



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MATURAÇÃO DE FRUTOS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM
SEMENTES DE *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia*

AREIA-PB

Junho-2016

FÁBIO ARAÚJO DOS SANTOS

**MATURAÇÃO DE FRUTOS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM
SEMENTES DE *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba, Campus II
como parte das exigências para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Maria Nunes Mendonça

AREIA-PB

Junho-2016

**MATURAÇÃO DE FRUTOS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM
SEMENTES DE *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia***

Por:
FÁBIO ARAÚJO DOS SANTOS

APROVADA EM: ___/_____/___

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Rejane Maria Nunes Mendonça - CCA/UFPB
Orientadora

Dr.^a. Luciana Rodrigues de Araújo - SEDUC
Examinadora

M. Sc. Jefferson Alves Dias – CCA/UFPB
Examinador

DEDICATÓRIA

A todos os meus familiares, em especial aos meus Pais Sebastião Araújo dos Santos e Josefa Miranda dos Santos. A meus irmãos Felipe Araújo dos Santos, Marias das Graças Araújo dos Santos. A minha esposa e amiga Isabel Cristina dos Santos Oliveira, pelo amor, incentivo e paciência.

Dedico,

“Deus disse: Que a terra produza todo tipo de vegetais, isto é, plantas que deem sementes e árvores que deem frutos, e assim se fez”

Gênesis 1:11

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por estar sempre junto a mim, me fortalecendo a cada barreira imposta em meu caminho.

Aos meus pais Sebastião Araújo dos Santos e Josefa Miranda dos Santos pelo amor incondicional a mim dado e integridade moral que apresentam, a qual me espelho para ser um ser humano melhor.

Aos meus irmãos Felipe Araújo dos Santos e Maria das Graças Araújo dos Santos pelo amor, companheirismo e cumplicidade.

A minha esposa e eterna namorada Isabel Cristina dos Santos Oliveira pelo amor, respeito, fidelidade, paciência, companheirismo e momentos inesquecíveis a mim concedido.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Rejane Maria Nunes Mendonça por todos os ensinamentos profissionais e pessoais que levarei para o resto da minha vida.

A Luciana Rodrigues de Araújo pela disponibilidade de tempo e ajuda na elaboração do 2º capítulo.

A Jefferson Alves Dias pela disponibilidade de tempo e as contribuições dadas a este trabalho.

Aos amigos e irmãos(as) de coração Fabiano, Fernando, Denizard, Thiane, Francisco Jeanes, Alysson, João Paulo, Aldeir, Manoel Ricardo, Edson Cardoso e Élica por toda a amizade e momentos de alegrias durante essa jornada.

A Josinaldo “Seu Doda” e a Edson pela ajuda nas instalações dos experimentos e os momentos de descontração sempre com suas histórias.

A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade dada de realizar um curso superior.

A toda a equipe do Laboratório Fruticultura em especial a Jandira por toda a ajuda e dedicação na realização deste e outros trabalhos.

A minha grande amiga Élica por toda a ajuda, ensinamento, preocupação e incentivo a mim depositado durante toda a minha trajetória.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| RESUMO GERAL | x |
| GENERAL ABSTRACT..... | xii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 14 |
| 2. REFERÊNCIAS | 16 |
| CAPÍTULO I | 18 |
| MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE FRUTOS DE NONI (<i>Morinda citrifolia</i> L.) | 18 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 20 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 22 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 4. CONCLUSÕES | 30 |
| 5. REFERÊNCIAS | 31 |
| CAPÍTULO II | 36 |
| TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMENCIA DE SEMENTES DE <i>Morinda citrifolia</i> L. var. <i>citrifolia</i> EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE FRUTO | 36 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 38 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 40 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 42 |
| 4. CONCLUSÕES | 48 |
| 5. REFERÊNCIAS | 49 |
| ANEXOS | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Emergência (%) e índice de velocidade de emergência (plântulas dia ⁻¹) de plântulas de noni oriundas de sementes submetidas a métodos de superação de dormência em três estádios de maturação, Areia-PB | 42 |
| Tabela 2. Velocidade média de emergência (dia-1) e Tempo médio de emergência (dias) de plântulas de noni oriunda de sementes submetidas a métodos de superação de dormência em três estádios de maturação, Areia-PB | 44 |
| Tabela 3. Comprimento (cm) e massa seca (mg g ⁻¹) de plântulas de noni oriunda de sementes submetidas a métodos de superação de dormência em três estádios de maturação, Areia-PB | 46 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Frutos colhidos aos 0 dias após a antese completa - DAAC (A), 15 DAAC (B), 30 DAAC (C), 45 DAAC (D) e 60 DAAC (E), Areia-PB22
- Figura 2.** Parâmetros na análise de cor L^* (A), a^* (B), b^* (C) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB24
- Figura 3.** Diâmetro longitudinal (A) diâmetro transversal (B), massa fresca (C) massa seca (D) e firmeza (E) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.25
- Figura 4.** Rendimento em casca (A), sementes (B) e polpa (C) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.27
- Figura 5.** Teores de sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (C) e ácido ascórbico (D) em frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB28

SANTOS, Fábio Araújo dos. **MATURAÇÃO DE FRUTOS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia***. Areia – PB, 2016. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO GERAL: As poucas informações sobre noni tornam-se um fator limitante para o desenvolvimento da cultura no país, necessitando de estudos que viabilizem sua produção, comercialização e disseminação que vem sendo realizada empiricamente por meio de sementes. Diante disso, foram conduzidos dois experimentos, no primeiro objetivou-se determinar a curva de maturação do fruto de noni sobre os parâmetros físicos e físico-químicos. O segundo teve como objetivo determinar o estágio de maturação fisiológico do fruto para a retirada de sementes de noni e tratamentos pré-germinativos para superação de dormência. O experimento I foi conduzido no Laboratório de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/UFPB), utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos, 5 estádios de maturação do fruto (0, 15, 30, 45, 60 dias após antese completa - DAAC), com quatro repetições de 6 frutos cada. Avaliou-se a evolução da coloração da casca: (parâmetros: L^* ; a^* e b^*); diâmetro longitudinal e transversal, massa fresca e massa seca do fruto, firmeza, rendimento de casca, sementes e polpa, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e ácido ascórbico em todos os estádios de maturação. O experimento II, foi conduzido em ambiente telado no Viveiro de Fruticultura do DFCA/UFPB, com delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 6, sendo três épocas de coletas das sementes [45 dias após a antese completa (época I), 60 dias após a antese completa (época II), 24 h após abscisão do fruto da planta (época III)] e seis métodos pré-germinativos (1- sementes intactas; 2 - intactas + 24 h de embebição em água; 3 - intactas + 48 h de embebição em água; 4 - desponte; 5 - desponte + 24 h de embebição em água; 6 - desponte + 48 h de embebição em água), com quatro repetições de 25 sementes. As variáveis analisadas foram percentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de emergência, comprimento e massa seca de plântulas. Aos 60 DAAC os frutos atingiram o máximo diâmetro transversal (9,23 cm), diâmetro longitudinal (6,43 cm), massa fresca do fruto (165,01 g) e massa seca do fruto (22,94 g). Para as variáveis percentagem e índice de velocidade de emergência de plântulas, verifica-se que as sementes em que se realizou o desponte apresentaram maiores valores para estas variáveis, quando comparado com os demais tratamentos pré-germinativos para as

épocas II e III. Os frutos de noni aos 60 dias após a antese completa se encontram fisiologicamente maduros, os teores de sólidos solúveis e relação SS/AT apresentam aumento gradativo com a evolução dos estádios de maturação do fruto. O desponte é recomendado para a superação de dormência em sementes de noni, a época III (24 horas após a abscisão do fruto) é a mais adequada para a coleta das sementes, por favorecer a qualidade fisiológica.

Palavras-chave: noni, crescimento de frutos, qualidade sensorial, propagação seminífera, dormência.

SANTOS, Fábio Araújo dos. **MATURATION OF FRUIT AND OVERCOMING DORMANCY SEEDS IN *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia***. Areia - PB, 2016. 55 p. Work Completion of course (Graduation in Agronomy) - Federal University of Paraíba.

GENERAL ABSTRACT: There are few information about noni become a limiting factor for the development of culture in the country, requiring studies that enable their production, marketing and dissemination that has been performed empirically through seeds. Thus, two experiments were conducted, the first aimed to determine the maturation curve of the noni fruit on the physical and physicochemical parameters. The second aimed to determine the physiological maturation stage of the fruit for the withdrawal of noni seed and pre-germinating treatments to overcome dormancy. The first experiment was conducted in the Fruitculture Laboratory, Department of Plant Science and Environmental Sciences, Federal University of Paraíba (DFCA / UFPB), using completely randomized design with the treatments, 5 fruit maturation stages (0, 15, 30, 45, 60 days after complete anthesis - DAAC), with four replicates of six fruits each. We evaluated the evolution of the peel color: (parameters: L *, a * and b *); longitudinal and transverse diameter, fresh and dry fruit weight, firmness, peel yield, seeds and pulp, soluble solids, titratable acidity, SS / TA ratio and ascorbic acid at all stages of maturation. The second experiment was conducted in a greenhouse environment in the Plant Nursery of Fruitculture of DFCA / UFPB with completely randomized design in a factorial arrangement 3 x 6, three times collections of seeds [45 days after complete anthesis (period I), 60 days after complete anthesis (period II), 24 h after abscission of the fruit of the plant (period III)] and six pre-germination methods (1 intact seeds, 2 - intact + 24 hours of immersion in water; 3 - intact + 48 hours of immersion in water; 4 - lopping, 5 - lopping + 24 hours of immersion in water; 6 - lopping + 48 h immersion in water), with four replications of 25 seeds. The variables analyzed were percentage, speed index, average time and average speed of emergency, length and dry mass of seedlings. With 60 DAAC, fruits reached the maximum transverse diameter (9.23 cm), longitudinal diameter (6.43 cm), fresh fruit mass (165.01 g) and dry fruit mass (22.94 g). For the variables, percentage and seedling emergence speed index, it appears that the seeds which was held the lopping showed higher values for these variables when compared with the other pre-germination treatments for periods II and III. The fruits of noni at the 60 days after complete anthesis are found physiologically mature, soluble solids contents and SS / TA ratio have increased gradually with the evolution of the fruit maturation stage. The lopping is

recommended to overcome dormancy in noni seeds, period III (24 hours after the abscission of the fruit) is the most suitable for the collection of seeds, to favor the physiological quality.

Keywords: noni, fruit growth, sensory quality, seminiferous propagation, dormancy.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A família *Rubiaceae* é a quarta maior do mundo e compreende aproximadamente 650 gêneros e 13000 espécies, dentre as quais o noni (*Morinda citrifolia* L.), ganha espaço no mercado mundial devido a seus efeitos fitoterápicos (MACPHERSON et al., 2007; POTTERAT e HAMBURG, 2007).

As propriedades medicinais são atribuídas a todas as partes do noni, entretanto o fruto merece destaque devido as suas funções terapêuticas na prevenção de doenças como câncer, problemas cardíacos, desordens intestinais, diabetes, transtornos imunológicos, TPM, hemorroidas, entre outros ao qual é agregado um valor de mercado. Além disso, o fruto é rico em vitamina C e apresenta a proxeronina, precursora do alcaloide xeronina que ativa as enzimas catalisadoras do metabolismo celular e ajuda o corpo humano a regenerar as células danificadas e a incrementar as defesas (LAVAUT, 2003; VEIGA et al., 2005; SILVA et al., 2012).

A busca pelos denominados alimentos funcionais é crescente, pois os mesmos promovem benefícios a saúde humana (SINGH, 2012), no entanto, como não existe comprovação, em seres humanos, quanto aos efeitos da ingestão do noni na prevenção dos problemas supracitados, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária proíbe a comercialização do fruto e seus derivados no Brasil (ANVISA, 2007).

Durante o período de crescimento os frutos são amplamente influenciados por fatores ambientais, como temperatura, radiação solar e precipitação (BERILLI et al., 2007). Segundo Moura et al. (2003) os frutos por serem organismo vivos, passam por uma série de transformações durante seu desenvolvimento, e o acompanhamento das mudanças físicas e fisiológicas como aparência externa, tamanho, forma, cor e textura do epicarpo, sabor, odor e valor nutritivo ao longo desse processo, servem de subsídios para a determinação do ponto colheita dos frutos e sementes, em sua fase de máxima qualidade, que coincide com sua maturação fisiológica (OLIVEIRA et al., 1999; LOPES et al., 2009; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Trabalhando com frutos de noni em três estádios de desenvolvimento (verde, de vez e maduro) (NERY et al., 2013), constaram massa fresca de 108,75g para os frutos verde, valor inferior as 158,18g encontradas para os fruto em plena maturação fisiológica. Silva et al. (2012) não verificou diferenças entre os frutos verdes e maduros os quais atingiram peso de 47,16 e 50,08g, respectivamente.

Para algumas espécies, a maturação da semente ocorre antes do completo desenvolvimento do fruto. Uma das principais dificuldades na produção de mudas de noni é a desuniformidade de germinação das sementes, devido à falta de conhecimento sobre o ponto de maturação fisiológica e que tipo de dormência estas possuem (CORREIA et al., 2011; LEITE et al., 2012). Leite et al. (2012) ao avaliarem a utilização de diferentes métodos de superação de dormência para sementes de noni verificaram um percentual de emergência de 54% para as sementes intactas, valor bem abaixo dos 90% encontrados nas sementes em que foi feito um corte distal. Gomes et al. (2013) avaliando a germinação de sementes de noni com e sem desponte, constataram que não houve germinação nas sementes intactas. .

Pelo exposto, verifica-se que a realização de trabalhos que busquem determinar o ponto de maturidade fisiológica para as sementes, como a melhoria do percentual de emergência de plântulas de noni, bem como, o estágio de maturação dos frutos que permita o seu consumo, poderá favorecer à expansão da cultura no país.

2. REFERÊNCIAS

Agência Nacional De Vigilância Sanitária (ANVISA). Informe técnico nº 25, de 29 de maio de 2007. **Esclarecimentos sobre as avaliações de segurança realizadas de produtos contendo Morinda citrifolia, também conhecida como do suco de Noni.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/25_290507.htm>. Acesso em: 27 maio 2016.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 11-14, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CORREIA, A. A. S.; GONZAGA, M. L. C.; AQUINO, A. C.; SOUZA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 609-615, 2011.

GOMES, M. J. C.; PELISSALI, F.; SOUZA, M. N. T. B.; VIEIRA, C. V. Escarificação mecânica em sementes de *Morinda citrifolia* buscando acelerar o processo de germinação. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v. 3, n. 2, p. 16-19, 2013.

LAVAUT, N. G.; LAVAUT, J. G. *Morinda citrifolia* Linn: potencialidades para su utilización en la salud humana. **Revista Cubana de Farmacia**, Habana, v. 37, n. 3, 2003.

LEITE, G. A.; CUNHA, P. S. C. F.; MENDONÇA, L. F. M.; MEDEIROS, P. V. Q.; MENDONÇA, V. Superação de dormência de sementes de Noni. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 120-128, 2012.

LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CÔRREA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 278-284, 2009.

NERY, K. A.; ARAUJO, R. O.; BRAGA, T. R.; OLIVEIRA, M. M. T.; TORRES, L. B. V.; SILVA, L. R. Caracterização física e físico-química de frutos do noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Fortaleza-CE. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 1, p. 17-24, 2013.

MACPHERSON, H.; DANIELLS, J.; WEDDING, B.; DAVIS, C. **The potential for a new value adding industries for noni tropical fruit producers**. Rural industries Research and Development Corporation, 2007. 46p.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. San Jose, v. 47, p.231-233, 2003.

OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

POTTERAT, O.; HAMBURG, M. Mophytochemistry, *Morinda citrifolia* (noni) fruit-phytochemistry, pharmacology, safety. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 73, n. 3, p. 191-199, 2007.

SILVA, L. R.; MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SILVA, G. G. Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (noni). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Habana, v. 17, n. 1, p. 93-100, 2012.

SINGH, D. R. *Morinda citrifolia* L. (Noni): A review of the scientific validation for its nutrition and therapeutic properties. **Journal of Diabetes and Endocrinology**, v.3, n.6, p.77-91, 2012.

VEIGA, R. F. A.; BARBOSA, W.; HIROCE, R.; MENAÇOLLI, S. L. J.; TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. A. Noni: frutífera medicinal em introdução e aclimatação no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 20-21, 2005.

CAPÍTULO I

MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE FRUTOS DE NONI (*Morinda citrifolia* L.)

Resumo: Poucas são as informações sobre o ponto ideal de colheita do fruto do noni devido o mesmo ser uma fruta exótica, sem plantios comerciais no país. Com isso objetivou-se determinar a curva de maturação do fruto de noni sobre os parâmetros físicos e físico-químicos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, sendo os tratamentos, cinco estádios de crescimento (0, 15, 30, 45, 60 dias após antese completa - DAAC), com quatro repetições de 6 frutos cada. Foram avaliados os parâmetros físicos: evolução da coloração da casca (parâmetros: L*; a* e b*); diâmetro longitudinal e transversal, massa fresca e massa seca do fruto, firmeza, rendimento de casca, sementes, polpa e físico-químicos (sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e ácido ascórbico) em todos os estádios de maturação. Nos primeiros 15 DAAC o crescimento apresentou menor velocidade sendo constatando para o diâmetro longitudinal o ponto de curvatura mínimo (3,61 cm) aos 6 DAAC e para o diâmetro transversal (3,66 cm) aos 12 DAAC. A acidez titulável apresentou redução de 101,97% em função da evolução dos estádios de desenvolvimento, sendo constatado máximo valor (0,82) aos 0 DAAC e mínimo (0,41) aos 60 DAAC. Os frutos de noni aos 60 dias após a antese completa se encontram fisiologicamente maduros, os teores de sólidos solúveis e relação SS/AT apresentam aumento gradativo com a evolução dos estádios de maturação do fruto.

Palavras-chave: Rubiaceae, crescimento do fruto, qualidade sensorial.

PHYSIOLOGICAL MATURATION OF NONI FRUIT (*Morinda citrifolia* L.)

ABSTRACT: There are few information about the ideal harvest the noni fruit because it is an exotic fruit without commercial plantations in the country. Thus aimed to determine the maturation curve of the noni fruit on the physical and physicochemical parameters. The experiment was conducted in the Fruitculture Laboratory, Department of Plant Science and Environmental Sciences, Federal University of Paraiba. The design was completely randomized, with treatments, five growth stages (0, 15, 30, 45, 60 days after complete anthesis - DAAC), with four replicates of six fruits each. Were evaluated the physical parameters: Evolution peel color (parameters: L *, a * and b *); longitudinal and transverse diameter, fresh and dry fruit weight, firmness, peel yield, seeds, pulp and physico-chemical (soluble solids, titratable acidity, SS / TA ratio and ascorbic acid) at all stages of maturation. In the first 15 DAAC, growth showed lower speed being verified to the longitudinal diameter of the minimum bending point (3.61 cm) at the 6 DAAC and the transverse diameter (3.66 cm) to 12 DAAC. The titratable acidity decreased by 101.97% due to the evolution of developmental stages, and found maximum (0.82) at 0 DAAC and minimum (0.41) at the 60 DAAC. The fruits of noni at the 60 days after complete anthesis are found physiologically mature, soluble solids contents and SS / TA ratio have increased gradually with the evolution of the fruit maturation stage.

Keywords: Rubiaceae, fruit growth, sensory quality.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem ganhado posição de destaque, na produção e comercialização de frutas nativas e exóticas, motivada pela crescente busca do consumidor, por produtos benéficos a saúde, os denominados alimentos funcionais (SOUSA et al., 2005; LUNA e RAMOS JUNIOR, 2005; YAHIA, 2010; SINGH, 2012).

A espécie *Morinda citrifolia* L. popularmente conhecida como noni, pertencente à família Rubiaceae, tem causado interesse devido aos seus efeitos benéficos. Originária da Micronésia, a planta do noni tem basicamente todas as suas partes atribuídas alguma propriedade medicinal (RAZAFIMANDIMBISON et al., 2010), contabilizando aproximadamente 200 compostos fitoquímicos já identificados em sua composição, dentre os quais os mais abundantes são os compostos fenólicos, ácidos orgânicos e alcaloides (HEINICKE, 1985; PALIOTO et al., 2015).

Com elevados teores de vitamina C e compostos fenólicos, responsáveis pela atividade antioxidante, o fruto do noni vem sendo amplamente consumido, sendo o suco da fruta o subproduto de destaque (EFSA – European Food Safety Authority, 2009; FARIAS et al., 2014). Estudos demonstram que sua ingestão diária auxilia na manutenção do sistema imunológico e aumenta a capacidade de absorção dos nutrientes pelas células (SILVA et al., 2013), ao mesmo tempo que previne e ameniza doenças como artrite, depressão, câncer, doenças respiratórias e o diabetes (WESTENDORF et al., 2007; BASAR et al., 2010). Ressalta-se a relevância dos seus efeitos sobre as atividades antivirais, antifúngicas, antibacterianas e anti-inflamatórias (WANG et al., 2002; CHAN-BLANCO et al., 2006).

O fruto do noni tem formato ovalado, suculento que variam de 3 a 10 cm de comprimento e 3 a 6 cm de largura, com elevado número de sementes. Quando verde tem coloração de casca verde, variando para verde amarelada, quando de vez é amarela esbranquiçada, ou translúcida quando maduro, tornando-se uma fina película de fácil retirada. Sua polpa caracteriza-se pela mudança de coloração de branca para amarela e sabor e aroma desagradável quando atingem a maturação (WANG et al., 2002; VEIGA et al., 2005; CHAN-BLANCO et al., 2006).

Desta forma, a caracterização dos parâmetros físicos e quantificação dos componentes presentes nesta espécie são de grande importância, uma vez que essas informações servem como subsídio para viabilizar a utilização de seus subprodutos na medicina e alimentação humana, e dentro do ponto de vista econômico, agrega qualidade e valor ao produto final (CANUTO et al., 2010; NEVES, 2012). Diante dos poucos trabalhos desenvolvidos com a

espécie no país e pela relevância das informações, o presente trabalho teve como objetivo determinar a curva de maturação dos frutos de noni, utilizando para esta a determinação dos parâmetros físicos e físico-químicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi desenvolvido entre os meses de setembro a dezembro de 2015, no Laboratório de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de Areia-PB, situada nas coordenadas geográficas 6°51'47" e 7°02'04" latitude Sul e longitude Oeste 35°34'13" e 35°48'28" do meridiano de Greenwich. Segundo classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo As', caracterizado como quente e úmido, com precipitação pluviométrica média de 1200 mm anuais (BRASIL, 1972).

Identificação e colheita dos frutos

Para a obtenção dos frutos de *Morinda citrifolia* L. foram selecionadas 5 plantas adultas, nas quais foram marcadas 25 inflorescências, aleatoriamente por planta. As mesmas foram acompanhadas desde o desenvolvimento das inflorescências até a formação dos frutos, sendo estes colhidos para avaliações, em intervalos de 15 dias, a partir da antese completa das inflorescências. O período total de coleta e avaliações prolongou-se até os frutos atingirem o amadurecimento pleno na planta, anterior a abscisão.

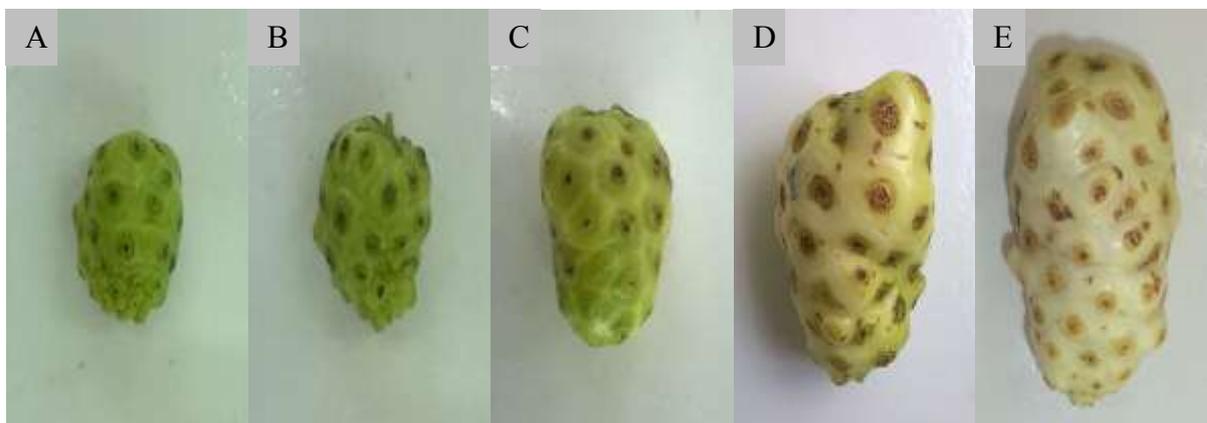


Figura 1. Frutos colhidos aos 0 dias após a antese completa - DAAC (A), 15 DAAC (B), 30 DAAC (C), 45 DAAC (D) e 60 DAAC (E), Areia-PB

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, sendo os tratamentos, os frutos amostrados em 5 estádios de desenvolvimento (0, 15, 30, 45, 60 dias após antese completa), utilizando-se quatro repetições de 6 frutos totalizando 24 frutos por estágio de maturação.

Variáveis Analisadas

Após a colheita em cada estágio de desenvolvimento dos frutos, os mesmos foram levados ao Laboratório de Fruticultura para a avaliação dos parâmetros físicos e físico-químicos.

- **Parâmetros físicos**

Evolução da coloração da casca na porção mediana do fruto, avaliada com auxílio de colorímetro digital portátil Minolta, expressa nos parâmetros: L* (corresponde à claridade/luminosidade); a* (define a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*)) e b* (representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*)), onde quanto mais distante do centro (=0), mais saturada a cor; diâmetro longitudinal e transversal (mm), medido com um paquímetro digital; massa fresca do fruto (g), massa seca frutos (g), obtida pela secagem em estufa a 65 °C até peso constante, e posteriormente, pesagem em balança semi-analítica; firmeza, determinada individualmente em dois pontos distintos da região mediana dos frutos íntegros, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (Drill Press Stand, Canada); rendimento de casca, sementes e polpa (%), através de pesagem em balança semi-analítica.

- **Parâmetros físico-químicos**

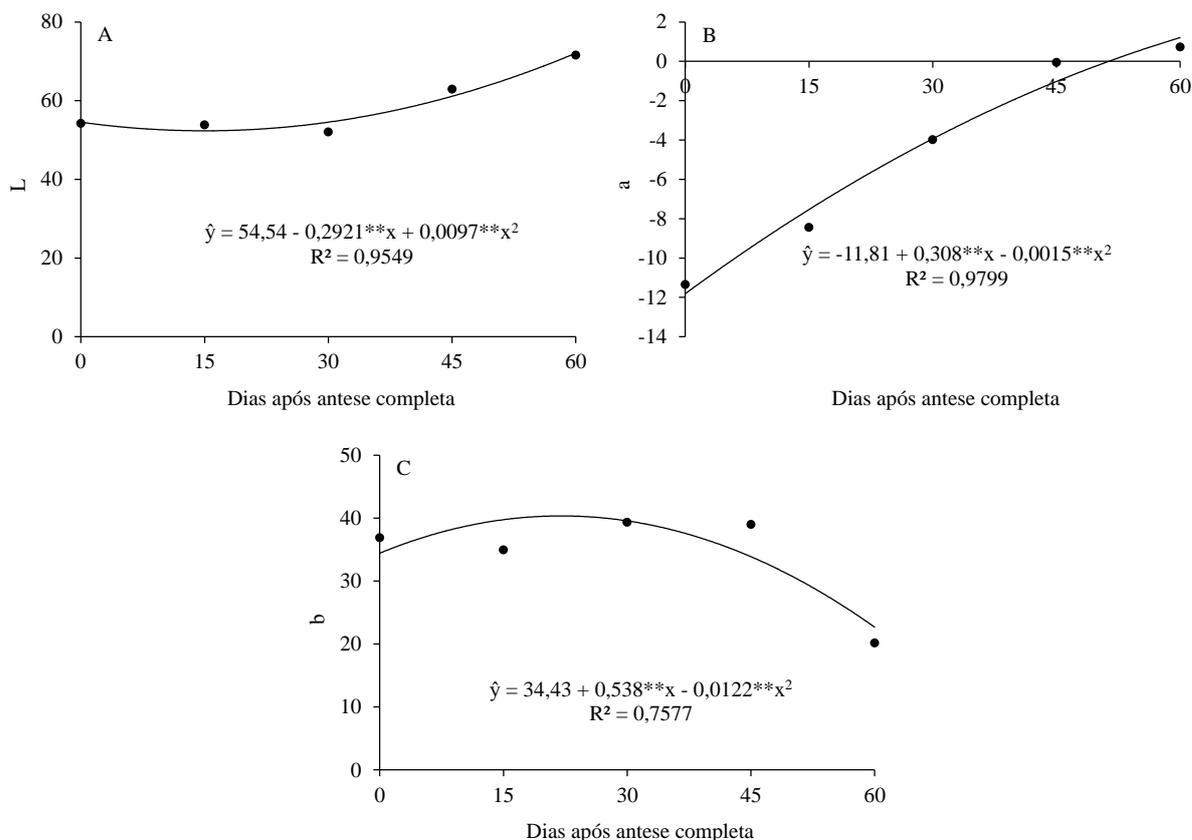
Sólidos solúveis, determinado com refratômetro digital, conforme a AOAC (2005); acidez titulável, determinada por titulação no suco com solução de NaOH a 0,1M (IAL, 2008); relação SS/AT mediante divisão simples entre sólidos solúveis e acidez titulável (CHITARRA e CHITARRA, 2005) e ácido ascórbico por titulometria com solução de 2,6 diclo-fenol-indofenol a 0,02% (AOAC, 2005);

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o teste F ($p \leq 0,05$) para se verificar o ajuste dos modelos. Utilizou-se o software SAS[®] University Edition versão 9.3 (2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de L^* se ajustaram ao modelo quadrático, obtendo ponto de curvatura mínimo (52,34) aos 15 dias após a antese completa, aumentando em função dos estádios de maturação a partir deste ponto (Figura 2A). O mesmo comportamento quadrático crescente foi verificado para a^* com a evolução dos estádios de maturação (Figuras 2B), obtendo valor máximo (1,27) aos 60 DAAC. Verifica-se no parâmetro b^* , ponto de curvatura máximo (40,36) aos 22 DAAC, reduzido e indicando a partir deste ponto sem grandes oscilações até aos 45 DAAC, que neste intervalo ocorre o amarelecimento do fruto (Figura 2C).

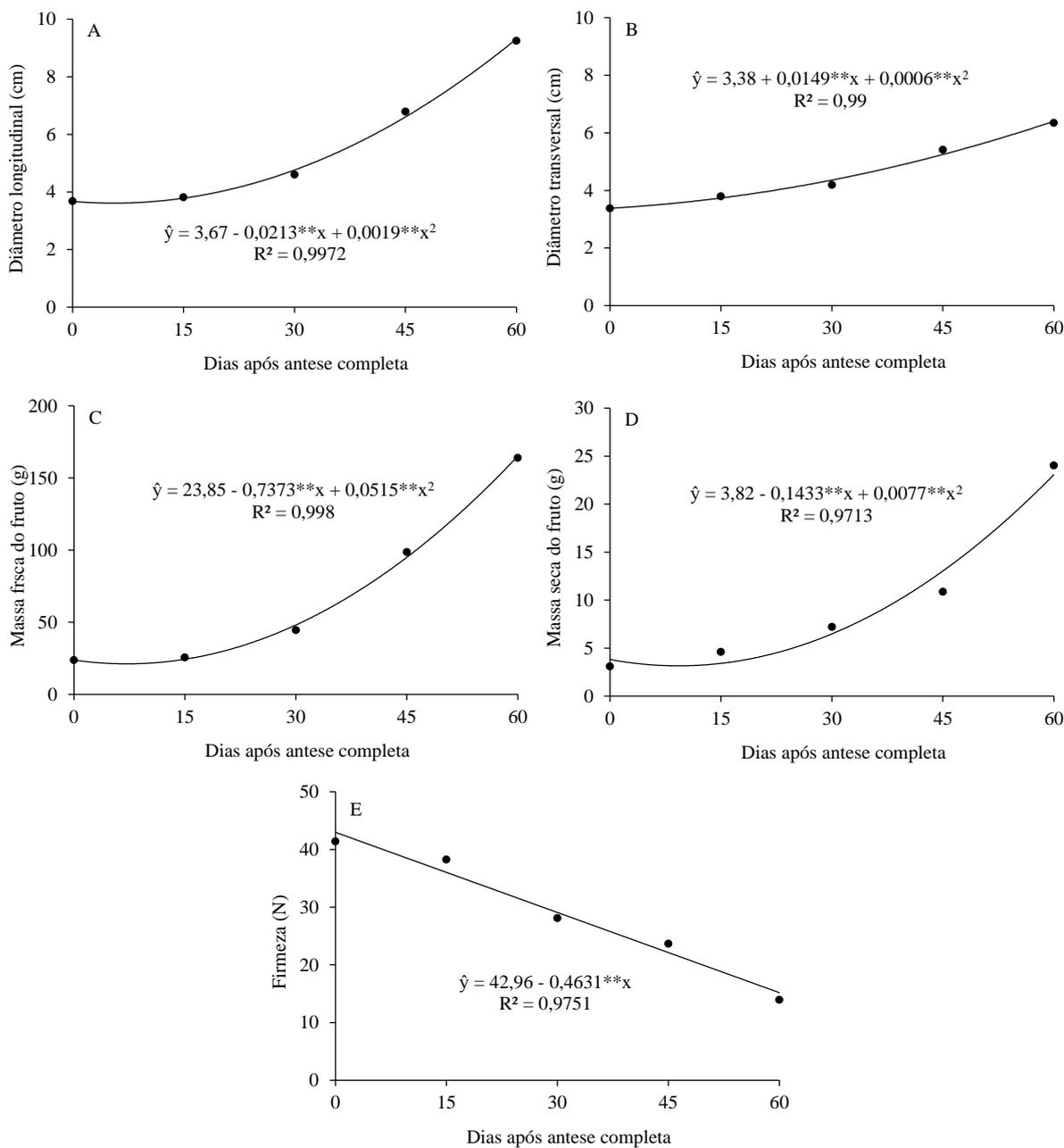


** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 2. Parâmetros da análise de cor L^* (A), a^* (B), b^* (C) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

A relação crescente destes parâmetros indicam a perda da intensidade do verde e o aumento da coloração amarela, característica da maturação, isto ocorre devido à degradação da clorofila, em resposta a ação de um ou mais fatores em conjunto, como pH, sistemas oxidativos, clorofilase (SILVA et al., 2009; CHITARRA e CHITARRA, 2005) e em função da síntese de novos pigmentos ou manifestação daqueles já existentes com o desaparecimento da cor verde (PALIYATH et al., 2008; MEDEIROS et al., 2011).

Na Figura 3, observa-se que as curvas apresentaram comportamento ascendente exceto para a firmeza (3E). Demonstrando que nos primeiros 15 DAAC os frutos apresentam menor velocidade de crescimento.



** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 3. Diâmetro longitudinal (A) diâmetro transversal (B), massa fresca (C) massa seca (D) e firmeza (E) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

Joas et al. (2012) relataram que a fase inicial de desenvolvimento dos frutos em geral é marcada por altas taxas respiratórias resultante da intensa atividade celular, sendo em grande parte os assimilados que chegam no fruto convertidos em energia e esqueleto de carbono para a formação de novas células, reduzindo desta maneira o acúmulo de reservas.

Na Figura 3, observa-se o crescimento gradual dos parâmetros avaliados com a evolução dos estádios de crescimento, sendo o máximo diâmetro longitudinal (9,23 cm), diâmetro transversal (6,43 cm), massa fresca do fruto (165,01 g) e massa seca do fruto (22,94 g), obtidos aos 60 DAAC, quando o fruto se encontrava maduro.

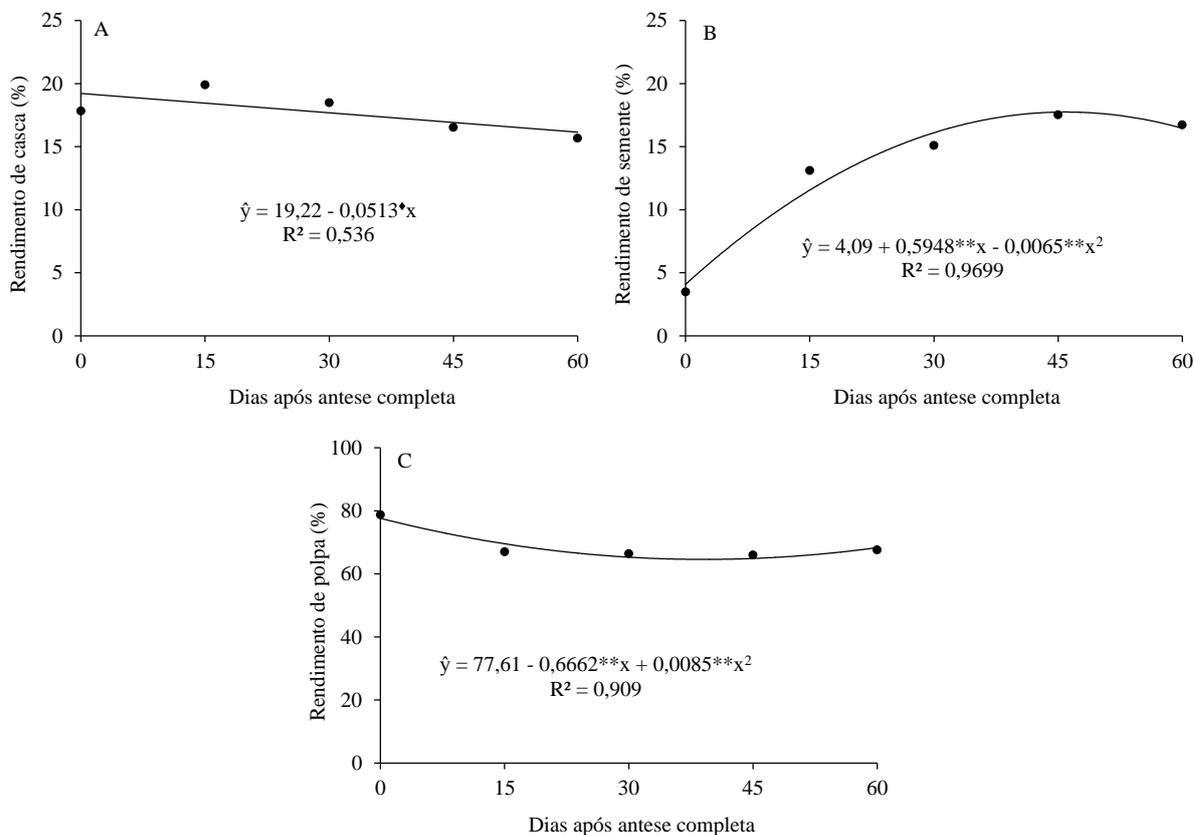
Avaliando frutos de noni em três estádios de desenvolvimento (verde, de vez e maduro) cultivados no Ceará (NERY et al., 2013), constataram comportamento semelhante ao observado no presente estudo, sendo os maiores valores para o diâmetro longitudinal (116,76 mm), diâmetro transversal (56,66 mm) e massa fresca do fruto (158,18 g) no estágio maduro. Silva et al. (2013) em frutos maduros de noni cultivados em Trairi – CE, verificaram diâmetro longitudinal de 106,60 mm e diâmetro transversal de 59,96 mm. Para os mesmos parâmetros Silva et al. (2012) em frutos de noni produzidos em Mossoró – RN, obtiveram em frutos maduros os maiores valores para diâmetro longitudinal (101,08 mm) e diâmetro transversal (74,41 mm), estes valores corroboram aos encontrados no presente trabalho.

Para firmeza do fruto (figura 3E), os estádios de crescimento se ajustaram ao modelo de regressão linear, verificando-se na fase inicial de desenvolvimento o maior valor (42,96 N) e o menor (15,17 N) aos 60 DAAC, constatando-se uma redução de 183%, da fase inicial para a final. Nery et al. (2013) observaram redução de 80,47% na firmeza, ao avaliar três estádios de desenvolvimento em frutos de noni (verde, de vez e maduro). Silva et al. (2013) avaliando frutos maduros de noni de cinco plantas, verificaram média geral para firmeza de 12,82 N, valor este menor que ao encontrado neste trabalho, para os frutos coletados aos 60 dias. Silva et al. (2012) constataram média geral de 118 N, para frutos de noni em três diferentes estádios de desenvolvimento (verde, de vez e maduro) sendo o menor valor (104,65 N) verificado nos frutos maduros.

A redução da firmeza com avanço dos estádios de desenvolvimento do fruto é resultante da degradação da parede celular, mediante o aumento da atividade das enzimas hidrolíticas como as poligalacturonase e pectinametilesterase, que promovem a despolimerização das pectinas nas paredes celulares e sua solubilização durante o amadurecimento, reduzindo a firmeza do fruto (ANTHON et al., 2002; SILVA et al., 2009).

Na Figura 4A, observa-se o rendimento de casca, em relação aos dias após a antese completa dos frutos, que se ajustou de forma linear, onde o estágio inicial de desenvolvimento (0 DAAC) obteve 19,22% de rendimento e aos 60 DAAC, 16,14%, o que corresponde a uma redução de 19,07% de rendimento. Para o rendimento de sementes e polpa os estádios de maturação se ajustaram ao modelo de regressão quadrático, onde o rendimento de semente foi

crecente e atingiu o máximo (17,70%) aos 46 DAAC (Figura 4B). Inversamente ao rendimento de sementes, o rendimento de polpa apresentou comportamento decrescente constatando ponto de curvatura mínima (64,56%) aos 39 DAAC, aumentando posteriormente e atingindo 68,24% aos 60 DAAC (Figura 4C).



♦ e **: significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

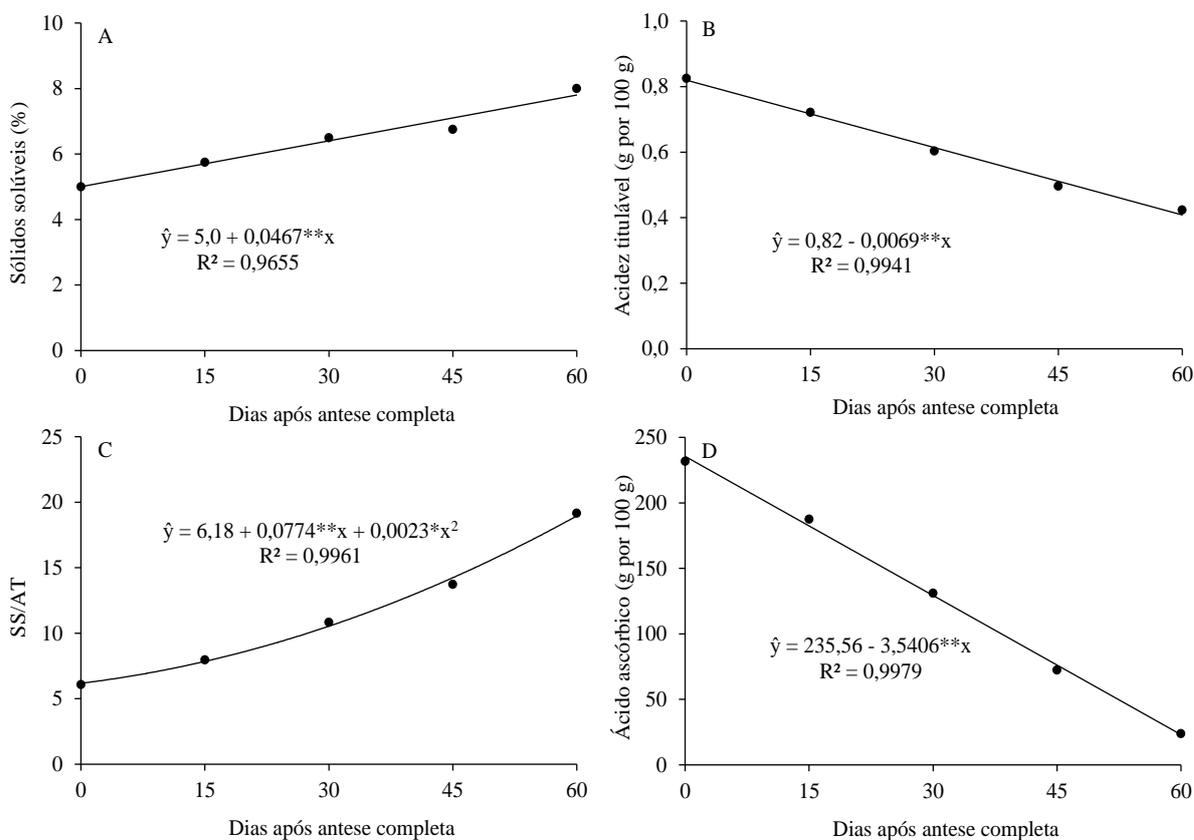
Figura 4. Rendimento em casca (A), sementes (B) e polpa (C) de frutos de noni em relação aos dias após a antese, Areia-PB.

Estudando os parâmetros físicos em frutos maduros de noni, (SILVA et al., 2012) verificaram valores superiores para rendimento de casca (18,09%), sementes (36,73%) e inferiores para rendimento de polpa (45,18%). Os mesmos autores afirmam que o rendimento de polpa dos frutos dessa espécie é muito baixo, fato que não pode ser comprovado neste trabalho.

O rendimento de polpa é um parâmetro de qualidade importante para o mercado industrial de processamento, sendo as frutas com elevado rendimento de polpa, facilmente absorvidas pelo mercado, em função da quantidade final de produto obtido (CARVALHO et al., 2003; CHITARRA e CHITARRA, 2005; RUFINI et al., 2011).

Para as variáveis sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico observa-se ajuste das curvas ao modelo de regressão linear. Para os sólidos solúveis (Figura 5A) houve

incremento de 35,91%, com 5 e 7,8° brix, aos 0 e 60 DAAC, respectivamente. A acidez titulável teve redução de 101,97% em função da evolução dos estádios de desenvolvimento, sendo constatado máximo valor (0,82) aos 0 DAAC e mínimo (0,41) aos 60 DAAC (Figura 5B). A relação SS/AT se ajustou ao modelo de regressão quadrática, obtendo ponto de curvatura mínima de 8,13 aos 17 dias, e valor máximo (19,1) aos 60 DAAC (Figura 5C). Semelhante a acidez titulável, os teores de ácido ascórbico apresentou redução de 918,68%, sendo verificado ponto máximo (235,56/100g) aos 0 e (23,12/100g) aos 60 DAAC, seu menor valor (Figura 5D).



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

Figura 5. Teores de sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (C) e ácido ascórbico (D) em frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

Conforme constatado no presente trabalho em função do aumento gradual do teor de sólidos solúveis (Figura 5A), verifica máxima concentração aos 60 DAAC quando o fruto encontrava-se completamente maduro. O máximo teor de sólidos solúveis encontrados (7,8%) no presente trabalho, aos 60 DAAC é inferior aos apresentados por Correia et al. (2011) de 9,2° Brix e próximo ao de Silva et al. (2013) de 8,4° Brix, em frutos maduros.

Em plena maturação, foram encontrados valores do teor de acidez titulável de 0,41 g 100g⁻¹, este foi próximo aos encontrados por Faria et al. (2014) de 0,44 g /100 g em frutos maduros, entretanto, resultados divergentes para a acidez titulável são encontrados na literatura, Correia et al. (2011) constataram valor levemente superior (0,63g/100g⁻¹), e Silva et al. (2012) verificaram valor inferior de 0,39 g 100g⁻¹, em fruto em plena maturação. Os baixos teores de acidez titulável quando os frutos estão em plena maturação, são decorrentes da redução dos ácidos orgânicos durante o desenvolvimento e maturação, devido a sua utilização como substrato para realização dos processos respiratórios ou sua conversão em açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 2005) por meio da redução do ácido 3-fosfoglicérico em gliceraldeído 3-fosfato durante a fixação fotossintética de carbono, reduzindo-se a glicose (JOAS et al., 2012; MATARAZZO et al., 2013).

Para a relação SS/AT foi constatado o máximo valor 19,1 aos 60 DAAC (Figura 5C), sendo este bem próximos aos 19,3 encontrados por Nery et al. (2013) em frutos completamente maduros e inferiores aos 26,69 verificados por Silva et al. (2013) em frutos no mesmo estágio.

Segundo Detoni et al. (2009) e Silva et al. (2012) a redução no teor de ácido ascórbico ocorre em razão da ativação da enzima ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo C oxidase e peroxidase, durante a evolução da maturação, resultando em menores teores quando o fruto está no estágio maduro. Costa et al. (2013) avaliando a atividade antioxidante da polpa, casca e sementes de frutos maduros de noni constataram 23,1 mg/100g para ácido ascórbico na polpa, valor este condizente com o presente trabalho aos 60 DAAC. Correia et al. (2011) em frutos maduros de noni produzidos no Ceará verificaram valores superiores, de 122,54 mg 100g⁻¹. Diferentemente de Palioto et al. (2015) avaliando a composição centesimal, composto bioativos, e atividade antioxidante em frutos maduros de noni encontraram valores inferiores de 12,16 mg 100g⁻¹.

A grande divergência dos valores apresentados pode ser decorrente da determinação visual do ponto de colheita dos frutos. Palioto et al. (2015) e Chan-Blanco et al. (2006) destacaram a importância de uma caracterização quantitativa e qualitativa completa do fruto do noni. Outro fator segundo Deng et al. (2010) é a determinação do estágio nutricional da planta já que este é influenciado pelas condições edafoclimáticas do local de origem.

4. CONCLUSÕES

1. Os frutos de noni aos 60 dias após a antese completa se encontram fisiologicamente maduros;
2. A firmeza e os teores de acidez titulável e ácido ascórbico reduziram com a evolução da maturação dos frutos;
3. Os teores de sólidos solúveis e relação SS/AT apresentam aumento gradativo com a evolução dos estádios de maturação do fruto.

5. REFERÊNCIAS

- ANTHON, G. E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N.; BARRETT, D. M. Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 21, p. 6153-6159, 2002.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington: AOAC, 2005, 1115p.
- BASAR, S.; UHLENHUT, K.; HOGGER, P.; SCHONE, F.; WESTENDORF, J. Analgesic and antiinflammatory activity of *Morinda citrifolia* L. (noni) fruit. **Phytotherapy Research**, London, v. 24, n. 1, p. 38-42, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/COMTAP/USAID/SUDENE, 1972. 670 p. (Boletim Técnico 15).
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.
- CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 326-328, 2003.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CHAN-BLANCO, Y.; VAILLANT, F.; PEREZB, A. M.; REYNES, M.; JEAN-MARC BRILLOUET.; BRAT, P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 6/7, p. 645-654, 2006.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CORREIA, A. A. S.; GONZAGA, M. L. C.; AQUINO, A. C.; SOUZA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 609-615, 2011.

COSTA, A. B.; OLIVEIRA, A. M. C.; SILVA, A. M. O.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 345-354, 2013.

DENG, S.; WEST, B. J.; JENSEN, J. C. A quantitative comparison of phytochemical components in global noni fruits and their commercial products. **Food Chemistry**, Barking, v. 122, n. 1, p. 267-270, 2010.

DETONI, A. M.; HERZOG, N. F. M.; OHLAND, T.; KOTZ, T.; CLEMENTE, E. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina 'Ponkan' cultivada no oeste do Paraná. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 624-628, 2009.

EFSA – EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Opinion on the safety of tahitian noni *Morinda citrifolia* (noni) fruit puree and concentrate as a novel food ingredient. **The European Food Safety Authority Journal**, London, v. 998, p. 1-16, 2009.

FARIA, W. C. S.; BETT, S. C.; SANTOS, C. G. B.; BRASIL, A. S.; GAUTO, R. F.; BEZERRA, A. M. S. S.; OLIVEIRA, A. P. Caracterização físico-química e análise fitoquímica preliminar do fruto noni (*Morinda citrifolia* L.) produzido na cidade de Cuiabá – MT. **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p. 1208-1215, 2014.

HEINICKE, R. M. The pharmacologically active ingredient of Noni. **Bulletin of the National Tropical Botanical Garden**, v. 15, p.10-14, 1985.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ - Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

JOAS, J.; VULCAIN, E.; DESVIGNES, C.; MORALES, E.; LÉCHAUDEL, M. Physiological age at harvest regulates the variability in postharvest ripening, sensory and nutritional characteristics of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Cogshshall due to growing conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 92, n. 6, p. 1282-1290, 2012.

LUNA, J. V. U.; RAMOS JUNIOR, D. S. Banco de Germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 25-28, 2005.

MATARAZZO, P. H. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMAO, L. C. C.; SILVA, D. F. P.; CECON, P. R. Desenvolvimento dos frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam), em Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.131-142, 2013.

MEDEIROS, E. A. A.; SOARES, N. F. F.; POLITO, T. O. S.; SOUSA, M. M.; SILVA, D. F. P. Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 363-370, 2011

NERY, K. A.; ARAUJO, R. O.; BRAGA, T. R.; OLIVEIRA, M. M. T.; TORRES, L. B. V.; SILVA, L. R. Caracterização física e físico-química de frutos do noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Fortaleza-CE. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 1, p. 17-24, 2013.

NEVES, L. C. Frutos - O remédio do futuro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 957-1306, 2012.

PALIOTO, G. F.; SILVA, C. F. G; MENDES, M. P.; ALMEIDA, V.V.; ROCHA, C. L. M. S. C.; TONIN, L. T. D. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 59-66, 2015.

PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. Ames:Wiley-Blackwell, 2008. 497 p.

RAZAFIMANDIMBISON, S. G.; McDOWELL, T. D.; HALFORD, D. A.; BREMER, B. Origin of the pantropical and nutraceutical *Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae): coments on its distribution range and circumscription. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 520-529, 2010.

RUFINI, J. C. M.; GALVÃO, E. R.; PREZOTTI, L.; SILVA. M. B.; PARRELLA. R. A. C. Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de Manga ‘Ubá’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 456-464, 2011.

SAS Institute. 2011. SAS/STAT® 9.3: user’s guide. SAS Institute Inc., 2011. 8621p.

SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; STRUIVING, T. B. Amadurecimento de manga 'Ubá' com etileno e carbureto de cálcio na pós-colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 213-220, 2012.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2009.

SILVA, L. R.; MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SILVA, G. G. Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (noni). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Habana, v. 17, n. 1, p. 93-100, 2012.

SILVA, L. R.; PONTES, C. A.; SOUSA, J. A.; SILVA E. O. Qualidade de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Trairi-CE. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. Habana, v. 18, n. 1, p. 100-108, 2013.

SINGH, D. R. *Morinda citrifolia* L. (Noni): A review of the scientific validation for its nutrition and therapeutic properties. **Journal of Diabetes and Endocrinology**, v. 3, n. 6, p. 77-91, 2012.

SOUSA, C. S.; SILVA, S. A.; COSTA, M. A. P. C.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A.; COSTA, C. A. L. C.; ALMEIDA, W. A. B.; PEIXOTO, C. P. Mangaba: perspectivas e potencialidades. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 29-31, 2005.

VEIGA, R. F. A.; BARBOSA, W.; HIROCE, R.; MENDAÇOLLI, S. L. J.; TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. A. Noni: frutífera medicinal em introdução e aclimatação no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 20-21, 2005.

WANG, M. Y.; WEST, B. J.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C.; PALU, A. K.; ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacologica Sinica**, Shanghai, v. 23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

WESTENDORF, J.; EFFENBERGER, K.; IZNAGUEN, H.; BASAR, S. Toxicological and analytical investigations of noni (*Morinda citrifolia*) fruit juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 2, p. 529-537, 2007.

YAHIA, E. M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA; G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value, and stability.** 1ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010, cap. 1, p. 3-51.

CAPÍTULO II

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia* EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE FRUTO

Resumo: Propagada empiricamente por meio de sementes, o noni, apresenta baixo percentual e grande desuniformidade em sua emergência, em virtude da dormência tegumentar que a mesma apresenta. Com isso, o objetivo foi avaliar o crescimento de plântulas de noni, oriundas de sementes em três estádios de maturação do fruto com aplicação de diferentes métodos pré-germinativos. O experimento foi conduzido no Viveiro de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 6, sendo três épocas de coletas das sementes [45 dias após a antese completa (época I), 60 dias após a antese completa (época II), 24 h após abscisão do fruto da planta (época III)] e seis métodos pré-germinativos (1- sementes intactas; 2 - intactas + 24 h de embebição em água; 3 - intactas + 48 h de embebição em água; 4 - desponte; 5 - desponte + 24 h de embebição em água; 6 - desponte + 48 h de embebição em água), com quatro repetições de 25 sementes cada. Para as variáveis tempo médio emergência e velocidade média de emergência de plântulas os melhores resultados 0,033 plântulas dia⁻¹ e 30,71 dias, respectivamente, foram verificados nas sementes coletadas na época III e que fizeram uso do tratamento pré-germinativo 4 (desponte). O desponte é recomendado para a superação de dormência em sementes de noni, a época III (24 horas após a abscisão do fruto) é a mais adequada para a coleta das sementes, por favorecer a qualidade fisiológica;

Palavras-chave: noni, sementes, dormência.

PREGERMINATIVE TREATMENTS FOR OVERCOMING DORMANCY SEED OF *Morinda citrifolia* L. var. *citrifolia* IN THREE FRUIT MATURATION STAGES

ABSTRACT: Propagated empirically through seeds, noni has a low percentage and great emergency desuniform, due to the integumentary dormancy that it presents. Thus, the objective was to evaluate the growth of noni seedlings grown from seeds in three fruit maturation stages with application of different pre-germination methods. The experiment was conducted in the nursery plant Fruitculture, Department of Plant Science and Environmental Sciences, Federal University of Paraiba. The design was completely randomized in a factorial arrangement 3 x 6, three times collections of seeds [45 days after complete anthesis (period I) 60 days after complete anthesis (period II), 24 h after abscission of the fruit plant (period III)] and six pre-germination methods (1 intact seeds, 2 - intact + 24 hours of immersion in water; 3 - intact + 48 h immersion in water; 4 - lopping, 5 - lopping +24 h immersion in water; 6 - lopping + 48 h immersion in water), with four replications of 25 seeds each. For the variables average emergency time and average speed of seedling emergence the best results 0.033 days⁻¹ seedlings and 30.71 days, respectively, were observed in seeds collected at the time III and that made use of pre-germination treatment 4 (lopping). The lopping is recommended to overcome dormancy in noni seeds, period III (24 hours after the abscission of the fruit) is the most suitable for the collection of seeds, to favor the physiological quality;

Keywords: noni, seed, dormancy.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Morinda citrifolia* L., popularmente conhecida como Noni, é uma frutífera pertence à família Rubiaceae, amplamente utilizada na medicina tradicional, motivada pelos efeitos fitoterápicos atribuídos principalmente ao consumo dos seus frutos na prevenção e amenização dos efeitos de doenças respiratórias, problemas cardíacas, artrite, câncer e diabetes. (WESTENDORF et al., 2007; BASAR et al., 2010; RAZAFIMANDIMBISON et al., 2010; SILVA et al., 2012; COSTA et al., 2013).

Apesar da grande ênfase dada ao fruto do noni e seus derivados nos países Asiáticos ao longo dos últimos 2000 anos, pelos benefícios da sua ingestão à saúde humana, no Brasil ainda são incipientes as informações acerca do seu cultivo (NERY et al., 2013; SILVA et al., 2013), principalmente em relação a propagação, que vem sendo realizada de forma empírica, por meio de sementes, mas sem o conhecimento da sua maturação fisiológica e da quebra de dormência tegumentar que a mesma apresenta, prolongando o processo germinativo dos 30 aos 120 dias após a sementeira (SOUSA et al., 2010 ; CORREIA et al., 2011; LEITE et al., 2012).

O acompanhamento da maturação sobre as mudanças físicas e fisiológicas que ocorrem no fruto, inerentes a textura do epicarpo e a coloração durante seu desenvolvimento, consistem em uma forma empírica para a determinação do ponto de colheita para retirada das sementes (LOPES et al., 2009; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), contudo, caso este fruto seja colhido precocemente, ocorrerá a interrupção da maturação da semente, comprometendo sua viabilidade (RUBIO et al., 2013).

Conforme Carvalho e Nakagawa (2012) a dormência das sementes é um fator primordial na perpetuação das espécies, já que impede a germinação de todas as sementes de uma única vez e, conseqüentemente a exposição às adversidades climáticas. Segundo Martins et al. (2011) a mesma dormência torna-se um fator indesejável na produção de mudas, uma vez que resulta no atraso e desuniformidade na germinação e produção de mudas. A escarificação, termo dado a qualquer método de superação de dormência que permita a ruptura ou redução da resistência do tegumento das sementes, pode favorecer o início da germinação, porque promove a entrada de água no sistema e com isso o desencadeamento dos processos germinativos (MARCOS FILHO, 2005).

Oliveira et al. (2011) trabalhando com sementes de noni intactas e com desponte em diferentes períodos de embebição, verificaram percentual de 76% de emergência nas sementes submetidas ao desponte e embebição em água durante 48 h. Leite et al. (2012) ao avaliar

diferentes métodos de quebra de dormência nas sementes de noni, obtiveram 90% de emergência ao efetuar um corte distal nas mesmas. Gomes et al. (2013) analisado a germinação de sementes de noni, com e sem desponte, em diferentes períodos de embebição, constataram percentual de 42% em sementes apenas com o desponte.

Em virtude do baixo percentual e da desuniformidade de emergência das sementes de noni, o presente trabalho teve como objetivo determinar o estágio de maturação fisiológico do fruto para a retirada de sementes de noni e tratamentos pré-germinativos para superação de dormência.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi desenvolvido em ambiente telado no Viveiro de fruticultura do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – PB, Areia-PB, situado nas coordenadas geográficas 6°51'47" e 7°02'04" latitude Sul e longitude Oeste 35°34'13" e 35°48'28" do meridiano de Greenwich. Segundo classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo As', caracterizado como quente e úmido, com precipitação pluviométrica média de 1200 mm anuais (BRASIL, 1972). A temperatura durante execução do experimento variou de 27 a 41°C.

Colheita, beneficiamento das sementes

As sementes utilizadas para a realização do experimento foram colhidas de frutos em três estádios de maturação, de 10 plantas adultas localizadas no município de Areia, Paraíba. Para a obtenção dos diferentes estádios de maturação foram marcadas algumas inflorescências por planta e acompanhando o desenvolvimento até a formação dos frutos. Estes foram colhidos para a realização do ensaio aos 45 dias após a antese completa da inflorescência (época I), 60 dias após a antes completa da inflorescência (época II) e 24 horas após a abscisão do fruto da planta (época III).

Após a colheita, os frutos foram levados para o Laboratório de Fruticultura, sendo em seguida despolidos, extraídas as sementes e beneficiadas manualmente com a utilização de cal hidratada para a retirada da mucilagem, sendo posteriormente lavadas em água corrente e colocadas sobre papel toalha para a retirada da umidade superficial por um período de 24 horas, em local ventilado e protegido do sol.

Teor de água

Antes de serem submetidas ao teste de germinação, foi determinado o teor de água das sementes nos diferentes estádios de maturação dos frutos, pelo método da estufa a 105 °C por 24 horas (BRASIL, 2009). Utilizando-se quatro amostras de 25 sementes cada, sendo o resultado expresso em porcentagem média para cada estádio de maturação. O teor inicial de água das sementes para época I, II e III foi 41,1; 14,2 e 9,25%, respectivamente.

Aplicação dos tratamentos e delineamento estatístico

Após serem beneficiadas, para que superasse a dormência, as sementes foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 6, sendo três estádios de maturação (45 e 60 dias após a antese completa e 24 h após a abscisão do fruto) e seis tratamentos pré-germinativos (1 - intactas; 2 - intactas + 24 h embebição em água; 3 - intactas + 48 h embebição em água; 4 - desponte; 5 - desponte + 24 h embebição em água; 6 - desponte + 48 h embebição em água) em quatro repetições de 25 sementes cada. Para os tratamentos que fizeram uso do desponte o mesmo foi realizado efetuando-se um corte na parte posterior ao hilo.

Semeio e Variáveis analisadas

Após os tratamentos pré-germinativos, as sementes foram semeadas a 1 cm de profundidade em bandejas de plásticos com dimensões de 31,5 cm x 23,5 cm x 6 cm, respectivamente, em comprimento, largura e profundidade as quais foram divididas em duas subunidades cada uma e preenchidas com areia lavada previamente esterilizada, posteriormente as bandejas foram colocadas em ambiente telado e irrigadas diariamente.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através da porcentagem de emergência realizada diariamente do 22º ao 48º dias após a semeadura, considerando-se como plântulas emergidas aquelas que apresentassem os cotilédones totalmente acima do substrato. Além da emergência avaliou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) calculado de acordo com fórmula proposta por Maguire (1962); tempo médio de emergência de acordo com Labouriau (1983) e velocidade média de emergência (dia^{-1}) segundo Labouriau (1970).

Após a contagem final no 48º dia, as plântulas normais foram medidas com o auxílio de uma régua graduada e os valores expressos em cm por plântulas, posteriormente foram acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft, colocadas para secar em estufa regulada a 65º C até peso constante (48 horas) e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g (NAKAGAWA, 1999) e os resultados expressos mg/plântula.

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o Programa Estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da Tabela 1 constata-se que a maior porcentagem e índice de velocidade de emergência foi obtido quando as sementes foram submetidas ao desponte, 24 horas após a abscisão do fruto. Gomes et al. (2013) trabalhando com sementes da mesma espécie verificou aumento na germinação (42%) e IVG (2,77) com o desponte.

Tabela 1. Emergência (%) e índice de velocidade de emergência (plântulas dia⁻¹) de plântulas de noni oriunda de sementes submetidas a métodos de superação de dormência em três estádios de maturação, Areia-PB.

| Emergência (%) | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------|---------|----------|-----------|
| Épocas de coleta | Métodos de superação de dormência | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Época I | 12,0 BCb* | 7,0 Ca | 5,0 Ca | 33,0 Ac | 25,0 ABb | 18,0 BCc |
| Época II | 19,0 BCab | 13,0 Ca | 12,0 Ca | 46,0 Ab | 31,0 Bb | 30,0 Bb |
| Época III | 25,0 Ca | 8,0 Da | 8,0 Da | 66,0 Aa | 47,0 Ba | 46,0 Ba |
| CV (%) | 24,21 | | | | | |
| Índice de velocidade de emergência (plântulas dia ⁻¹) | | | | | | |
| Época I | 0,06 BCDb* | 0,04 CDa | 0,02 Da | 0,22 Ac | 0,16 ABb | 0,13 ABCb |
| Época II | 0,12 BCab | 0,07 Ca | 0,07 Ca | 0,32 Ab | 0,20 Bb | 0,19 Bb |
| Época III | 0,19 Ca | 0,05 Da | 0,04 Da | 0,54 Aa | 0,35 Ba | 0,32 Ba |
| CV (%) | 27,99 | | | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Métodos pré-germinativos: 1 - sementes intactas; 2 - sementes intactas + embebição 24 h; 3 - sementes intactas + embebição 48 h; 4 - sementes com desponte; 5 - sementes com desponte + embebição 24 h; 6 - sementes com desponte + embebição 48 h. Épocas de coleta: época I - 45 DAAC; época II - 60 DAAC; época III - 24 h após abscisão do fruto.

Leite et al. (2012) utilizando diferentes métodos de quebra de dormência para sementes de noni, constataram maior porcentagem de emergência (90%) nas sementes que foi aplicado corte distal, porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos imersão em água por 24 e 48 h, mas apenas do tratamento com sementes intactas. No entanto, Oliveira et al. (2011), em duas classes de sementes de noni (intactas e com desponte) oriundas de frutos maduros, submetidas a diferentes períodos de embebição (0, 12, 24, 36, 48 h), verificaram que não houve diferença estatística para essas variáveis, exceto para as sementes intactas embebidas durante 24 h em água, porém em valores absolutos as maiores porcentagens de emergência (76, 74 e 73%) e índice velocidade de emergência (0,65, 0,61 e 0,62 sementes emergida/dia) foram observados em sementes submetidas ao desponte e embebição em água durante 48 h, sementes intactas e com desponte, respectivamente, resultados estes superiores aos do presente trabalho.

Em relação à época de coleta das sementes observa-se, que os maiores valores de emergência e velocidade de emergência de plântulas foram obtidos na época III, quando os frutos já se encontravam no chão em estágio avançado de maturação, exceto para os tratamentos pré-germinativos sementes intactas + embebição 24 h (T2) e sementes intactas + embebição 48 h (T3), que provavelmente foram desfavorecidos em decorrência da dureza do tegumento aliada a falta de oxigênio neste meio. Comportamento inverso foi verificado na época I, que apresentou os menores valores para essas variáveis em comparação com as épocas II e III, independentemente do método de superação de dormência aplicados. Estes resultados podem ser justificados em função do fruto imaturo, com isso, as sementes oriundas destes frutos se encontravam em fase inicial da formação do embrião, não tendo reserva suficiente para o desencadeamento dos processos germinativos de forma eficiente (CARVALHO e NAKAGAMA, 2012).

Donato et al. (2015) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de melão em quatro estádios de maturação (frutos verdes com epiderme não rendilhada, frutos verdes com rendilhamento na epiderme, frutos com coloração amarela e epiderme rendilhada, frutos amarelos e epiderme rendilhada em estágio avançado de maturação) verificaram para porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência 60% e 7,1 plântulas/dia, respectivamente, para frutos amarelos e epiderme rendilhada em estágio avançado de maturação. Santos et al. (2016) trabalhando com frutos de maracujá (*Passiflora* spp.) em três estádios fenológicos (de vez, maduro e senescente) não encontraram diferença estatística para essas variáveis. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a fase de máxima qualidade das sementes coincide com seu ponto de maturidade fisiológica, apresentando germinação e vigor superiores.

O aumento do período de embebição, independentemente da época de coleta das sementes e aplicação do desponte ou não, reduz significativamente a porcentagem e velocidade de emergência de plântulas. Tal comportamento evidencia os efeitos deletérios causados pela falta de oxigênio durante o processo de embebição das sementes para essa espécie. Comportamento semelhante foi observado por Gomes et al. (2013) em sementes de noni, sendo os menores valores para a porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação, observados nas sementes imersas durante 6 horas em água, independentemente da aplicação ou não do desponte.

Oliveira et al. (2011) em sementes de noni (intactas e com desponte), submetidas a diferentes períodos de embebição (0, 12, 24, 36, 48 h), obtiveram melhores resultados em

sementes submetidas ao desponte e embebição em água durante 48 horas. Porém, o mesmo trabalho evidenciou decréscimo para as variáveis em estudo com o aumento do período de embebição em água para ambos os tipos de sementes, exceto para o tratamento desponte + embebição 48 h.

Na falta de O₂ para respiração anaeróbica, ocorre a fermentação do piruvato lactato, reduzindo o pH celular, que resulta na fermentação para o etanol e como consequência desestruturação das membranas celulares. O baixo pH da célula promove o extravasamento de prótons contidos nos vacúolos para o citoplasma em função da ruptura das membranas e diminuição de ATP para funcionamento da bomba de prótons e das ATPases. Estas alterações tornam a respiração anaeróbica mais ineficiente e dispendiosa e culminam com a paralização e retardo do processo de germinação e até mesmo com a morte celular (KHAN et al., 1992; HOPKINS, 1995).

Quanto as variáveis tempo médio emergência e velocidade média de emergência de plântulas (Tabela 2), os melhores resultados 0,033 plântulas dia⁻¹ e 30,71 dias, respectivamente, foram verificados nas sementes coletadas na época III e que fizeram uso do tratamento pré-germinativo 4 (desponte), porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos 1 (sementes intactas) e 5 (desponte mais embebição em água 24 horas), para a mesma época.

Tabela 2. Velocidade média de emergência (dia⁻¹) e Tempo médio de emergência (dias) de plântulas de noni oriunda de sementes submetidas a métodos de superação de dormência em três estádios de maturação, Areia-PB.

| Velocidade média de emergência (dia ⁻¹) | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Épocas de coleta | Métodos de superação de dormência | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Época I | 0,024 ABb* | 0,023 ABa | 0,022 Ba | 0,027 Ab | 0,025 ABa | 0,027 Aa |
| Época II | 0,026 ABb | 0,022 Ba | 0,025 ABa | 0,028 Aab | 0,025 ABa | 0,026 ABa |
| Época III | 0,031 ABa | 0,025 Ca | 0,024 Ca | 0,033 Aa | 0,028 ABCa | 0,027 BCa |
| CV (%) | 8,29 | | | | | |
| Tempo médio de emergência (dias) | | | | | | |
| Época I | 42,85 ABC* | 41,12 ABa | 44,62 Bb | 37,0 Ab | 39,76 ABb | 37,09 Aa |
| Época II | 38,01 Ab | 43,96 Ba | 38,79 ABa | 35,84 Aab | 39,06 ABab | 38,38 ABa |
| Época III | 31,86 ABa | 40,83 Ca | 41,66 Cab | 30,71 Aa | 34,63 ABa | 36,89 BCa |
| CV (%) | 7,27 | | | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Métodos pré-germinativos: 1 - sementes intactas; 2 - sementes intactas + embebição 24 h; 3 - sementes intactas + embebição 48 h; 4 - sementes com desponte; 5 - sementes com desponte + embebição 24 h; 6 - sementes com desponte + embebição 48 h. Épocas de coleta: época I - 45 DAAC; época II - 60 DAAC; época III - 24 h após abscisão do fruto.

No tratamento pré-germinativo com desponte obteve-se em termos absolutos os melhores resultados independentemente da época de coleta das sementes (Tabela 2) demonstrando a eficiência do tratamento na superação de dormência e na expressão do potencial fisiológico das sementes, proporcionando maior velocidade de emergência de plântulas em menor espaço de tempo.

Mendes e Mendonça (2012) ao avaliarem o desempenho de sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos (sementes intactas semeadas em casa de vegetação, sementes com retirada parcial do tegumento semeadas em casa de vegetação, sementes intactas semeadas em viveiro com sombreamento de 50%, sementes com retirada parcial do tegumento semeadas em viveiro, com sombreamento de 50%), contataram melhores valores para velocidade média e tempo médio de emergência (0,230 plântulas/dia e 46 dias, respectivamente) quando houve a retirada parcial do tegumento e sementeira em casa de vegetação, entando não diferindo estatisticamente do tratamento sementes com retirada parcial do tegumento semeadas em viveiro, com sombreamento de 50% (0,224 plântulas/dia e 48 dias, respectivamente) para as mesmas variáveis.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a ruptura no tegumento, causada pelos métodos de superação de dormência possibilita maior interação da semente com o meio, uma vez que entrada de água no sistema e a realização das trocas gasosas com maior eficiência, além de promover o aumento da sensibilidade a luz e temperatura, que atuam sobre o metabolismo das sementes e conseqüentemente sobre a germinação e emergência das plântulas.

Nos tratamentos pré-germinativos 1 (sementes intactas) e 4 (desponte), os quais não sofreram influência da hipóxia causada pelos períodos de embebição em água, observa-se aumento gradativo para as variáveis em estudo com a evolução dos estádios fisiológicos dos frutos para a coleta das sementes, sendo os melhores resultados para ambos os tratamentos observados na época III (24 horas após abscisão do fruto).

De acordo com Donato et al. (2015) o estágio de maturação do fruto aliado aos resultados obtidos no teste de emergência de plântulas, estão intimamente relacionados com a maturação e o acúmulo de reserva das sementes, e culminam com o máximo potencial fisiológico. Oro et al. (2012) afirmam que a própria queda do fruto pode acelera a processo de emergências devido ao aumento da taxa de deterioração das sementes.

Segundo Martins et al. (1999) quanto mais rápido as plântulas emergirem do solo, melhor para a produção de mudas, devido a redução do grau de exposição das plantas as adversidades climáticas durante seus estádios iniciais. Os mesmos autores afirmaram que

quanto mais rápido ocorrer à emergência das plântulas, mais cedo as mesmas estarão aptas a captar recurso do meio, resultando em plantas mais vigorosas e consecutivamente com maior acúmulo de biomassa.

Comportamento que pode ser comprovado no presente trabalho, onde os melhores resultados para as variáveis comprimento total (15,10 cm) e massa seca total de plântulas (36,43 mg g⁻¹) foram observados na época III, nas sementes que fizeram uso do desponte (Tabela 3).

Tabela 3. Comprimento (cm) e massa seca (mg g⁻¹) de plântulas de noni oriunda de sementes submetidas a métodos de superação de dormência em três estádios de maturação, Areia-PB.

| Comprimento (cm) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Épocas de coleta | Métodos de superação de dormência | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Época I | 9,32 Bb* | 6,19 Cc | 8,11 BCb | 12,60 Ab | 13,51 Aa | 13,21 Aa |
| Época II | 14,21 Aa | 9,05 Bb | 9,76 Bb | 15,09 Aa | 14,68 Aa | 13,44 Aa |
| Época III | 14,87 Aa | 12,61 Aa | 13,13 Aa | 15,10 Aa | 13,45 Aa | 12,63 Aa |
| CV (%) | 10,62 | | | | | |
| Massa seca (mg g ⁻¹) | | | | | | |
| Época I | 11,23 Ab* | 10,04 Aa | 10,63 Aa | 16,32 Ab | 18,92 Aa | 18,41 Aa |
| Época II | 19,54 BCa | 9,72 Ca | 17,33 BCa | 29,96 Aa | 22,23 ABa | 17,33 BCa |
| Época III | 24,55 Ba | 17,81 BCa | 14,40 Ca | 36,43 Aa | 18,68 BCa | 16,54 BCa |
| CV (%) | 26,35 | | | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Métodos pré-germinativos: 1 - sementes intactas; 2 - sementes intactas + embebição 24 h; 3 - sementes intactas + embebição 48 h; 4 - sementes com desponte; 5 - sementes com desponte + embebição 24 h; 6 - sementes com desponte + embebição 48 h. Épocas de coleta: época I - 45 DAAC; época II - 60 DAAC; época III - 24 h após abscisão do fruto.

Com o desponte de sementes de noni, Oliveira et al. (2012), relataram resultados inferiores para comprimento de plântulas (4,8 cm) e superiores ao peso da massa seca por plântulas (0,15 g). Leite et al. (2012) em plântulas de noni oriundas de sementes que sofreram diferentes tratamentos pré-germinativos, constataram valores inferiores (8,43 cm) em sementes escarificadas quimicamente (utilizando ácido sulfúrico concentrado durante 15 minutos). Os mesmos autores verificaram melhores resultados para a massa seca de plântulas (0,05g) em sementes submetidas a imersão em água por 48 h, porém não diferindo estatisticamente do tratamento imersão em água por 24 h (0,04g), resultados estes levemente superiores aos do presente trabalho.

De acordo com Nakagawa (1999), o crescimento das plântulas, pode ser quantificado com eficiência através da determinação da massa seca, uma vez que esta permite quantificar

com precisão a transferência de reservas da semente para o eixo embrionário, sendo as amostras com elevados teores de massa seca consideradas as de maior vigor.

4. CONCLUSÕES

1. O desporte é recomendado para a superação de dormência em sementes de noni;
2. A época III (24 horas após a abscisão do fruto) é a mais adequada para a coleta das sementes, por favorecer a qualidade fisiológica;
3. O aumento do período de embebição das sementes em água reduz significativamente a percentagem de emergência de plântulas para a espécie.

5. REFERÊNCIAS

- BASAR, S.; UHLENHUT, K.; HOGGER, P.; SCHONE, F.; WESTENDORF, J. Analgesic and antiinflammatory activity of *Morinda citrifolia* L. (noni) fruit. **Phytotherapy Research**, London, v. 24, n. 1, p. 38-42, 2010.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 398p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/COMTAP/USAID/SUDENE, 1972. 670 p. (Boletim Técnico 15).
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CORREIA, A. A. S.; GONZAGA, M. L. C.; AQUINO, A. C.; SOUZA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 609-615, 2011.
- COSTA, A. B.; OLIVEIRA, A. M. C.; SILVA, A. M. O.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 345-354, 2013.
- DONATO, L. M. S.; RABELO, M. M.; DAVID, A. M. S. S.; ROCHA, A. F. ROCHA, A. S.; BORGES, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de melão em função do estágio de maturação dos frutos. **Revista Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- GOMES, M. J. C.; PELISSALI, F.; SOUZA, M. N. T. B.; VIEIRA, C. V. Escarificação mecânica em sementes de *Morinda citrifolia* buscando acelerar o processo de germinação. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v. 3, n. 2, p. 16-19, 2013.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York : John Wiley & Sons Inc., 1995. 464p.

KHAN, A. A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, New York, v. 13, n. 1, p. 131-181, 1992.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos: Washington, 1983. 174p,

LABOURIAU, L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 235-262, 1970.

LEITE, G. A.; CUNHA, P. S. C. F.; MENDONÇA, L. F. M.; MEDEIROS, P. V. Q.; MENDONÇA, V. Superação de dormência de sementes de Noni. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v. 7, n. 4, p. 120-128, 2012.

LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CÔRREA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 278-284, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ: Piracicaba, 2005. 495p.

MARTINS, C. C.; ZUCARELI, C.; COIMBRA, R. A. Procedimentos de colheita dos frutos na qualidade fisiológica de sementes de *Sapindus saponaria* Mart. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1825-1830, 2011.

MARTINS, C. C.; GAWA, J. N.; LEÃO, M.; BOVI, A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espiritusantensis* Fernandes – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MENDES, A. M. S.; MENDONÇA, M. S. Tratamentos pré-germinativos em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 921-929, 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

- NERY, K. A.; ARAUJO, R. O.; BRAGA, T. R.; OLIVEIRA, M. M. T.; TORRES, L. B. V.; SILVA, L. R. Caracterização física e físico-química de frutos do noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Fortaleza-CE. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 1, p. 17-24, 2013.
- OLIVEIRA, K. P.; BATISTA, D. S.; SOUZA, D. C. F.; BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C. Desponte e embebição em sementes de noni (*Morinda citrifolia* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p. 513-517, 2011.
- ORO, P.; SCHULZ, D. G.; VOLKWEIS, C. R.; BANDEIRA, K. B.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Maturação fisiológica de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess e *Eugenia involucrata* DC. **Revista Biotemas**, Florianopolis, v. 25, n. 3, p. 11-18, 2012.
- RAZAFIMANDIMBISON, S. G.; McDOWELL, T. D.; HALFORD, D. A.; BREMER, B. Origin of the pantropical and nutraceutical *Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae): coments on its distribution range and circumscription. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 520-529, 2010.
- RUBIO, F.; MENEGHEL, A. P.; GOMES, L. F. S.; MALAVASI, M. M. Estádios de maturação do fruto no desempenho germinativo e teor de óleo de sementes de *Jatropha curcas* Linn. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 663-668, 2013.
- SANTOS, C. H. B.; NETO, A. J. C.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n.3, p.481-490, 2016.
- SILVA, L. R.; MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SILVA, G. G. Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (noni). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Habana, v. 17, n. 1, p. 93-100, 2012.
- SILVA, L. R.; PONTES, C. A.; SOUSA, J. A.; SILVA E. O. Qualidade de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Trairi-CE. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. La Habana, v. 18, n. 1, p. 100-108, 2013.
- SOUSA, J. A.; AQUINO, A. R. L.; FREIRE, F. C. O.; SILVA NETO, P. A. F. **Produção de Mudanças de Noni (*Morinda citrifolia* L.)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 157).

WESTENDORF, J.; EFFENBERGER, K.; IZNAGUEN, H.; BASAR, S. Toxicological and analytical investigations of noni (*Morinda citrifolia*) fruit juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 2, p. 529-537, 2007.

ANEXOS

Capítulo I

Tabela 1. Resumo das análises de variância e regressão do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), firmeza (FRIM), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

| Fonte de Variação | gL | DL | DT | FIRM | MF | MS |
|-------------------|----|-----------|-----------|-----------------------|---------------|------------|
| Dias | 4 | 22,5869** | 6,0151** | 494,7679** | 14.396,1227** | 282,0075** |
| Resíduo | 15 | 0,0584 | 0,0369 | 11,0731 | 34,0335 | 1,5846 |
| Média | | 5,63 cm | 4,63 cm | 29,07 N | 71,32 g | 9,96 g |
| CV (%) | | 4,30 | 4,15 | 11,45 | 8,18 | 12,64 |
| Regressão | | | | | | |
| Linear | 1 | 79,6086** | 22,8312** | 1.929,7840** | 49.938,4845** | 926,0534** |
| Quadrático | 1 | 10,4838** | 0,98885** | 15,8330 ^{ns} | 7.532,9629** | 169,6036** |

^{ns} e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Resumo das análises de variância e regressão do rendimento de casca (RC), sementes (RS) e polpa (RP) de frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

| Fonte de Variação | gL | RC | RS | RP |
|-------------------|----|-----------------------|------------|------------|
| Dias | 4 | 11,0289 ^{ns} | 129,2540** | 116,0012** |
| Resíduo | 15 | 6,0496 | 4,8996 | 13,3425 |
| Média | | 17,68% | 13,19% | 69,13% |
| CV (%) | | 13,91 | 16,78 | 5,28 |
| Regressão | | | | |
| Linear | 1 | 23,6479 [♦] | 382,4783** | 215,9178** |
| Quadrático | 1 | 11,8388 ^{ns} | 118,9743** | 205,8734** |

^{ns}, [♦] e **: não significativo e significativo a 10% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3. Resumo das análises de variância e regressão da análise de cor em frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

| Fonte de Variação | gL | A | I | B |
|-------------------|----|------------|------------|------------|
| Dias | 4 | 109,7638** | 271,8684** | 254,0030** |
| Resíduo | 15 | 0,2665 | 3,3023 | 2,4553 |
| Média | | -4,62 | 58,93 | 34,06 |
| CV (%) | | 6,70 | 3,08 | 4,60 |
| Linear | 1 | 423,6925** | 769,4114** | 345,5480** |
| Quadrático | 1 | 6,5258** | 268,9906** | 424,2337** |

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

Tabela 4. Resumo das análises de variância e regressão da análise de vitamina C (VitC), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) em frutos de noni em relação aos dias após a antese completa, Areia-PB.

| Fonte de Variação | gL | VitC | AT | SS | SS/AT |
|-------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|------------|
| Dias | 4 | 28.265,0702** | 0,1064** | 5,0750** | 106,0276** |
| Resíduo | 15 | 56,5040 | 0,0022 | 0,3000 | 2,8524 |
| Média | | 129,34 g por 100 g | 0,61 g por 100 g | 6,40% | 11,55 |
| CV (%) | | 5,82 | 7,61 | 8,56 | 14,63 |
| Regressão | | | | | |
| Linear | 1 | 112.824,5472** | 0,4230** | 19,6000** | 407,9970** |
| Quadrático | 1 | 33,0332 ^{ns} | 0,0015 ^{ns} | 0,0715 ^{ns} | 14,4521* |

^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Capítulo II

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o teste de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade média de emergência (VME), tempo médio de emergência (TME), comprimento total (CT) e massa seca total (MST), de plântulas oriundas de sementes de *Morinda citrifolia* L. coletadas em diferentes épocas (E) e submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos (TPG). Areia-PB.

| Fontes de variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|--------------------|----|----------------|----------|------------|----------|---------|----------|
| | | E% | IVE | VME | TME | CT | MST |
| TPG | 5 | 2963,93** | 0,1766** | 0,000045** | 92,31** | 48,43** | 336,46** |
| E | 2 | 1666,89** | 0,1235** | 0,000072** | 116,10** | 62,46** | 324,66** |
| TPG X E | 10 | 201,02** | 0,0166** | 0,000016** | 28,38** | 10,56** | 85,28** |
| Repetição | 3 | 13,26 | 0,0008 | 0,000009 | 15,15 | 0,66 | 34,79 |
| Resíduo | 51 | 48,71 | 0,0024 | 0,000005 | 7,84 | 1,70 | 23,36 |
| CV (%) | | 27,86 | 27,99 | 8,29 | 7,27 | 10,62 | 26,35 |
| Média | | 25,06 | 0,18 | 0,03 | 38,51 | 12,28 | 18,34 |

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.