



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

TESE

**MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Sideroxylon*
obtusifolium [(Roem. & Schult.) T.D. Penn.] EM DIFERENTES
SAFRAS**

DANIELA VIEIRA DOS ANJOS SENA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Campus II - Areia - PB



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Sideroxylon obtusifolium* [(Roem. & Schult.) T.D. Penn.] EM DIFERENTES SAFRAS

DANIELA VIEIRA DOS ANJOS SENA

Sob a orientação da professora

Dr^a. Edna Ursulino Alves

Tese submetida como requisito para
obtenção do título de **Doutor em
Agronomia**, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia

Areia - PB

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE
Sideroxylon obtusifolium [(Roem. & Schult.) T.D. Penn.] EM
DIFERENTES SAFRAS

AUTOR: DANIELA VIEIRA DOS ANJOS SENA

Apresentado como parte das exigências para obtenção do título de
DOUTOR em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão
Examinadora:

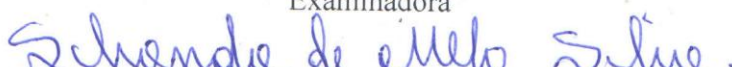


Profa. Dra. Edna Ursulino Alves/CCA-UFPB

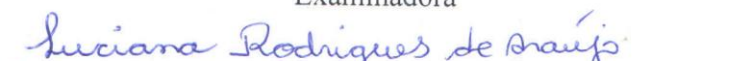
Orientadora


Dra. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo/CCA-UFPB

Examinadora


Profa. Dra. Silvana de Melo e Silva/CCA-UFPB

Examinadora


Dra. Luciana Rodrigues de Araújo/PMA - SEDUC

Examinadora

Aprovada em 18/7/2016

Presidente da Comissão Examinadora
Profa. Dra. Edna Ursulino Alves

*Em seu coração o homem
planeja o seu caminho, mas o
Senhor determina seus
passos.*

Provérbios 16:9

*Aos meus pais, Ademar Vieira
dos Anjos e Maria Aparecida
de Sena, por todo amor,
compreensão, apoio e
dedicação.*

*Aos meus irmãos Bruno,
Izabella e queridos sobrinhos.
Pelos laços de amor, amizade e
admiração.*

*Esta, bem como todas as
minhas conquistas.*

Dedico

*A professora e pesquisadora
Edna Ursulino Alves, pelo
exemplo profissional, carinho e
gratidão!*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todo amor, cuidado e privilégio de concluir mais uma etapa da minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade e, em especial, a coordenadora Prof^a. Dr^a. Luciana Cordeiro do Nascimento pela amizade, carinho, incentivo, admiração e disponibilidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

A fazenda Santa Rosa do Espólio, localizada no município de Boa Vista - PB, de propriedade de Francisco Aranha e Ester Pereira de Farias e seus herdeiros Maria de Lourdes Farias Aranha, Maria das Graças Farias Aranha, Maria José Farias Aranha, Francisco Aranha Filho e Maria do Socorro Aranha de Lucena, atual administradora, pela confiança e livre acesso ao local de pesquisa, o que possibilitou o desenvolvimento da nossa Tese de Doutorado.

A fazenda Poço Verde, localizada no município de Boa Vista - PB, dos proprietários Jorge Tadeu Vitorino de Farias e Maria do Socorro Araújo de Farias pelo livre acesso, excelente convívio, amizade conquistada e agradável acolhimento sempre que precisamos.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Edna Ursulino Alves, por ter muito a agradecer pelos ensinamentos, confiança, compreensão, dedicação e principalmente pela amizade construída.

A Prof^a. Dr^a. Silvanda de Melo Silva, a responsável técnica Rosana Sousa e equipe de estagiários do Laboratório de Biologia e Tecnologia de Pós-Colheita, pelo aprendizado e apoio na realização das análises químicas.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, em especial a Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno, por todos os conhecimentos adquiridos.

A Dr^a. Luciana Rodrigues de Araújo, pela amizade, carinho, consideração, disponibilidade durante a execução da pesquisa.

A Dr^a. Katiane da Rosa Gomes da Silva, pelo carinho, amizade, incentivo e apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Antônio Alves de Lima, Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos, pelo apoio.

Aos motoristas do Centro de Ciências Agrárias, pela amizade e divertidas viagens a Boa Vista.

A toda equipe do Laboratório de Análise de Sementes e em especial a Alexandre, Antônio (Neto), Caique, Carol, Graça, Lúcia, Mercês, Patrícia, Paulo Alexandre, Ricardo, Rose e Salviany, por todo suporte durante a execução da pesquisa, convívio, amizade, aprendizado compartilhado e valiosos momentos de descontração.

A Dayana Silva Medeiros, Edna de Oliveira Silva, Aderdilânia Iane de Azevedo, Márcia Maria de Souza Gondim e Marciene Moreira Dantas, amigas que tive o privilégio de conhecer durante a caminhada da Pós-Graduação.

Aos meus familiares por todo amor, carinho, admiração e alegria pela minha conquista.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, para minha formação profissional e pessoal.

Muito obrigada!

SENA, Daniela Vieira dos Anjos. **MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Sideroxylon obtusifolium* [(Roem. & Schult.) T.D. Penn.] EM DIFERENTES SAFRAS**. 2016. 75f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2016. Orientadora: Edna Ursulino Alves.

RESUMO

A quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. &Schult.) T.D. Penn.] é uma frutífera da família Sapotaceae, típica da Caatinga, que pode ser utilizada na medicina alternativa, alimentação animal e extração de madeira. O estudo da maturação de sementes é uma importante forma de conhecer o comportamento das espécies em relação a sua reprodução, possibilitando determinar a época adequada de colheita para a obtenção de material genético de boa qualidade, sementes aptas para a conservação e produção de mudas. Diante do exposto, objetivou-se estudar o processo de maturação de frutos e sementes de *S. obtusifolium*, com a finalidade de determinar o ponto de maturidade fisiológica. A pesquisa foi conduzida com 30 árvores matrizes localizadas na Fazenda Santa Rosa do Espólio, na zona rural do município de Boa Vista - PB, nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Biologia e Tecnologia de Pós-Colheita, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB. As determinações realizadas foram: características físicas, teor de água de frutos e sementes, massa seca das sementes, teste de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, condutividade elétrica e composição química dos frutos e sementes (sólidos solúveis, teor de amido, açúcares redutores, lipídios e proteínas totais). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente ao acaso e, os dados submetidos à análise de variância e regressão polinomial, em função das épocas de colheita. Durante o desenvolvimento dos frutos e sementes ocorre aumento gradativo do diâmetro dos frutos, massa seca das sementes, germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, sólidos solúveis, amido dos frutos, açúcares solúveis, proteínas totais e redução do teor de água e valores de condutividade elétrica nas sementes durante a maturação. O ponto de maturidade fisiológica de sementes de *S. obtusifolium* ocorre entre 105 e 112 dias após a antese nas condições ambientais do município de Boa Vista-PB, e durante o amadurecimento dos frutos ocorre acúmulo de sólidos solúveis e açúcares redutores nos mesmos e nas sementes.

Palavras-chave: Quixabeira, germinação, vigor, composição química.

SENA, Daniela Vieira dos Anjos. **FRUIT AND SEED MATURATION OF *Sideroxylon obtusifolium* [(Roem. & Schult.) T.D. Penn.] FROM DIFFERENT HARVESTS**. 2016. 75f. These (Doctorate in agronomy) - Center of agriculture science - Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2016. PhD advisor: Edna Ursulino Alves.

ABSTRACT

Quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.] is a fruit of the Sapotaceae family, typical from the Caatinga that can be used in alternative medicine, animal feed and wood extraction. The study of seed maturation is an important way to have knowledge about the behavior of the species in relation to their reproduction, making possible to determine the appropriate time for harvesting in order to obtain good genetic materials, seeds suitable for the conservation and production of seedlings. To what has been exposed the aim of this study was to assess the maturation of fruits and seeds of *S. obtusifolium* in order to determine the point of physiological maturity. The research was conducted with 30 mother trees located at the Santa Rosa do Espólio farm, in the rural area of the town of Boa Vista - PB, in the Laboratories of Seed Analysis and Biology and Technology of Post-Harvest of the Center of agricultural sciences of the Federal University of Paraíba, Areia - PB. The determinations were: physical characteristics, water content of fruits and seeds, dry mass of seeds, germination test, first count and germination speed index, dry seedling length and mass, electrical conductivity and chemical composition of fruits and seeds (Soluble solids, content of starch, reducing sugars, lipids and total proteins). The statistical design used was entirely at random and the data submitted to the analysis of variance and polynomial regression, as a function of harvest times. During the development of fruits and seeds, there was a gradual increasing on fruit diameter, dry mass of seeds, germination, first count and germination speed index, seedling dry weight and length, soluble solids, content of starch, soluble sugars, total proteins. Also there were a reduction on water content and in the values of electrical conductivity in the seeds during maturation. The physiological maturity point for *S. obtusifolium* seeds occurs between 105 and 112 days after anthesis in the environmental conditions of Boa Vista-PB, and during the ripening of the fruits occurs accumulation of soluble solids and reducing sugars in fruits and seeds.

Key words: Quixabeira, germination, vigor, chemical content.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de localização da área de estudo.....	18
Figura 2.	Precipitação pluviométrica do período de desenvolvimento de frutos de <i>S. obtusifolium</i> em 2011 (A) e 2012 (B) em Boa Vista - PB.....	19
Figura 3.	Precipitação pluviométrica do período de desenvolvimento de frutos de <i>S. obtusifolium</i> em 2013 (C) e 2014 (D) em Boa Vista - PB.....	20
Figura 4.	Botões florais (A) e flor (B) de <i>S. obtusifolium</i>	21
Figura 5.	Comprimento dos frutos de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	25
Figura 6.	Diâmetro dos frutos de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	26
Figura 7.	Comprimento das sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	28
Figura 8.	Diâmetro das sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	29
Figura 9.	Teor de água de frutos de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	30

Figura 10. Teor de água de sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	31
Figura 11. Massa seca de sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	33
Figura 12. Germinação de sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	35
Figura 13. Primeira contagem de germinação de sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	36
Figura 14. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	37
Figura 15. Comprimento de raízes de plântulas de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	39
Figura 16. Comprimento da parte aérea de plântulas de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	40
Figura 17. Massa seca das raízes de plântulas de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	41

Figura 18.	Massa seca da parte aérea de plântulas de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	42
Figura 19.	Condutividade elétrica de sementes de <i>S. obtusifolium</i> colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	42
Figura 20.	Evolução do conteúdo de sólidos solúveis de frutos de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	44
Figura 21.	Evolução do conteúdo de amido de frutos de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	46
Figura 22.	Evolução do conteúdo de amido de sementes de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	48
Figura 23.	Evolução do conteúdo de açúcares redutores de frutos de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	49
Figura 24.	Evolução do conteúdo de açúcares redutores de sementes de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	50
Figura 25.	Evolução do conteúdo de lipídios de frutos de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	51

Figura 26.	Evolução do conteúdo de lipídios de sementes de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	52
Figura 27.	Evolução do conteúdo de proteínas de frutos de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	53
Figura 28.	Evolução do conteúdo de proteínas de sementes de <i>S. obtusifolium</i> oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).....	54

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Descrição da espécie.....	3
2.2 Maturação fisiológica.....	4
2.3 Índices de maturação.....	6
2.3.1 Aspectos externos dos frutos.....	7
2.3.2 Teor de água.....	9
2.3.3 Desenvolvimento de frutos.....	10
2.3.4 Tamanho de frutos e sementes.....	11
2.3.5 Massa seca de sementes.....	12
2.3.6 Índices bioquímicos.....	14
2.3.7 Germinação e vigor de sementes.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Área de estudo.....	18

3.2	Marcação das inflorescências.....	21
3.3	Colheita dos frutos e sementes.....	21
3.4	Características físicas.....	21
3.5	Teor de água de frutos e sementes.....	22
3.6	Massa seca das sementes.....	22
3.7	Teste de germinação.....	22
3.8	Primeira contagem de germinação.....	22
3.9	Índice de velocidade de germinação.....	23
3.10	Comprimento e massa seca de plântulas.....	23
3.11	Condutividade elétrica.....	23
3.12	Composição química.....	23
3.13	Procedimento estatístico.....	24
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.	CONCLUSÕES.....	55
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

A quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.] é uma espécie arbórea da família Sapotaceae que ocorre na região da Caatinga nordestina, na restinga da costa litorânea do Ceará e Rio Grande do Sul e, no Pantanal Mato-Grossense, sendo muito frequente no vale do São Francisco, cuja espécie é característica das margens dos cursos d'água ou das várzeas úmidas, de solos aluviais pesados do Sertão (KIILL e LIMA, 2011). A espécie, conhecida popularmente como quixaba, sapotiaba, sacutiaba, coronilha, coca, maçaranduba-da-praia, miri e rompe-gibão (SILVA et al., 2012) floresce de outubro e novembro e os frutos amadurecem nos meses de janeiro e fevereiro, produzindo anualmente abundante quantidade de sementes, que são disseminadas pela avifauna (GARRIDO et al., 2007). Os seus frutos têm possibilidades de uso, desde uma fonte para uma dieta saudável, como também devido às características promissoras para a agroindústria, podendo se constituir em uma alternativa econômica para pequenos produtores das áreas de ocorrência (LIMA, 2014).

A maturidade fisiológica é caracterizada pelo estágio de desenvolvimento da semente no qual é atingido os valores máximos de massa seca, germinação e vigor (PESKE et al., 2012). Durante o processo de maturação verificam-se alterações no tamanho, teor de água, composição química, peso da massa seca, germinação e vigor das sementes (ÁVILA e ALBRECHT, 2010), promovendo a formação completa dos sistemas bioquímico, morfológico e estrutural (NAKADA et al., 2011).

Fatores abióticos como luz, temperatura, comprimento do dia, condições do solo e suprimento de água interferem de forma acentuada no processo de maturação (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993). Os índices de maturação como tamanho, teor de água, conteúdo da massa seca, germinação e vigor da semente, além de transformações bioquímicas, são normalmente analisados na indicação do ponto de maturidade fisiológica. Assim, a associação de diferentes índices de maturidade tem sido estudada paralelamente no sentido de permitir uma melhor avaliação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de espécies nativas (MATA et al., 2013).

O estudo do processo de maturação é de vital importância para se determinar o ponto ideal da colheita das sementes, garantindo assim máxima produção e elevada qualidade fisiológica (NOGUEIRA et al., 2013). Com estas características as sementes estão aptas para a conservação, produção de mudas de alta qualidade, garantindo a qualidade da floresta implantada na restauração ecológica (DELOUCHE e

CALDWELL, 1960; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015), além da relevância em programas de melhoramento e tecnologia de sementes (ORO et al., 2012), uma vez que a maturação de sementes ocorre em períodos variados após a antese, o que pode ser atribuído à característica de cada espécie (LAZAROTTO et al., 2011). Dessa forma, vale salientar que a qualidade das sementes é muito prejudicada quando a colheita é realizada antes de atingir a maturidade fisiológica ou após esse estágio (BARBOSA et al., 2015).

No desenvolvimento dos frutos, os processos de crescimento e maturação são constituídos por mudanças físicas, químicas e fisiológicas, cujo amadurecimento é uma fase geneticamente programada, dependendo da ação de uma série de enzimas (COOMBE, 1976). A medida que os frutos se tornam completamente maduros adquirem maciez, sabor adocicado e coloração forte para ficarem palatáveis e apropriados para dispersão das sementes (GIOVANNONI, 2004).

Para muitas espécies florestais, a semente é o único meio de propagação possível, sendo necessária grande quantidade de material com boa qualidade para implantação de maciços florestais (BORGES, 2008). Assim, o estudo do desenvolvimento dos frutos e sementes é a melhor forma de se conhecer o comportamento das espécies quanto à sua reprodução, podendo, dessa forma, identificar a melhor época de colheita (FIGLIOLIA e KAGEYAMA, 1994). Em relação às espécies da Caatinga existem poucos trabalhos referentes à formação e maturação das sementes, principalmente em relação à avaliação da qualidade fisiológica das mesmas em função do ponto de colheita (DANTAS et al., 2014).

Com a espécie *S. obtusifolium* foram realizadas pesquisas sobre sua importância etnobotânica (PEDROSA et al., 2012; PEREIRA JÚNIOR et al., 2014), morfologia de frutos e sementes (SILVA et al., 2012), biologia reprodutiva (GOMES et al., 2010; KILL et al., 2014), caracterização química de frutos (GARRIDO et al., 2007; RODRIGUES et al., 2007; AROUCHA et al., 2010 e LIMA, 2014) e tecnologia de sementes (REBOUÇAS et al., 2012; NASCIMENTO, 2013; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2014b e OLIVEIRA et al., 2014). Portanto, sendo necessário conhecer o processo de desenvolvimento de frutos e sementes para determinação da época adequada de colheita.

Diante do exposto, realizou-se a pesquisa com o objetivo de estudar o processo de maturação de frutos e sementes de *S. obtusifolium*, com a finalidade de determinar o ponto de maturidade fisiológica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da espécie

A quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.] é uma espécie arbórea da família Sapotaceae, popularmente chamada de quixaba, rompe-gibão e quixaba-preta, que ocorre na região da Caatinga nordestina, na restinga da costa litorânea do Ceará e Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-Grossense, sendo muito frequente no Vale do São Francisco. A espécie é característica das várzeas úmidas e margens de rios da Caatinga arbórea, restingas litorâneas e mata chaquenha do Pantanal Mato-Grossense (LORENZI, 2008).

As plantas são de porte arbóreo, com 7 a 18 metros de altura, sendo o tronco curto e cilíndrico, com a casca rugosa e superficialmente fissurada e a árvore é dotada de fortes espinhos, cuja ponta dos galhos são pendentes (KIILL e LIMA, 2011). As inflorescências são em fascículos axilares, com 2-20 flores esbranquiçadas, hermafroditas, perfumadas e discretas, formadas em outubro e novembro (LORENZI et al., 2006), tendo as abelhas, borboletas, besouros, moscas, pássaros, morcegos e marsupiais como os principais agentes polinizadores, com frutificação entre janeiro e fevereiro (GARRIDO et al., 2007).

O fruto é do tipo bacóide, podendo variar de globoso a elipsóide, indeiscente, de consistência carnácea, monospermico, superfície lisa e brilhante, coloração roxo-escuro e polpa esverdeada de sabor doce (PEDROSA et al., 2012), podendo ser explorado comercialmente, uma vez que possui características relevantes como elevados teores de antocianina e sólidos solúveis (AROUCHA et al., 2010). Tais resultados explicam a utilização da *S. obtusifolium* pela população ribeirinha e por animais da região na época da safra, uma vez que seu teor de açúcar é superior ao de vários frutos nativos do semiárido (LIMA, 2014), destacando-se que altos teores de sólidos solúveis são desejáveis para a indústria, por consumir menor quantidade de açúcar no processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As antocianinas presentes nos frutos de quixabeira podem ser fonte alimentar substancial de antioxidantes para promover a saúde e produzir efeitos de prevenção de doenças ou poderiam ser aplicadas na indústria de alimentos como uma boa fonte de pigmentos naturais (FIGUEIREDO e LIMA, 2015). Os frutos da *S. obtusifolium* são

comestíveis e avidamente procurados por pássaros e outros animais silvestres (AGRA, 1996; LORENZI, 2002), portanto, a espécie é considerada como importante fonte alimentar para polinizadores e dispersores da Caatinga (KIILL et al., 2014). Além disso, sua madeira dura e pesada é muito utilizada na carpintaria e artesanato. A casca de seu tronco e das raízes é amplamente empregada na medicina caseira no interior do Nordeste porque são consideradas adstringentes, tônicas, antiinflamatórias e antidiabéticas; também é usado o decocto, a infusão e a maceração da casca do caule no tratamento de inflamações ovarianas e diabetes (LORENZI, 2002). As sementes variam de globosas a elipsóides, bitegumentadas, de coloração castanho-clara com tegumento duro e impermeável à água (SILVA et al., 2012).

A espécie também é utilizada para dores em geral, úlcera duodenal, gastrite, azia, inflamação crônica, lesão genital, inflamação dos ovários, cólicas, problemas renais e cardíacos, diabetes e como expectorante (BELTRÃO et al., 2008). A planta também é citada como uma das espécies da Caatinga com potencial antimicrobiano (COSTA et al., 2013; ROCHA et al., 2013). Entretanto, o uso exclusivamente extrativista de sua casca, devido a fins medicinais ocasiona a morte dessas plantas (SILVA et al., 2014a), de forma que devido à utilização intensa e falta de cultivo, sua ocorrência no habitat natural tornou-se rara (FIGUEIREDO e LIMA, 2015).

No entanto, medidas de manejo, conservação e modificações sócios-econômicos das populações do semiárido podem mudar o panorama dessa espécie, sendo a mesma retirada da lista de espécies ameaçadas de extinção segundo a Instrução Normativa de N° 6 de setembro de 2008 do Ministério do Meio Ambiente (PEDROSA et al., 2012).

Apesar do conhecimento sobre seu potencial, a quixabeira ainda encontra-se em processo de domesticação, e informações sobre sua reprodução e processo germinativo são escassas e necessárias para dar continuidade às pesquisas e investimentos na sua propagação (SILVA et al., 2014b).

2.2 Maturação fisiológica

A maturação compreende uma série de transformações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e funcionais que ocorrem a partir da fecundação do óvulo até o momento em que as sementes estejam maduras (DELOUCHE, 1971). Para determinação do ponto de maturidade fisiológica da semente, o conteúdo de massa seca

tem sido apontado como o mais seguro indicador. Este conceito é razoável desde que se entenda por maturidade fisiológica aquele ponto após o qual a semente recebe nada, ou quase nada da planta mãe, de forma que em outras palavras, a maturidade fisiológica não significa necessariamente, capacidade máxima de germinação, não obstante eles coincidem com notável frequência (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Durante o desenvolvimento das sementes, três estádios gerais são reconhecidos. O primeiro compreende a histodiferenciação que começa com a fertilização e é caracterizado por divisões celulares, ocorrendo à formação do eixo embrionário, a síntese e acúmulo de reservas. O segundo estágio é a maturação, fase em que ocorre expansão das sementes devido ao acúmulo maciço de material de reserva, enquanto o terceiro e último é chamado de secagem de maturação, que é caracterizado pela suspensão da deposição de reservas seguida da perda de água ou dessecação natural, a qual conduz a semente ao estado quiescente ou dormente (BEWLEY et al., 2013).

O estudo da maturação é uma importante forma de se conhecer o comportamento das espécies no tocante à sua reprodução, possibilitando assim, prever o estabelecimento e a época adequada de colheita (BORGES et al., 2010), bem como permite a obtenção de material genético de boa qualidade fisiológica, que é a base fundamental para os programas de melhoramento silviculturais, conservação genética e recuperação de áreas degradadas (FIGLIOLIA e KAGEYAMA, 1994).

O reconhecimento prático da maturidade fisiológica das sementes tem grande importância porque caracteriza o momento em que a mesma deixa de receber nutrientes da planta-mãe, assim a determinação adequada do ponto de colheita torna-se importante para evitar prejuízos ocasionados por um atraso ou antecipação. Quando as sementes são colhidas precocemente, o processo da maturação é interrompido, o que prejudica a sua qualidade (VILELA, 2012). Dessa forma, a maturação é um aspecto importante a ser considerado na tecnologia de produção de sementes, uma vez que entre os fatores que determinam a qualidade das mesmas estão as condições ambientais predominantes na fase de florescimento/frutificação e a colheita na época adequada (BOLINA, 2012).

O momento adequado da colheita pode ser constatado acompanhando-se o desenvolvimento do fruto, através de suas características físicas e fisiológicas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Assim é importante salientar que o sucesso na determinação da época de colheita de sementes depende da determinação de indicadores práticos e seguros, como mudanças na coloração, tamanho e peso dos frutos, presença de predadores e/ou dispersores e deiscência ou queda de frutos (GEMAQUE et al.,

2002). Em frutos carnosos, a maturidade fisiológica, geralmente coincide com o início da alteração na coloração do epicarpo (DIAS, 2001). O atraso na colheita expõe as sementes ao excesso de umidade que proporciona aumento na taxa de respiração, consequentemente acelera o consumo de reservas acumuladas e resulta na redução de peso seco (VILELA, 2012). A época ideal de colheita, juntamente com as técnicas empregadas, são aspectos importantes na produção de sementes devido aos reflexos diretos na qualidade, uma vez que a velocidade de maturação varia entre espécies e árvores de uma mesma espécie e se altera conforme o ano e local de colheita (FIGLIOLIA, 1995). Além disso, em algumas espécies há irregularidade na maturação dos frutos dentro do mesmo indivíduo, como estratégia de dispersão por maior período para proporcionar menor predação por animais e insetos (FENNER, 1985). Em uma mesma árvore, na mesma época, podem-se observar diferentes estádios de maturação, incluindo a presença de flores (BARBOSA et al., 2015). A colheita das sementes de espécies florestais no ponto de maturidade fisiológica é uma medida de aplicação prática porque a colheita é manual (MARTINS et al., 2008). Portanto, o conhecimento da maturação de sementes florestais é uma ferramenta para se entender a dinâmica das florestas, sua biologia e ecologia, para no futuro possibilitar o manejo e a conservação de populações naturais (AGUIAR et al., 1993).

2.3 Índices de maturação

A determinação da época de colheita das sementes de uma espécie pode ser facilitada pela adoção de índices de maturação, que são características práticas que permitem inferir o estágio de desenvolvimento do fruto e da semente (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993). Durante todo o processo de maturação, muitas mudanças podem ser visualizadas, a exemplo de alterações na coloração, tamanho, densidade, teor de água, massa seca, germinação e vigor, as quais são consideradas importantes porque permitem determinar o ponto de maturidade fisiológica para sementes de inúmeras espécies (FOWLER e MARTINS, 2001), porém, as mudanças variam entre e dentro da espécie e de acordo com o habitat natural (AGUIAR et al., 1993).

As modificações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas que ocorrem nos frutos e sementes durante a maturação são utilizadas para a determinação do ponto de

maturidade fisiológica (REIS, 2004), que pode variar em função da espécie e procedência, por isso se faz necessário estabelecer características que permitam a definição desse ponto, os quais são denominados índices de maturação, sendo a coloração, teor de água, tamanho e massa seca, germinação e vigor os mais utilizados (OLIVEIRA, 2012).

Durante o processo de maturação ocorre o acúmulo de nutrientes nas sementes, por isso alguns índices bioquímicos como o conteúdo de açúcar, ácidos graxos, lipídios e nitrogênio, bem como taxa de respiração das sementes são estudados em sementes de espécies florestais, uma vez que esses indicadores de maturação têm seu uso limitado e não são práticos (REIS, 2004). O uso de índices bioquímicos de maturação poderá detectar aumento ou redução no teor de substâncias que, o ponto de vista ecológico teriam a função de atrair ou repelir o dispersor ou predador (OLIVEIRA, 2012).

2.3.1 Aspectos externos dos frutos

A maturação das sementes é acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo dos frutos e das sementes que podem ser utilizados como índice para identificação do ponto de colheita na maturidade fisiológica (CASTRO et al., 2008). Nesse aspecto, características como coloração odor, tamanho e textura de frutos e sementes são bons indicadores práticos que podem auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica (BARBOSA et al., 2015; CARRASCO e CASTANHEIRA, 2004), sendo usualmente empregados para a colheita de sementes de espécies florestais (SENA e GARIGLIO, 1998). As alterações mais representativas ocorrem em nível de degradação da clorofila (TUCKER, 1993) e síntese de novos pigmentos como os carotenóides, assim com mudanças na textura dos frutos (HULME, 1971).

A mudança de coloração dos frutos foi um índice eficaz para auxiliar na determinação da maturidade fisiológica das sementes de várias espécies, a exemplo de *Copaifera langsdorfii* Desf. (BARBOSA et al., 2007), *Machaerium brasiliense* Vogel (GUIMARÃES e BARBOSA, 2007), *Eugenia uniflora* L. (ÁVILA et al., 2009), *Jatropha curcas* L. (DRANSKI et al., 2010), *Erythrina variegata* L. (MATHEUS et al., 2011), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (LIMA, 2011), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz (LIMA et al., 2012), *Eugenia pyriformis* Cambess e *Eugenia involucrata* DC. (ORO et al., 2012), *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh (PINTO et al., 2013), *Inga*

laurina (Sw.) Willd. (SCHULZ et al., 2014), *Amburana cearensis* (Allem.) A.C. Smith. (LOPES et al., 2014), *Pritchardia pacifica* Seem. & H. Wendl. (ARAÚJO et al., 2014) e *Hylocereus undatus* Haw (MENEZES et al., 2015).

No entanto, a mudança na coloração dos frutos foi ineficiente para *Cnidoscylus quercifolius* Pax & K. Hoffm (SILVA et al., 2008), *Manilkara zapota* L. Von Royen (MIRANDA et al., 2008), *Ceiba speciosa* St. Hil. (LEMES, 2011) e *Andira fraxinifolia* Benth. (BARBÉRIO, 2013) porque as diferenças verificadas na coloração dos frutos e sementes podem ser causadas pela influência das condições ambientais locais ocorridas na época de colheita (LOPES et al., 2014). Entretanto, é necessário entender que a coloração dos frutos, associada a outros índices é uma característica que pode ser utilizada como indicadora da maturidade fisiológica de sementes.

Em algumas espécies os frutos são deiscentes, de forma que as alterações externas podem ser consideradas um bom indicativo da maturidade fisiológica, portanto, o conhecimento da época de maturação é indispensável para o procedimento da colheita (OLIVEIRA, 2012). Em frutos secos e deiscentes do tipo vagem, cápsula e pixídio, a colheita deve ser realizada quando se verificar rachaduras ou aberturas (REIS, 2004).

A maturidade fisiológica das sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex D.C.) Standl. ocorreu antes da dispersão, quando os frutos estavam com coloração marrom esverdeada e começaram a expressar rachaduras, em início da deiscência (FONSECA et al., 2005). O pericarpo dos frutos de *Clitoria laurifolia* Poir. ficaram lisos e brilhantes, entrando em fase de deiscência aos 21 dias após a antese (GUIMARÃES, 2009), enquanto os frutos de *Ceiba speciosa* St. Hil devem ser coletados quando aparecer as primeiras fendas, entre 156 e 163 dias após a antese, uma vez que posteriormente se abrem ocorrendo a dispersão das sementes junto com a paina (LEMES, 2011).

A deiscência dos frutos de *Erythrina variegata* L. iniciou-se aos 91 dias após a antese, por meio de uma fissura na extremidade oposta ao pedúnculo (MATHEUS et al., 2011) e, em sementes de *Amburana cearenses* (Allem.) A.C. Smith. o ponto de colheita foi alcançado quando os frutos estavam com coloração preta, ápices abertos e início de dispersão de sementes (LOPES et al., 2014).

2.3.2 Teor de água

O teor de água logo após a formação dos frutos e sementes é alto, oscilando entre 70 e 80%, em seguida esses valores podem ainda ser elevados em mais 5% para depois iniciar o processo de desidratação, que pode variar entre as espécies, cultivares e condições climáticas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Esse decréscimo no teor de água prossegue até que as sementes atinjam o ponto de equilíbrio com a umidade relativa do ar, a partir daí sofrem variações, acompanhando as alterações da umidade relativa do ambiente (MARCOS FILHO, 2015).

Ao final da maturação, dois tipos de comportamento podem ser verificados, das sementes ortodoxas, que toleram a dessecação e, provavelmente, dependem desse processo para redirecionar as vias metabólicas em direção à germinação, como das sementes recalcitrantes que são dependentes dessa secagem para adquirir a capacidade germinativa e, ainda têm limites de tolerância à dessecação (BARBEDO et al., 2002).

Nas sementes recalcitrantes a maturação não coincide com a desidratação total das sementes porque no final do processo de maturação o teor de água ainda é elevado, não há redução das atividades metabólicas e as mesmas estão prontas a germinar. Nas ortodoxas ocorre uma queda drástica no teor de água e, no final do processo de maturação encontra-se com esse valor baixo, acarretando uma redução nas atividades metabólicas, cuja redução drástica da umidade é importante para a ativação dos processos metabólicos que serão necessários para a germinação (MARCOS FILHO, 2015).

O teor de água é considerado, quando associado às outras características, como um dos principais índices que evidencia o processo de maturação e, muitas vezes, é sugerido como ponto de referência para indicar a condição fisiológica das sementes (SILVA, 2002). Entretanto, Justino (2013) relatou que apesar de ser utilizado por alguns autores, o teor de água das sementes não é um indicador adequado de maturidade fisiológica, por sofrer influências genéticas e ambientais.

O teor de água de sementes recém-colhidas pode ser inadequado para o beneficiamento e armazenamento, tornando indispensável o processo de secagem para obtenção de alto padrão de qualidade do lote de sementes (JÁCOME, 2014) porque reduz a possibilidade de infestação por microrganismos patogênicos e o consumo das reservas nutricionais pela respiração da semente (REIS, 2004). De acordo com Silva et

al. (2013) as sementes ao serem coletadas ainda na árvore, com elevado teor de água, podem não se encontrar suficientemente maduras.

No final da maturação espera-se que o teor de água tenha reduzido, como foi observado em sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex D.C.) Standl. (FONSECA et al., 2005), *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005), *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (MARTINS et al., 2008), *Copaifera langsdorfii* Desf. (BARBOSA et al., 2007), *Cnidoscylus quercifolius* Pax & K. Hoffm. (SILVA et al., 2008), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (NAKAGAWA et al., 2010), *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth. (PESSOA et al., 2010), *Erythrina crista-galli* L. (LAZAROTTO et al., 2011), *Erythrina variegata* L. (MATHEUS et al., 2011), *Ceiba speciosa* St. Hil (LEMES, 2011), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (NOGUEIRA et al., 2013), *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith (LOPES et al., 2014), *Pritchardia pacifica* Seem. & H. Wendl. (ARAÚJO et al., 2014) e *Jatropha curcas* L. (DUCCA et al., 2015).

O teor de água decresce durante o processo de maturação, embora permaneça relativamente elevado durante todo esse período, uma vez que a transferência de massa seca da planta para a semente deve ocorrer em meio líquido (MARCOS FILHO, 2015).

2.3.3 Desenvolvimento de frutos

Nos frutos, o ciclo vital tem início com a fertilização do óvulo, sendo esta dependente das etapas de polinização, germinação do pólen e crescimento do tubo polínico na direção do óvulo (SILVA, 2008), posteriormente, é seguida por etapas como crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O crescimento é uma fase caracterizada por mudanças irreversíveis nas características físicas do fruto, que inicia-se por divisão e, posteriormente, expansão celular que é responsável pela última parte do aumento do volume do fruto, de forma que o seu tamanho final é consequência do aumento do número e tamanho médio das células (KLUGE et al., 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na maturação ocorrem mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais dos frutos, conduzindo-os à maturidade fisiológica (WATADA et al. 1984), fase em que os frutos se encontram com crescimento máximo e maturação adequada e, mesmo depois de destacado da planta mãe, continuam sua ontogenia. O amadurecimento corresponde à

fase final da maturação, na qual os frutos são transformados em produtos atrativos e aptos para consumo, sendo um processo normal e irreversível (RYALL e LIPTON, 1979).

Durante o amadurecimento ocorrem as principais alterações sensoriais, caracterizando-os como prontos para o consumo, cujas mudanças abrangem caracteristicamente o amolecimento do fruto, devido à quebra enzimática das paredes celulares, à hidrólise do amido, o acúmulo de açúcares, o desaparecimento de ácidos orgânicos e de compostos fenólicos, incluindo os taninos, cujo amadurecimento do fruto indica que as sementes estão aptas a serem dispersas (TAIZ e ZEIGER, 2009). No final do amadurecimento ocorre diminuição nos processos de síntese e predominância nos degradativos, que resultarão na morte dos tecidos, caracterizando a fase denominada senescência, a qual é considerada um evento degenerativo internamente programado e controlada por sinalizadores internos e externos e pode ser retardada ou acelerada pela alteração desses sinalizadores (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.3.4 Tamanho de frutos e sementes

O tamanho dos frutos e sementes no início do processo de maturação aumenta em decorrência da intensa divisão e expansão celular, atingindo valores máximos num período curto, antes mesmo de completar o processo de maturação e, no final ocorre uma leve redução em função da dessecação (CASTRO et al., 2004; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Antes do período de dessecação existem evidências que o floema descarrega mais água no fruto do que é transpirado e, no período de secagem ocorre à recirculação de água para a planta (PEOPLES et al., 1985).

A redução do tamanho tem intensidade variável em função da espécie e do grau da desidratação verificada ao final da maturação (MARCOS FILHO, 2015). Nesse sentido, Souto et al. (2008) relataram que ao avaliar as características biométricas de frutos e sementes de uma determinada espécie se tem informações importantes sobre a variabilidade dessas características entre indivíduos numa determinada área.

Modificações físicas e morfológicas foram observadas em frutos e sementes de *Erythrina variegata* L., sendo constatado incrementos mais acentuados no comprimento, diâmetro e massa fresca dos frutos entre 21 e 42 dias após a antese (MATHEUS et al., 2011). Os frutos de *Andira fraxinifolia* Benth., alcançaram o maior

aumento de tamanho da primeira para a segunda colheita (29 e 44 dias após a floração) (BARBÉRIO, 2013), enquanto para os frutos de *Hylocereus undatus* Haw. o diâmetro máximo ocorreu aos 41 dias após a antese, com posterior decréscimo (MENEZES et al., 2015).

O tamanho dos frutos foi um bom indicador do ponto de maturidade fisiológica de sementes de *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005) e *Erythrina crista-galli* L. (LAZAROTTO et al., 2011). No entanto, não foi considerado um índice visual eficaz para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., devido ao fato de terem atingido tamanho máximo antes do ponto de maturidade fisiológica (ALVES et al., 2005), resultado semelhante obtido por Guimarães (2009) ao estudar a maturação de sementes de *Clitoria laurifolia* Poir., em frutos de *Ceiba speciosa* St. Hil (LEMES, 2011) e *Erythrina variegata* L. (MATHEUS et al., 2011). Em sementes de *Inga striata* Benth. as dimensões dos frutos não foram consideradas um índice visual eficaz devido a grande variação observada nos mesmos (MATA et al., 2013).

A biometria de frutos e sementes se constitui em importante instrumento para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais, mas, apesar de ser um índice prático, o tamanho dos frutos não tem demonstrado bons resultados para muitas espécies (GUSMÃO et al., 2006). Isto se deve ao fato desta característica ser extremamente plástica, variando de indivíduo para indivíduo, de ano para ano e inclusive dentro da mesma árvore, mas pode ser utilizado como indicativo de que a semente está próxima de seu ponto de maturidade fisiológica, principalmente para as espécies com frutos deiscentes (REIS, 2004). O tamanho de frutos e sementes é um importante índice de maturidade, mas deve ser utilizado apenas como característica auxiliar e avaliado conjuntamente com outros indicadores (FIGLIOLIA, 1995).

2.3.5 Massa seca de sementes

Os produtos formados nas folhas, pela fotossíntese são encaminhados para a semente em formação, onde são transformados e aproveitados para a formação de novas células, tecidos e como material de reserva, sendo as proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias acumuladas nas sementes durante o desenvolvimento, os quais são

denominados de massa seca (PESKE et al., 2012). Após a fertilização o acúmulo de massa seca se processa de maneira lenta, porque as divisões celulares predominam, mas em seguida verifica-se um aumento contínuo e rápido durante seu desenvolvimento, até que haja uma estabilização (VILELA, 2012).

Durante a fase de intenso acúmulo de massa seca, o teor de água da semente permanece alto, visto ser a água o veículo responsável pela translocação do material fotossintetizado da planta para a semente. Além disso, para que o material que chega à semente seja metabolizado é necessário que o meio onde esteja ocorrendo às reações seja bastante aquoso (DIAS, 2001). Nesse sentido, o teor de água diminui à medida que é substituído nas células por massa seca (CASTRO et al., 2004), portanto, no ponto de maturidade fisiológica as sementes normalmente estão com teor de água mínimo e massa seca máxima.

O fluxo de acúmulo de massa seca é intensificado até atingir o máximo, nesse momento considera-se que as sementes desligam-se fisiologicamente da planta-mãe, passando a atuar como indivíduos independentes (MARCOS FILHO, 2015), sendo mencionado como indicador mais seguro da maturidade fisiológica da semente. Entretanto, em algumas espécies o ponto de maior qualidade fisiológica pode não coincidir com o máximo acúmulo de massa seca das sementes (VILELA, 2012).

A maturação de sementes ocorre em períodos variados após a antese, sendo essa variação atribuída a características de cada espécie (LAZAROTTO et al., 2011), em sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl., o peso de massa seca de frutos e sementes aumentou gradativamente à medida que os frutos completavam o processo de maturação, concomitantemente, os teores de água decresceram até atingir valores mínimos, atingindo assim o ponto de maturidade fisiológica (GEMAQUE et al., 2002).

Em sementes de *Eugenia uniflora* L. a maturação fisiológica foi alcançada quando a altura, diâmetro, peso de frutos e o máximo de massa seca foi atingido aos 63 dias após a antese (AVILA et al., 2009). Para sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. o máximo acúmulo de massa foi atingido aos 70 dias após o florescimento (DAF), entretanto, ainda não havia capacidade de germinação, sendo um indicativo que não tinha atingido o ponto de maturidade fisiológica (NAKAGAWA et al., 2010).

O máximo acúmulo de massa seca correlacionou-se com o ponto de maturidade fisiológica em sementes de *Erythrina variegata* L. aos 77 dias após a antese

(MATHEUS et al., 2011); em sementes de *Ceiba speciosa* St. Hil. houve aumento da massa seca até 163 dias após a antese (LEMES, 2011) e para sementes de *Erythrina crista-galli* L. os valores máximos de massa fresca e seca ocorreram na oitava semana após antese (LAZAROTTO et al., 2011).

A maturidade fisiológica dos frutos e embriões de *Andira fraxinifolia* Benth. foi obtida a partir dos 152 dias após a antese, quando havia certa estabilização dos embriões e menores teores de água, com elevado conteúdo de massa seca e alta porcentagem de germinação (BARBÉRIO, 2013).

O ponto de colheita das sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith ocorreu entre 54 e 63 dias após a antese, quando estavam com teor de água baixo e máxima massa seca (LOPES et al., 2014). Assim é importante considerar que a maturidade fisiológica deve ser estimada com base em vários índices porque podem ocorrer alterações fisiológicas e bioquímicas na semente mesmo após o seu conteúdo máximo de massa seca ter sido atingido (BARROS, 1986).

2.3.6 Índices bioquímicos

Estudos sobre a composição química de frutos e sementes de espécies arbóreas ao longo da maturação subsidiam o conhecimento fundamental das espécies e dos fatores que afetam o seu desenvolvimento daquelas que fornecem produtos florestais com notável potencial econômico (VALLILO et al., 2007). A composição química das sementes é definida geneticamente, podendo, contudo, ser influenciada por fatores ambientais, destacando-se dentre os compostos presentes os carboidratos, lipídios e as proteínas, de forma que o seu conhecimento torna-se importante porque o vigor e o potencial de armazenamento das sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes (SOUZA et al., 2012). A normalidade e uniformidade do processo de maturação são fundamentais para que as sementes acumulem reservas necessárias para a germinação, possibilitando a formação de sementes vigorosas, com elevado potencial de conservação (MARCOS FILHO, 2015).

À medida que avança o processo de maturação, a atividade bioquímica é aumentada devido a produção de enzimas, sendo que nos últimos estádios há uma redução (ALMEIDA, 2013). Alterações também são observadas nos metabólitos das sementes, tais como na disponibilidade de açúcares que são fonte de energia para o

crescimento, agem como substratos imediatos para o metabolismo e formação de moléculas de sinalização (EVELAND e JACKSON, 2012).

A disponibilidade de açúcar geralmente está ligada ao crescimento e desenvolvimento, mas não se sabe exatamente como a concentração e o tipo controlam o crescimento, sendo que a sacarose, glicose e frutose são amplamente relacionadas com o fornecimento de substrato para a respiração, atuando como fonte de energia para manutenção do metabolismo (BONOME et al., 2011). Ainda segundo os autores, também são fonte de carbono para a produção de outros metabólitos, além de aminoácidos, lipídios, proteínas, celulose, amido, clorofilas, carotenóides e fitohormônios.

Alguns estudos recentes associaram os açúcares à sinalização molecular, podendo interagir com diferentes fitormônios e causar alterações na expressão gênica (BONOME et al., 2011; MISHRA et al., 2009). Os lipídios, como outro composto de reserva de importância nas sementes, são considerados fontes de energia mais eficientes que os carboidratos, durante a germinação e também podem ter função estrutural (MARCOS FILHO, 2015).

Em relação às proteínas observa-se um aumento na concentração ao longo do desenvolvimento das sementes, sendo em muitos casos observado o aumento da expressão de proteínas resistentes ao calor (HSP), as quais são encontradas em todos os organismos vivos (PAVITHRA et al., 2014). Em vegetais foram encontradas mais de 30 famílias dessas proteínas que são altamente conservadas (WALTERS et al., 2013) e sintetizadas durante o desenvolvimento do embrião e maturação dos frutos (KALEMBA e PUKACKA, 2012).

Em relação à composição química das sementes de *Vernonanthura phosphorica* (Vell.) H. Rob. observou-se que os teores de amido, lipídios, açúcares solúveis total e açúcares não redutores foram maiores aos 64 dias após a antese (DAA) em relação a sementes coletadas aos 34 DAA, entretanto, houve redução nos teores de açúcares redutores aos 64 DAA, enquanto que os teores de proteínas não variaram (SOUZA, 2009).

Em frutos de *Spondias mombin* L. verificou-se uma variação média de 2,03 a 3,19% nos açúcares redutores no início da maturação quando os frutos estavam totalmente verdes, e valores médios máximos de 6,47% no final da maturação (SILVA, 2010). Nas sementes de *Jatropha curcas* L. ocorreu aumento de lipídios à medida que

avançava a fase de maturação, acompanhando o aumento de massa seca (SANTOS et al., 2012; RUBIO et al., 2013).

As alterações nos conteúdos de lipídios e amido durante a maturação das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. indicaram que a maturidade de massa ocorreu entre cinco e seis semanas após a antese, sinalizando a provável maturidade fisiológica no mesmo momento (ALMEIDA, 2013). Nas sementes de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Adr. de Juss.) Müell.-Arg., o maior acúmulo de compostos de reserva ocorreu próximo a dispersão, tanto no endosperma quanto nos cotilédones e eixo embrionário, enquanto o acúmulo de amido no endosperma ocorre principalmente a partir dos 135 e de proteínas a partir dos 120 dias após a antese (SOUZA, 2014).

2.3.7. Germinação e vigor de sementes

A qualidade fisiológica das sementes tem sido caracterizada pela germinação e vigor, o qual pode ser definido como o somatório de atributos que conferem à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais em ampla diversidade de condições ambientais (TUNES et al., 2011). Algumas sementes adquirem poder germinativo poucos dias após a fertilização (POPINIGIS, 1985), essa consideração se refere à protrusão da raiz primária e não à formação de plântulas normais porque nessa fase ainda não se completou a histodiferenciação, de forma que o acúmulo de reservas ainda é incipiente, portanto não há possibilidade de produção de plântulas vigorosas (MARCOS FILHO, 2015).

O vigor de uma semente, durante a maturação é uma característica que acompanha, de maneira geral e na mesma proporção, o acúmulo de massa seca (ALVES et al., 2005). Assim, uma semente atingiria seu máximo vigor quando estivesse com a máxima massa seca, embora possa haver defasagens entre essas características em função da espécie e condições ambientais porque a evolução dessa característica se faria de maneira semelhante à da germinação, isto é, tenderia a se manter no mesmo nível, ou decresceria, na dependência de fatores ambientais e do modo e momento da colheita (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). No entanto, para Aguiar et al. (2007) a germinação e o vigor das sementes são respostas ao acúmulo de massa seca, que podem se manifestar determinado tempo depois de atingido o máximo peso de massa seca de sementes.

Portanto, o ponto de maturidade é aquele em que as sementes estão com máxima qualidade fisiológica, isto é, o máximo valor de massa seca, germinação e vigor (POPINIGIS, 1985). Associada a esses fatores, a organização do sistema de membranas também é o máximo, o que contribui para que o desempenho das funções fisiológicas atribuídas às sementes seja elevado (DELOUCHE, 1975). Deste ponto em diante a capacidade germinativa e o vigor começam a decrescer, devido ao processo de deterioração (REIS, 2004). No entanto, a maturidade fisiológica da semente também pode ser completada dentro do fruto, mesmo depois de sua remoção da planta, neste caso, os frutos recém-colhidos devem ser submetidos a um período de armazenamento ou repouso (MANTOVANI et al., 1980).

A germinação é uma característica de difícil avaliação, uma vez que o fenômeno da dormência pode interferir acentuadamente nos resultados do teste de germinação (ALVES et al., 2005). No entanto, em sementes de *Cnidosculus quercifolius* Pax & K. Hoffm o percentual germinativo aumentou gradualmente até os 72 DAA, quando os valores máximos de germinação e vigor foram obtidos (SILVA et al., 2008). Em sementes de *Clitoria laurifolia* Poir. a porcentagem de germinação e a massa seca aumentaram no decorrer do processo de maturação (GUIMARÃES, 2009). A maior porcentagem de germinação de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth. coincidiu com o elevado acúmulo de massa seca associado a baixos teores de água (PESSOA et al., 2010).

A maior capacidade germinativa das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert foi atingida após a ocorrência do máximo acúmulo de massa seca (NAKAGAWA et al., 2010), em sementes de *Ceiba speciosa* St. Hil. constatou-se maior germinação e vigor em 163 dias após a antese (LEMES, 2011); a máxima porcentagem de germinação e vigor de sementes de *Erythrina crista-galli* L. ocorreu na oitava semana após a antese (LAZAROTTO et al., 2011). A porcentagem máxima de germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. foi obtida aos 77 DAA, de maneira análoga, o vigor também atingiu seu máximo valor aos 77 DAA, tendo correlação positiva com a germinação (MATHEUS et al., 2011), enquanto para sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith a redução no teor de água e o aumento da massa seca das sementes proporcionaram maiores porcentagens de germinação aos 54 e 63 dias após a antese (LOPES et al., 2014). Dessa forma, constata-se que para cada espécie as alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas são importantes indicativos do ponto de maturidade fisiológica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

As plantas matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. foram selecionadas em duas áreas de matas nativas da zona rural do município de Boa Vista-PB, na região do Cariri paraibano, entre as coordenadas 7°13'50"S, 36°13'57,7"W, com altitude de 500 m em relação ao nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, predomina na região o clima quente e seco, do tipo semiárido, subtipo BSh, com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos e estação seca prolongada, caracterizando-se por temperaturas médias anuais em torno de 24,5 °C (SOUSA et al., 2008).

A área é cortada por vários rios e riachos, todos de caráter intermitente, com vegetação do tipo caatinga hiperxerófila, entretanto, o município encontra-se bastante desmatado com extensões preocupantes de manchas de solo exposto em toda área, sendo que esses continuam sendo usados pela pecuária extensiva, principalmente a caprino e ovinocultura, atividades de maior potencial para o município, por oferecer maior adaptabilidade às condições ambientais (SOUSA et al., 2008).

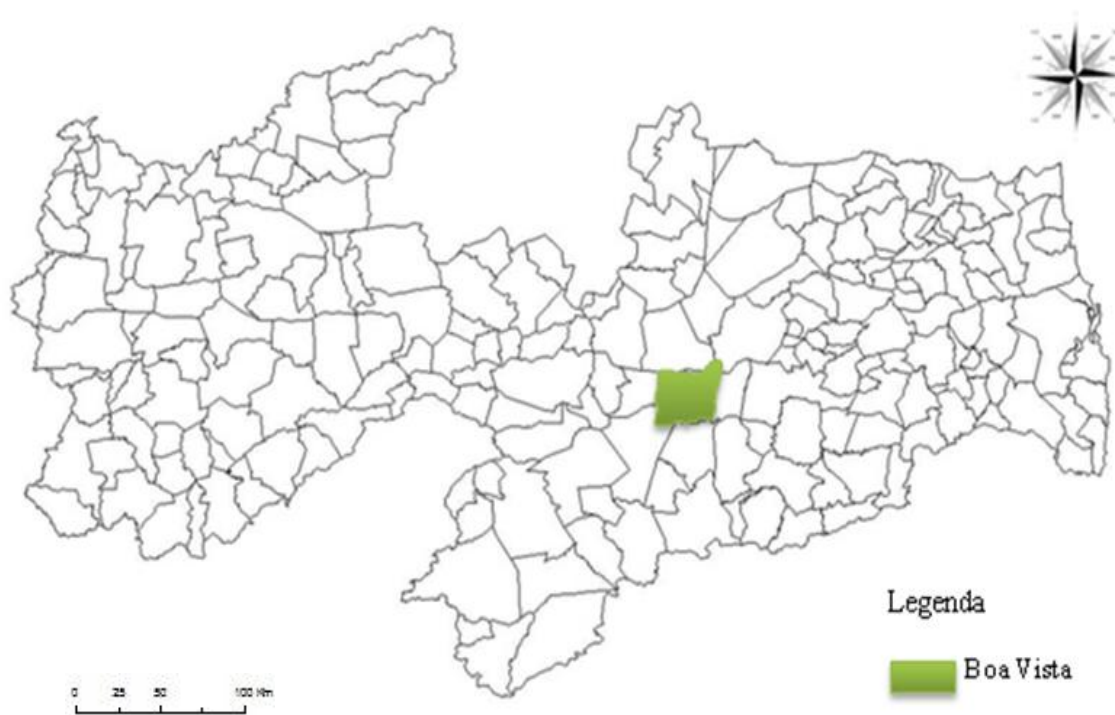


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Google imagens (adaptado).

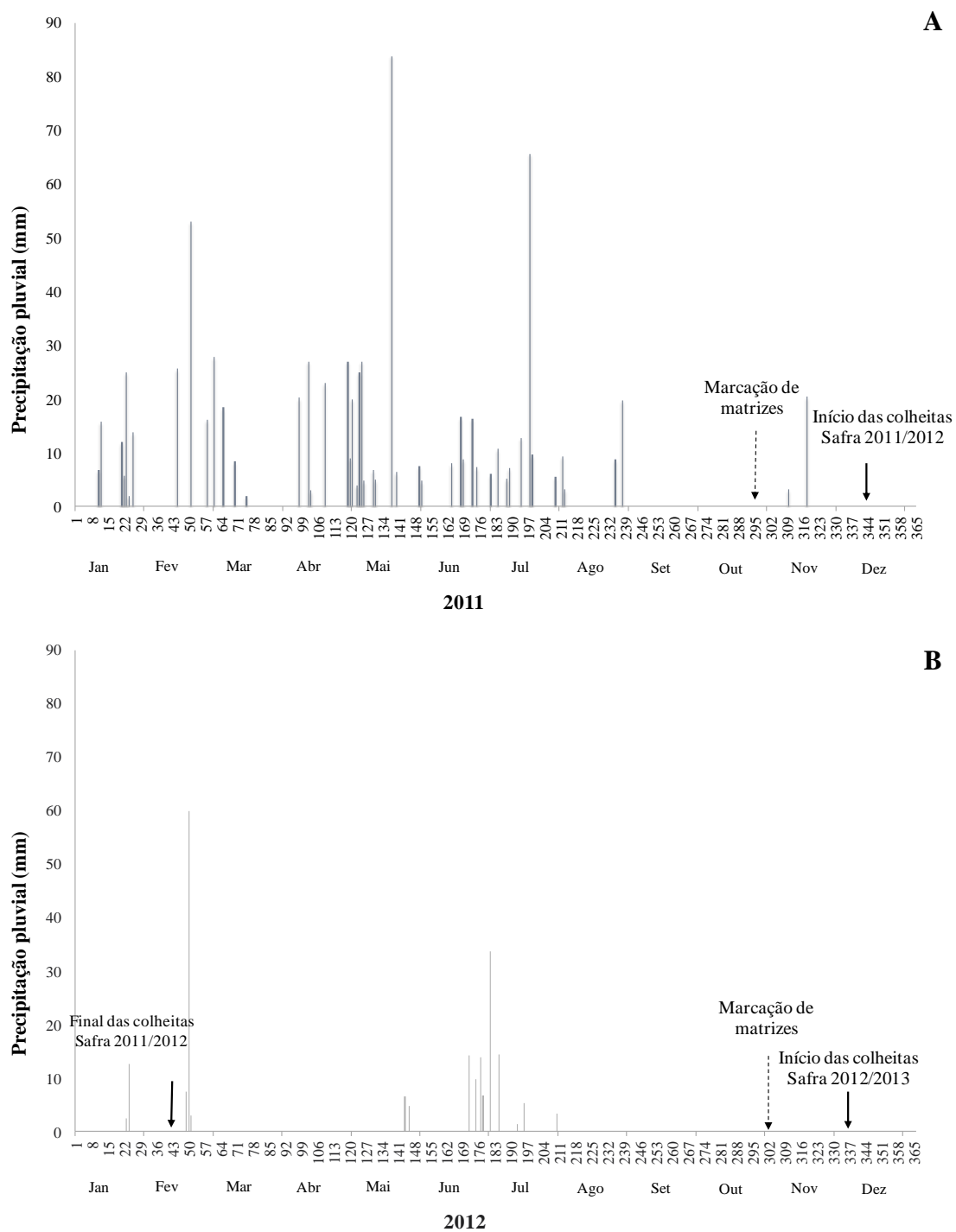


Figura 2. Precipitação pluviométrica do período de desenvolvimento de frutos de *S. obtusifolium* em 2011 (A) e 2012 (B) em Boa Vista - PB.

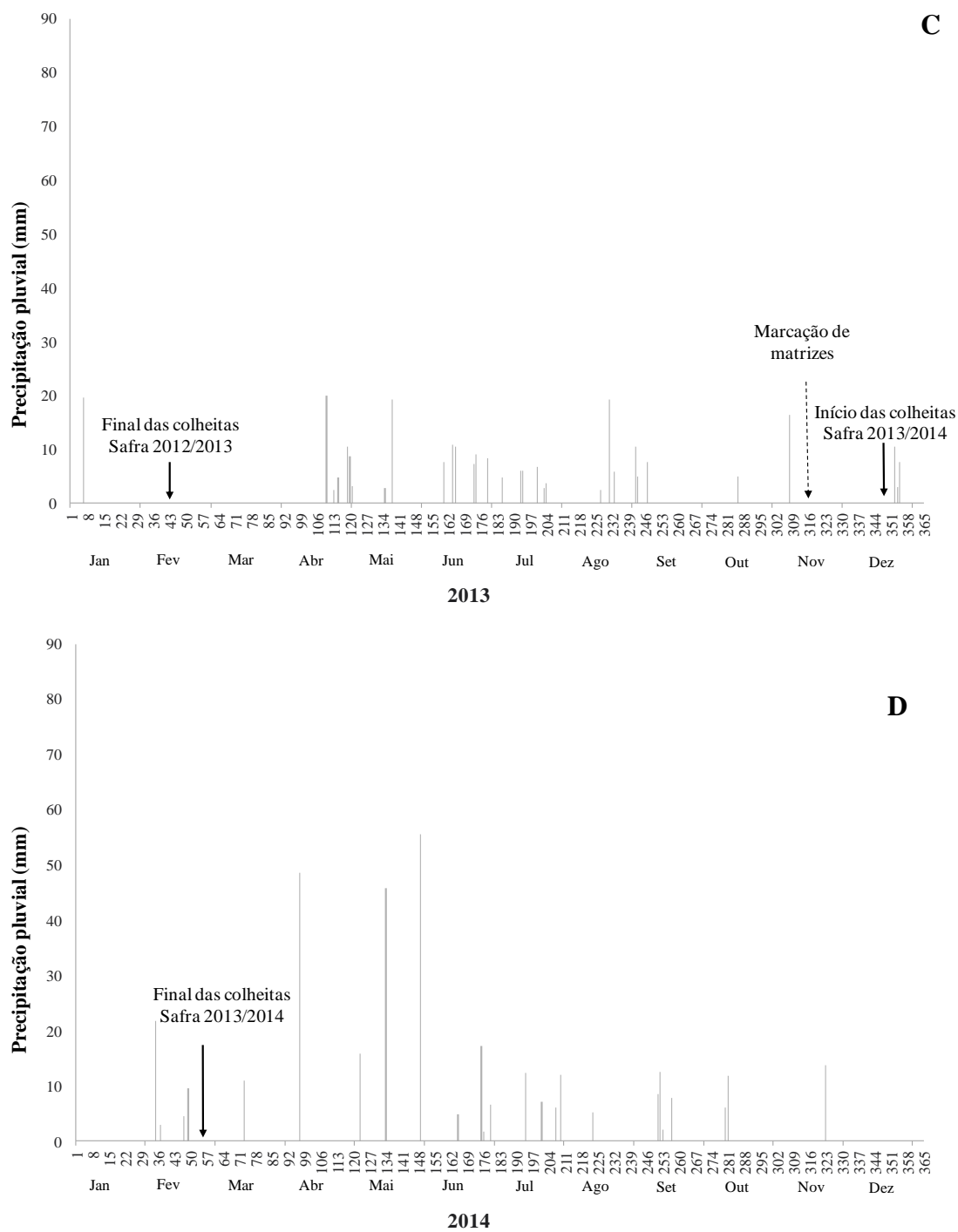


Figura 3. Precipitação pluviométrica do período de desenvolvimento de frutos de *S. obtusifolium* em 2013 (C) e 2014 (D) em Boa Vista - PB.

3.2 Marcação das inflorescências

Após constatar-se o período de antese, foram marcadas as inflorescências (Figura 1) de trinta matrizes que apresentavam boa visibilidade de copa. As plantas foram marcadas com fitas plásticas e a cada sete dias, monitoradas para avaliação e colheita de frutos de *S. obtusifolium*, cujo estudo de maturação foi realizado durante um período de três anos.



Figura 4. Botões florais (A) e flor (B) de *S. obtusifolium*.

Fonte: SENA, D.V.A.

3.3 Colheita dos frutos e sementes

A cada sete dias frutos foram colhidos manualmente e acondicionados em embalagens plásticas, colocadas dentro de caixas térmicas e encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em Areia - PB. A amostra foi composta de frutos de todas as matrizes, os quais foram homogeneizados e separados em subamostras para avaliações físicas e fisiológicas.

3.4 Características físicas

Para a determinação das propriedades físicas, quatro repetições de 25 frutos e sementes foram avaliados quanto às dimensões dos dois eixos ortogonais, comprimento

e diâmetro, medidos com um paquímetro digital, sendo a média obtida pelo somatório das medidas dividido pelo número de frutos e sementes avaliados, em milímetros.

3.5 Teor de água de frutos e sementes

Para esta determinação retirou-se quatro subamostras de 10 sementes e frutos, as quais foram pesadas e acondicionadas em recipientes metálicos e colocadas em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas. Após esse período de permanência na estufa, as amostras foram colocadas em dessecador por 15 minutos e, em seguida feitas as pesagens em balança analítica com precisão de 0,001 g (BRASIL, 2009).

3.6 Massa seca das sementes

A determinação da massa seca foi realizada juntamente ao teor de água das sementes, em todas as épocas de colheita, sendo os resultados expressos em gramas.

3.7 Teste de germinação

Para o teste de germinação utilizou-se quatro repetições de 25 sementes por colheita, sendo estas dispostas entre o substrato vermiculita, na profundidade de 2 cm e acondicionadas em caixas de acrílico transparentes do tipo “gerbox” medindo (11 x 11 x 3,5 cm).

As sementes foram previamente submetidas à escarificação manual com lixa nº 80, na região oposta ao hilo (SILVA, 2011), sendo em seguida tratadas com o fungicida Captan® e postas para germinar em câmaras de germinação do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) reguladas a temperatura constante de 30 °C. As avaliações do número de sementes germinadas realizadas do 18º até 30º dia após a semeadura, utilizado o critério de plântulas normais, segundo Brasil (2009).

3.8 Primeira contagem de germinação

Efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se as plântulas normais obtidas no 18º dia após a semeadura.

3.9 Índice de velocidade de germinação

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado juntamente com o teste de germinação, constando de contagens das plântulas normais, em dias alternados, dos 18º aos 30º dias após a semeadura, à mesma hora e, o índice calculado segundo a fórmula de Maguire (1962).

3.10 Comprimento e massa seca de plântulas

Ao final do teste de germinação, a parte aérea e a raiz primária das plântulas normais foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹. Após as medições, as plântulas foram acondicionadas dentro de sacos de papel do tipo Kraft e colocadas para secar em estufa regulada a 65 °C por 48 horas e, decorrido esse período, retiradas dos sacos e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, resultados expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

3.11 Condutividade elétrica

Para esta avaliação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, devidamente pesadas e posteriormente colocadas para embeber em recipientes plásticos contendo 75 mL de água destilada e deionizada, por um período de 24 horas a temperatura constante de 25 °C em B.O.D. Após a embebição, as sementes foram agitadas para homogeneização (10-15 segundos) dos exsudados liberados na água, efetuando-se a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição em condutivímetro modelo Digimed DM 31, previamente calibrado, com eletrodo de constante 1,0. Os resultados obtidos foram divididos pelo peso da amostra e os resultados finais expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

3.12 Composição química

Para avaliação da composição química os frutos e sementes oriundos de cada colheita, foram encaminhados ao Laboratório de Biologia e Tecnologia de Pós-Colheita do CCA/UFPB, em Areia - PB, para realização das seguintes determinações:

Sólidos solúveis (SS): Determinado de acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (2002), utilizando refratômetro de ABBE de bancada Modelo RMI/RMT, marca Bel Photonics, os resultados foram expressos em porcentagem.

Carboidratos: Determinados segundo o método de Lane-Eynon, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), que baseia-se na redução de volume conhecido do reagente de cobre alcalino (Fehling) a óxido cuproso, sendo o ponto final indicado pelo azul de metileno, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

Lipídios: Para a determinação de lipídios, realizou-se a extração contínua com hexano em extratores do tipo Soxhlet (IAL, 2008).

Proteína Total: A determinação do teor de proteína foi realizado pelo método de Micro Kjeldahl baseado no princípio do nitrogênio total da amostra, que através de cálculo é transformado em nitrogênio protéico (IAL, 2008).

3.13 Procedimento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente ao acaso e, os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, em função das épocas de colheita. Para as análises, utilizou-se o software Computer Statistical Analysis System - SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da Figura 5 verificam-se efeitos significativos de ordem quadrática para o comprimento dos frutos, no período de 2011-2012, cujo valor máximo (12,9 mm) foi alcançado aos 93 dias após antese (DAA), enquanto no período de 2012-2013 foi aos 88 DAA (11,2 mm) e aos 100 DAA (12,4 mm) na terceira safra de avaliação.

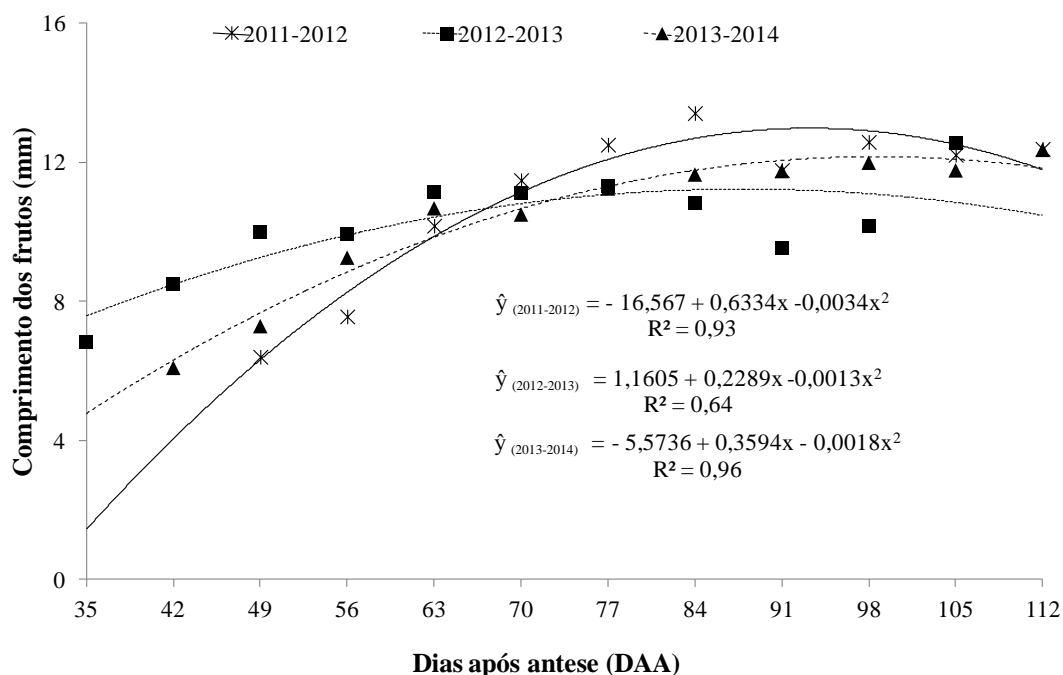


Figura 5. Comprimento dos frutos de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Para o diâmetro dos frutos, observa-se que os valores ajustaram-se ao modelo linear (Figura 6), constatando-se que em 2011-2012, na primeira colheita (49 DAA) o diâmetro era de 4,8 mm e a partir daí os valores aumentaram até alcançar o máximo de 10,0 mm aos 112 DAA. Comportamento similar obtido nos anos de 2012-2013 e 2013-2014, cujos valores máximos (10,2 mm) foram obtidos aos 105 e 112 DAA, nos respectivos anos de avaliação, verificando-se que após atingir o comprimento máximo ocorre o desenvolvimento máximo em diâmetro, adquirindo o formato bacóide, característica da família Sapotaceae.

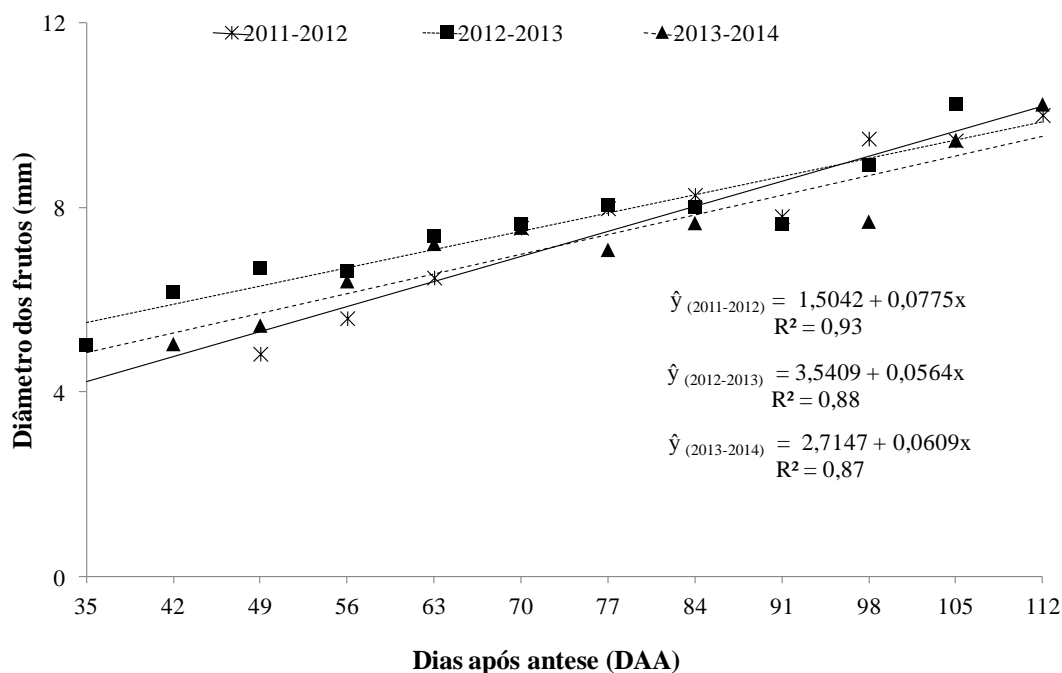


Figura 6. Diâmetro dos frutos de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

No início da formação dos frutos ocorre uma fase de intensa divisão celular, em que o fruto alcança quase o número total de células, entretanto, aumenta muito pouco em tamanho. Posteriormente, as células passam a se expandir até o fruto atingir o tamanho final, cujo crescimento resultará no acúmulo de massa seca e na forma característica dos frutos (MENDES, 2013), no entanto, pode sofrer influência dos fatores ambientais e endógenos.

A variação nos valores biométricos pode ocorrer devido às alterações fisiológicas no decorrer da maturação dos frutos (ABUD et al., 2013), cujas oscilações nas dimensões devem estar relacionadas aos fatores climáticos como a variação no sincronismo do processo de frutificação entre indivíduos durante o experimento (MATA et al., 2013).

O tamanho e massa dos frutos de *Cnidosculus quercifolius* Pax & K. Hoffm aumentou durante a maturação e os valores máximos foram atingidos aos 58 (tamanho e massa fresca) e 65 dias (massa seca) após a floração (SILVA et al., 2008). Em frutos de *Selenicereus setaceus* Rizz. o tamanho máximo foi alcançado aos 63 DAA (RODRIGUES, 2010). Em frutos de *Erythrina crista-galli* L. o comprimento foi utilizado como característica complementar para a determinação da maturidade das

sementes, uma vez que teve acentuada queda em sua dimensão após a maturidade (LAZAROTTO et al., 2011).

Nos frutos de *Amburana cearensis* (Allem.) A. C. Smith verificou-se pequena variação com relação ao comprimento, largura e espessura, com média de 68,4mm de comprimento, 12,8 mm de largura e 9,7 mm de espessura na primeira colheita, para 64,0 mm de comprimento; 13,9 mm de largura e 9,6 mm de espessura na quinta colheita (54 dias após a antese), quando estavam com coloração marrom-escuro e ápice enrugado (LOPES et al., 2014). O comprimento e diâmetro dos frutos de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Adr. de Juss.) Müell.-Arg. aumentaram de forma expressiva dos 15 até os 120 dias após a antese, quando foram atingidos os valores máximos (SOUZA, 2014).

Em frutos de *Jatropha curcas* L. foi verificada redução significativa nas suas dimensões ao longo da maturação, com valores máximos nas variáveis morfométricas observados nos frutos com coloração verde-amarelo e valores mínimos nos frutos secos, cujo comprimento e a largura sofreram variação de 30,76 a 27,24 mm e 26,63 a 21,44 mm, respectivamente (BRITO et al., 2015).

Nos frutos de *Pourouma cecropiifolia* Mart., a maior média de comprimento foi alcançada naqueles maduros ($30,71 \text{ mm fruto}^{-1}$), provavelmente devido ao fato de terem atingido estabilidade morfológica para formato globoso, largura indiferente, com média geral $33,86 \text{ mm fruto}^{-1}$ (BLIND et al., 2016).

Em relação à biometria das sementes verificou-se que os dados referentes ao comprimento e diâmetro ajustaram-se a modelos quadráticos de regressão, em que nas primeiras colheitas os frutos estavam muito pequenos e verdes, não sendo possível extrair as sementes para mensuração. No período de 2011-2012 (Figura 7) obteve-se o valor máximo (9,5 mm) para o comprimento aos 90 DAA, entanto, no período de 2012-2013 os valores máximos estimados da variável comprimento (9,3 mm) foram alcançados aos 76 DAA, enquanto em 2013-2014, os valores máximos de comprimento (9,8 mm) foram atingidos aos 89 DAA.

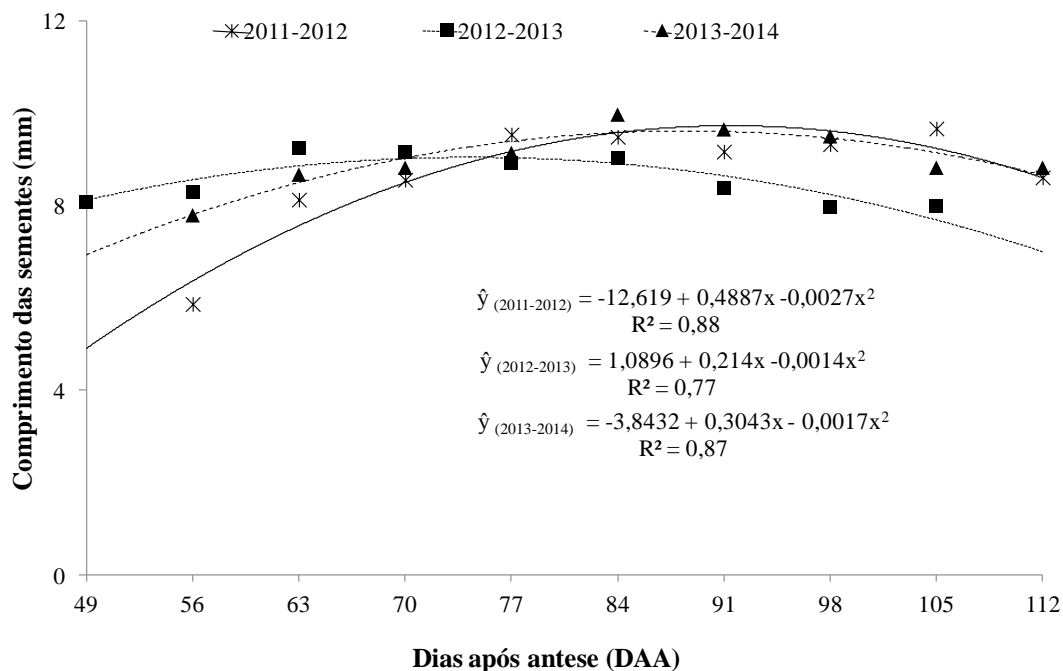


Figura 7. Comprimento das sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Quanto ao diâmetro das sementes (Figura 8) observa-se que no período de 2011-2012 o valor máximo (5,2 mm) foi atingido aos 94 DAA, enquanto nas safras seguintes (2012-2013 e 2013-2014), os valores máximos estimados de 5,4 mm e 5,5 mm foram atingidos os 71 e 88 DAA, respectivamente. Diante disso percebe-se que as sementes atingem o tamanho máximo antes do ponto de maturidade fisiológica, não sendo considerado um índice eficiente para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de *S. obtusifolium*.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) quando relataram que as sementes aumentam de tamanho rapidamente, atingindo o valor máximo num período de tempo curto, em relação à duração total do período de maturação devido à multiplicação e desenvolvimento das células do embrião e do tecido de reserva. Após atingir o máximo, o tamanho vai reduzindo devido à perda de água pelas sementes (PESKE et al., 2012).

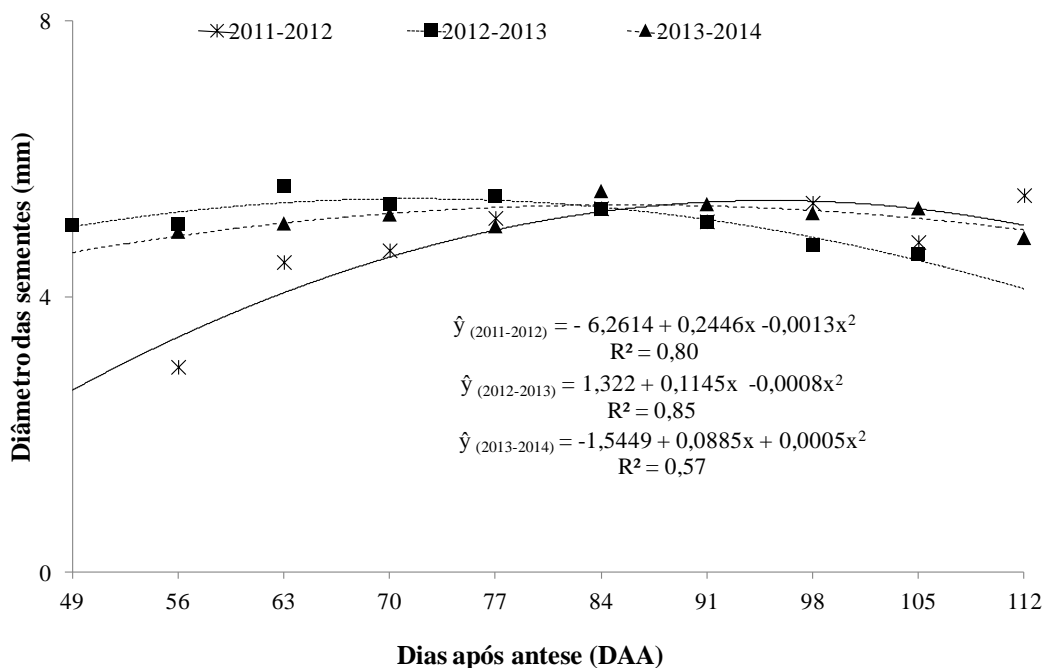


Figura 8. Diâmetro das sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

As variações em tamanho das sementes podem ser devido a diferenças individuais existentes dentro da mesma espécie, que são influenciadas pela distribuição geográfica, pelo ambiente durante o desenvolvimento das sementes e variabilidade genética entre as matrizes. Assim, o tamanho e a massa da semente podem variar entre plantas da mesma espécie, de ano para ano e, também, dentro de uma mesma planta (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007).

Em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. o comprimento máximo (3,0 cm) foi atingido aos 53 dias após antese e os valores de largura não excederam um centímetro, durante as diferentes fases do desenvolvimento (CARVALHO et al., 2008). Para as sementes de *Eugenia calycina* Cambess a largura (5,1 a 5,6 mm) e o comprimento (7,6 a 7,9 mm) não variaram significativamente com os estádios de maturação (BORGES et al., 2010).

As sementes de *Erythrina crista-galli* L. atingiram comprimento, espessura e largura máximos estimados em oito semanas após antese, sendo um bom indicativo de maturidade fisiológica, enquanto que alcançaram tamanho máximo na semana de pico de germinação (LAZAROTTO et al., 2011). Em sementes de *Amburana cearensis* (Allem.) A.C. Smith o comprimento, largura e espessura aumentaram nas primeiras

colheitas e a partir da quarta colheita (48 dias após a antese) ocorreu um decréscimo gradativo até a sexta colheita (63 dias após a antese), coincidindo com o decréscimo no teor de água (LOPES et al., 2014).

Durante a maturação de sementes de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Ahr. de Juss.) Müell.-Arg. houve aumento gradativo no diâmetro e comprimento das sementes, a partir do início da avaliação, aos 45 até 150 DAA, sendo mais expressivo o aumento em comprimento (SOUZA, 2014). As sementes de *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz atingiram os valores máximos de comprimento, largura e espessura no final de maturação (SILVA et al., 2015).

Pelos resultados do teor de água dos frutos (Figura 9) observa-se que inicialmente o mesmo foi superior a 60%, permanecendo praticamente inalterado durante o processo de maturação, provavelmente, pela característica carnosa, fibrosa e lactescente dos mesmos. Portanto, o teor de água dos frutos não é uma variável adequada para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes de *S. obtusifolium*. Resultados semelhantes foram obtidos em frutos de *Inga laurina* (Sw.) Willd. (SCHULZ et al., 2014), em que houve pequena variação do teor de água dos frutos durante o desenvolvimento.

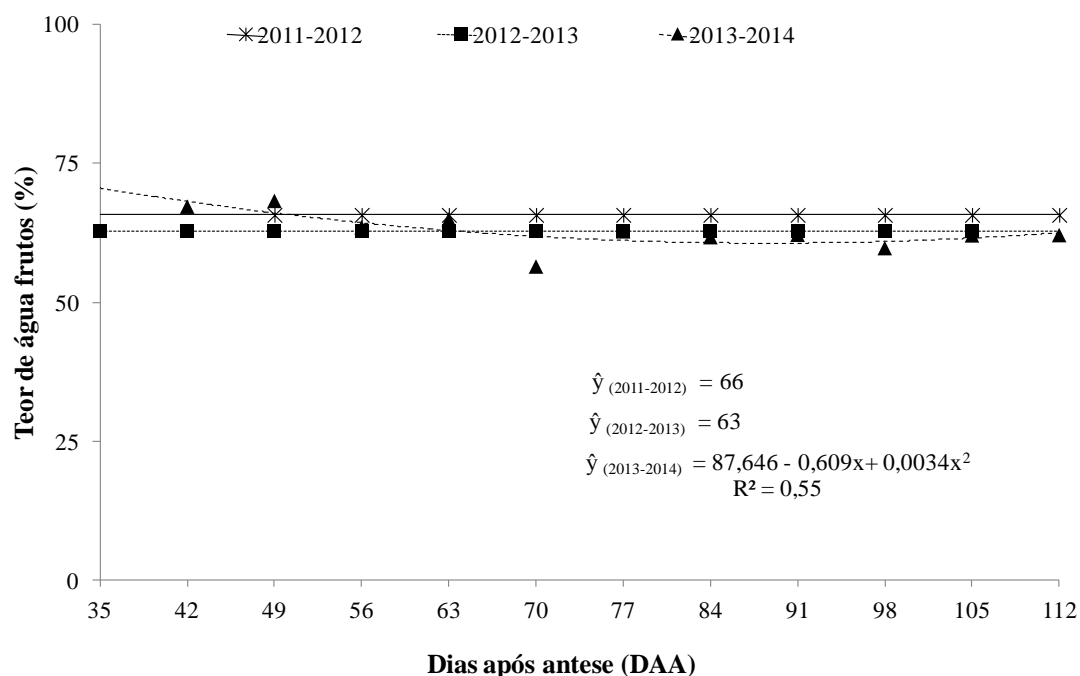


Figura 9. Teor de água de frutos de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

O teor de água das sementes de *S. obtusifolium* declinou lentamente ao longo do processo da maturação (Figura 10), característica clássica de sementes ortodoxas, em que na primeira safra (2011-2012) foi de 79,2% aos 56 DAA e decresceu até 22% aos 105 DAA, ocorrendo um leve acréscimo aos 112 DAA, indicando que as sementes atingiram o ponto de equilíbrio higroscópico. Segundo Marcos Filho (2015), a partir daí podem ocorrer variações acompanhando as alterações da umidade relativa do ambiente. Na safra de 2012-2013 houve redução do teor de água até 28,8% aos 105 DAA e em 2013-2014, o máximo valor médio do teor de água (61,6%) foi constatado aos 63 DAA e decresceram até 23,6% os 112 DAA. Portanto, o teor de água das sementes constitui-se em um índice eficaz para auxiliar na determinação da maturidade fisiológica das sementes.

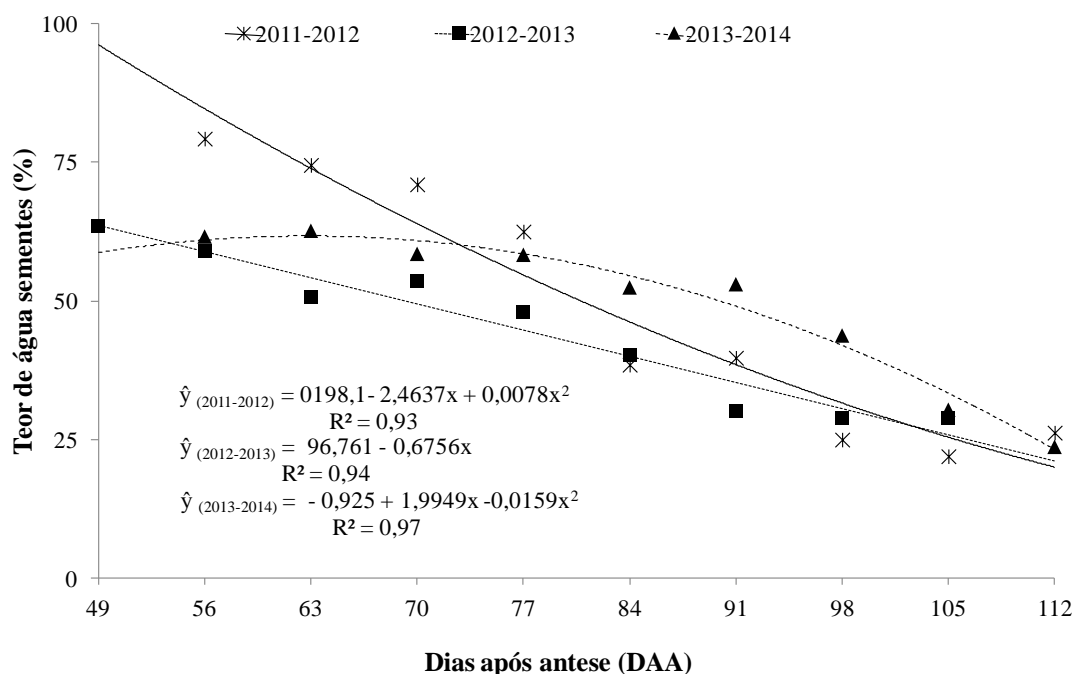


Figura 10. Teor de água de sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Em 2012-2013 observa-se uma tendência a estabilização do teor de água a partir dos 91 aos 105 DAA, provavelmente devido a um equilíbrio osmótico entre o pericarpo do fruto, rico em solutos e as sementes, resultando na estabilização do teor de água destas ao final da maturação (WELBAUM e BRADFORD, 1988). Resultados similares

foram observados em sementes de *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005) e *Jatropha curcas* L. (PESSOA et al., 2012).

A elevação e decréscimo no teor de água das sementes estão relacionados com a importância da água no processo de expansão celular, transporte e acúmulo dos fotossintatos (BARBÉRIO, 2013; BEWLEY et al., 2013). O alto teor de água se mantém até a semente alcançar o máximo acúmulo de massa seca, quando se inicia a fase de desidratação (CORVELLO et al., 1999). Comportamento esperado durante a maturação, entretanto, em sementes contidas em frutos carnosos geralmente não acontece a fase de rápida desidratação nem há grandes oscilações (SANTOS et al., 2012), permanecendo com elevado teor de água no final da maturação como ocorreu em sementes de *S. obtusifolium*.

O teor de água da semente durante a maturação varia de acordo com a espécie e as condições climáticas, reduzindo até entrar em equilíbrio com o meio ambiente (REIS, 2004), demonstrando que a planta mãe não exerce mais controle sobre o teor de água da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Ao estudar a maturação de sementes de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr., Chitarra et al. (2008) relataram que houve redução no teor de água de aproximadamente 55 pontos percentuais entre as sementes dos frutos verdes e marrons.

Em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. na primeira colheita (75 DAA) o teor de água de 84% declinou progressivamente, assumindo valores de 12,5% aos 135 dias (LIMA, 2011). Aos 75 DAA o teor de água de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz, foi de 84%, posteriormente ocorreu uma queda acentuada até os valores de 5% aos 135 DAA (LIMA et al., 2012). Na espécie *Erythrina speciosa* Andrews o teor de água das suas sementes passou de aproximadamente 80% no estágio 1, para 9% no estágio 6, seguindo o comportamento clássico de sementes ortodoxas (MOLIZANE, 2012). Para sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth., nos estádios iniciais o teor de água foi de 78,4% reduzindo para 50,3% no final do período avaliado (ALMEIDA, 2013).

Pelos resultados da massa seca das sementes (Figura 11) percebe-se que ao longo do processo de maturação ocorreu aumento porque inicialmente a quantidade de massa acumulada era de 0,5 g nas respectivas safras, atingindo o valor máximo aos 105 DAA em 2011-2012 e 2013-2014, no entanto, em 2012-2013, o máximo acúmulo de massa seca (1,0 g) ocorreu aos 84 DAA. Na segunda safra (2012-2013) constatou-se que houve uma antecipação do processo de acúmulo de reservas nas sementes,

provavelmente pela limitada quantidade de água disponível para as matrizes durante a maturação, de forma que como estratégia adaptativa estas aceleraram a maturação das sementes para garantir a dispersão e maiores chances de sobrevivência e estabelecimento de plântulas.

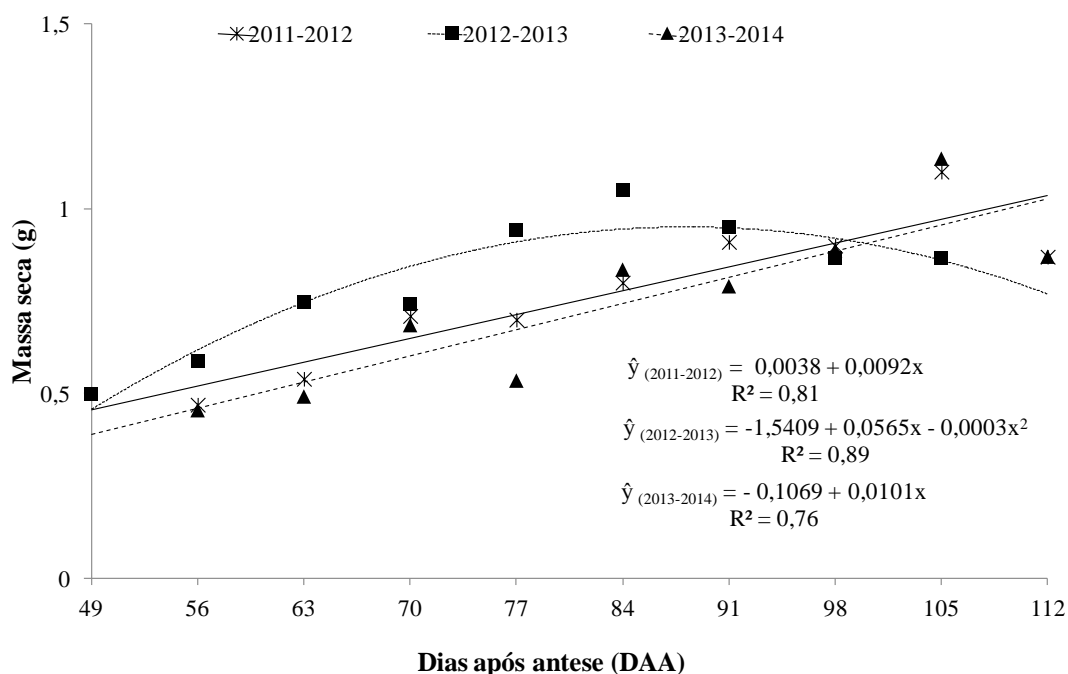


Figura 11. Massa seca de sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

O conteúdo de massa seca tem sido apontado como um bom índice de maturação, cujo valor máximo geralmente coincide com a máxima capacidade de germinação e reduzidos teores de água (AGUIAR et al., 2007), portanto, esse índice de maturação que deve ser considerado na determinação da maturidade fisiológica de sementes de *S. obtusifolium*.

O acúmulo de massa seca geralmente começa de forma lenta e passa a ser rápido e constante até atingir o máximo, e o teor de água decresce lentamente à medida que a água vai sendo substituída pelas reservas sintetizadas (MARCOS FILHO, 2015). A Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a semente, ao atingir o máximo peso de massa seca, também atinge a maturidade fisiológica, e o máximo peso é mantido por algum tempo, podendo, no final, sofrer pequeno decréscimo, como resultado das perdas por respiração.

Em *Tamarindus indica* L., a massa seca das sementes aumentou gradativamente com o desenvolvimento das mesmas, atingindo valor máximo (0,53 g) aos 277 dias após a antese, diminuindo a partir deste período (GURJÃO et al., 2006). Em sementes de *Pseudobombax grandiflorum* Cav. A. Robyns, aos 60 DAA houve acúmulo significativo de massa seca, com redução no teor de água, embora ele continuasse elevado (LOPES et al., 2008). Nas sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. constatou-se acúmulo máximo de massa seca (1,993 g) aos 125 DAA, cujo teor de água das mesmas se encontrava elevado (21,3%), tendo em vista que a água é o veículo responsável pela translocação do material fotossintetizado da planta para a semente (LIMA, 2011).

Para as sementes de *Erythrina speciosa* Andrews, o máximo acúmulo de massa seca ocorreu no estágio seis de maturação, o que corresponde ao comportamento clássico de sementes ortodoxas (MOLIZANE, 2012). Em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth., os maiores incrementos de massa seca ocorreu entre a terceira e a quinta semana após a antese, sendo a máxima média de massa seca (16,8 mg) verificada na sexta semana. Na sétima semana a massa seca das sementes atingiu valores mais baixos (15,3 mg), provavelmente devido a respiração celular ativa (ALMEIDA, 2013). O máximo acúmulo de massa seca das sementes de *Jatropha curcas* L. foi aos 74 dias após florescimento (DAF), indicando que as colheitas realizadas a partir da quarta época seriam adequadas (DUCCA et al., 2015).

A utilização da massa seca como índice de maturidade foi eficiente na determinação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de *Tabeluia serratifolia* Vahl Nich. (CARVALHO et al., 2008), *Erythrina crista-galli* L. (LAZAROTTO et al., 2011), *Inga striata* Benth. (MATA et al., 2013), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (ALMEIDA, 2013), *Pritchardia pacifica* Seem. & H. Wendl. (ARAÚJO et al., 2014) e *Jatropha curcas* L. (BRITO et al., 2015).

De acordo com os dados da Figura 12, verificaram-se efeitos de ordem quadrática para a germinação das sementes de *S. obtusifolium*, em que as primeiras colheitas após a antese foram omitidas da análise de regressão devido à ausência de germinação, devido a imaturidade do embrião nas etapas iniciais do desenvolvimento das sementes. Comportamento semelhante ao das sementes de *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005), *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (LOPES et al., 2008), *Erythrina variegata* L. (MATHEUS et al., 2011), *Ceiba speciosa* St. Hil. (LEMES, 2011), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz (LIMA et al., 2012),

Erythrina speciosa Andrews (MOLIZANE, 2012) e *Amburana cearensis* (Allem.) A.C. Smith. (LOPES et al., 2014).

Ainda na Figura 12 constata-se que no decorrer da maturação ocorreu aumento gradativo do percentual germinativo das sementes nas três safras avaliadas, cuja germinação inicial foi inferior a 20%, posteriormente foram alcançados valores médios de 91 (112 DAA), 84 (98 DAA) e 86% (105 DAA) nos anos de 2011-2012, 2012-2013 e 2013-2014, respectivamente.

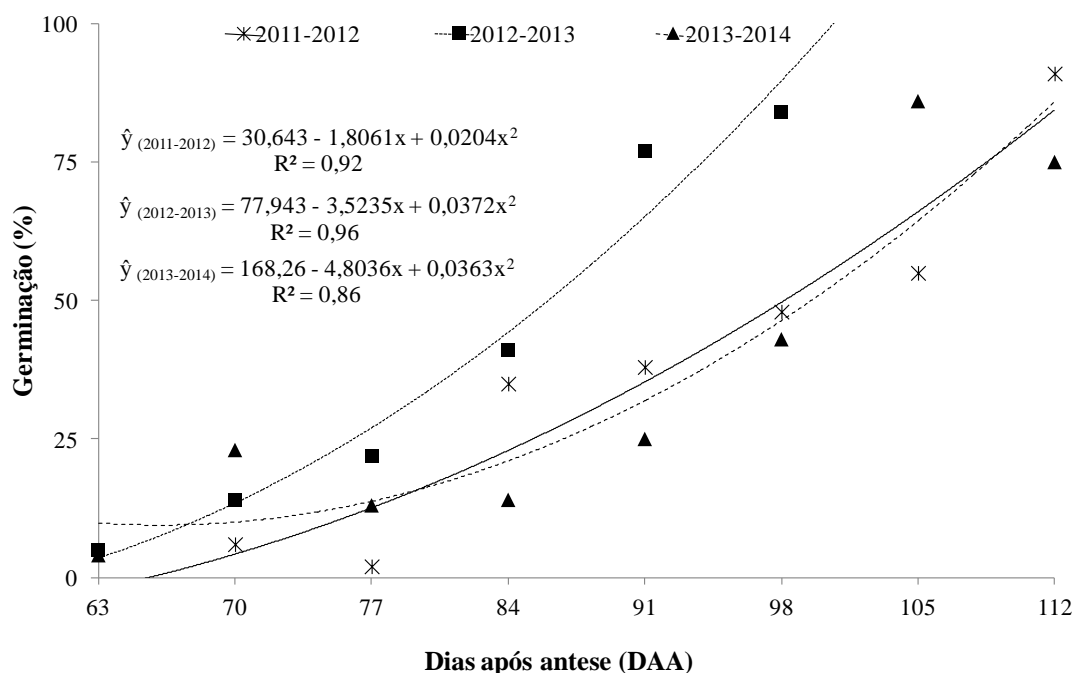


Figura 12. Germinação de sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

A germinação e o vigor das sementes são respostas ao acúmulo de massa seca que podem se manifestar determinado tempo depois de as sementes ter atingido o máximo (CORVELLO et al., 1999; AGUIAR et al., 2007). A porcentagem de sementes aptas a germinar é crescente durante a maturação, atingindo valor máximo no ponto de maturidade fisiológica (PEREIRA et al., 2014). Característica observada em sementes de *S. obtusifolium*, que no máximo percentual germinativo se encontravam com o máximo acúmulo de massa seca e redução do teor de água, caracterizando o alcance do ponto de maturidade fisiológica. De acordo com Popinigis (1985) no ponto de

maturidade fisiológica as sementes se encontram com o máximo acúmulo de massa seca, germinação e vigor.

Resultados semelhantes foram verificados para sementes de *Tabebuia impetiginosa* Mart. Standl (GEMAQUE et al., 2002), *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (SANTOS et al., 2007), *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (LOPES et al., 2008), *Erythrina variegata* L. (MATHEUS et al., 2011), *Ceiba speciosa* St. Hil. (LEMES, 2011), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz (LIMA et al., 2012), *Andira fraxinifolia* Benth. (BARBÉRIO, 2013), para as quais constatou-se os valores máximos de germinação, massa seca e reduzidos teores de água.

Para a primeira contagem da germinação (Figura 13) observa-se que em 2011-2012 os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, indicando que para este teste de vigor as sementes não expressaram sua máxima qualidade fisiológica. Entretanto, nas safras de 2012-2013 e 2013-2014 houve ajuste ao modelo quadrático, constatando-se as maiores médias de 66% aos 98 DAA em 2012-2013 e 73% aos 105 DAA em 2013-2014, semelhante aos resultados obtidos no teste de germinação.

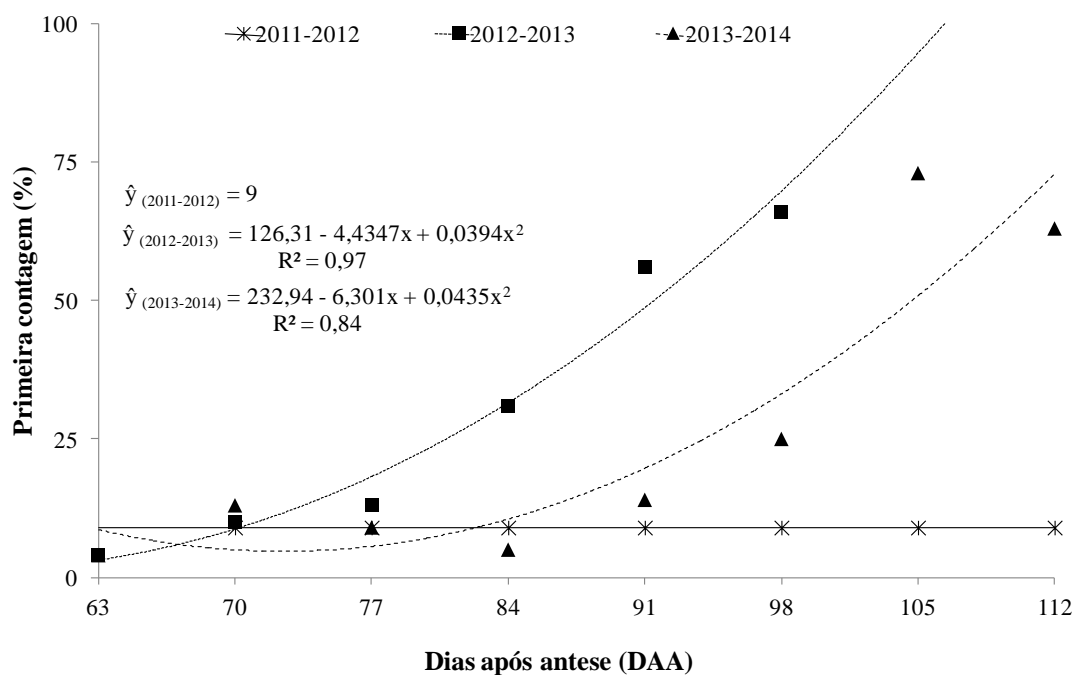


Figura 13. Primeira contagem de germinação de sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

A primeira contagem de germinação de sementes de *Eugenia involucrata* DC. foi realizada aos 28 dias devido ao pico de germinação, associado à porcentagem de germinação de 46% em sementes de coloração vermelho claro (ORO et al., 2012). Em sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz o valor máximo de germinação na primeira contagem foi obtido aos 126 DAA (LIMA et al., 2012). Nas sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. submetidas ao desponte, a maior porcentagem de germinação por ocasião da primeira contagem foi estágio cinco de maturação (NOGUEIRA et al., 2013).

O índice de velocidade de germinação (Figura 14) aumentou gradativamente ao longo da maturação, culminando com valores máximos obtidos na última colheita, nas safras de 2011-2012 e 2012-2013 e na penúltima colheita no período de 2013-2014.

Estes resultados coincidem com o período de maior percentual de germinação, acúmulo de massa seca e redução do teor de água das sementes, permitindo concluir que o ponto de maturidade de sementes de *S. obtusifolium* ocorre entre 105 e 112 dias após a antese. O reconhecimento prático da maturidade fisiológica tem grande importância porque caracteriza o momento em que a semente deixa de receber nutrientes da planta mãe (LEMES, 2011).

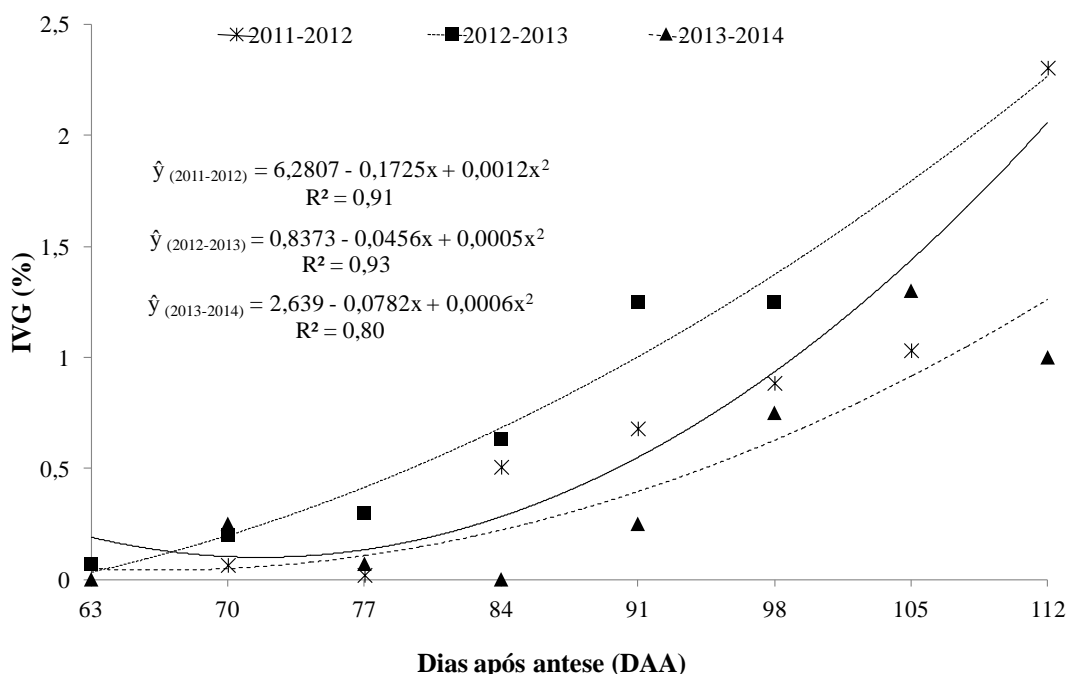


Figura 14. Índice de velocidade de germinação de sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Em sementes de *Tabebuia impetiginosa* Mart. Standl. foram observados valores crescentes no índice de velocidade de germinação a partir da quarta colheita, culminando com máximos valores na última colheita (GEMAQUE et al., 2002). Para as sementes de *Tibouchina granulosa* Cogn. observou-se valores crescentes no índice de velocidade de germinação até 91 dias, com correlação altamente positiva com a germinação (LOPES et al., 2005). A porcentagem e a velocidade de germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., aumentaram à medida que progrediu o processo de maturação (SANTOS et al., 2007). Em sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz, o máximo vigor avaliado pelo índice de velocidade de germinação foi obtido quando as sementes foram colhidas aos 126 DAA (LIMA et al., 2012).

Com relação as sementes de *Machaerium brasiliense* Vogel (GUIMARÃES e BARBOSA, 2007) e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (NOGUEIRA et al., 2013), os maiores índice de velocidade de germinação coincidiram com o período de maiores porcentagens de germinação. No entanto, o índice de velocidade de germinação foi baixo para sementes de *Andira fraxinifolia* Benth. em todos os estádios e com muitas oscilações, não sendo, neste caso, um bom indicador do ponto de maturidade fisiológica (BARBÉRIO, 2013).

De acordo com os dados da Figura 15 observou-se que na primeira safra (2011-2012) o comprimento da raiz primária atingiu o máximo valor estimado (10,6 cm) aos 112 DAA, coincidindo com os resultados obtidos na germinação. No entanto, na safra de 2012-2013, o valor máximo estimado (6,4 cm) para o comprimento da raiz foi alcançado aos 91 DAA, enquanto no terceiro período de avaliação não houve ajuste dos dados aos modelos de regressão.

Na primeira safra houve melhor acúmulo e aproveitamento das reservas para o desenvolvimento das raízes, indicando maior qualidade fisiológica das sementes em relação as sementes da safra seguinte (2012-2013). As sementes mais vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, que se traduz na maior rapidez de emergência e crescimento inicial da planta, mesmo em condições não controladas de ambiente (NAKAGAWA, 1994).

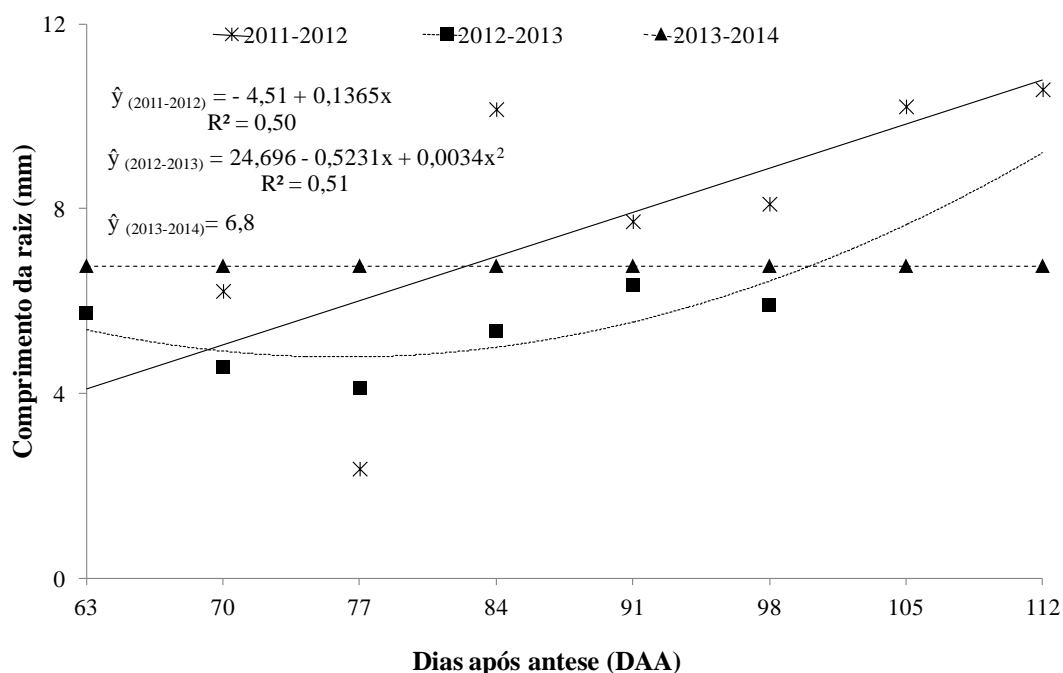


Figura 15. Comprimento de raízes de plântulas de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Para o comprimento da parte aérea (Figura 16) observa-se que na primeira safra o valor máximo (6,0 cm) foi atingido aos 112 DAA e na safra seguinte (2012-2013) aos 91 DAA o valor máximo foi de 8,5 cm. Na segunda safra, houve maior investimento para o desenvolvimento da parte aérea, consequentemente, com o aumento da área foliar ocorre maior taxa fotossintética, aumentando as chances de sobrevivência e estabelecimento das plântulas.

Caso ocorra maior incorporação de suprimentos de reserva pelo eixo embrionário e maior capacidade de transformação destes nutrientes poderá haver uma taxa alta de crescimento de plântulas, consequentemente, as sementes que originaram estas plântulas serão mais vigorosas (DAN et al., 1987), com maior peso em função do acúmulo de massa (NAKAGAWA, 1994).

Durante a germinação as reservas das sementes são utilizadas para o crescimento da raiz e parte aérea, sendo que a raiz é a primeira estrutura a ser emitida pela semente, podendo-se supor que, no caso da plântula ter suas raízes comprometidas, as reservas são melhor aproveitadas e assimiladas pela parte aérea (MARTINS et al., 2008).

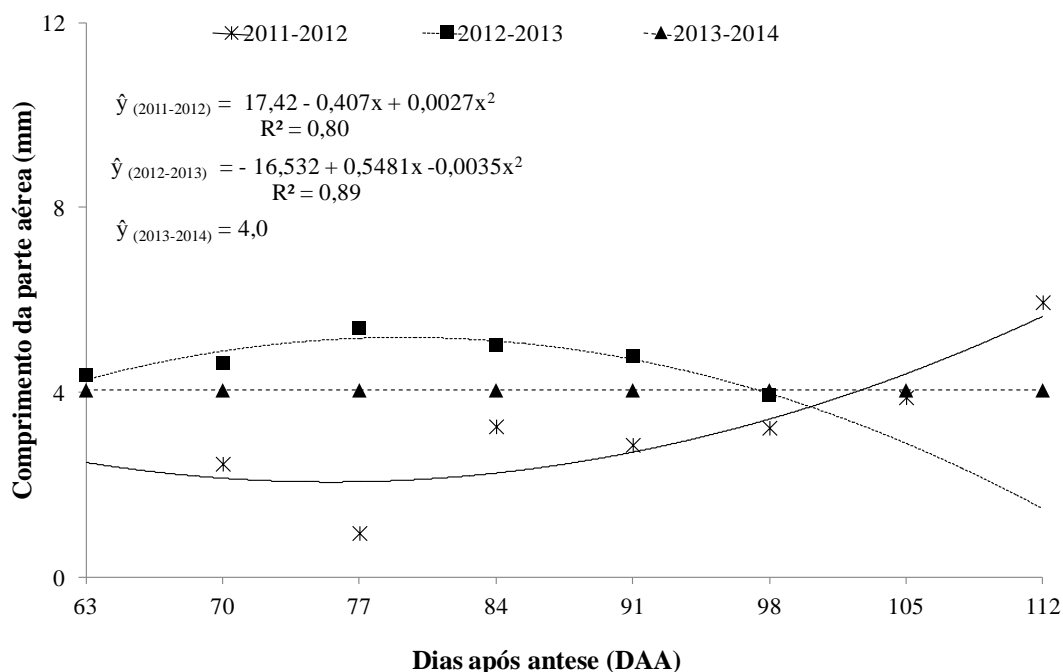


Figura 16. Comprimento da parte aérea de plântulas de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Na segunda colheita (90 DAA) de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. verificou-se que as plântulas resultantes tinham em média 13 cm, assim, o maior comprimento médio (19,40 cm) foi obtido de plântulas oriundas das sementes colhidas aos 111 DAA (LIMA, 2011). Em sementes *Eugenia pyriformis* Cambess houve diferenças no comprimento médio das raízes das plântulas, sendo os maiores valores (6,5mm) observados nas plântulas oriundas de sementes de frutos do estágio verde/amarelado (ORO et al., 2012).

Pelos dados da Figura 17 verificou-se efeito significativo de ordem quadrática e linear para a massa seca das raízes, indicando aumento gradativo ao longo da maturação, sendo que na primeira safra o valor máximo obtido para as raízes (438 mg) foi aos 112 DAA. No entanto, na safra de 2012-2013 aos 91 DAA foi alcançado valor máximo de 161 mg, enquanto para a terceira safra o valor máximo de 240 mg para raízes (105 DAA), cujos resultados são concordantes com o teste de germinação, exceto para o segundo ano de avaliação.

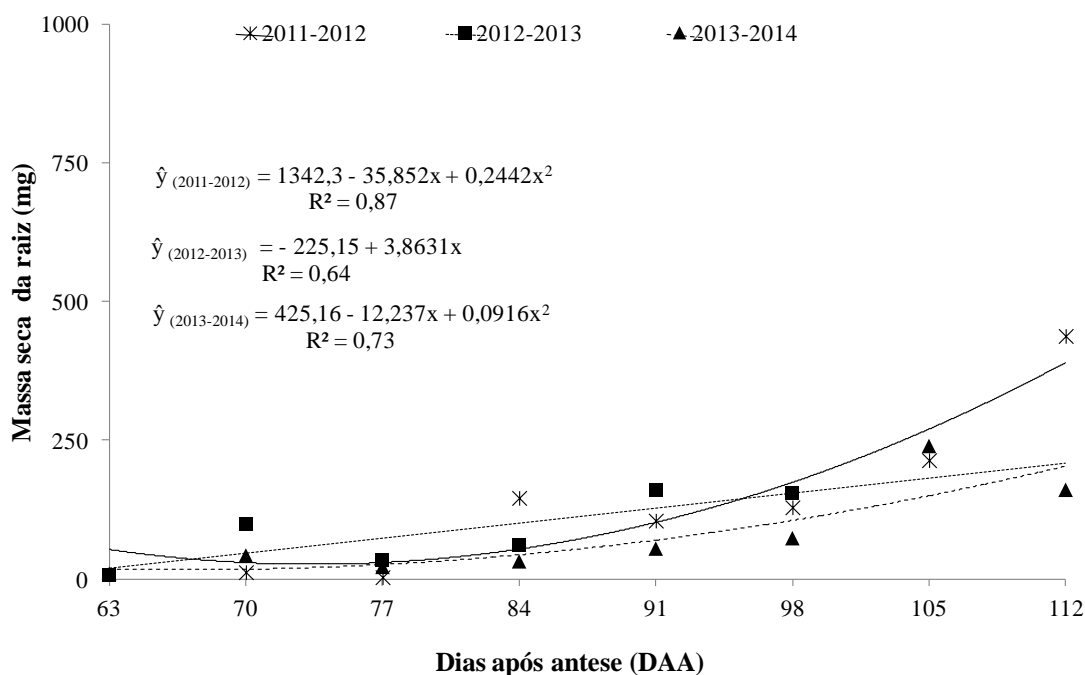


Figura 17. Massa seca das raízes de plântulas de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Para a massa seca da parte aérea (Figura 18), na safra de 2011-2012 o valor máximo (987 mg) foi alcançado aos 112 DAA, no período de 2012-2013 o valor máximo (219 mg) foi aos 91 DAA e na terceira safra (2013-2014) os resultados máximos (260 mg) foram obtidos aos 105 DAA.

Em relação à condutividade elétrica (Figura 19), os dados se ajustaram ao modelo linear, com redução nos valores dos lixiviados à medida que as sementes se desenvolviam, notando-se que na safra de 2011-2012 o menor valor de condutividade elétrica ($60,28 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) foi obtido aos 112 DAA. Na safra de 2012-2013 observou-se uma drástica redução de lixiviados aos 91 DAA ($60,71 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), mantendo-se estável até o final da maturação, com comportamento similar da terceira safra de avaliação, cujo valor de $79,5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ocorreu aos 105 DAA.

O teste de condutividade elétrica fornece informações indiretas sobre a integridade das membranas celulares, por isso altos valores de condutividade nos estádios iniciais do desenvolvimento se relacionam com a baixa integridade das membranas celulares, de forma que decréscimos nesses valores indicam maior organização das membranas celulares e deposição de material de reserva (PAVITHRA et al., 2014). Assim, o vigor mais elevado das sementes de *S. obtusifolium* no final da maturação, coincide com o período de máximo percentual germinativo.

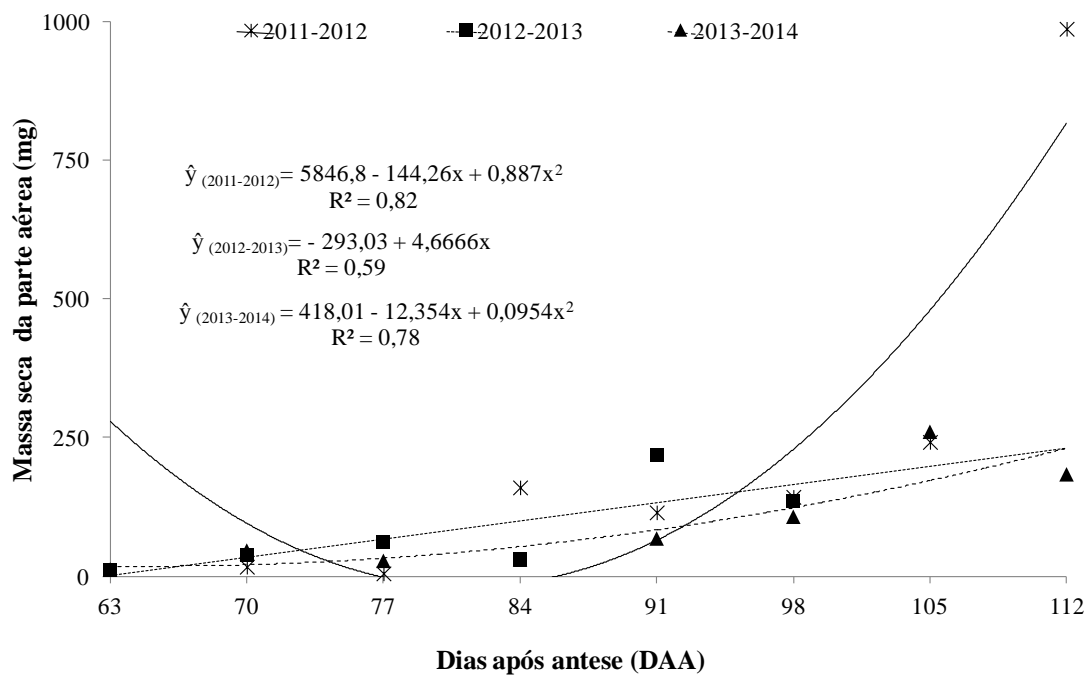


Figura 18. Massa seca da parte aérea de plântulas de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

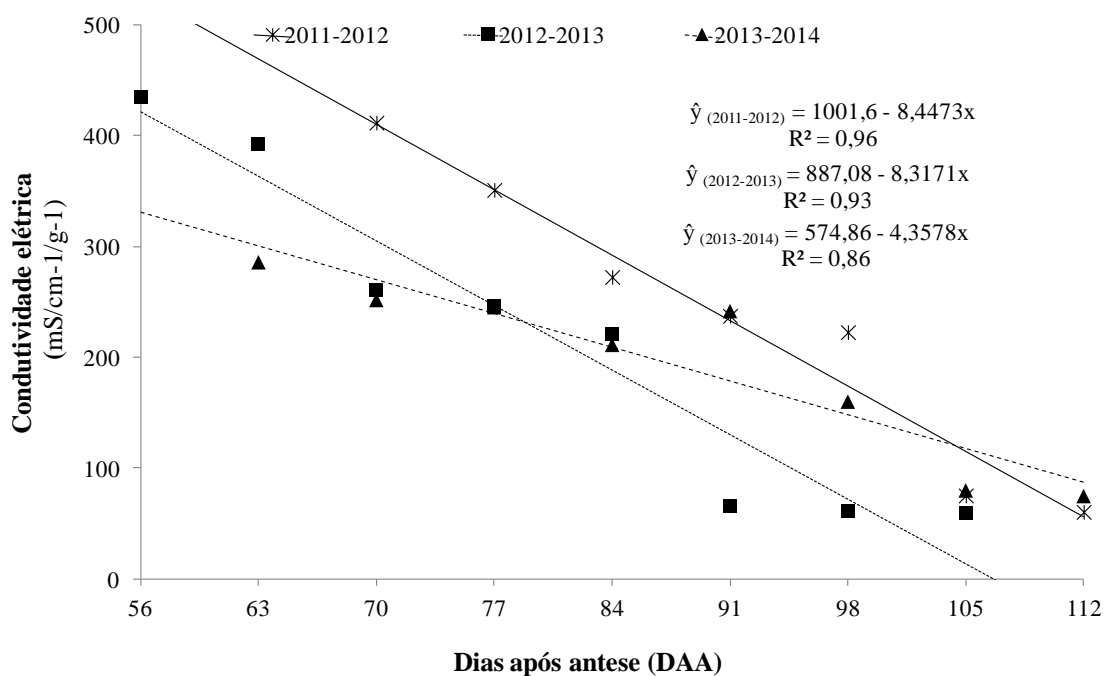


Figura 19. Condutividade elétrica de sementes de *S. obtusifolium* colhidos durante a maturação em três safras consecutivas em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Com o avanço dos dias após a antese o valor de lixiviados foi decrescente, indicando aumento da qualidade fisiológica das sementes e provavelmente aproximação do ponto de maturidade fisiológica. No início, as sementes possuem menor potencial fisiológico, liberando maior quantidade de lixiviados devido a menor estruturação e seletividade das membranas (PEREIRA et al., 2014). No decorrer do processo de maturação ocorre a organização estrutural das membranas e consequentemente a redução do valor de condutividade elétrica das sementes.

Em sementes de *Cedrela fissilis* Vell., na 31^a semana após a antese a condutividade elétrica dos exsudatos foi baixa e a germinação máxima (CORVELLO et al., 1999). Em sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl., pelo teste de condutividade elétrica, efetuado a partir da sétima semana do florescimento, verifica-se que o menor valor obtido foi para as sementes da oitava semana, indicando melhor estruturação das membranas e consequentemente menor lixiviação de solutos para estas sementes (FONSECA et al., 2005).

Nas sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth., conservadas fora das vagens observou-se que quanto maior o período após o início da frutificação, menores foram os valores da condutividade (PESSOA, 2007). Durante a maturação das sementes de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Adr. de Juss.) Müell.-Arg. constatou-se redução contínua da condutividade elétrica, de aproximadamente 6,6 para 2,3 $\mu\text{s}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, no último período avaliado aos 180 DAA (SOUZA, 2014).

Os resultados da determinação dos sólidos solúveis de frutos de *S. obtusifolium* (Figura 20) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, constatando-se que em 2011-2012, o valor máximo obtido foi de 37,8% aos 105 DAA. O alto percentual de sólidos solúveis na primeira safra pode ser justificado pela maior disponibilidade hídrica no solo para as matrizes, que tiveram melhor eficiência fotossintética e posteriormente melhor acúmulo de fotoassimilados nos frutos. Nas safras de 2012-2013 e 2013-2014, o valor máximo ocorreu aos 105 DAA, com os valores de 32,8 e 28,6%, respectivamente.

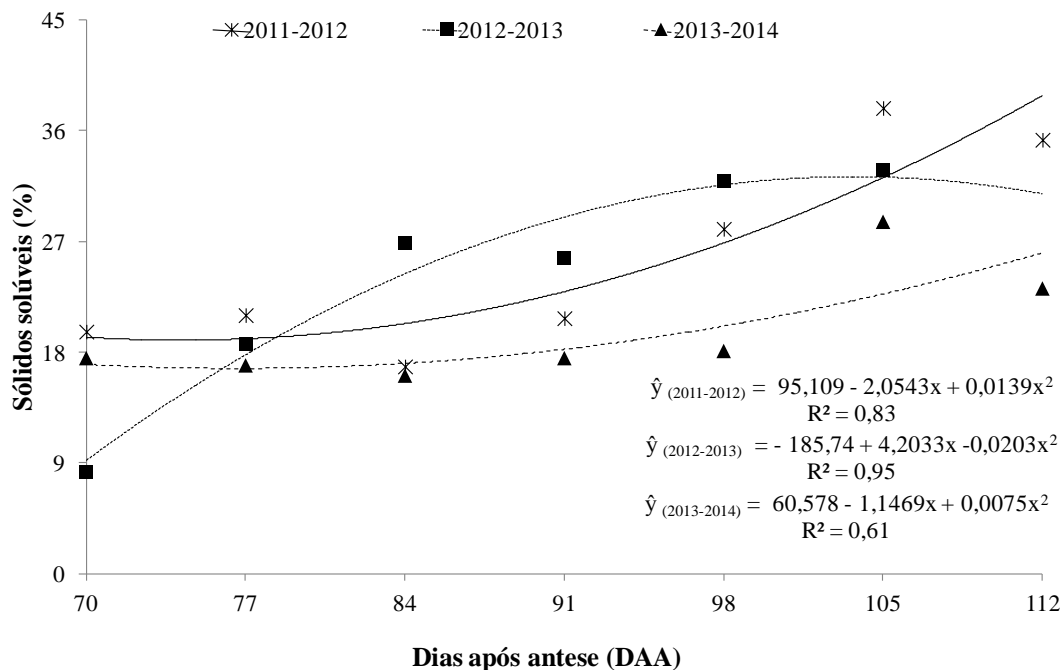


Figura 20. Evolução do conteúdo de sólidos solúveis de frutos de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Os teores de sólidos solúveis são utilizados como uma medida indireta do conteúdo de açúcares, uma vez que o seu valor aumenta à medida que estes vão se acumulando no fruto. A sua determinação não representa o teor exato de açúcares porque outras substâncias também se encontram dissolvidas no conteúdo celular a exemplo das vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

No entanto, os açúcares são os mais representativos sólidos solúveis e chegam a constituir até 85-90% (CHITARRA e CHITARRA, 2005) e, em conjunto com os ácidos, são os fatores mais relacionados ao sabor da fruta. Portanto, o teor de sólidos solúveis tem sido utilizado como índice de maturidade para alguns frutos (ANTUNES et al., 2006), que podem variar em função da cultivar, condições edafoclimáticas e época de colheita (GONÇALVES et al., 2006).

O aumento de sólidos solúveis foi progressivo em frutos de *Ficus carica* L. (GONÇALVES et al., 2006), *Psidium Cattleianum* Sabine (GALHO et al., 2007), *Campomanesia pubescens* (Aubl.) Griseb. (SILVA et al., 2009), *Spondias cytherea* Soon (SILVA et al., 2009), *Myrciaria jaboticaba* Berg cv. Sabará (ARAÚJO et al.,

2010), *Malpighia emarginata* DC (MARANHÃO, 2010), *Spondias mombin* L. (RODRIGUES et al., 2012), *Solanum quitoense* LAM (MATARAZZO et al., 2013), *Averrhoa bilimbi* L. (SANTOS et al., 2014), *Hylocereus undatus* Haw (MENEZES et al., 2015) e *Pourouma cecropiifolia* Martius (BLIND et al., 2016) durante a maturação.

O teor de açúcares aumenta com o amadurecimento dos frutos por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos, cujo acréscimo dos açúcares é atribuído, principalmente, à hidrólise do amido, acumulado durante o crescimento do fruto na planta (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Nos frutos de *S. obtusifolium* constata-se alto teor de açúcares (Figura 19), sendo encontrados sólidos solúveis com valor máximo de 37,8% na primeira safra. Os resultados obtidos foram muito superiores aos de Garrido et al. (2007) que foi de 24,13%, de Rodrigues et al. (2007) e Aroucha et al. (2010) 27% e de Lima (2014) 29,78% de sólidos solúveis (SS) quando estudaram as características físico-químicas de frutos de *S. obtusifolium*. Em outras espécies da família Sapotaceae, como em frutos de *Manilkara salzmanii* (A.DC.) H.J. Lam., o sólido solúveis foi de 21,55 (ARAÚJO et al., 2012) e 13,67% em frutos de *Manilkara sapota* L. (SOUSA et al., 2012).

Durante o desenvolvimento de frutos de *Campomanesia pubescens* O. Berg. foi observado uma elevação de sólidos solúveis entre 48 e 53 DAA, indicando possivelmente o ponto ótimo de colheita (SILVA et al., 2009). O conteúdo de sólidos solúveis e de açúcares totais quantificados na polpa de *Selenicereus setaceus* Rizz. aumentou acentuadamente com a evolução dos estádios de desenvolvimento do fruto, com valores máximos aos 63 dias após a antese, representando 17,6 e 11,57%, respectivamente (RODRIGUES, 2010).

Nos frutos de *Spondias mombin* L., o teor de sólidos solúveis aumentou durante o desenvolvimento e maturação, observando-se conteúdos máximos de 17,43% (SILVA, 2010). De forma semelhante, em frutos maduros de *Mouriri pusa* Gardner constatou-se valor máximo (25,6%) de sólidos solúveis (BORGES, 2012).

Pelos resultados da Figura 21 verifica-se que não houve ajuste dos dados do teor de amido nos frutos de *S. obtusifolium* na primeira e segunda safra, respectivamente, indicando acúmulo contínuo deste composto durante o desenvolvimento dos frutos em ambas as safras. Entretanto, no período de 2013-2014 houve aumento de 5,24 (62 DAA) para 11,6% aos 112 DAA, coincidindo com o valor máximo do diâmetro dos frutos. Comportamento similar foi verificado para frutos de *Manilkara zapota* L. Von Royen, em que o teor de amido não decresceu ao longo da maturação. Segundo Miranda et al.

(2008) a degradação do amido pode não ter sido necessária devido ao acúmulo de açúcares no final da etapa de crescimento ou uso de outras fontes de açúcares como o látex e os componentes da parede celular.

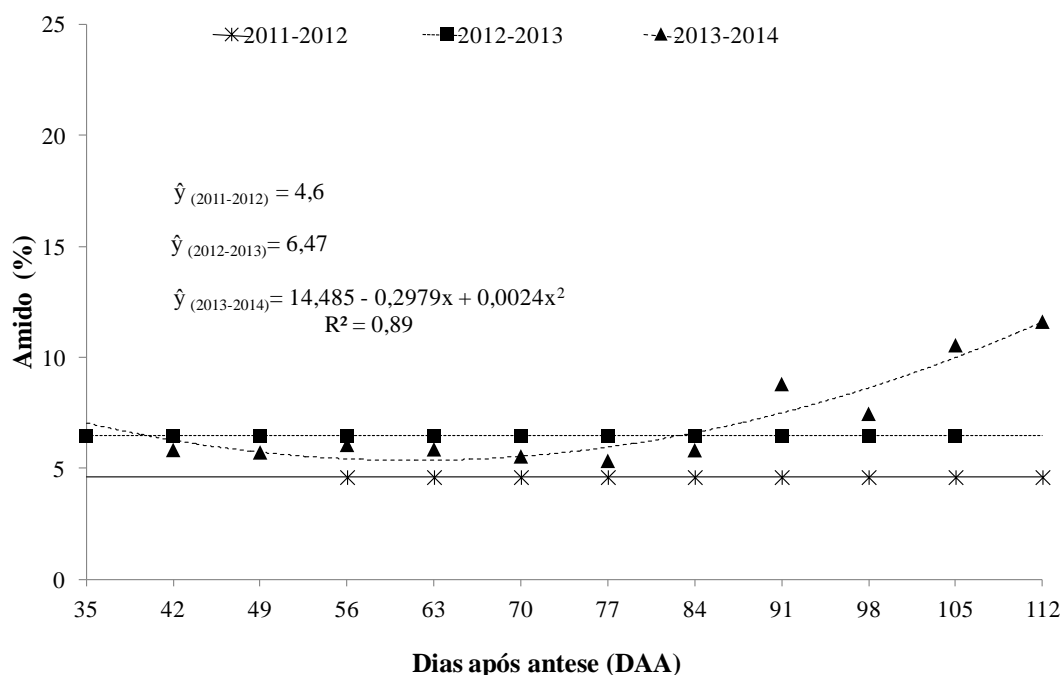


Figura 21. Evolução do conteúdo de amido de frutos de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Os açúcares produzidos pela fotossíntese podem ser usados como fonte energética necessária ao funcionamento da planta, como também serem transportados e armazenados temporariamente em órgãos de reserva ou nos drenos, representados pelas raízes, meristemas e frutos das plantas (DUARTE e PEIL, 2010), sendo o amido o principal carboidrato de reserva nas plantas.

Quando o fruto encontra-se na fase de crescimento, uma parte dos açúcares translocados para o mesmo são utilizados para síntese de amido, substâncias pécnicas e outros compostos da parede celular. O restante é utilizado para interconversão em outros açúcares, que servem para produção de energia ou biossíntese de outros compostos (SILVA, 2012). Essa fase é bastante influenciada por fatores do ambiente, como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores genéticos intrínsecos da espécie (BERILLI et al., 2007).

Em frutos de *Psidium cattleianum* Sabine, o teor de amido aumentou levemente durante a fase inicial e de crescimento acelerado (10 a 80 DAA), incrementando fortemente o acúmulo de amido na fase final de maturação (GALHO et al., 2007). Em frutos jovens de *Selenicereus setaceus* Rizz., o teor de amido se encontrava em altos teores, decrescendo com o decorrer do desenvolvimento (RODRIGUES, 2010), comportamento similar aos frutos de *Spondias mombin* L., que aos 119 DAA houve a redução do amido no final da maturação (SILVA, 2010).

Em frutos de *Myrciaria jaboticaba* Berg cv. Sabará houve redução do teor de amido ao longo do desenvolvimento (ARAÚJO et al., 2010) e em frutos de *Mouriri pusa* Gardner verificou-se degradação do amido durante o desenvolvimento, com o valor de 0,81% no último estágio (BORGES, 2012). Em frutos de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Adr. de Juss.) Müell.-Arg. não houve grandes alterações no teor de amido ao longo de todo período avaliado, mantendo-se em torno de $4,83 \pm 1,2 \text{ mg g}^{-1}$ (SOUZA, 2014).

Em relação ao teor de amido nas sementes (Figura 22), nota-se que na safra de 2011-2012 não houve ajuste dos dados, entretanto, em 2012-2013 o valor máximo de 12,28% foi alcançado aos 74 DAA, reduzindo ao longo da maturação. Na safra de 2013-2014 o aumento no teor de amido foi gradativo, alcançando o valor máximo de 13,26% aos 112 DAA, coincidindo com o período de menor valor de teor de água e condutividade elétrica das sementes.

O amido é uma substância metabolicamente inativa, armazenada em maiores conteúdos em sementes (MARCOS FILHO, 2015), cujo aumento no final da maturação das sementes pode ser associado a uma possível preparação para a germinação, uma vez que a semente necessita de disponibilização rápida de energia e a quebra de lipídios é mais lenta e demanda maior gasto energético (SOUZA, 2014). Alguns fatores como genótipo, condições climáticas, idade das sementes, fertilidade do solo e idade da planta-mãe, podem afetar a composição química das sementes (MARCOS FILHO, 2015), o que pode justificar tal variação entre os anos de estudos.

Em sementes de *Caesalpinia echinata* Lam., a quantificação inespecífica do teor de amido demonstrou uma tendência ao acúmulo ao longo da fase de maturação, sendo que o maior valor coincidiu com o período de maior acúmulo de massa fresca das sementes aos 55 DAA (MESCIA, 2008). Nas sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth., os incrementos nos teores de amido ao longo da maturação foram progressivos, ocorrendo tendência de estabilização após a quinta semana, com máximo acúmulo

(22%) na sétima semana após a antese (ALMEIDA, 2013). O teor de amido de sementes de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Adr. de Juss.) Müell.-Arg., manteve grandes alterações até 120 DAA, entretanto, observou-se aumento no conteúdo até o final da maturação, aos 175 DAA, com valores de até $31,4 \pm 1,6 \text{ mg g}^{-1}$ (SOUZA, 2014).

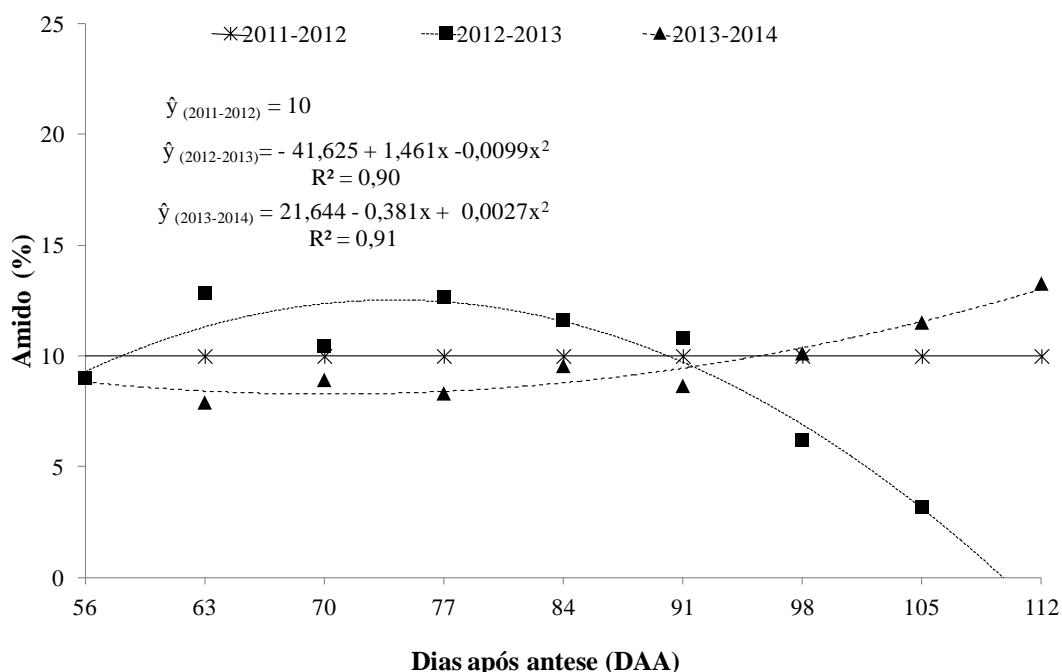


Figura 22. Evolução do conteúdo de amido de sementes de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Os dados referentes ao percentual de açúcares redutores de frutos ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 23), verificando-se que nas safras de 2011-2012 e 2012-2013, o valor máximo de açúcares redutores nos frutos ocorreu aos 98 DAA, com os valores de 14,3 e 14,2%, respectivamente. No terceiro período de avaliação, o valor máximo foi 14,4% alcançado aos 105 DAA. Com a evolução da maturação há aumento da concentração de açúcares redutores até o completo amadurecimento, com declínio posterior em função da utilização como fonte de energia (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Depois de alcançado o valor máximo de açúcares redutores nos frutos ocorreu estabilização até o final da maturação, exceto em 2012-2013, em que aos 105 DAA houve decréscimo.

O teor de açúcares redutores alcançou o valor máximo de 9,51% no último estágio de desenvolvimento dos frutos de *Ficus carica* L., aos 75 DAA (GONÇALVES et al., 2006). Em frutos de *Psidium Cattleianum* Sabine. constatou-se aumento dos

açúcares redutores até os 66 DAA e acelerando o acúmulo a partir de 80 DAA até a maturação final (GALHO et al., 2007). O teor de açúcares redutores em frutos de *Myrciaria jaboticaba* Berg cv. Sabará aumentou no decorrer do desenvolvimento, com valor médio de 0,90 a 9,40% aos 50 dias após o florescimento (ARAÚJO et al., 2010).

Nos frutos de *Spondias mombin* L. (SILVA, 2010) houve aumento nos açúcares totais e redutores paralelos ao declínio dos teores de amido, enquanto para *Malpighia emarginata* DC ocorreu acréscimo no conteúdo de açúcares redutores e totais com o prosseguimento do desenvolvimento da semente (MARANHÃO, 2010). Durante o desenvolvimento de frutos de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh verificou-se aumento significativo de açúcares redutores, coincidindo com o máximo diâmetro dos frutos (SILVA, 2012).

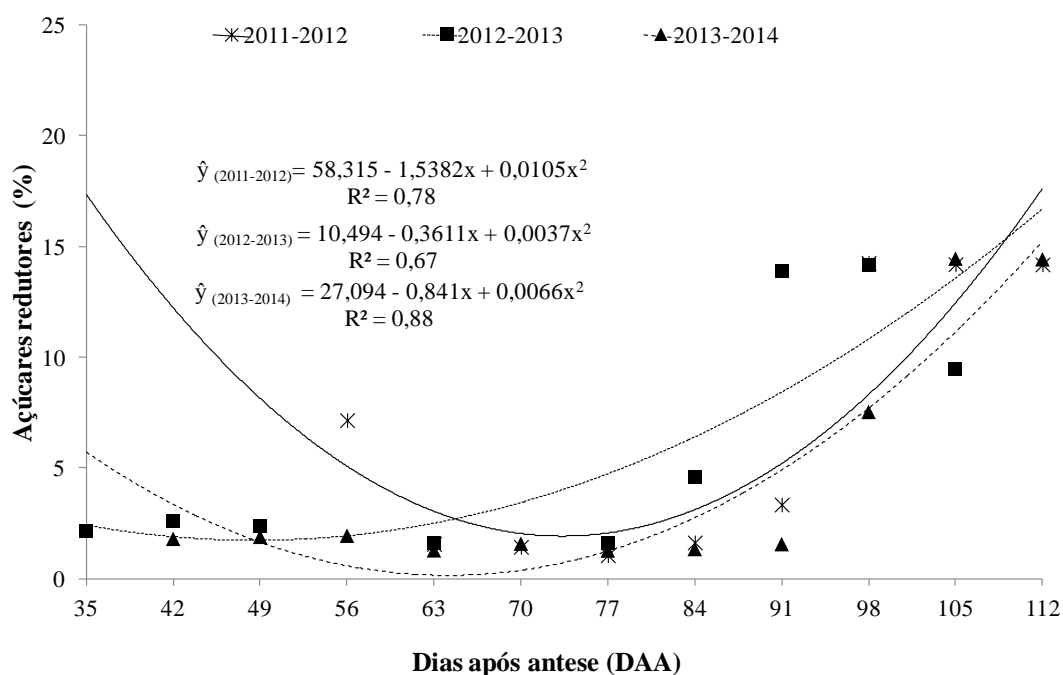


Figura 23. Evolução do conteúdo de açúcares redutores de frutos de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

O acúmulo de açúcares redutores nas sementes (Figura 24) ocorreu de forma gradativa ao longo da maturação, sendo que em 2011-2012, o valor máximo atingido foi de 11,3% aos 105 DAA, na segunda safra de avaliação (2012-2013), o valor máximo de açúcares redutores ocorreu aos 98 DAA (13,5%) e aos 112 DAA (7,8%) em 2013-2014.

Dessa forma verifica-se que, concomitantemente ao máximo acúmulo de açúcares redutores nas sementes de *S. obtusifolium* também ocorreu redução do teor de água nas mesmas, nas safras avaliadas.

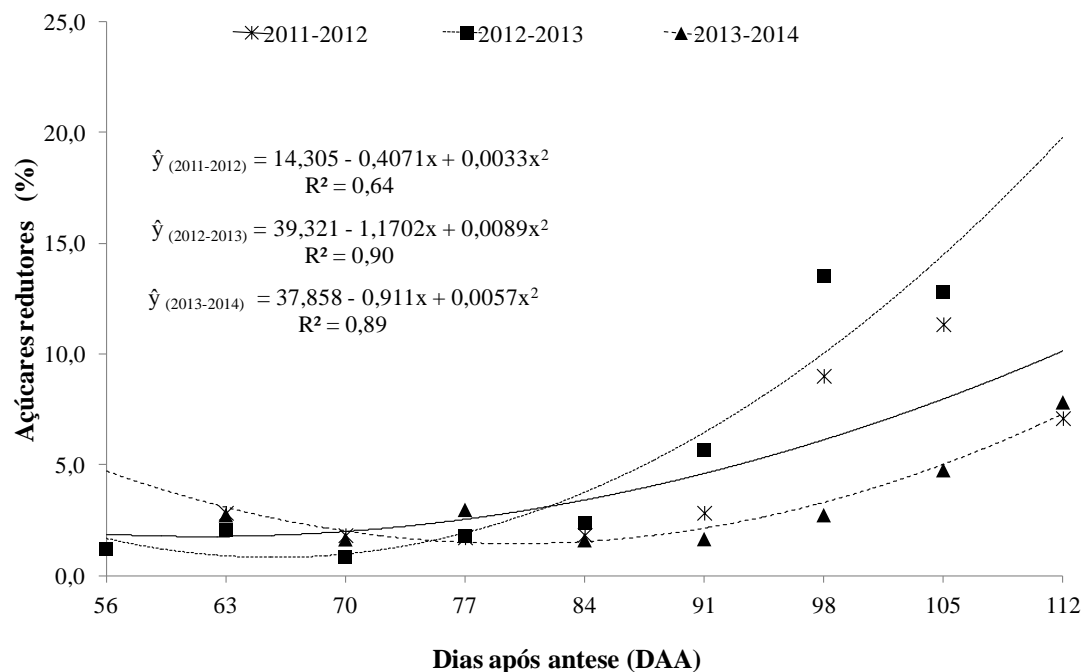


Figura 24. Evolução do conteúdo de açúcares redutores de sementes de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Em sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. observou-se redução nos teores de açúcares totais e redutores e aumento no teor de amido durante a maturação, sugerindo que parte dos açúcares está sendo direcionado para a síntese de amido (MESCIA, 2008). Nas sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. houve aumento progressivo no teor de amido e redução dos carboidratos redutores ao longo da maturação (ALMEIDA, 2013). Nos conteúdos dos açúcares redutores, durante o desenvolvimento das sementes de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Aдр. de Juss.) Müell. - Arg. constatou-se acréscimos até os 75 DAA, posteriormente, um rápido decréscimo até os 120 DAA, provavelmente indicando o final do período de intensa ocorrência de histodiferenciação (SOUZA, 2014).

Com relação ao teor de lipídios dos frutos de *S. obtusifolium* (Figura 25) observou-se que os dados ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. No teor de lipídios dos frutos houve redução no final da maturação, em que o valor máximo estimado no período de 2011-2012 foi 17,9% aos 67 DAA e os valores máximos de 16,3% (64 DAA) e 16,6% (75 DAA), em 2012-2013 e 2013-2014, respectivamente.

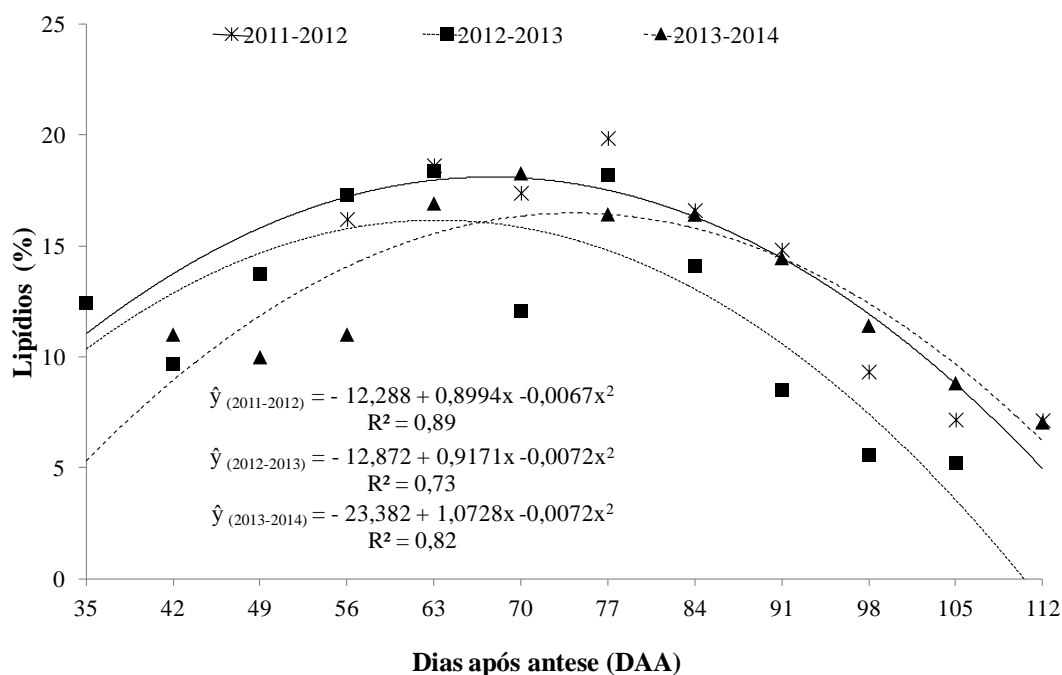


Figura 25. Evolução do conteúdo de lipídios de frutos de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Pelos resultados do teor de lipídios das sementes (Figura 26) nota-se que os dados ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, exceto para o período de 2012-2013 que não se adequou a nenhum modelo, na primeira safra (2011-2012), o valor máximo estimado (10,8%) de lipídios foi aos 89 DAA e, posteriormente houve decréscimo ao final da maturação (105 DAA) e concomitantemente observa-se que neste período ocorreu o máximo acúmulo de açúcares redutores. Em 2013-2014 ocorreu o aumento gradativo do teor de lipídios ao longo da maturação, atingindo o máximo valor estimado aos 112 DAA (16,7%), coincidindo com o máximo acúmulo de amido e açúcares redutores.

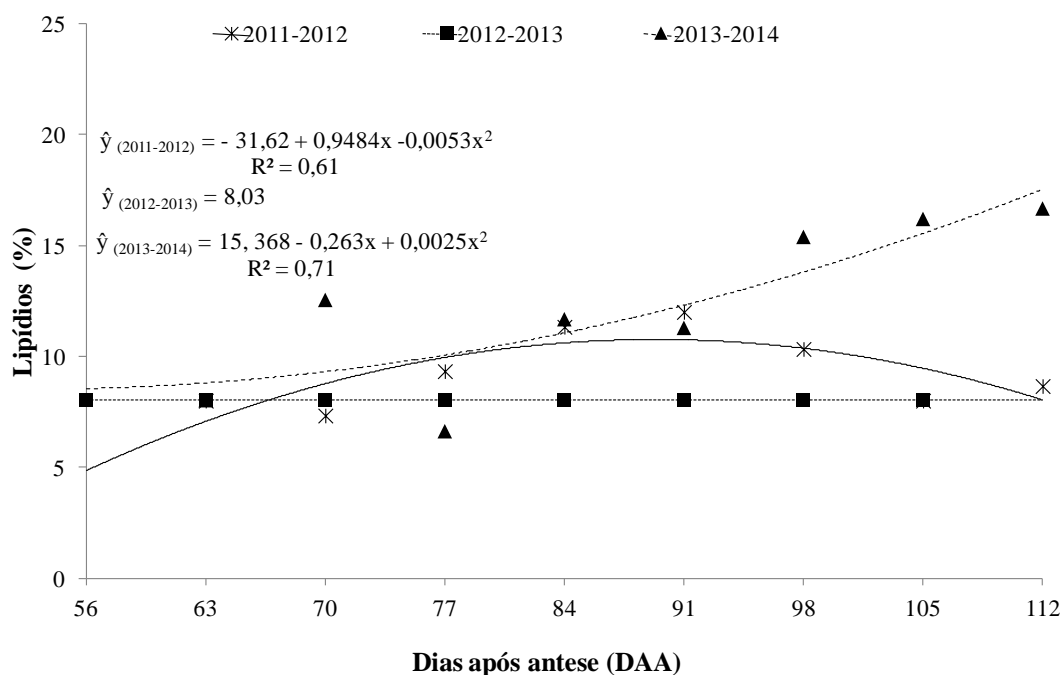


Figura 26. Evolução do conteúdo de lipídios de sementes de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

Tanto o acúmulo como a composição dos lipídios armazenados em sementes dependem de fatores genéticos e condições de campo durante a maturação, estas diferenças devem-se, principalmente, ao regime hídrico durante o período de maturação (SANTOS et al., 2012). Os lipídios são essenciais a todas as células vivas porque são componentes obrigatórios de membranas biológicas, os quais são considerados as fontes de energia mais eficientes que os carboidratos, durante a germinação, além da função de reserva e estrutural (MARCOS FILHO, 2015).

Nas sementes de *Platymiscium floribundum* Vog., o teor mais elevado de lipídios foi obtido quando estas atingiram a maturidade fisiológica (VALILLO et al., 2007). Em sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. ocorreu aumento no teor de lipídios ao longo da maturação, passando de 31 mg g⁻¹ no início da maturação (45 DAA) para 72 mg g⁻¹ na fase final (65 DAA), correspondendo a cerca de 3% do peso seco da semente (MESCIA, 2008).

Para sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. houve acúmulo de lipídios ao longo da maturação, e em geral, os teores de lipídios foram os componentes orgânicos presentes em maiores concentrações, caracterizando a espécie como oleaginosa (ALMEIDA, 2013). Durante o desenvolvimento das sementes de *Jatropha curcas* L.

houve diferença significativa nos teores de lipídeos totais, com aumento de 14,01% nestes valores, quando comparados os estádios iniciais aos finais (BRITO et al., 2015).

Para os dados do teor de proteínas nos frutos (Figura 27) verificou-se o não ajuste a modelos de regressão na primeira e segunda safra, no entanto, em 2013-2014 observa-se que o teor de proteínas nos frutos decresceu ao longo do desenvolvimento, com o valor máximo estimado 6,16% (66 DAA). Simultaneamente a redução do teor de proteína ocorreu acréscimo dos sólidos solúveis e açúcares redutores nos frutos de *S. obtusifolium*.

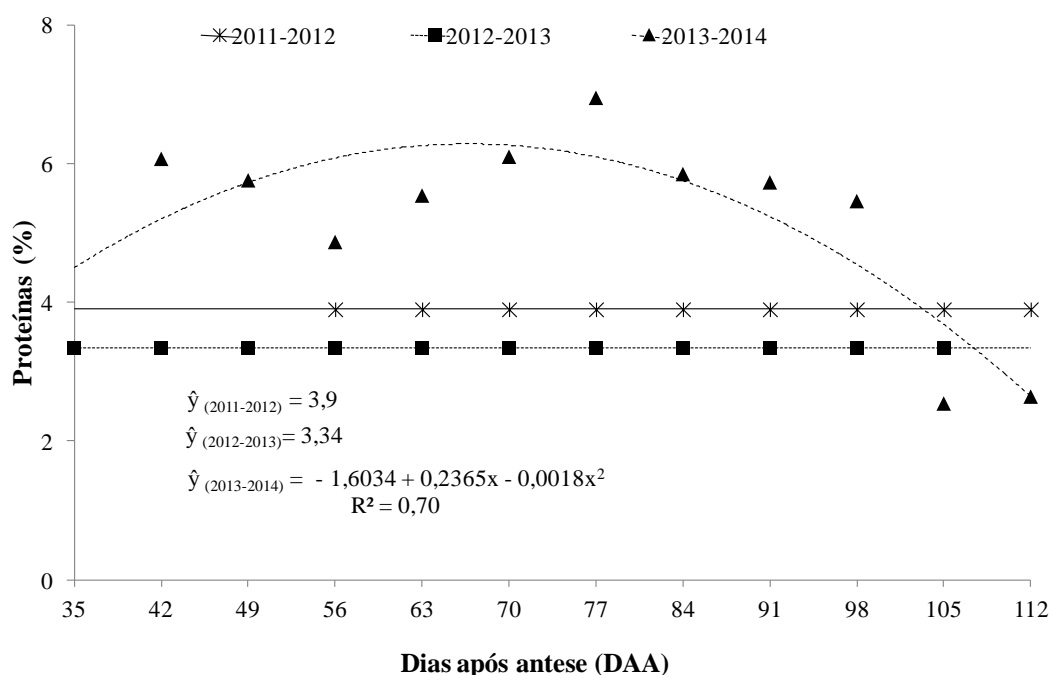


Figura 27. Evolução do conteúdo de proteínas de frutos de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

A redução das proteínas durante o desenvolvimento de frutos pode estar relacionada com sua utilização e reciclagem no processo metabólico, decorrente a atividade enzimática intensa. Em frutos de *Malpighia emarginata* DC, o conteúdo de nitrogênio total demonstrou comportamento cúbico, cuja diminuição do teor de proteína, provavelmente ocorreu devido o aumento relativo do volume do fruto e o aumento subsequente à síntese de enzimas envolvidas no amadurecimento (MARANHÃO, 2010). Nos frutos de *Syzygium cumini* Lamark houve redução do teor de proteínas ao longo da maturação dos frutos (BRANDÃO et al., 2011).

Em relação ao teor de proteínas nas sementes (Figura 28), na primeira (2011-2012) e segunda safra (2012-2013) não houve ajuste dos dados aos modelos de regressão. Na terceira safra, o acúmulo de proteínas foi gradativo durante a maturação, com o valor máximo de 7,0% aos 105 DAA, coincidindo com o máximo acúmulo de massa seca, germinação e vigor, avaliado pelos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação das sementes. As proteínas são macromoléculas nitrogenadas que constituem importantes reservas alimentares em sementes da maioria das espécies, sendo após a água, os componentes mais importantes do protoplasma e essenciais para formação de novos tecidos (MARCOS FILHO, 2015).

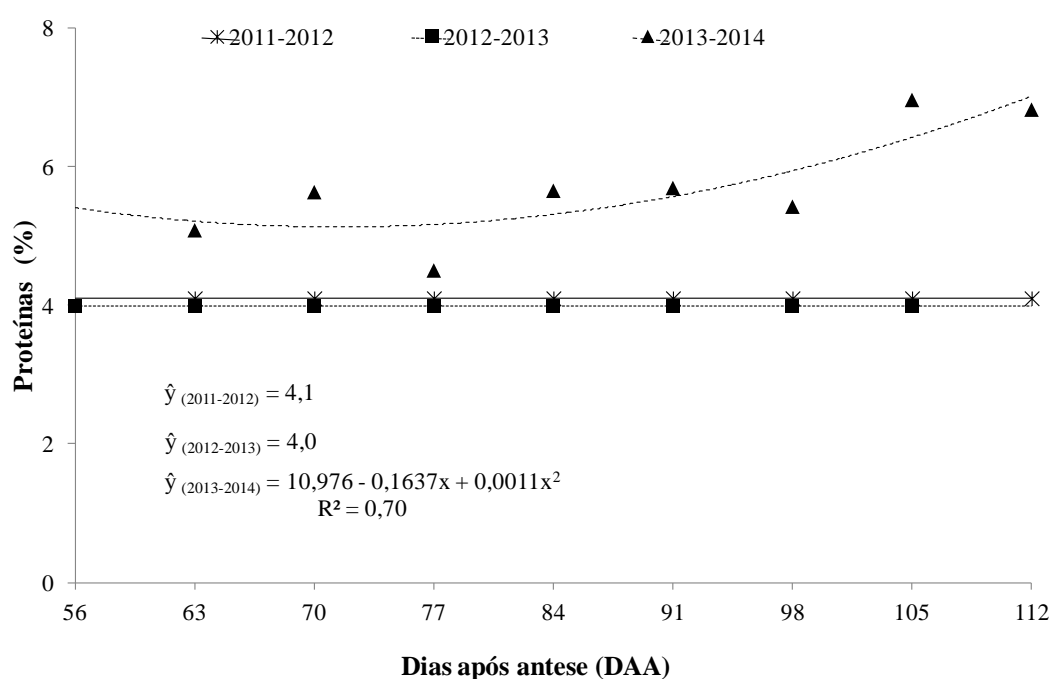


Figura 28. Evolução do conteúdo de proteínas de sementes de *S. obtusifolium* oriundos de diferentes safras durante a maturação em Boa Vista - PB (2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014).

5. CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica das sementes de *Sideroxylon obtusifolium*, ocorre entre 105 e 112 dias após a antese nas condições ambientais do município de Boa Vista-PB;

A biometria das sementes e teor de água dos frutos não são índices eficazes na determinação da maturidade fisiológica de sementes de *S. obtusifolium*;

No amadurecimento dos frutos de *Sideroxylon obtusifolium* ocorre acúmulo de sólidos solúveis e açúcares redutores;

Durante a maturação das sementes ocorre acúmulo progressivo de açúcares redutores nas sementes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, H.F.; ARAÚJO, E.F.A.; ARAÚJO, R.F.; ARAÚJO, A.V.; PINTO, C.M.F. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.12, p.1546-1554, 2013.

AGRA, M.F. **Plantas da medicina popular dos cariris velhos**. João Pessoa: União, 1996. 125p.

AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

AGUIAR, F.F.A.; PINTO, M.M.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., pau brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.1-6, 2007.

ALMEIDA, D.S. **Maturação de frutos e sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth. - Fabaceae - Faboideae)**. 73f. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2013.

ALVES, E.U.; SADER, R.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, A.U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.1-8, 2005.

ANTUNES, A.M.; VALMORBIDA, J.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Uso de reguladores vegetais na conservação refrigerada de acerolas (*Malpighia glabra* L.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1241-1245, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 17.ed. Washington: AOAC, 2002.

ARAÚJO, F.M.M.C.; MACHADO, A.V.; LIMA, H.C.; CHITARRA, A.B. Alterações físicas e químicas do fruto da jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba* Berg cv. Sabará) durante seu desenvolvimento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.2, p.109-116, 2010.

ARAÚJO, F.S.; FELIX, F.C.; PACHECO, M.V. Estádios de maturação do fruto na emergência de plântulas de *Pritchardia pacifica*. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.5, p.29-32, 2014.

ARAÚJO, R.R.; SANTOS, E.D.; LEMOS, E.E.P.; SARAIVA, J.P.B. Caracterização física e química de frutos de maçaranduba (*Manilkara salzmanii*, Sapotaceae) em uma área de tabuleiro costeiro de Alagoas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.8, n.3, p.51-55, 2012.

AROUCHA, E.M.M.; LINHARES, P.C.F.; RODRIGUES, G.S.O.; SOUZA, A.E.; QUEIROZ, R.F. Características químicas de frutos de quixabeira (*Bumelia sertorium* Mart.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.2, p.5-8, 2010.

ÁVILA, A.L.; ARGENTA, M.S.; MUNIZ, M.F.B.; POLETO, I.; BLUME, E. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.1, p.61-68, 2009.

ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1,2, p.15-29, 2010.

BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da mata atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.4, p.431-439, 2002.

BARBÉRIO, M. **Maturação de sementes de *Andira fraxinifolia* Benth. (Fabaceae) em uma área de restinga.** 2013. 53f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2013.

BARBOSA, J.M.; RODRIGUES, M.A.; PILIACKAS, J.M.; AGUIAR, I.B.; SANTOS JUNIOR, N.A. Índice de maturação de sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.786-788, 2007.

BARBOSA, J.M.; RODRIGUES, M.A.; BARBÉRIO, M.; ARAÚJO, A.C.F.B. Maturação de sementes de espécies florestais tropicais In: PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção.** Londrina, ABRATES, 2015. p.180-189.

BARROS, A.S.R. Maturação e colheita de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. **Atualização e produção de sementes.** Piracicaba: FEALQ/USP, 1986. p.107-134.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.18, n.1, p.696-698, 2008.

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.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy.** 3rd ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BLIND, A.D.; SERUDO, R.N.; MIRANDA, C.; FIGUEIREDO, J.N.R.; SILVA FILHO, D.F.; NODA, H. Biometria em frutos e sementes de mapati (*Pourouma cecropiifolia*). **Nucleus**, Ituverava, v.13, n.1, p.223-228, 2016.

BOLINA, C.C. Maturação fisiológica da semente e determinação da época adequada de colheita de colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Científica Indexada Linkania Master**, Maringá, v.3, n.3, p.1-11, 2012.

BONOME, L.T.S.; MOREIRA, S.A.F.; OLIVEIRA, L.E.M.; SOTERO, A.J. Metabolism of carbohydrates during the development of seeds of the brazilian rubber tree [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr. De Juss) Muell.-Arg.]. **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v.33, n.1, p.211-219, 2011.

BORGES, K.C.F. **Maturação dos frutos na emergência de plântulas e no potencial frutífero de pitangueira-do-cerrado (*Eugenia calycina* Cambess)**. 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

BORGES, K.C.F.; SANTANA, D.G.; MELO, B.; SANTOS, C.M. Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.471-478, 2010.

BORGES, P.R.S. **Caracterização de puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner) ao longo do seu desenvolvimento**. 2012. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

BRANDÃO, T.S.O.; SENA, A.R.; TESHIMA, E.; DAVID, J.M.; ASSIS, S.A. Changes in enzymes, phenolic compounds, tannins, and vitamin C in various stages of jambolan (*Syzygium cumini* Lamark) development. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.4, p.849-855, 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRITO, C.D.; LOUREIRO, M.B.; SOUZA JUNIOR, A.P.; FERNANDEZ, L.G.; CASTRO, R.D. Morphophysiological profile of *Jatropha curcas* L. fruits and seeds maturation. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.6, p.3615-3628, 2015.

CARRASCO, P.G.; CASTANHEIRA, S.A. Recipientes e substratos na produção de mudas de espécies florestais de Restinga em Ilha Comprida, SP. **Arquivos do Instituto Biologia**, v.71, p.305-307, 2004. Suplemento.

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, v.65, n.6, p.643-651, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTRO, M.M.; GODOY, A.R.; CARDOSO, A.I.I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1491-1495, 2008.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, 2004. p.149-162.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 2005. 2.ed. 783p.

CHITARRA, J.F.; MORI, E.S.; NAKAGAWA, J.; OHTO, C.T.; PINTO, C.S.; FERNANDES, K.H.P. Época de colheita de sementes de pau-jacaré *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.7, n.12, 2008.

COMMBE, B.G. The development of fleshy fruits. **Plant Physiology**, Rockville, v.27, p. 207-228, 1976.

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**, Londrina, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

COSTA, E.M.M.B.; BARBOSA, A.S.; FLORENTINO, V.G.B.; SILVA, J.D.F.; TROVÃO, D.M.B.M; MEDEIROS, A.C.D. *In vitro* antimicrobial activity of plant extracts of semi-arid region of Paraíba, PB, Brazil. **Revista Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 28, n.4, p. 101-104, 2013.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZOTA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

DANTAS, B.F.; MATIAS, J.R.; MENDES, R.B.; RIBEIRO, R.C. “As sementes da caatinga são...”: um levantamento das características das sementes da caatinga. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.24, n.3, p.18-23, 2014.

DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P. **Seed vigor and vigor tests**. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, Washington, v.50, n.1, p.124-129, 1960.

DELOUCHE, J.C. Seed maturation. In: **Handbook of seed technology**. Mississippi State University, State College, Mississippi, 1971. p.17-21.

DELOUCHE, J.C. Recentes conquistas de pesquisa tecnológica de sementes. In: DELOUCHE, J.C. **Pesquisas em sementes no Brasil**. Brasília: AGIPLAN, 1975. p.27-36.

DIAS, D.C.F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.5, n.6, p.22-24, 2001.

DRANSKI, J.A.L.; PINTO JUNIOR, A.S.; STEINER, F.; ZOZ, T.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; GUIMARÃES, V.F. Physiological maturity of seeds and colorimetry of fruits of *Jatropha curcas* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.32, n.4, p.158-165, 2010.

DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N. Relações fonte: dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.28, n.3, p.271-276, 2010.

DUCCA, C.A.D.; SOUZA, N.M.; PRETE, C.E.C. Qualidade fisiológica e lipídios totais de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de épocas de colheita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.4, p.364-368, 2015.

EVELAND, A.L.; JACKSON, D.P. Sugars, signalling, and plant development. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.63, n.9, p.3367-3377, 2012.

FENNER, M. **Seed ecology**. New York: Chapman e Hall. 1985. 151p.

FIGLIOLIA, M.B.; KAGEYAMA, P.Y. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook et Arn. em floresta ripária do rio Moji Guaçu, município de Moji Guaçu, SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.6, n. único, p.13-52, 1994.

FIGLIOLIA, M.B. Colheita de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.1-12.

FIGUEIREDO, F.J.; LIMA, V.L.A.G. Antioxidant activity of anthocyanins from quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) fruits. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.17, n.3, p.473-479, 2015.

FONSECA, F.L.; MENEGARIO, C.; MORI, E.S.; NAKAGAWA, J. Maturidade fisiológica das sementes do ipê amarelo, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.69, p.136-141, 2005.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p.9-13.

GALHO, A.S.; LOPES, N.F.; BACARIN, M.A.; LIMA, M.G.S. Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium Cattleyanum* Sabine durante o ciclo de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.61-66, 2007.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; SOUZA, C.S.; CALAFANTE, P.L.P. Características físicas e químicas de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.34-37, 2007.

GEMAQUE, R.C.R.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.84-91, 2002.

GIOVANNONI, J.J. Genetic regulation of fruit development and ripening. **The Plant Cell**, Waterbury, v.16, p. S170-S180, 2004.

GOMES, R.; PINHEIRO, M.C.B.; LIMA, H.A.; FERNANDES, L.D.R.S. Biologia floral de *Manilkara subsericea* e de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) em restinga. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.2, p.271-283, 2010.

GONÇALVES, C.A.A.; LIMA, L.C.O.; LOPES, P.S.N.; PRADO, M.E.T. Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.220-229, 2006.

GUIMARÃES, D.M.; BARBOSA, J.M. Coloração dos frutos como índice de maturação para sementes de *Machaerium brasiliense* Vogel (Leguminosae - Fabaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.567-569, 2007.

GUIMARÃES, D.M. **Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae): da floração à dispersão de sementes**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2009.

GURJÃO, K.C.O.; BRUNO, R.L.A.B.; ALMEIDA, F.A.C.; PEREIRA, W.E.; BRUNO, G.B. Desenvolvimento de sementes e frutos de tamarindo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.351-354, 2006.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA, E.M.J. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss). **Revista Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. 620p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: IAL, 2008. 1.ed. digital. 1020p.

JÁCOME, M.F. **Estádios de maturação de frutos, secagem e armazenamento de sementes de tabaco**. 2014. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

JUSTINO, E.V. **Maturação fisiológica e taxa de cruzamento natural na produção de sementes de *Capsicum***. 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

KALEMBA, E.M.; PUKACKA, S. Association of protective proteins with dehydration and desiccation of orthodox and recalcitrant category seeds of there *Acer* genus species. **Journal Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.31, n.3, p.351-362, 2012.

KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F. **Plano de manejo para espécies da caatinga ameaçadas de extinção na reserva legal do projeto salitre**. Petrolina, 2011. 55p. (EMBRAPA semiárido. Documentos, 243).

KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.T.V.D.; SILVA, P.P. Biologia reprodutiva de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) na região semiárida da Bahia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.6, p.1015-1025, 2014.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2.ed. Campinas-SP: Livraria e Editora Rural Ltda, 2002.214p.

LAZAROTTO, M.; BELTRAME, R.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina crista-galli* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.1, p.9-16, 2011.

LEMES, E.Q. **Qualidade fisiológica de sementes de paineira em função do estágio de maturação, temperaturas cardinais e estresse salino**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

LIMA, C.R. **Avaliações ecofisiológicas em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.** 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U.; ANDRADE, A.P. Physiological maturity of fruits and seeds of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.34, n.2, p.231-240, 2012.

LIMA, E.Q. **Estudo etnobotânico e de compostos bioativos de frutos de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.) nativa do semiárido nordestino do Brasil**. 2014. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

LOPES, I.S.; NÓBREGA, A.M.F.; MATOS, V.P. Maturação e colheita da semente de *Amburana cearensis* (Allem.) A. C. Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.3, p.565-572, 2014.

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.; MATHEUS, M.T.; CORRÊA, N.B.; SILVA, D.P. Germinação de sementes de embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns) em diferentes estádios de maturação e substratos. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.2, p.331-337, 2008.

LORENZI, H. **Plantas medicinais no Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p.183-184.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo *in natura*. São Paulo: Plantarum, 2006. 640p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. São Paulo: Plantarum, 2008. v.1, 384p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

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

MANTOVANI, E.C.; SILVA, R.F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.27, n.152, p.356-368, 1980.

MARANHÃO, C.M.C. **Caracterização física, físico-química e química do fruto de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC), variedade Okinawa, durante o seu desenvolvimento**. 2010. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MARTINS, C.C.; BELISARIO, L.; TOMAZ, C.A.; ZUCARELI, C. Condições climáticas, características do fruto e sistema de colheita na qualidade fisiológica de sementes de jacarandá. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.627-632, 2008.

MATA, M.F.; SILVA, K.B.; BRUNO, R.L.A.; FELIX, L.P.; MEDEIROS FILHO, S.; ALVES, E.U. Maturação fisiológica de sementes de ingazeiro (*Inga striata* Benth.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.2, p.549-566, 2013.

MATARAZZO, P.H.M.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, 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.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C.; CORRÊA, N.B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.4, p.619-627, 2011.

MENDES, T.D.C. **Crescimento e fisiologia do amadurecimento em frutos de jiló (*Solanum gilo*)**. 2013. 75f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MENEZES, T.P.; RAMOS, J.D.; LIMA, L.C.O.; COSTA, A.C.; NASSUR, R.C.M.R.; RUFINI, J.C.M. Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.2, p.631-644, 2015.

MESCIA, T.B. **Alterações bioquímicas e ultra-estruturais nas paredes celulares de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil) durante a maturação e o armazenamento**. 2008. 73f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2008.

MIRANDA, M.R.A.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; SOARES, A.A.; BENBADIS, A.K. Caracterização físico-química e histológica do desenvolvimento de Sapoti. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.4, p.575-582, 2008.

MISHRA B.S.; SINGH, M.; AGRAWAL, P.; LAXMI, A. Glucose and auxin signaling interaction in controlling *Arabidopsis thaliana* seedlings root growth and development. **PLOS ONE**, Bethesda, v.4, n.2, p.4502, 2009.

MOLIZANE, D.M. **Estabelecimento e superação de dormência em sementes de *Erythrina speciosa* Andrews**. 2012. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

NAKADA, P.G.; OLIVEIRA, J.A.; MELO, L.C.; GOMES, L.A.A.; PINHO, E.V.R.V. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.33, n.1, p.113-122, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. cap.3, p.49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J.; MORI, E.S.; PINTO, C.S.; FERNANDES, K.H.P.; SEKI, M.S.; MANEGHETTI, R.A. Maturação e secagem de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (canafístula). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.49-56, 2010.

NASCIMENTO, I.L. Determinação de metodologias para teste de germinação e vigor de sementes de quixabeira (*Bumelia obtusifolia* Roem et Schult. var. *excelsa* (DC) Mig.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, p.701-706, 2013.

NOGUEIRA, N.W.; RIBEIRO, M.C.C.; FREITAS, R.M.O.; MARTINS, H.V.G.; LEAL, C.C.P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.4, p.876-883, 2013.

OLIVEIRA, G.M.; MATIAS, J.R.; RIBEIRO, R.C.; BARBOSA, L.G.; SILVA, J.E.S.B.; DANTAS, B.F. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas, **Scientia Plena**, Aracaju, v.10, n.4, p. 1-6, 2014.

OLIVEIRA, O.S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: UFPR, 2012. 404p.

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**, Florianópolis, v.25, n.3, p.11-18, 2012.

PAVITHRA, H.R.; GOWDA, B.; SHIVANNA, M.B. Biochemical changes in the composition of developing seeds of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.53, n.49, p.199-208, 2014.

PEDROSA, K.M.; GOMES, D.S.; LUCENA, C.M.; PEREIRA, D.D.; SILVINO, G.S.; LUCENA, R.F.P. Uso e disponibilidade local de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (quixabeira) em três regiões da depressão sertaneja da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Biofar**, Campina Grande, v. especial, p.158-183, 2012.

PEOPLES, M.B.; PATE, J.S.; ATKINS, C.A.; MURRAY, D.R. Economy of water, carbon, and nitrogen in the developing cowpea fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v.77, n.1, p.142-147, 1985.

PEREIRA, F.E.C.B.; TORRES, S.B.; SILVA, M.I.L.; GRANGEIRO, L.C.; BENEDITO, C.P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, n.4, p.737-744, 2014.

PEREIRA JÚNIOR, L.R.; ANDRADE, A.P.; ARAÚJO, K.D.; BARBOSA, A.S.; BARBOSA, F.M. Espécies da caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. **Floresta e Ambiente**, Soropédica, v.21, n.4, p. 509-520, 2014.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; ACHUCH, L.O. B. Produção de Sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MANEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária UFpel 2012. p.13-100.

PESSOA, R.C. **Estádios de frutificação e qualidade fisiológica de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth.** 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007.

PESSOA, R.C.; MATSUMOTO, S.N.; MORAIS, O.M.; VALE, R.S.; LIMA, J.M. Germinação e maturidade fisiológica de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth relacionadas a estádios de frutificação e conservação pós-colheita. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.617-625, 2010.

PESSOA, A.M.S.; MANN, R.S.; SANTOS, A.G.; RIBEIRO, M.L.F. Influência da maturação de frutos na germinação, vigor e teor de óleo de sementes de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.). **Scientia Plena**, Aracaju, v.8, n.7, p.1-11, 2012.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coords.). **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. p.215-274.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M., FREIRE, J.M., SILVA, L.D. Parâmetros genéticos para colheita de sementes de espécies florestais. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; LELES, P.S.S.; BREIER, T.B. (Eds.) 1.ed. **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**. Seropédica: Riosba - Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. 2007. p.51-102.

PINTO, P.M.; JACOMINO, A.P.; SILVA, S.R.; ANDRADE, C.A.W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.6, p.605-612, 2013.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. 2.ed. Brasília, 1985. 289p.

REBOUÇAS, A.C.M.N.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 183-192, 2012.

REIS, E.R. Maturação de sementes florestais. In: HOPPE, J.M. (Org.). **Produção de sementes e mudas florestais**. Caderno Didático n.1, 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2004. p.46-61.

ROCHA, E.A.L.S.S.; CARVALHO, A.V.O.R.; ANDRADE, S.R.A.; TROVÃO, D.M.M.B.; MEDEIROS, A.C.D.; COSTA, E.M.M.B. Atividade antimicrobiana “*in vitro*” de extratos hidroalcoólicos de plantas medicinais do Nordeste brasileiro em bactérias do gênero *Streptococcus*. **Pesquisa Brasileira Odontopediatria e Clínica Integrada**, João Pessoa, v.13, n.3, p.233-238, 2013.

RODRIGUES, G.S.O.; AROUCHA, E.M.; LINHARES, P.C.F.; QUEIROZ, R.F.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, P.A.; SOUZA, A.E. Características químicas de frutos da quixabeira. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.1473-1476, 2007.

RODRIGUES, H.N.B.; SOUZA, P.A.; COELHO, E.L.; SOUZA, F.X.; FREITAS, R.V.S. Qualidade de frutos de cajazeira em diferentes estádios de maturação provenientes de clones cultivados no Ceará-CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.3, p.38-43, 2012.

RODRIGUES, L.J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010.164f. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 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.

RYALL, A.L.; LIPTON, W.J. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables**. 2.ed. Westport: Avi, 1979. v.1, 587p.

SANTOS, E.D.; ARAÚJO, R.R.; ARAÚJO NETO, J.C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) em diferentes pontos de maturação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v.3, n.1, p.14-17, 2007.

SANTOS, H.H.D.; MATOS, V.P.; ALBUQUERQUE, A.P.C.; SENA, L.H.M.; FERREIRA, E.G.B.S. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Averrhoa bilimbi* L. oriundas de dois estádios de maturação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, p.1995-2002, 2014.

SANTOS, S.B.; MARTINS, M.A.; AGUILAR, P.R.M.; CANESCHI, A.L.; CARNEIRO, A.C.O.; DIAS, L.A.S. Acúmulo de matéria seca e óleo nas sementes de pinhão-mansão e qualidade do óleo extraído. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p.209-215, 2012.

SCHULZ, D.G.; ORO, P.; VOLKWEIS, C.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Maturidade fisiológica e morfometria de sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. **Floresta e Ambiente**, Soropédica, v.21, n.1, p.45-51, 2014.

SENA, C.M.; GARIGLIO, M.A. **Sementes florestais**: colheita, beneficiamento e armazenamento. Brasília: IBAMA, 1998. 26p.

SILVA, E.P.; BOAS, E.V.B.V.; 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, F.V.G. **Maturação, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de genótipos de cajazeiras no BAG EMEPA - PB**. 2010. 191f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SILVA, G.G.; MORAIS, P.L.D.; ROCHA, R.H.C.; Caracterização do fruto de cajanazeira em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.2, p.159-163, 2009.

SILVA, G.L.; MEDEIROS FILHO, S.; ZANDAVALLI, R.B.; PEREIRA, D.S.; SOUSA, G.G. Biometria e emergência de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em função da coloração do fruto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.635-642, 2013.

SILVA, J.P.N.; CENTENO, D.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L.; BARBEDO, C.J. Maturation of seeds of *Poincianella pluviosa* (Caesalpinoideae). **Journal of Seed Science**, Londrina, v.37, n.2, p.131-138, 2015.

SILVA, K.B. **Tecnologia de sementes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.]**. 2011. 96f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; MATOS, V.P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p.59-64, 2012.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; RODRIGUES, P.A.F.; SOUSA, N.A.; AGUIAR, V.A. Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. **Revista Eletrônica da PUC-SP**, São Paulo, v.7, n.3, p.281-300, 2014a.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; SOUSA, N.A.; AGUIAR, V.A. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v.35, n.1, p.13-22, 2014b.

SILVA, L.M.M. **Maturação fisiológica de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm.** 2002. 61f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; MATOS, V.P.; VIÉGAS, R.A.; MENDONÇA, I.F.C. Physiological maturity of *Cnidoscylus quercifolius* Pax & K. Hoffm. seeds. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.77, p.15-20, 2008.

SILVA, T.V. **Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e maracujazeiro doce**. 2008. 155f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.

SILVA, V.X. **Determinação do ponto de colheita do camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh] por meio de atributos de qualidade e funcionais**. 2012. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

SOUSA, E.P.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M.; SILVA, L.M.M.; SOUSA, F.C. Caracterização físico-química da polpa de sapoti oriunda do Estado do Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.1, p.45-48, 2012.

SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; SOUSA JÚNIOR, S.P.; NERY, A.R.; LIMA, A.N. Estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Boa Vista - PB, utilizando geoprocessamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.22-30, 2008.

SOUTO, P.C.; SALES, F.C.V.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.; SOUZA, A.A. Biometria de frutos e número de sementes de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. no semiárido da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.1, p.108-113, 2008.

SOUZA, E.S. **Desenvolvimento de sementes e crescimento inicial de *Vernonanthura phosphorica* (Vell.) H. Rob.** 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SOUZA, G.A. **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Ait.) Müell.-Arg.] durante o desenvolvimento e o armazenamento.** 2014. 135f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 4ªed. Porto Alegre: Artmed, 2009.820p.

TUNES, M.L.; PEDROSO, D.C.; BADINELLI, P.G.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A; MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.1, p.33-37, 2011.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman & Hall, 1993. p.1-51.

VALLILO, M.J.; CARUSO, M.F.S.; TAKEMOTO, E.; PIMENTEL, S.A. Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.19, n.2, p.73-80, 2007.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

VILELA, X.M.S. **Maturação fisiológica de sementes de berinjela**. 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

WALTERS, C.; BERJAK, P.; PAMMENTER, N.; KENNEDY, K.; RAVEN, P. Preservation of recalcitrant seeds. **Science**, Cambridge, v.339, n.6122, p.915-916, 2013.

WATADA, A. E.; HERNER, R. C.; KADER, A. A.; ROMANI, R. J.; STABY, G. L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **Hortscience**, v.19, n.1, p.20-21, 1984.

WELBAUM, G.E.; BRADFORD, K.J. Water relations of seeds development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). I. Water relations of seeds and fruit development. **Plant Physiology**, Rockville, v.86, n.1, p.406-411, 1988.