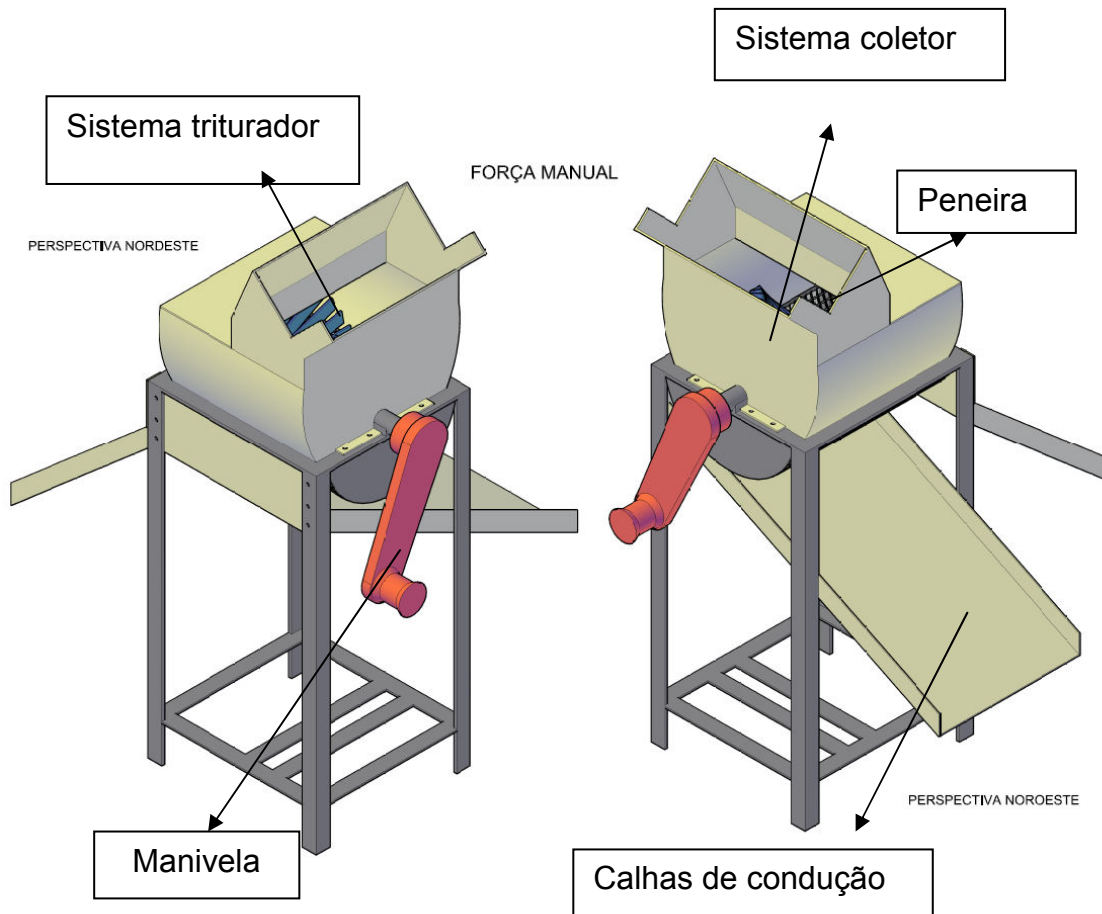


Figura 4. Descachopadeira de urucum semi-mecanizada

2.3. Análise de pureza

A pureza física das sementes foi realizada com uma amostra representativa do lote após o descachopamento em cada um dos métodos utilizados, conforme descrito no item anterior, que depois de homogeneizadas foi dividido em 4 sub-amostras de 200 g, onde as mesmas foram previamente peneiradas durante 1 minuto em uma peneira de furo redondo de 2 mm de diâmetro, com o objetivo de eliminar as pequenas impurezas existentes em cada amostra. Para o cálculo das impurezas pesaram-se todas as partículas presentes na amostra, assim como as sementes defeituosas e qualquer material estranho. A porcentagem da pureza foi determinado pela relação entre a massa das sementes puras e a massa total da amostra, conforme equação abaixo.

$$Pz = 100 \left[1 - \frac{M1}{Mm} \right]$$

Em que:

Pz= Pureza física das sementes (%)

M1= Massa de impureza (g)

Mm = massa total da amostra (g)

2.4. Teor de água das sementes:

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 hs, segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando 25 g em 4 repetições e os resultados foram expressos em porcentagem.

2.5. Análise da qualidade fisiológica

Da porção sementes puras realizaram-se testes de germinação e vigor, para avaliação do potencial fisiológico das mesmas.

a) Teste de germinação

Quatro repetições de 50 sementes previamente tratadas com hipoclorito de sódio a 2% durante 5 minutos foram semeadas em substrato rolo de papel “germitest”, umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco e colocados em câmaras tipo BOD a 30°C . As

observações ocorreram do sétimo ao décimo quarto dia, onde as contagens foram realizadas diariamente.

Testes de emergência:

Foi instalado em ambiente protegido com plástico em condições não controladas (telados), utilizando-se 200 sementes por tratamento (quatro sub-amostras de 50 sementes), as quais foram semeadas em bandejas contendo areia lavada umedecida com 60% da capacidade de retenção. O registro do número de plântulas deu-se do quinto até o décimo quarto dia. O critério utilizado foi o de plântulas emersas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Paralelamente aos ensaios de germinação e de emergência realizou-se vários testes de vigor:

b.1. Índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE)

Estes testes foram realizados em conjunto com o teste de germinação e emergência, mediante contagens diárias das plântulas normais até o décimo quarto dia após a semeadura. O índice de velocidade de germinação e emergência foi calculado de acordo com Popinigis (1985).

b.2. Comprimento de plântulas

O comprimento das plântulas foi realizado no décimo quarto dia após a semeadura, com o auxílio de uma régua graduada em centímetro, calculando-se os valores médios obtidos em cada tratamento, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula.

b.3. Peso de massa seca

No décimo quarto dia de implantação dos testes de germinação e emergência as plântulas normais foram retiradas e colocadas em sacos de papel e levadas a estufa com circulação de ar, regulada a 80°C, onde permaneceram por um período de 24 horas. A pesagem do material seco foi realizada em balança com precisão de 0,001 g, sendo o peso para cada repetição dividido pelo número total de plantas, obtendo-se, assim, o peso médio da massa seca, expresso em grama por plântula.

2.6. Determinação do teor de bixina

A avaliação da bixina foi realizada utilizando-se o método KOH descrito por Yabiku e Takahashi (1991), depois de cada método de descachopamento, em que os passos seguintes foram observados.

a) Em um erlenmeyer de 500 mL colocou-se 150 mL da solução de KOH a 5% e, posteriormente este foi aquecido em um fogão elétrico de uma boca até entrar em ebulição, onde 25 g de sementes de *B. orellana* foram colocadas e mantidas por 1 minuto. Passado este tempo deu-se o resfriamento em água corrente, sem agitar.

b) Em um balão volumétrico de 1.000 mL, a solução foi filtrada, com auxílio de um funil de vidro, uma peneira pequena, lã de vidro e um bastão de vidro, e, posteriormente, as sementes foram lavadas com água deionizada (ausência de íons na água, através de resinas catiônicas e aniônicas) (100 mL) por sete a nove vezes, completando-se para 1.000 mL.

c) Em seguida foi retirada uma alíquota de 2 mL dessa solução (solução corante) e colocadas em outros dois balões volumétricos de 1.000 ml,

com suas numerações correspondentes, depois estes balões foram completados com uma solução de KOH a 0,5%.

d) Uma quantidade aproximadamente de 2 mL desta solução final foi retirada, colocada na cubeta, a qual foi introduzida no espectrofotômetro. Outra cubeta contendo uma solução de KOH a 5% foi preparada para calibragem do aparelho. No espectrofotômetro a leitura foi realizada com 453 nm, em célula de 1 cm, contra uma prova em branco de solução de KOH a 5%. Feita a leitura no aparelho, o valor da bixina obtido foi comparado com o valor de transmitância lido no espectrofotômetro (Tabela 1). Esse valor foi expresso em percentual de bixina.

TABELA 1 - Conversão do valor de transmitância lida no espectrofotômetro em teor de bixina.

Leitura no aparelho	Teor de bixina (%)	Leitura no aparelho	Teor de bixina (%)	Leitura no aparelho	Teor de bixina (%)
99	0,02	66	1,07	33	2,87
98	0,05	65	1,11	32	2,95
97	0,07	64	1,15	31	3,03
96	0,10	63	1,19	30	3,12
95	0,13	62	1,23	29	3,20
94	0,16	61	1,28	28	3,30
93	0,18	60	1,32	27	3,39
92	0,21	59	1,36	26	3,49
91	0,24	58	1,41	25	3,59
90	0,27	57	1,45	24	3,70
89	0,30	56	1,50	23	3,81
88	0,33	55	1,55	22	3,92
87	0,36	54	1,59	21	4,04
86	0,39	53	1,64	20	4,27
85	0,42	52	1,66	19	4,30
84	0,45	51	1,74	18	4,44
83	0,48	50	1,79	17	4,59
82	0,51	49	1,84	16	4,75
81	0,54	48	1,90	15	4,91
80	0,57	47	1,95	14	5,09
79	0,61	46	2,01	13	5,28
78	0,64	45	2,07	12	5,49
77	0,67	44	2,12	11	5,72
76	0,71	43	2,18	10	5,97
75	0,74	42	2,24	09	6,24
74	0,78	41	2,31	08	6,54
73	0,81	40	2,37	07	6,89
72	0,85	39	2,44	06	7,29
71	0,88	38	2,50	05	7,76
70	0,91	37	2,57	04	8,34
69	0,96	36	2,64	03	9,09
68	0,99	35	2,72	02	10,14
67	1,03	34	2,79	01	11,94

2.7. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições de 50 sementes para cada teste. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para comparação dos quadrados médios e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi empregado o programa software SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (MG).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sequência das etapas de desenvolvimento da descachopadeira mecanizada

A descachopadeira de urucum é uma máquina de funcionamento através da energia mecânica, simples, de poucas regulagens, com o objetivo de utilização na agricultura familiar, devido ao rendimento operacional satisfatório (Figura 5).



Figura 5. Foto da descachopadeira mecanizada de urucum (A) com detalhe do sistema triturador (B).

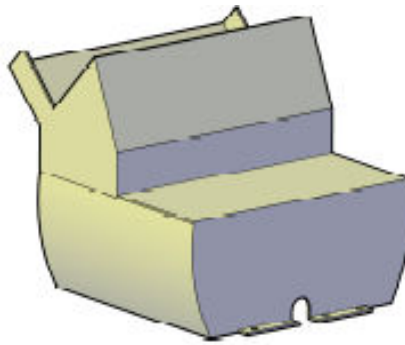
As partes constituintes da descachopadeira encontram-se no desenho esquemático da Figura 6, que consiste essencialmente das seguintes partes: chassi, montado em cantoneiras de 3/4" com 0,80 m de altura e 0,50 m de comprimento por 0,32 de largura, para a sustentação dos demais componentes da máquina; um depósito coletor ou alimentador; um sistema triturador constituído de 20 lâminas batedoras; um motor elétrico trifásico para acionamento dos dispositivos de beneficiamento, por meio de polias e correias, e chave de partida automática.

O sistema de descachopamento ficou constituído por um depósito coletor montado em chapa de ferro 18, de formato retangular e piramidal, com dimensões de 0,51m x 0,30 m de boca e 0,51 x 0,25 m de fundos por 0,38 m de altura (Figura 6A).

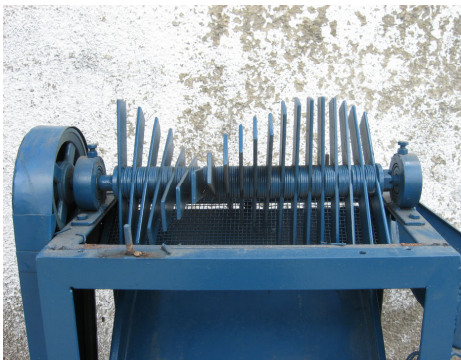
O sistema triturador é constituído por um eixo de 1/2" com 0,52 m, preso ao chassi através de rolamentos, e 20 lâminas batedoras de 0,22 m de comprimento por 0,04 m de largura, fixadas ao respectivo chassi; as quais são distribuídas em grau com o fito de conduzir as cascas para o exterior da máquina. Este sistema é dividido em duas partes, sendo uma parte receptora e trituradora e outra separadora e condutora das cascas (Figura 6B).

Uma peneira seletora constituída de tela de arame liso, com malha de 5,0 mm, de formato curvilíneo, fixada na parte inferior do sistema de trituração, cuja finalidade é de separar as sementes das cascas (Figura 6C); Calhas de condução formada por duas estruturas em chapa de ferro 18, destinadas ao transporte das sementes e das cascas, de modo separado, para o exterior da máquina (Figura 6D).

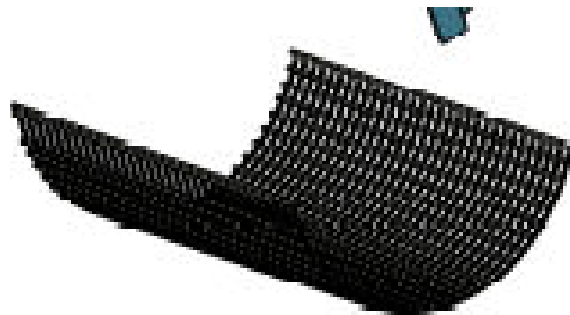
A



B



C



D

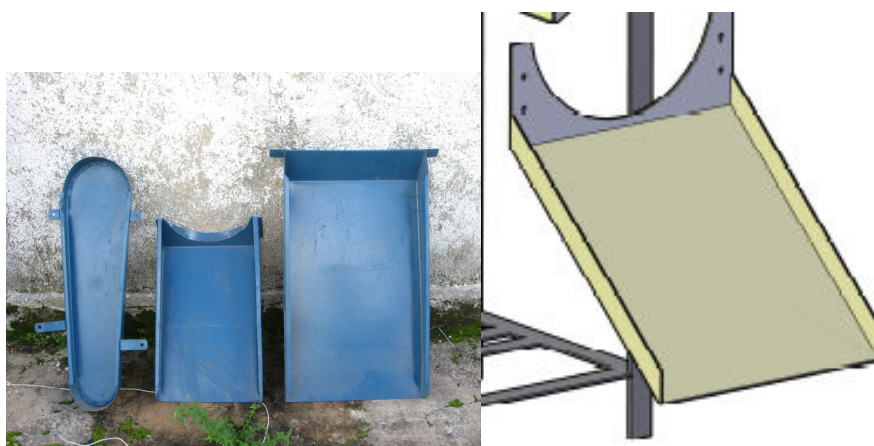


Figura 6. Foto e representação esquemática do sistema coletor (A), sistema triturador (B), sistema de peneiras (C) e calhas de condução (D) da descachopadeira mecanizada de urucum.

3.2. Seqüência das etapas de funcionamento da descachopadeira mecânica

O abastecimento da descachopadeira de urucum é realizado manualmente, colocando-se as cachopas no depósito coletor (Figura 7A), localizada na parte superior do mesmo. Em seguida, o urucum passa para o sistema triturador (Figura 7B).

No mesmo momento, aciona-se o motor para movimentar todos os dispositivos da máquina (Figura 7C); logo após este procedimento, as cachopas entram em contato com o cilindro que contém as lâminas. O descachopamento ocorrerá pela ação das lâminas na massa de urucum quebrando todo o material, uma vez colocado manualmente as cachopas, a

máquina se encarrega de fazer todo o processo de descachopamento, de modo automático.

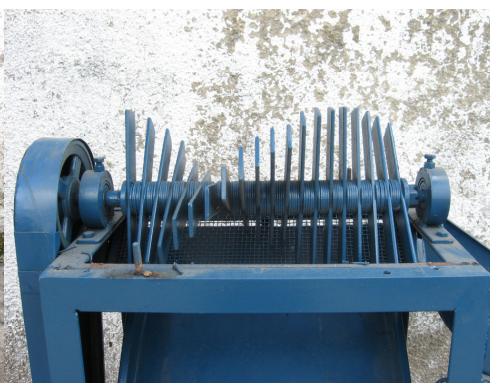
Na etapa seguinte, as sementes desprovidas de casca caem nas calhas de condução (Figura 7D) e as impurezas são conduzida para a parte posterior da máquina, onde se localiza a outra calha de condução (Figura 7D).

O rendimento operacional para o protótipo em estudo, é da ordem de 1 (um) saco de cachopa para 4 a 6 minutos de funcionamento. Isto representa de 10 a 15 sacos de cachopa por hora. Neste aspecto é pertinente ressaltar que está sendo desenvolvida outra maquina de maior dimensão, com previsão para triturar de 100 a 150 sacos de cachopa por hora.

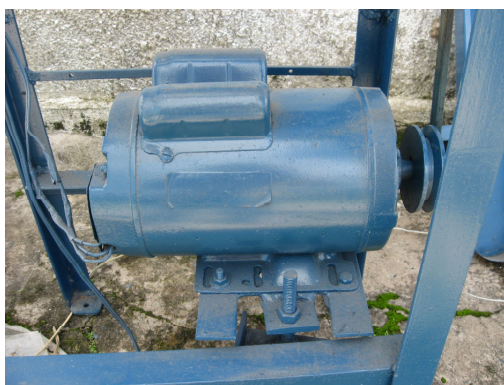
A



B



C



D



Figura 7. Sistema coletor (A); sistema triturador (B); motor (C) e calhas de condução (D).

3.3. Avaliação da descachopadeira mecânica

De acordo com os dados da tabela 2 observa-se que apenas o comprimento de plântulas foi influenciado, sendo que a rotação de 807 rpm promoveu um maior comprimento, seguida do descachopamento realizado pela rotação de 1038 rpm, enquanto que a de 576 rpm foi responsável pelos piores resultados, causando maiores impactos sobre as sementes durante o beneficiamento por afetar, provavelmente, o eixo embrionário.

Mediante os resultados avaliados, permite para o presente estudo, indicar o índice de velocidade de germinação e a matéria seca como o vigor que melhor se associa a germinação em condições controladas no estabelecimento da melhor rotação para ser utilizada na definição do funcionamento da descachopadeira.

TABELA 2. Germinação e vigor em condições de BOD de sementes de urucum beneficiadas na descachopadeira mecânica. Areia-PB.

Rpm	Variáveis			
	GERM	IVG	CP	MS
576	59 a	4,75 a	43,98 c	0,17 a
807	63 a	5,01 a	49,08 a	0,22 a
1038	57 a	4,67 a	45,69 b	0,23 a
DMS	16,28	1,32	1,03	0,07
CV (%)	13,85	13,91	1,13	17,94
F	ns	ns	**	ns

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ns e ** = não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

GERM- Germinação
IVG – Índice de velocidade de germinação

CP – Comprimento de plântula
MS – Matéria seca

Durante a colheita, no momento da trilha a semente fica suscetível ao dano mecânico (imediate ou latente). A ação de trilha realizada entre o cilindro e o côncavo envolve operações simultâneas de impacto, compressão e atrito que podem danificar as estruturas essenciais das sementes, aumentar a suscetibilidade a microrganismos, a sensibilidade a fungicidas e reduzir o vigor e a germinação (PAIVA et al., 2000).

Em estudo de danos mecânicos com sementes de feijão Almeida et al. (2004), verificaram que estes aumentavam à medida que as sementes passavam em cada etapa da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), comportamento cumulativo que indica haver relação direta entre o número de choques e seus efeitos, influenciando na qualidade fisiológica das sementes.

Para os dados de emergência (Tabela 3) foi constatado que as diferentes rotações utilizadas afetaram as primeiras plântulas emersas de urucum, onde a emergência de plântulas oriundas das sementes submetidas a rotação de 576 rpm foi estatisticamente superior aquelas da rotação de 807 rpm e igual a daquelas que foram separadas na rotação de 1038 rpm. Em relação ao índice de velocidade de emergência, verifica-se que apenas a rotação de 576 rpm foi a que promoveu os melhores resultados, assim como a de 807 rpm proporcionou maior comprimento de plântula obtido nas condições de BOD. Silveira (1974) estudaram os efeitos da debulha mecânica sobre a germinação e vigor de sementes de cultivares de milho verificaram que a redução de germinação e vigor ocorreram com o aumento da velocidade do cilindro debulhador, de forma que recomendaram a velocidade de 600 rpm.

TABELA 3. Emergência e vigor em condições não controladas de sementes de urucum beneficiadas na descachopadeira mecânica. Areia-PB.

Rpm	Variáveis			
	EMERG	IVE	CP	MS
576	54 a	3,33 a	40,35 c	0,31 b
807	41 b	1,85 c	47,96 a	0,25 b
1038	49 ab	2,75 b	44,42 b	0,39 a
DMS	11,46	0,50	1,75	0,06
CV (%)	12.13	9.73	2.00	10.17
F	*	**	**	**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

EMERG – Emergência

IVE – Índice de velocidade de emergência

CP – Comprimento de plântula

MS – Matéria seca

Este comportamento provavelmente ocorreu devido à rotação intermediária ter promovido um efeito deletério sobre as sementes, propiciando a perda da emergência devido a rachaduras, quebras e frisuras. De acordo com Andrade et al. (1999) a qualidade da semente é afetada, principalmente pela injúria mecânica, constituindo-se em problema praticamente inevitável, pois todas as etapas do processo produtivo causa consequências devido aos golpes aplicados sobre as sementes, com finalidade de separá-las da estrutura que as contém.

Em análise dos dados referentes ao comprimento de plântulas (Tabela 3) observou-se que as sementes submetidas ao descachopamento utilizando a rotação de 807 rpm promoveu um maior comprimento, enquanto que a de 576 rpm foi responsável pelos piores resultados, causando maiores impactos sobre as sementes durante o beneficiamento.

Quanto à massa seca das plântulas (Tabela 3) constatou-se que os melhores resultados foram obtidos com a utilização da rotação de 1038 rpm,

enquanto que o pior desempenho ocorreram quando as sementes foram submetidas a uma rotação de 576 e 807 rpm, onde estatisticamente não diferiram entre si.

Em sementes de milho comum debulhadas com velocidades do cilindro debulhador de 400 e 500 rpm Borba et al. (1994), verificaram percentuais de danos mecânicos significativamente menores do que aqueles ocorridos quando as sementes foram debulhadas em velocidades maiores do cilindro debulhador (600 e 700 rpm). Porém, esses danos não influenciaram a germinação das sementes, provavelmente pelo fato de mais de 94% dos danos observados terem sido superficiais. Porém, em relação ao vigor, as velocidades de 400 e 500 rpm proporcionaram os maiores percentuais, que diferiram significativamente dos percentuais das sementes debulhadas em rotações maiores. Esses resultados são semelhantes aos obtidos no presente estudo apesar de haver diferença da natureza do material, uma vez que as sementes de urucum são de tamanhos menores e de constituição diferentes das de milho, pertencentes às famílias das Gramíneas.

Mediante os dados selecionou-se a rotação de 576 rpm como a mais representativa para ser empregada na descahopadeira mecanizada por ter se verificado os melhores resultados para emergência e índice de velocidade de emergência em relação à de 1038 e de 807 rpm.

3.4. Avaliação da descachopadeira mecânica frente à semi-mecanizada e manual

Pelos dados da tabela 4 observa-se que apenas para o comprimento de plântulas houve efeito significativo, onde constata-se que o descachopamento semi-mecânico promoveu os melhores resultados.

Ao estudar a debulha mecânica em sementes de milho Borba et al. (1992), observaram que as rotações de 400 e 700 rpm quando estas tinham um teor de água de 10 e 22% promoviam danos mecânicos da ordem de 7,4 a 54,2%. Souza et al. (2002) relataram que a presença de danos mecânicos em sementes de milho colhidas e debulhadas mecanicamente é inevitável além de prejudicar a qualidade da semente para o plantio.

TABELA 4. Germinação e vigor em condições de BOD de sementes de urucum. Areia-PB.

Descachopamento	Variáveis			
	GERM	IVG	CP	MS
Mecânico	59 a	4,75 a	43,98 c	0,17 a
Semi – mecânico	55 a	4,46 a	56,71 a	0,21 a
Manual	60 a	4,91 a	53,10 b	0,19 a
DMS	15,39	1,08	1,04	0,04
CV (%)	13,51	11,70	1,03	12,37
F	ns	ns	**	ns

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ns e ** = não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

GERM- Germinação
IVG – Índice de velocidade de germinação

CP – Comprimento de plântula
MS – Matéria seca

Os resultados da Tabela 5 indicam que os diferentes métodos de descachopamento afetaram significativamente todas as características estudadas, exceto a emergência. Para os dados de índice de velocidade de

emergência e massa seca de plântulas verifica-se que o descachopamento através da máquina mecânica promoveu os melhores resultados, no entanto, sem diferenças estatísticas para o método de batidura manual. Estes resultados provavelmente indicam que o sistema triturador da máquina mecânica não promoveu danos à semente de forma que influenciasse negativamente a sua viabilidade. Oliveira et al. (1997) estudando o efeito do método de colheita em sementes de milho verificaram que quando estas foram colhidas com umidade de 18% ocorreram os menores índices de danos mecânicos.

Quanto ao comprimento de plântulas (Tabela 5) verifica-se que os melhores resultados foram obtidos com a utilização da máquina semi-mecanizada, enquanto que a batidura manual seguido da máquina mecânica promoveram maiores danos a semente.

TABELA 5. Emergência e vigor em condições não controladas de sementes de urucum Areia-PB.

Descachopamento	Variáveis			
	EMERG	IVE	CP	MS
Mecânico	54 a	3,33 a	40,35 c	0,31 ab
Semi – mecânico	51 a	2,33 b	55,99 a	0,24 b
Manual	64 a	3,00 ab	51,28 b	0,37 a
DMS	17,90	0,74	0,37	0,07
CV (%)	16,13	13,03	1,52	12,13
F	ns	**	**	*

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

EMERG – Emergência
IVE – Índice de velocidade de emergência

CP – Comprimento de plântula
MS – Matéria seca

Para o vigor, devido ao seu comportamento, o índice de velocidade de germinação foi o que mais se associou com a germinação e emergência para o método mecânico. Esses resultados confirmam, em parte, com a relação da melhor rotação para ser empregada na descachopadeira mecânica.

3.5. Análise de pureza física

De acordo com os dados da tabela 6 verifica-se que a rotação de 1038 rpm proporcionou menores valores de pureza física, enquanto os maiores resultados foram encontrados através da menor rotação (576 rpm), isso ocorreu provavelmente devido o aumento da rotação da máquina que promove um maior fluxo de ar, facilitando a separação da semente das impurezas. Em uma análise geral dos resultados obtidos na pesquisa observa-se que o beneficiamento das sementes utilizando o método de descachopamento na rotação de 1038 rpm proporcionou um percentual médio de pureza de 94%.

TABELA 6. Pureza física de sementes de urucum beneficiadas mecanicamente. Areia-PB.

Descachopamento	Variáveis
	Pureza Física (%)
576 rpm	80,5 c
807 rpm	89,3 b
1038 rpm	94,0 a
DMS	2,05
CV (%)	1,18
F	**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
 ** = significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Sendo a pureza física, um dos principais fatores que determinam a qualidade das sementes, logo as máquinas de descachopamento foram as que proporcionaram elevado percentual de pureza, por isso devem ser preferidas por reduzir a necessidade de processamento posterior na limpeza do produto (ARAÚJO, 2008).

O descachopamento através da máquina mecânica na rotação de 1038 rpm (Tabela 7) promoveu os menores índices de pureza, enquanto que os piores resultados foram encontrados através da máquina semi-mecânica, uma vez que esta após a retirada das sementes da cachopa não promove a total remoção das impurezas. Estes resultados estão de acordo com Oliveira et al. (1996) quando relataram que o método e a época de colheita desementes de urucum, assim como a retirada das sementes das cachopas decidem a qualidade do produto.

TABELA 7. Pureza física de sementes de urucum, utilizando diferentes métodos de beneficiamento. Areia-PB.

Descachopamento	Variáveis
	Pureza Física (%)
Mecânico (1038 rpm)	94,0 a
Semi mecânico	62,0 c
Manual	74,0 b
DMS	3,05
CV (%)	2,02
F	**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** = significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

3.5. Teor de bixina

Para o teor de bixina, evidencia-se melhor eficiência do descachopamento quando utiliza-se a rotação de 1038 rpm, promovendo menores perdas do pigmento presente na semente enquanto através da rotação de 807 rpm encontram-se os maiores percentuais de perdas de teor de bixina (Tabela 8). A baixa rotação, provavelmente promoveu maiores impactos por passar maior tempo em contato com as sementes.

O poder de pigmentação começa a diminuir a partir da colheita, passando pelo descachopamento, secagem, armazenamento e finalmente na extração dos corantes, o que pode levar a altos índices de perdas quando comparados com as sementes *in natura* (SÃO JOSÉ et al., 1991).

TABELA 8. Teor de bixina em sementes de urucum beneficiadas mecanicamente. Areia-PB.

Descachopamento	Variáveis
	Teor de Bixina (%)
576 rpm	63,5 b
807 rpm	58,1 c
1038 rpm	66,8 a
DMS	0,16
CV (%)	0,13
F	**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** = significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Durante o descachopamento não há aumento no teor de bixina, apenas, no máximo se consegue mantê-lo (OLIVEIRA et al., 1996). Portanto, o método

e a época de colheita, assim como a retirada das sementes da cachopa decidem a qualidade final do produto. A bixina é um pigmento que tem pouca estabilidade em relação à luz, temperatura e, principalmente, aos métodos de descachopamento, por isso devem sua determinação deve ser realizada com rigoroso controle. Estes resultados demonstram que a utilização da máquina mecânica de descachopamento em maiores rotações mantém o teor de bixina presente nas sementes.

Analisando os resultados do resumo da análise de variância presentes na Tabela 9 observa-se que o método manual promoveu as menores perdas de bixina presente na semente de urucum. Estes resultados ocorreram, provavelmente, pelo fato da máquina mecânica e semi-mecânica promover maiores impactos a semente, favorecendo maiores perdas no teor de bixina.

TABELA 9. Teor de bixina em sementes de urucum, utilizando diferentes métodos de beneficiamento. Areia-PB.

Descachopamento	Variáveis
	Teor de Bixina (%)
Máquina mecânica	66,8 b
Máquina semi mecânica	61,5 c
manual	86,2 a
DMS	0,38
CV (%)	0,27
F	**

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
 ** = significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4. CONCLUSÕES

- 1.** A descachopadeira mecanizada de urucum proporciona melhor qualidade física e fisiológica das sementes;
- 2.** A melhor eficiência para o teor de bixina é na rotação de 1038 rpm;
- 3.** A viabilidade da semente não é afetada pelos métodos de descachopamento.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURA na **Paraíba gera riqueza para exportadores**. [Paraíba], 13 jun. 2005. Disponível em: <<http://www.paraiba.com.br/noticias.shtml?13610>> Acesso em: 22 fev. 2006.

ALMEIDA, F.A.C.; FIGUERÊDO NETO, A; GOUVEIA, J.P.G.; COSTA, R.F.; OLIVEIRA, M.E.C. Danos mecânicos em sementes de feijão vigna, causados pelas operações na unidade de beneficiamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.254-259, 2004.

ALVES, R.W. **Extração de corantes de urucum por processos adsortivos utilizando argilas comerciais e coloidal gás APHRONS**. 2005. 173f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; MARTINS, J.H.; ALVARENGA, E.M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.54-60, 1999.

ARAÚJO, M.E.R. **Desenvolvimento e avaliação de um descaroador de 20 serras para o beneficiamento do algodão**. 2008. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

BALIANE, A. **Cultura do urucuzeiro**. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro, Niterói, 1982, p.5-16.

BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. **Debulha mecânica, teor de umidade e qualidade das sementes**. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1992, p.204-205.

BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; OLIVEIRA, A.C. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.68-70, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 398p.

OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R. Efeito do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.200-206, 1997.

OLIVEIRA, V.P.; GHINALDINI, J.E.; KATO, O.R. Beneficiamento pós-colheita do urucu. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v.2, n.1, p.70-74, 1996.

PAIVA, L.E.; FILHO, S.M.; FRAGA, A.C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.4, p.846-856, 2000.

POPININGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

SÃO JOSÉ, A.R.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.R. Aspectos técnicos da cultura do urucuzeiro. In: Seminário de Corantes Naturais para Alimentos, 2, e Simpósio Internacional de Urucum, 1., 1991. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: ITAL, 1991. p.135-140.

SILVA, J.C.; ALBUQUERQUE, M.C.; MENDONÇA, E.A.F.; KIM, M.E. Desempenho de sementes de algodão após o processamento e armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.79-85, 2006.

SILVEIRA, J.F. **Efeitos da debulha mecânica sobre germinação, vigor e produção de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. 1974. 49p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba:

SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; MANTOVANI, E.C.; CECON, P.R. Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.27, n.1, p.21–29, 2002.

YABIKU, H.Y.; TAKAHASHI, M.Y. Avaliação dos métodos analíticos para determinação do bixina em grãos de urucum e suas correlações. In: Seminário de Corantes Naturais para Alimentos, 2, Simpósio Internacional de Urucum, 1., 1991, Campinas, SP. **Resumos...** Campinas, SP:ITAL/IAC, 1991. p.275- 279.

APÊNDICE

QUADRO A.1. Resumo da análise de variância de massa seca (MS), emergência (EMERG) e índice de velocidade de emergência (IVE) na avaliação de sementes de urucum variedade casca verde durante o desenvolvimento.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		MS	EMERG	IVE
Períodos	(9)	0,005**	3065,82**	11,14**
Linear	1	0,045**	2262,10**	0,14 ^{NS}
Quadrático	1	0,001**	17896,73**	60,42**
Resíduo	30	0,00003	59,6666	0,215161
CV (%)		15,04	22,59	26,27

NS e ** = não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO A.2. Resumo da análise de variância de massa seca (MS), comprimento de plântulas (CP), germinação (GERM) e índice de velocidade de germinação (IVG) na avaliação de sementes de urucum variedade casca verde durante o desenvolvimento.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		MS	CP	GERM	IVG
Períodos	(9)	0,0001**	611,60**	4260,11**	27,74**
Linear	1	0,001**	3743,43**	6157,72**	17,77**
Quadrático	1	0,00003*	263,10**	21280,12**	161,80**
Resíduo	30	0,000007	30,75	52,72	0,04
CV (%)		36,52	41,41	17,68	6,87

* e ** = significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO A.3. Resumo da análise de variância para o comprimento do fruto (COMP), diâmetro do fruto (DIAM) na avaliação do fruto de urucum variedade casca verde durante o desenvolvimento.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		COMP	DIAM
Períodos	(9)	5022,50**	1945,34**
Linear	1	27355,69**	9046,55**
Quadrático	1	15874,03**	6320,17**
Resíduo	240	14,86	11,72
CV (%)		9,61	13,39

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO A.4 . Resumo da análise de variância do teor de bixina de sementes de urucum variedade casca verde.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios
		Casca verde
Períodos	(9)	0,71**
Linear	1	5,93**
Quadrático	1	0,10**
Resíduo	240	0,000034
CV (%)		0,48

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)