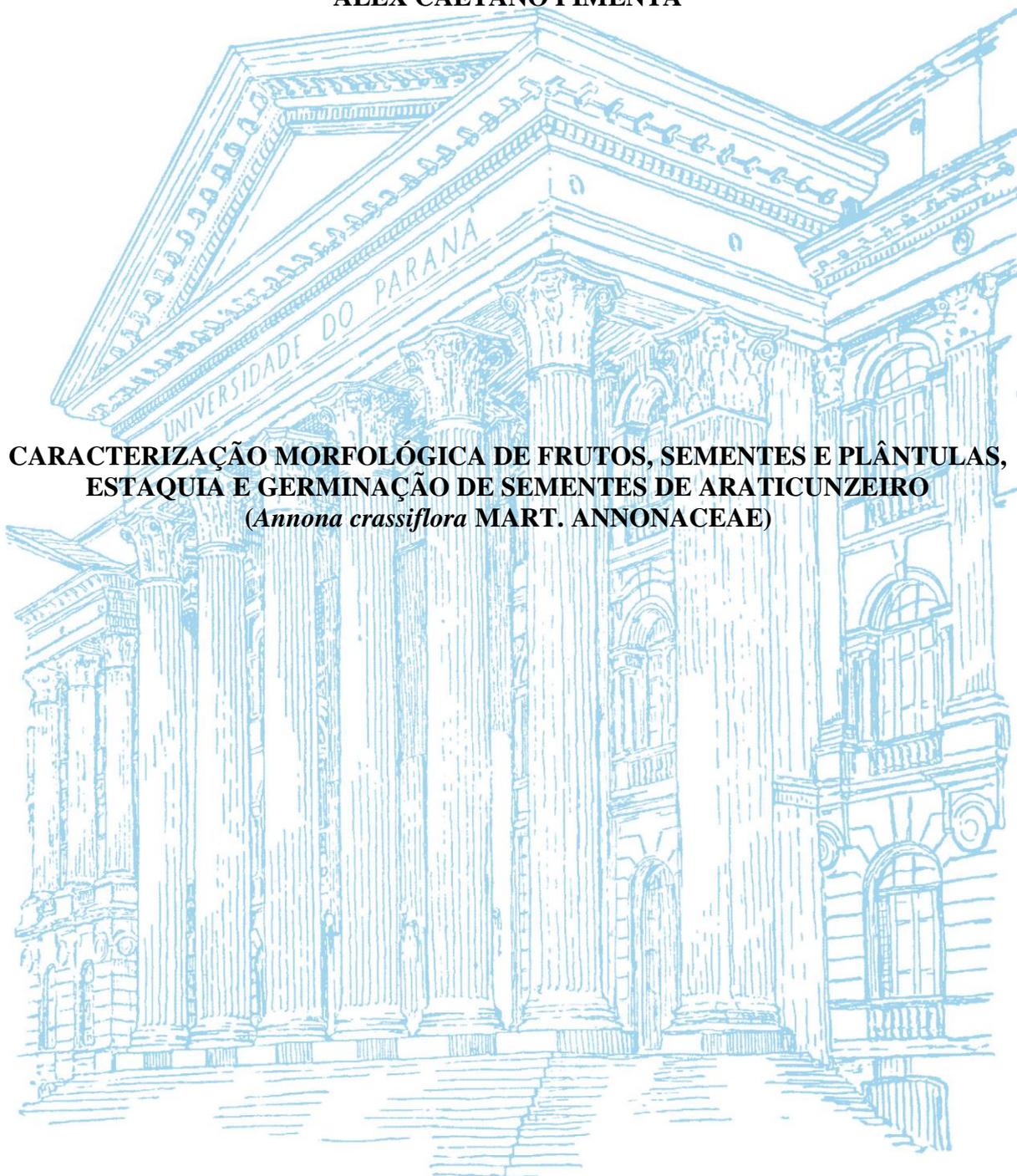


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**ALEX CAETANO PIMENTA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS,  
ESTAQUIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARATICUNZEIRO**  
*(Annona crassiflora MART. ANNONACEAE)*



**CURITIBA**

**2014**

**ALEX CAETANO PIMENTA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS,  
ESTAQUIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARATICUNZEIRO**  
*(Annona crassiflora MART. ANNONACEAE)*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira

Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

Profa. Dra. Maristela Panobianco

**CURITIBA**

**2014**

P644 Pimenta, Alex Caetano

Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas, estaquia e germinação de sementes de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. Annonaceae). / Alex Caetano Pimenta.

Curitiba : 2014.

123 f. il.

Orientadora: Katia Christina Zuffellato-Ribas.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.

1. Fruticultura – Cerrados - Brasil. 2. Araticum - Pesquisa.  
I. Zuffellato-Ribas, Katia Christina. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. III. Título

CDU 634.41



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

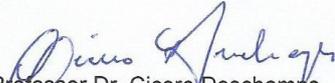


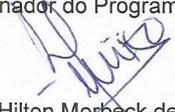
## PARECER

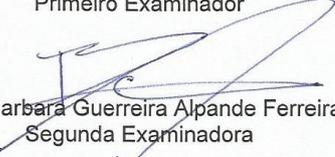
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **ALEX CAETANO PIMENTA**, sob o título **“CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS, ESTAQUIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARATICUNZEIRO (*Annona crassiflora* MART. ANNONACEAE)”**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

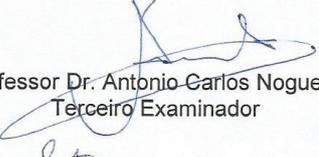
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.

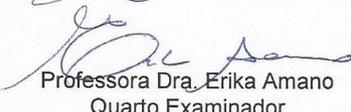
Curitiba, 02 de Junho de 2014.

  
Professor Dr. Cicero Deschamps  
Coordenador do Programa

  
Professor Dr. Hilton Morbeck de Oliveira  
Primeiro Examinador

  
Dra. Barbara Guerreira Alpande Ferreira  
Segunda Examinadora

  
Professor Dr. Antonio Carlos Nogueira  
Terceiro Examinador

  
Professora Dra. Erika Amano  
Quarto Examinador

  
Professora Dra. Katia Christina Zuffellato Ribas  
Presidente da Banca e Orientadora

*Aos professores que extraem e lapidam as potencialidades do aluno  
e permitem-no construir seu próprio conhecimento.*

*Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

A maior parte do que está escrito nesse documento representa minhas reflexões e, por este motivo, devo assumir erros e omissões aqui presentes. Todavia, um trabalho dessa magnitude não se faz sozinho e, preciso creditar os melhores resultados àqueles que de alguma forma muito contribuíram para a efetivação dessa Tese, e que em algum momento estiveram juntos de mim nesses quatro anos de doutorado. A formalidade me faz organizar as menções, e isso fará que alguns sejam citados antes que outros, porém expesso meu mais puro sentimento de modo similarmente a todos:

Agradeço a Deus, sempre presente na minha vida.

Agradeço minha orientadora e amiga, Profa. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas, pessoa especial que muito me ensinou e me fez pesquisador. Katia, eu divido com você as conquistas que o Mestrado e o Doutorado me proporcionaram.

Sou muito grato ao senhor Aramy Athayde Cabeleira e sua esposa senhora Joice Bettim Cabeleira, proprietários da fazenda Cascata do Andorinha, pela cessão da propriedade para o estudo.

Agradeço ao casal Eder Luiz Almeida e Ruthy Meyre Costa Fonceca, meus ex-alunos e hoje amigos que me apresentaram o araticunzeiro, auxiliaram em coletas e experimentos pilotos e me motivaram a iniciar esses estudos. De modo similar agradeço também à Patrícia Sedrez da Rosa e Silva, amiga e pesquisadora de suma importância para a realização desse trabalho.

Sou grato aos colegas do Laboratório de sementes do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná - UFPR, onde parte desse trabalho foi desenvolvida, e em especial à Dra. Suelen Santos Rego e ao Prof. Dr. Antônio Carlos Nogueira, que também é coorientador dessa Tese.

Meus sinceros agradecimentos aos amigos do Laboratório de Análise de sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, que sempre estavam a postos para as discussões. Meu muito obrigado a Rose (técnica), Bruna, Camila, Grasi, Mariana, Nogueira, Rosemeire, Sibelle e Tereza. Obrigado a Profa. Dra. Maristela Panobianco, coorientadora que

muito contribuiu para que esse trabalho se efetivasse.

Minha gratidão à colega Renata Padilha Bolzan pela ajuda com as análises da polpa bem como à Profa. Dra. Francine Lorena Cuquel responsável pelo Laboratório de Pós-Colheita da UFPR.

Agradeço ao Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, que integrou o comitê de orientação dessa Tese e me foi muito prestativo com seus ensinamentos.

Obrigado a todos os amigos do Grupo de Estudo e Pesquisa em Estaquia – GEPE, em especial à Bárbara, ao Carlos, à Eliziane, ao Ernani, à Helena e à Luciele pelas discussões, trabalhos em equipe e companheirismo.

À Lucimara Antunes, secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal da UFPR, que com muito carisma e eficiência trata das formalidades que o curso exige.

Aos pesquisadores e técnicos da Embrapa Florestas e à própria empresa que possibilitou a realização de alguns experimentos.

Agradeço ao Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT, Instituição da qual sou servidor, por conceder o afastamento que me possibilitou a realização desse curso de Doutorado. Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Ademir José Conte, Pró-Reitor de Pesquisa e gestor dos processos junto à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Agradeço a CAPES pela concessão das bolsas de Doutorado (PIQDTec) e Doutorado Sanduíche, bem como outros bônus e serviços que oportunizaram a realização do estágio na Itália.

Meu muito obrigado à *Università di Pisa*, Itália e aos colegas do *Laboratorio di Fisiologia Vegetale* onde realizei o estágio doutoral. Aos doutores Lara Lombardi, Lorenzo Mariotti, Maurizio Curadi e Piero Picciarelli. *Grazie amici, grazie a tutti.*

Agradeço aos professores dos programas de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal da UFPR, Pós-Graduação em Botânica da UFPR em especial a Profa. Dra. Erika Amano; agradeço as professoras Dra. Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque e Dra. Sânia Lúcia Camargos do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

Sou grato aos “Maroleiros de Paraguaçu - MG”; pesquisadores, produtores e comerciantes que se envolvem com a “cultura” do araticunzeiro (marolo) e com os quais tive a grata oportunidade de dividir experiências práticas.

Por fim, agradeço a toda minha família pelos incentivos e auxílios prestados. Meus profundos agradecimentos, com muito carinho e amor à minha esposa Silvia, mulher companheira, que colocou sua própria carreira em pausa para que eu pudesse fazer esse Curso. Além disso, me presenteou com o Arthur, nosso filho, a quem também agradeço.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

**Alex Caetano Pimenta**, filho de Joaquim Caetano Pimenta e Helena Pinheiro Pimenta, nascido em 17 de dezembro de 1974, na cidade de Umuarama, Paraná. É casado com Silvia Jacinta Ritter Pimenta e pai de Arthur Ritter Pimenta.

Realizou toda sua educação básica em escolas públicas nos Estados de Mato Grosso e Paraná. Em 2001 recebeu o grau de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, conferido pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *Campus* de Rondonópolis. Entre 2001 e 2003, realizou estágio na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Florestas), em Colombo - PR, trabalhando com propagação vegetativa. Em 2003 defendeu Dissertação de Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal, na Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba - PR, com trabalho intitulado “Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.”, e obteve o título de Mestre em Ciências.

Atuou como professor de Ciências e Biologia em escolas da Rede Estadual de Educação do Estado do Paraná. Foi professor no Centro Estadual de Educação Profissional e Tecnológica de Mato Grosso (CEPROTEC), em Barra do Garças - MT e no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em Nova Xavantina - MT. Em 2006, tornou servidor público federal, na função Professor de Biologia, no extinto Centro Federal de Educação Tecnológica de Cuiabá (CEFET Cuiabá), atualmente denominado Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), *Campus* São Vicente.

Em 2010 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná (UFPR). No ano de 2013, realizou estágio doutoral, modalidade sanduíche na *Università di Pisa*, em Pisa, Toscana, na Itália.

**Pindorama Terra Brasilis** (Mota, Josué.).

*“ (...) No nosso depauperado Cerrado,  
Ainda, se encontram raros  
E cada vez mais caros.  
Seu fruto: Articum ou Araticum (...);  
Araticum do Cerrado;  
Marolo (...)”*

***“Marolo, maroleiro, pé de marolo!***

***Marolo do cerrado, pede um agrado! (...)***

Araujo, Simão Pedro (2011)

## RESUMO

O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae) é uma frutífera nativa do Cerrado brasileiro, de alto valor ecológico e com elevado potencial para o fornecimento de matéria prima às indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. Seus frutos são muito apreciados como alimento pela população humana local, dadas suas qualidades organolépticas e nutricionais. Todavia, é uma cultura essencialmente extrativista e carente de informações básicas e aplicadas, tanto no sentido de conhecer a espécie em seu estado natural, para fins de conservação, quanto no sentido de organizá-la em uma cadeia produtiva, com fins comerciais. O presente trabalho teve como objetivo geral ampliar os conhecimentos sobre o araticunzeiro, no que tange à: morfologia de frutos, sementes e plântulas; caracterização de plantas matrizes e dos atributos da pós-colheita de frutos; propagação vegetativa via estaquia; e germinação de sementes. Os experimentos foram desenvolvidos entre os anos de 2010 e 2012, no Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), localizado em Santo Antônio do Leverger - MT e na Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizada em Curitiba - PR. Envolveram ainda a fazenda Cascata do Andorinha, situada no Município de Santo Antônio do Leverger - MT, onde encontram-se as plantas matrizes que forneceram material para este trabalho. Para a caracterização morfológica foram utilizados 42 frutos e 100 sementes, e para a caracterização de plântulas foram semeadas 100 sementes. Nas plantas matrizes, mensuraram-se diâmetro do caule, altura e produção de frutos; nos frutos foram aferidos diâmetros e massa de suas partes; na polpa, efetuaram-se determinações de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH e umidade. Nos experimentos de estaquia, estacas caulinares tiveram suas bases imersas em solução hidroalcoólica com diferentes concentrações de ácido indol butírico (IBA), sendo mantidas em casa de vegetação por 60 dias. Paralelamente, realizaram-se análises anatômicas das estacas, utilizando material proveniente dos experimentos de estaquia. Para o experimento de germinação, aplicaram-se diferentes concentrações de giberelina ( $GA_3$ ) nas sementes, as quais foram mantidas em germinador até a avaliação. O araticunzeiro apresentou fruto composto, múltiplo estrobiliforme, globoso-subgloboso e carnoso; as sementes eram obovoides com tegumento glabro, castanho-claro, opaco, liso e ósseo; a germinação fora epígea e fanerocotiledonar. As plantas matrizes possuíam diâmetro médio do caule de 10,4 cm e altura média de 3,7 m, com produção média de 6,0 frutos por planta; o rendimento médio de polpa foi 45,9% e médias de SS de 17,60 °Brix, AT de 0,37% de ácido málico, relação SS/AT de 52,23, pH de 4,45 e umidade de 74,3%. Não houve enraizamento das estacas; anatomicamente, observou-se crescimento secundário, com a formação do câmbio e felogênio e forte presença de compostos fenólicos. Houve efeito significativo da aplicação de  $GA_3$  para todas as variáveis, sendo obtidos valores de até 59% e 86%, para primeira contagem e germinação respectivamente, com índice de velocidade de germinação máxima de 0,48. Conclui-se que houve uma ampliação de conhecimentos sobre o araticunzeiro, no que tange às características estudadas, resultando numa modesta contribuição ao estado geral da obra sobre a espécie.

**Palavras chave:** araticum, dormência, enraizamento, marolo, morfologia, polpa

## ABSTRACT

Araticum plant (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) is a native tree fruit of the Brazilian “Cerrado” with high ecological value and high potential for the supply of raw materials to food, pharmaceutical, and cosmetics industries. Such fruits are highly prized as food by the local human population due to its organoleptic and nutritional qualities. However, it is essentially an extractive culture and lacking of basic and applied information both about its natural status for conservation purposes as in organizing a supply chain for commercial purposes. This study aimed primarily to expand the knowledge about “araticunzeiro” regarding the morphology of fruits, seeds, and seedlings, production and characterization of matrix plants, postharvest fruit attributes, vegetative propagation by cuttings, and seeds germination. The experiments were carried out from 2010 to 2012 at the Federal Institute of Mato Grosso (Instituto Federal de Mato Grosso-IFMT) located in Santo Antonio do Leverger - Mato Grosso State-MT, Brazil, and the Federal University of Paraná (Universidade Federal do Paraná-UFPR) located in Curitiba - Paraná State-PR, Brazil. Cascata do Andorinha Farm located in Santo Antonio do Leverger, owner of the matrix plants, provided material for this study. Forty-two fruits and one hundred seeds were used for morphological characterization and one hundred seeds have been sown for seedlings characterization. Stem diameter of fruit, height, and production were measured in the matrix plants; diameter and mass of the parts were measured in the fruits; soluble solids determination (SS), titratable acidity (TA), SS/TA, pH, and moisture ratio were taken from the pulp. In the experiment of vegetative propagation, stem cuttings had their bases immersed in hydroalcoholic solution with different concentrations of indole butyric acid (IBA) and were maintained in a greenhouse for sixty days. In parallel, anatomical analyzes of cuttings were made using material from the cutting experiment. For the germination experiment, different concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) were applied in the seeds, which were kept in an incubator chamber until the evaluation phase. The “araticunzeiro” showed compound fruit, multiple cone-like, globose-subglobose, and fleshy structures; seeds were obovoid with glabrous, light brown, opaque, smooth, and osseous integument; germination was epigeal and phanerocotylar. The matrix plants had stem diameter of 10.4 cm and 3.7 m height with an average production of 6.0 fruits/plant; the average pulp yield was 45.9% and SS average of 17.60 °Brix, TA of 0.37% malic acid, SS/TA ratio of 52.23, 4.45 pH, and 74.3% moisture. There was no rooting of cuttings; anatomically, tissue in secondary growth was noted with cambium and phellogen formation and strong presence of phenolic compounds. There was significant effect of GA<sub>3</sub> for all variables with values up to 59% and 86% for the first count and germination, respectively, with speed rate of maximum germination of 0.48. It was concluded that there was an improving knowledge about the araticum plant regarding the studied characteristics resulting in a modest contribution to the overall status of the work on the species.

**Key words:** araticum, dormancy, rooting, marolo, morphology, pulp

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>15</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
2.1 ARATICUNZEIRO .....	19
2.1.1 Características gerais da espécie .....	19
2.1.2 Usos e potenciais.....	21
2.2 MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS .....	24
2.3 CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DOS ATRIBUTOS PÓS-COLHEITA DE FRUTOS .....	26
2.4 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	28
2.4.1 Estaquia, auxinas e cofatores do enraizamento de estacas .....	28
2.4.2 Bases anatômicas do enraizamento de estacas .....	31
2.5 PROPAGAÇÃO POR SEMENTES .....	33
2.5.1 Germinação e dormência de sementes .....	33
2.5.2 Giberelinas e superação da dormência de sementes .....	35
<b>3 CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE ARATICUNZEIRO (<i>Annona crassiflora</i> MART. - ANNONACEAE) .....</b>	<b>39</b>
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	40
3.1 INTRODUÇÃO.....	41
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.4 CONCLUSÕES.....	52
3.5 REFERÊNCIAS .....	53

<b>4</b>	<b>CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DE FRUTOS DE ARATICUNZEIRO (<i>Annona crassiflora</i> MART.) NATIVOS NO CERRADO MATOGROSSENSE.....</b>	<b>55</b>
	RESUMO.....	55
	ABSTRACT.....	56
	4.1 INTRODUÇÃO.....	57
	4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
	4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
	4.4 CONCLUSÕES.....	67
	4.5 REFERÊNCIAS.....	68
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO III - ESTAQUIA E ANATOMIA CAULINAR DE ARATICUNZEIRO (<i>Annona crassiflora</i> MART. - ANNONACEAE).....</b>	<b>71</b>
	RESUMO.....	71
	ABSTRACT.....	72
	5.1 INTRODUÇÃO.....	73
	5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	75
	5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
	5.4 CONCLUSÕES.....	82
	5.5 REFERÊNCIAS.....	83
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO IV - GIBERELINA NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ARATICUNZEIRO (<i>Annona crassiflora</i> MART. - ANNONACEAE).....</b>	<b>86</b>
	RESUMO.....	86
	ABSTRACT.....	87
	6.1 INTRODUÇÃO.....	88
	6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	90
	6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	92
	6.4 CONCLUSÕES.....	98
	6.5 REFERÊNCIAS.....	99
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>101</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1. Fruto de *Annona crassiflora* Mart. (A) ramo com o fruto e aspecto externo em vista lateral; (B) aspecto externo em vista basal; (C) aspecto interno em corte transversal; (D) aspecto interno em corte longitudinal. Curitiba - PR, 2011. pd: pedúnculo; ep: epicarpo; ft: frutículo; s: semente ..... 46
- Figura 3.2. Semente de *Annona crassiflora* Mart. (A) vista lateral; (B) vista dorsal; (C) vista basal; (D) vista basal sem o arilo; (E) tegumento e endosperma; (F) secção longitudinal do endosperma; (G e H) embrião. Curitiba - PR, 2011. tg: tegumento; ar: arilo; mi: micrópila; hi: hilo; en: endosperma; ru: ruminação; em: embrião; co: cotilédone. .... 49
- Figura 3.3. Germinação de *Annona crassiflora* Mart. (A - D) fase inicial; (E - F) detalhes da plântula. Curitiba - PR, 2011. s: semente; rp: raiz primária; hp: hipocótilo; rs: raiz secundária; pr: protofilo; tg: tegumento; co: cotilédones; cl: colete. .... 51
- Figura 5.1. Seções transversais da base de estacas caulinares de *Annona crassiflora* Mart. A: aspecto geral do caule corado com safranina e azul de astra; B: aspecto geral do caule sem coloração; C: periderme; D: detalhes de floema e xilema; E: detalhe da região do câmbio. F: teste para identificação de compostos fenólicos. Curitiba - PR, 2011. Pe: periderme; Co: córtex; M: medula; X<sub>2</sub>: xilema secundário; X<sub>1</sub>: xilema primário; F: floema; C: câmbio; Ep: epiderme; S: súber; \*: fibras floemáticas; setas: divisão celular; Fl: felogênio; Rx: raios xilemáticos; Rf: raios floemáticos; Fp. Fibras pericíclicas; V: vasos; a: amido. .... 79
- Figura 6.1. Primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação para os experimentos 1 (A - C) e 2 (D - F) de *Annona crassiflora* Mart., em função da aplicação de giberelina. Curitiba - PR, 2012. .... 94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Comprimento, largura, espessura, massa fresca e número de sementes/fruto de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2011.....	45
Tabela 3.2. Comprimento, largura e espessura de sementes de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2011.....	48
Tabela 4.1. Diâmetro do caule, altura da planta e produção de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2012.....	62
Tabela 4.2. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípicas para diâmetro do caule, altura da planta e para produção de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2012.....	63
Tabela 4.3. Diâmetros longitudinal e transversal, relação DL/DT, massas do fruto, da casca, da polpa e das sementes e rendimento de polpa de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2012.....	64
Tabela 4.4. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica para diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, massas do fruto, da casca, das sementes e da polpa de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2012.....	64
Tabela 4.5. Sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, pH e umidade da polpa de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Curitiba - PR, 2012.....	65
Tabela 6.1. Análise de variância (Teste F) para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de <i>Annona crassiflora</i> Mart., do experimento 1. Curitiba - PR, 2012 .....	92
Tabela 6.2. Médias obtidas para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de <i>Annona crassiflora</i> Mart., do experimento 1. Curitiba - PR, 2012 .....	93
Tabela 6.3. Análise de variância (Teste F) para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de <i>Annona crassiflora</i> Mart., do experimento 2. Curitiba - PR, 2012 .....	95
Tabela 6.4. Médias obtidas para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de <i>Annona crassiflora</i> Mart., do experimento 2. Curitiba - PR, 2012 .....	96

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Distribuição de <i>Annona crassiflora</i> Mart. (pontos vermelhos) na fitofisionomia do cerrado sentido restrito, no bioma Cerrado (RIBEIRO <i>et al.</i> , 2000). .....	114
ANEXO 2. Plantas matrizes de <i>Annona crassiflora</i> Mart. em setembro de 2011 (A) e em março de 2012 (B). Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT. ....	115
ANEXO 3. Folhas (A e B), flores (C e D) e frutos (E e F) de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011. ....	116
ANEXO 4. Aspectos externo (A) e interno (B) da semente, secção longitudinal do endosperma (C) e embrião (D) de <i>Annona crassiflora</i> Mart. Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011. ....	117
ANEXO 5. Consequências das relações ecológicas com espécies animais envolvendo <i>Annona crassiflora</i> Mart. Perfurações no caule (A), acasalamento e perfuração no fruto para ovoposição (B), lesões no fruto (C e D) e destruição da semente (E), provocadas por insetos e; fruto predado por mamífero (F). Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011. ....	118
ANEXO 6. Frutos maduros de <i>Annona crassiflora</i> Mart. (A) e produtos alimentícios elaborados artesanalmente com a polpa do fruto (B - F). Paraguaçu - MG, 2013. ....	119
ANEXO 7. Área de cultivo (A e B) e comercialização de frutos de <i>Annona crassiflora</i> Mart. às margens da rodovia (C) e em feira livre (D). Paraguaçu - MG, 2013. ....	120
ANEXO 8. Estrutura química das principais auxinas de ocorrência natural (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). ....	121
ANEXO 9. Estrutura química do esqueleto <i>ent</i> -giberelano (A) e do GA <sub>3</sub> (B) (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). ....	122
ANEXO 10. Cálculo analítico da propriedade rural com demonstração dos pontos de coleta (círculos vermelhos) utilizados neste trabalho. Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011. ....	123

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento populacional e a demanda por mais alimento, associados às condições edafoclimáticas favoráveis do Cerrado, transformou a região deste bioma em importante área para atividades agropecuárias. O avanço da fronteira agrícola, juntamente com o garimpo, com a extração de madeira e por queimadas anuais tem contribuído para a destruição dos ecossistemas naturais, ricos em plantas de usos múltiplos, acelerando os processos de erosão genética e extinção de espécies (VIEIRA; MARTINS, 2000).

O cenário ambiental do Cerrado e das regiões vizinhas dependerá muito do aproveitamento dos conhecimentos técnicos existentes e da geração de novos conhecimentos, no intuito de evitar ou minimizar os impactos negativos da destruição e degradação desse bioma (HENRIQUES, 2003). Estudos sobre a biologia reprodutiva no Cerrado contemplam menos de 3% das espécies (HAY; MOREIRA, 1992) e, de modo semelhante, existem poucas informações no que concerne a germinação de sementes ou outras formas de propagação das espécies vegetais nativas desse bioma, especialmente para aquelas que apresentam potencial frutícola.

O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) é uma espécie nativa amplamente distribuída pelas fitofisionomias do Cerrado brasileiro e de alto valor ecológico, tendo em vista as relações que estabelece com outras espécies, principalmente de animais (GOTTSBERGER, 1994; BRAGA-FILHO *et al.*, 2005; ALVES-COSTA; ETEROVICK, 2007; GOLIN *et al.*, 2011). Seus frutos são muito apreciados como alimento pela população humana local, dadas suas qualidades organolépticas e nutricionais (RIBEIRO *et al.*, 2000; TELLES *et al.*, 2003) e, mais recentemente, inúmeras pesquisas têm sido realizadas no intuito de identificar compostos dessa planta que possam ser úteis às indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (OMENA *et al.*, 2007; ROESLER *et al.*, 2007; INOUE *et al.*, 2009; LUZIA; JORGE, 2013).

Apesar disso, estudos apontam que o araticunzeiro continua como cultura essencialmente extrativista, com pequenas intervenções quanto à organização de sua cadeia produtiva, a qual, de modo geral é muito precária, predominando, além do extrativismo

sazonal, a comercialização informal dos frutos e o processamento artesanal da polpa (REZENDE *et al.*, 2011). Tal condição leva à necessidade de estudos que resultem na geração de conhecimentos básicos, que sirvam de subsídios para pesquisas aplicadas às diferentes etapas da cadeia produtiva dessa espécie, almejando sua exploração comercial e/ou sua própria manutenção no ambiente.

Estudos morfofisiológicos de plantas e órgãos reprodutivos, bem como conhecimentos relativos à propagação podem contribuir para a geração de tecnologias de produção e para a conservação da espécie. A caracterização de frutos, sementes e plântulas contribui para o conhecimento geral da espécie, pois resulta em informações necessárias aos propósitos taxonômicos e filogenéticos (OLIVEIRA, 2001), são subsídios para a interpretação de testes de laboratório e se constituem em importante ferramenta para reconhecimento da espécie em bancos de sementes no solo e em fase de plântula, nas condições naturais (MELO *et al.*, 2004). Esse assunto está contemplado no capítulo I, cujo objetivo foi descrever e ilustrar os aspectos morfológicos de frutos, de sementes e de plântulas de araticunzeiro.

Informações referentes aos indivíduos que compõem determinada população, bem como aqueles referentes à produção, são determinantes para os cultivos agrícolas e para programas de seleção e melhoramento de espécies de interesse comercial (SANTOS; CAMARGO, 2006). De modo semelhante, o conhecimento sobre as características físicas e químicas dos alimentos tradicionalmente consumidos pela população serve de orientação para a identificação das espécies promissoras e para estudos de melhoramento genéticos (OLIVEIRA *et al.*, 2010a). No capítulo II, são abordados aspectos das plantas matrizes, tais como as classificações diamétrica e por altura, bem como a produção de frutos. Ainda neste capítulo, estão descritas as características físicas e físico-químicas de frutos, em relação aos atributos de pós-colheita.

A propagação dos indivíduos de determinada espécie é uma das primeiras e mais importantes atividades para o estabelecimento de cultivos agrícolas, pois com o envolvimento ou não de gametas é a partir dela que se inicia uma nova geração ou população. A propagação vegetativa via estaquia é muito utilizada em floricultura, horticultura, fruticultura e silvicultura (SILVA, 1985), dada a possibilidade de obtenção de indivíduos com as mesmas características da planta matriz (WENDLING *et al.*, 2002). É uma técnica dependente de processos fisiológicos, bem como da composição e estrutura anatômica do material de origem, com o envolvimento de compostos químicos endógenos ou exogenamente aplicados à estaca, que interagem entre si para, ao final do processo, resultar ou não em uma estaca

enraizada. Assuntos dessa natureza são apresentados e discutidos no capítulo III, utilizando-se dos resultados dos experimentos de propagação vegetativa via estaquia, do araticunzeiro, em resposta à aplicação de ácido indol butírico, bem como dos resultados sobre a descrição anatômica das estacas.

As sementes de araticunzeiro apresentam dormência morfológica (RIZZINI, 1973) e dormência fisiológica (MELO, 2005), requerendo longo período para germinar (RIZZINI, 1973; MELO, 2005), sendo que o componente fisiológico dessa dormência pode ser superado por baixas temperaturas (SILVA *et al.*, 2007). A dependência da temperatura ou da luz para a germinação pode ser substituída pela aplicação de giberelina, que reconfigura o balanço hormonal das sementes e induz a síntese e secreção de enzimas hidrolíticas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Como consequência, ocorre a disponibilização de açúcares, aminoácidos e outros produtos, que são transportados do endosperma para o embrião, embora o efeito da giberelina seja dependente da concentração utilizada. Esse tema encontra-se no capítulo IV, que traz os resultados relativos a superação da dormência fisiológica em sementes de araticunzeiro, em função da aplicação de giberelina.

Assim, com o presente trabalho objetivou-se, de modo geral, ampliar os conhecimentos sobre o araticunzeiro, no que tange à: morfologia de frutos, sementes e plântulas; caracterização de plantas matrizes e dos atributos da pós-colheita de frutos; propagação vegetativa via estaquia; e germinação de sementes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ARATICUNZEIRO

#### 2.1.1 Características gerais da espécie

A família Annonaceae compreende 130 gêneros e 2.200 espécies, com distribuição predominantemente tropical, sendo que no Brasil existem 33 gêneros, que abrigam cerca de 250 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005), dentre as quais pode se destacar aquelas pertencentes aos gêneros *Annona* (JOLY, 1998) e *Rollinia* (NOGUEIRA *et al.*, 2005) devido a alta qualidade frutícola que possuem, com representativa importância econômica em países como Chile, México, Venezuela, Austrália e Brasil (SOBRINHO, 2010).

*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae - é uma espécie frutífera nativa do planalto central do Brasil, que pode ser encontrada nas fitofisionomias de Cerradão, Cerrado sentido restrito e Campo Rupestre, a qual se encontra distribuída pelos Estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo, Bahia, Maranhão, Pará, Piauí e Paraná (RIBEIRO *et al.*, 2000; LORENZI, 2002) (ANEXO 1).

Popularmente, *Annona crassiflora* é conhecida como araticunzeiro, marolo, bruto, panã, araticum-pinha e pinha-do-cerrado (RIBEIRO *et al.*, 2000), entre outras denominações regionais. É planta de hábito arbóreo, que pode atingir até oito metros de altura (SILVA *et al.*, 2001; LORENZI, 2002) (ANEXO 2), cujo caule tortuoso, de 20 a 30 cm de diâmetro, é revestido por casca áspera e corticosa que lhe confere resistência à ação do fogo (LORENZI, 2002).

O araticunzeiro é uma espécie caducifólia e heliófita (LORENZI, 2002), cujas folhas são pecioladas, alternas, dísticas, simples e sem estípulas (SOUZA; LORENZI, 2005; LOBÃO *et al.*, 2005); possui limbo variando entre obovado a oblongo, cartáceo e coriáceo, com ápice arredondado a obtuso e base arredondada, obtusa ou subcordada (RIBEIRO *et al.*, 2000) (ANEXO 3A e 3B). As flores são isoladas, axilares, actinomorfas, crassas, com três

sépalas, seis pétalas e com numerosos estames e carpelos (RIBEIRO *et al.*, 2000; LOBÃO *et al.*, 2005) (ANEXO 3C e 3D).

O fruto é do tipo múltiplo estrobiliforme, glabro, de forma subglobosa, composto por numerosos frutículos que, em sua maioria, contém uma única semente (ANEXO 3E e 3F). O epicarpo, tuberculado e papiloso, tem de coloração verde quando imaturo e castanho esverdeado quando maduro (LIMA-BRITO *et al.*, 2006a). As sementes são obovóides e achatadas, com tegumento coriáceo e marrom (ANEXO 4A), testa espessa e rígida e com hilo aberto e permeável (RIZZINI, 1973); apresentam endosperma abundante, firme e ruminado (ANEXO 4B e 4C) e a parte interna da testa é composta por uma camada fibrosa onde se inserem as ruminações (LIMA-BRITO *et al.*, 2006a); o embrião possui aproximadamente 2 mm de comprimento, hialino e cilíndrico que, no momento da dispersão, não se encontra completamente desenvolvido (RIZZINI, 1973) (ANEXO 4D).

As plantas de araticunzeiro florescem no início da estação chuvosa, normalmente setembro, e permanecem com flores até o final de dezembro (LORENZI, 2002). As flores são hermafroditas, apresentam termogênese e protoginia (RIBEIRO *et al.*, 2000), que resulta em forte dicogamia reprodutiva e pouquíssima ou nenhuma sobreposição das fases de fêmea e macho, aumentando assim a possibilidade de fecundação cruzada (GOTTSBERGER, 1989).

A frutificação inicia-se em novembro e a maturação dos frutos ocorre entre janeiro e abril. A planta possui produção sazonal com média de 5 a 20 frutos, dependendo do ano, podendo atingir produção de até 40 frutos/planta os quais, despolidos, rendem de 50-60% de polpa (CARVALHO, 2002<sup>1</sup> citado por SOARES *et al.*, 2009). A densidade populacional do araticunzeiro, por sua vez, é bastante variável, com registro de 40 indivíduos por hectare no Distrito Federal (RIBEIRO *et al.*, 1985), densidade de 6 a 48 indivíduos por hectare em Mato Grosso (NASCIMENTO; SADDI, 1992) e de 63 indivíduos/ha, em Goiás (MESQUITA *et al.*, 2007), tendo esta última informação, considerado apenas áreas com maior ocorrência natural da espécie.

---

<sup>1</sup> CARVALHO, J.A. **marolo**: o doce sabor do Cerrado, sugestões de cultivo. Folha Machadense, 2002.

### 2.1.2 Usos e potenciais

O araticunzeiro pode ser considerado uma espécie de alta importância dentro do bioma Cerrado, dadas as relações ecológicas que estabelece com outras espécies, sobretudo de animais, para os quais serve como nichos essenciais à reprodução, ou como fonte de alimento (ANEXO 5). Estudos revelam que cupins (*Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri)) constroem suas colônias em plantas de araticunzeiro, sendo essa a segunda na ordem de preferência deste inseto (LIMA-RIBEIRO *et al.*, 2006). Os insetos dos gêneros *Conotrachelus*, *Heilus* e *Heilipus* utilizam as flores do araticunzeiro como alimento e/ou para se reproduzirem (GOTTSBERGER, 1994). Os insetos da espécie *Telemus chapadanus* (Casey) também se alimentam das flores de araticunzeiro e as utilizam para sua reprodução, após perfurarem as pétalas e depositarem seus ovos (BRAGA-FILHO *et al.*, 2005). Relatos na literatura afirmam que os insetos mais comuns em frutos de araticunzeiro são *Bephratelloides pomorum* (Fabricius), cujas larvas se desenvolvem até a fase adulta se alimentando das sementes, e *Cerconota anonella* (Sepp.) que se alimentam da polpa e de sementes de araticunzeiro (BRAGA FILHO *et al.* 2007).

Entre os mamíferos que fazem uso do araticunzeiro encontram-se o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* (L.)), que se alimenta de frutos e sementes (ALVES-COSTA; ETEROVICK, 2007) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* (Illiger)), que consome seus frutos (BUENO; MOTTA-JUNIOR, 2004). Em estudos sobre dispersão e predação de sementes, constatou-se que 71,5% dos frutos de araticunzeiro foram utilizados na alimentação de mamíferos ou aves, sendo a taxa de visitação média de 1,98 vezes por planta (GOLIN *et al.*, 2011). O fruto de araticunzeiro também faz parte da dieta de animais como o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira* (Fischer)), tatus (*Dasybus* sp.) e a anta (*Tapirus terrestris* (L.)), sendo esta última a espécie que mais faz uso dessa planta como alimento, e se constitui no principal dispersor de suas sementes (GOLIN *et al.*, 2011).

Quanto à etnobotânica, sabe-se que o araticunzeiro é uma das espécies mais frequentes no bioma Cerrado, que serve a população humana em múltiplos usos, sobretudo como alimento (ANEXO 6). Seus frutos possuem aroma, sabor e digestibilidade apreciáveis, cuja polpa é consumida *in natura* ou processada para a produção de sucos, licores, sorvetes e geleias (TELLES *et al.*, 2003). Além das características organolépticas, o fruto tem alto valor nutritivo, com significativos teores de lipídios, fibras, calorias, magnésio, fósforo e antioxidantes (DAMIANI *et al.*, 2011). A polpa do fruto de araticunzeiro possui

características físicas e químicas importantes para processos tecnológicos quanto à fabricação de doces compotas e iogurtes, além de ser um produto com alto valor energético, elevada quantidade de fibra e fonte de vitamina C e A (CARDOSO *et al.*, 2013). Ainda segundo Cardoso *et al.* (2013), o araticum é uma importante alternativa de alimento que pode contribuir para dietas adequadas, especialmente em regiões com altos níveis de insegurança alimentar.

Além do araticunzeiro, outras espécies da família Annonaceae são consideradas produtoras de frutos, as quais possuem significativa representação no mercado brasileiro de frutas. A atemoieira, um híbrido intraespecífico entre *Annona cherimola* Mill. e *Annona squamosa* L., é uma das principais representantes dessa família, cujo cultivo se estabeleceu nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco (SANTOS *et al.*, 2001); a pinheira (*Annona squamosa* L.), que também recebe os nomes de fruta-do-conde ou ata, produz frutos que são destinados basicamente ao consumo *in natura* e é cultivada em escala comercial principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, com destaque para os Estados de São Paulo, Bahia, Alagoas, Sergipe e Pernambuco (DIAS *et al.*, 2003) e; a gravioleira (*Annona muricata* L.), cuja maior parte da produção é destinada à industrialização, tem sido cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (MANICA; OLIVEIRA JUNIOR, 2003). O interesse pelo cultivo dessas espécies tem crescido muito, especialmente o da pinheira e da atemoieira devido ao alto valor de seus frutos comercializados no mercado brasileiro, bem como a inserção dos mesmos nos mercados europeu e americano (SOBRINHO, 2010).

Dentre as espécies do gênero *Rollinia*, o biribazeiro (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill.), uma planta nativa das matas pluviais Atlântica e Amazônica, se destaca devido à produção de frutos (FERREIRA *et al.*, 2009). Existem outras espécies desse gênero com importância à fruticultura, mas indiretamente, pois são utilizados como porta-enxerto para atemoieira. Dentre elas, o araticum-mirim (*Rollinia emarginata* Schltdl.) e o araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.) são os mais utilizados dada a boa compatibilidade, resistência a fungos de solo e menor atração às brocas do colo das plantas (BETTIOL NETO *et al.*, 2006).

O araticunzeiro, além de ser consumido como alimento por humanos e pela fauna silvestre, é matéria prima para retirada de cortiça e de madeira e é empregado como planta medicinal (AQUINO *et al.*, 2007). Attuch (2006) relatou que o araticunzeiro é utilizado empiricamente no tratamento de diarreia, reumatismo, feridas, úlceras, câncer de pele, fraqueza no sistema digestivo, cólicas e como regulador de menstruação. Em estudos

realizados no Estado de Goiás, Souza e Felfili (2006) descreveram que o araticunzeiro também é empregado com inseticida.

O uso corriqueiro do araticunzeiro pelas populações tradicionais das regiões de ocorrência dessa planta, no que tange ao emprego das suas propriedades fitoquímicas, demonstrou seu potencial para o fornecimento de matéria prima às indústrias farmacêutica e de defensivos agrícolas. Com essas possibilidades, inúmeras pesquisas foram realizadas no intuito de identificar, isolar e/ou quantificar compostos capazes de provocar malefícios ou benefícios aos humanos. Em estudos sobre alelopatia, Inoue *et al.* (2009) demonstraram os efeitos que o araticunzeiro apresenta sobre outras espécies, como a inibição da germinação e/ou do desenvolvimento de plântulas de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) e de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.). Omena *et al.* (2007) comprovaram efeito inseticida em extratos preparados com a raiz do araticunzeiro, que possibilita seu emprego no controle do mosquito vetor da dengue (*Aedes aegypti* L.). Roesler *et al.* (2007) identificaram grande quantidade de antioxidantes em frutos de araticunzeiro e sugerem estudos adicionais sobre suas propriedades farmacológicas, objetivando avaliar a possibilidade usá-los como fonte natural de antioxidantes, na dieta complementar ou funcional para humanos. Luzia e Jorge (2013) sugeriram a utilização da fração lipídica das sementes de araticunzeiro pelas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, tendo em vista sua composição rica em tocoferóis, esteróis e ácidos graxos.

Apesar disso, estudos apontam que o araticunzeiro continua como cultura essencialmente extrativista, com pequenas intervenções quanto à organização de sua cadeia produtiva. Rezende *et al.* (2011) revelaram a evidente precariedade do sistema produtivo dessa cultura (ANEXO 7A e 7B), marcada pelo predomínio extrativista sazonal e raro cultivo, pela venda informal (ANEXO 7C e 7D) e pelo processamento artesanal dos produtos, somados à presença de muitos atravessadores até chegar ao consumidor final. Segundo os mesmos autores, a cultura do araticunzeiro segue tradição familiar e os conhecimentos são passados de geração a geração, com toda a família envolvida da colheita até a comercialização dos produtos, revelando seu caráter socioeconômico para famílias de baixa renda. Rezende *et al.* (2012) descreveram que existem plantios comerciais de araticunzeiro na região de Alfenas – MG, porém precários e com muita carência de técnicas de plantio, de produção de mudas, adubação e manejo das lavouras, de forma ambientalmente sustentável e que resulte em melhor aproveitamento econômico.

## 2.2 MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS

O estudo de frutos, sementes e plântulas, além de contribuir para o conhecimento da espécie, gera informações necessárias aos propósitos taxonômicos e filogenéticos, somando-se às análises tradicionais de órgãos vegetativos e florais (OLIVEIRA, 2001). Deste modo, estudos morfológicos auxiliam na interpretação de testes de laboratório e permitem a identificação botânica da espécie, constituindo-se em importante ferramenta para reconhecê-la em bancos de sementes no solo e na fase de plântulas, em formações florestais (MELO *et al.*, 2004). O estudo da morfologia de sementes e plântulas, nos estádios iniciais de desenvolvimento, contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas e para uma melhor compreensão do estabelecimento da planta em condições naturais (GUERRA *et al.*, 2006). O conhecimento da morfologia de plantas nativas é de grande valia para o entendimento do comportamento da espécie em relação aos mecanismos de dispersão, sucessão, regeneração natural e conservação (MELO *et al.*, 2004; COSMO *et al.*, 2010).

A utilização da morfologia com finalidade taxonômica é especialmente importante para Annonaceae, haja vista que essa família é uma das mais uniformes, tanto do ponto de vista anatômico e estrutural, como de hábito e de hábitat, apresentando uma combinação de caracteres marcantes e peculiares (BARROSO *et al.*, 1978). Tais informações são confirmadas pela morfologia das sementes ruminadas e com embrião diminuto, que constitui um bom caráter de identificação em nível de família, embora a identificação a cerca dos gêneros seja dificultada pela carência de dados referentes aos frutículos e por estes serem pouco representados em carpotecas e herbários (BARROSO *et al.*, 1999).

Na tentativa de ampliar as informações sobre aspectos morfológicos de espécies arbóreas, de modo a propiciar informações básicas para inúmeras aplicações, observa-se um aumento nos esforços para tornar as pesquisas dessa natureza mais frequentes (AMORIM *et al.*, 2008), dada à quantidade de material existente na literatura científica. Estudos sobre a morfologia de frutos, sementes e plântulas de espécies da família Annonaceae foram realizados em pindaíba-preta (*Unonopsis lindmanii* R.E.Fr.) (BATTILANI *et al.*, 2007), em araticum-do-mato (*Annona pickelii* (Diels) H. Rainer) (ALVES *et al.*, 2013) e em três

espécies do gênero *Annona* (LIMA-BRITO *et al.*, 2006a), sendo elas a pinheira, a gravioleira e o araticunzeiro.

Segundo os conceitos morfológicos propostos por Barroso *et al.* (1999), os frutos do gênero *Annona* são classificados como frutos múltiplos estrobiliformes ou globosos. São frutos grandes, com massa variável entre 0,5 e 4,5 kg por fruto (SILVA *et al.*, 2001), sendo registradas massa média de 0,836 kg por fruto, no Estado da Bahia (LIMA-BRITO *et al.* (2006a) e massas compreendidas entre 0,7 e 3,5 kg por fruto, no Estado de Goiás (COHEN *et al.* (2010).

As sementes de araticunzeiro são glabras e oblongas, com tégmen formado por camadas fibrosas, que resultam em rumações no endosperma (LIMA-BRITO *et al.*, 2006a). Possuem embrião pequeno dado ao seu desenvolvimento tardio em relação aos demais constituintes da semente (BARROSO *et al.*, 1999), provavelmente devido as adaptações ecológicas adquiridas ao longo da sua história evolutiva (SILVA *et al.*, 2007; CAVALCANTE *et al.*, 2007). Segundo Barroso *et al.* (1999), as rumações presentes na sementes e as características do embrião constituem uma particularidade própria da família Annonaceae.

A morfologia de plântulas é amplamente utilizada nos testes de germinação realizados com fins e critérios agrônômicos, cujas determinações de suas variáveis baseam-se na plântula, que pode ser classificada como normal ou anormal (BRASIL, 2009). Uma plântula normal é aquela que apresenta capacidade de continuar seu desenvolvimento e dar origem a uma planta normal (MARCOS-FILHO, 2005; BRASIL, 2009). Na literatura não existem muitos estudos a cerca da morfologia de plântula para o araticunzeiro, bem como de seu desenvolvimento. Lima-Brito *et al.* (2006a) estudaram a germinação e a morfologia de plântulas de araticunzeiro, a partir de uma população nativa no Estado da Bahia e com o emprego de reguladores vegetais, e concluíram que a germinação é do tipo epígea e fanerocotiledonar e que a plântula normal apresenta sistema radicular bem desenvolvido e dois pares de folhas expandidas. As distintas fases da germinação trazem características homogêneas entre os indivíduos dessa espécie e apresentam-se constantes, a ponto de se tornarem seguramente confiantes para estudos taxonômicos e ecológicos (LIMA-BRITO *et al.*, 2006a).

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DOS ATRIBUTOS PÓS-COLHEITA DE FRUTOS

O Brasil apresenta uma grande diversidade de frutíferas nativas, porém sem expressão e produção significativas, devido à falta de conhecimentos que permitam introduzi-las como plantas cultivadas. Paralelamente, observa-se crescente a busca dos produtores por novas opções de cultivo, ao passo que se constata aumento na procura de frutas exóticas por parte dos consumidores (ANDRADE *et al.*, 2009). Entretanto, inserir uma nova espécie como planta cultivada exige previamente conhecê-la em seus aspectos morfológicos e comportamentais no ambiente natural.

Os estudos sobre morfologia de plantas têm merecido atenção há algum tempo, quer seja como parte de estudos morfoanatômicos, objetivando ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou grupamento sistemático vegetal, ou então visando o reconhecimento e identificação de plantas de certa região dentro de um enfoque ecológico (OLIVEIRA, 1993). A partir dos dados referentes às medições da altura e/ou diâmetro de árvores é possível inferir sobre outras características de mais difícil obtenção como, por exemplo, dados sobre a copa (WINK, 2012). O conhecimento da estrutura diamétrica de um povoamento permite avaliar o comportamento da espécie a ser trabalhada, face aos vários fatores que podem interferir em seu crescimento, favorecendo o manejo da mesma (BARTOSZECK *et al.*, 2004). As florestas nativas geralmente caracterizam-se por apresentar distribuição diamétrica decrescente, em forma de J-invertido, ou seja, maior quantidade de indivíduos nas classes de tamanhos menores, e diminuição com o aumento das classes (RANGEL *et al.*, 2006; LIMA; LEÃO, 2013).

Outra variável elementar para o desenvolvimento de cultivos agrícolas, e para programas de seleção e melhoramento de espécies de interesse comercial, é a produtividade da cultura, a qual fundamenta a caracterização da produção final de determinada espécie (SANTOS; CAMARGO, 2006). A produção é uma característica influenciada por vários fatores, cuja variação se estabelece entre plantas e entre populações, e carece de estudos que incluam a influência do ambiente (BRAGA-FILHO *et al.*, 2009). O estudo de populações naturais de araticunzeiro localizadas no Estado de Goiás gerou dados que permitiram concluir

que essa espécie possui sazonalidade reprodutiva, tornando a produção variável entre os anos (BRAGA-FILHO *et al.*, 2009). No mesmo estudo foi constatado que a produção de frutos por planta é muito variável, sendo que algumas plantas apresentam características produtivas e de qualidade aparente de frutos, que as credenciam como potenciais plantas matrizes (BRAGA-FILHO *et al.*, 2009).

A avaliação da produção é essencial no melhoramento genético de plantas, entretanto, em espécies frutíferas, a qualidade dos frutos é também de grande importância por se determinar a aceitação do produto e a possibilidade de rendimento econômico (COHEN *et al.*, 2010). Porém, há que se considerar que qualidade não é um atributo único bem definido, e sim um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto, as quais são agrupadas em categorias com base nas necessidades do consumidor e na proteção à saúde pública (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Esses atributos são classificados como sensoriais relativos à aparência (tamanho, forma, cor e defeitos), à textura (firmeza, dureza, maciez e resistência) e ao sabor e aroma (doçura, acidez, adstringência e fragrância); como atributos de rendimento estão às relações entre as partes que compõem o fruto, o volume e os índices tecnológicos (sólidos solúveis); como atributos nutricionais (carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais) e; por fim, como atributos de segurança (toxinas naturais e contaminantes) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Deste modo, o conhecimento das características físicas e químicas dos alimentos, tradicionalmente consumidos pela população, é de suma importância no que diz respeito à orientação nutricional, ao controle de qualidade do alimento e subsidia a identificação das espécies promissoras, tendo em vista seu aproveitamento industrial e sua aplicação em estudos de melhoramento genéticos (OLIVEIRA *et al.*, 2010a).

Em estudo sobre os atributos de pós-colheita de araticunzeiro realizados no Estado de Goiás, foram identificados frutos com massas compreendidas entre 0,7 e 3,5 kg, com rendimento de polpa variável entre 32 e 52% e com elevados teores de sólidos solúveis (SS) e baixa acidez (AT), proporcionando elevada relação SS/AT (COHEN *et al.*, 2010). Em frutos de araticunzeiro coletados no Estado de Minas Gerais foram encontrados níveis significativos de lipídios, carboidratos e fibras, com alta presença de magnésio e fósforo e substâncias antioxidantes, que os classificam como frutos ideais aos consumidores mais exigentes quanto às características nutricionais (DAMIANI *et al.*, 2011).

## 2.4 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

### 2.4.1 Estaquia, auxinas e cofatores do enraizamento de estacas

Propagação vegetativa, assexuada ou clonagem consiste na produção de mudas ou novas plantas a partir de segmentos ou órgãos vegetativos retirados de uma planta de interesse. É uma antiga técnica que permite obter indivíduos com as mesmas características da planta matriz, e seu uso é indicado para plantas com dificuldade de produção de sementes, para aquelas que produzem sementes com baixo poder germinativo ou para plantas cujas sementes sofrem altos índices de predação (WENDLING *et al.*, 2002).

A estaquia é uma das técnicas de propagação vegetativa que consiste na retirada de segmentos de uma planta, que serão alocados em meio adequado para que estes desenvolvam um novo sistema de raízes ou de parte aérea, conforme o material em uso (PAIVA; GOMES, 2011). Destaca-se dentre as demais formas de propagação vegetativa, dada a sua aplicabilidade técnica e operacional e custos de produção competitivos (XAVIER *et al.*, 2009), proporcionando a multiplicação de genótipos selecionados em pouco tempo e sem apresentar problemas de incompatibilidade, como em outras técnicas (PAIVA; GOMES, 2011). A estaquia tem sido amplamente utilizada na floricultura, horticultura, fruticultura e na silvicultura, com o objetivo de melhorar e conservar clones, ecótipos ou variedades importantes (SILVA, 1985). Entretanto, existem poucas informações disponíveis a respeito da propagação vegetativa por estaquia de espécies arbóreas não madeiráveis, muito embora sejam maioria em florestas tropicais (ITOH *et al.*, 2002).

A propagação vegetativa por estaquia envolve a presença de vários compostos endógenos à estaca, com destaque para as auxinas que são hormônios vegetais indispensáveis à vida das plantas, cujos efeitos são manifestados conforme a concentração. As auxinas são constituídas por moléculas que quimicamente devem conter em sua estrutura ao menos um anel aromático e uma cadeia lateral ácida, distantes minimamente 0,5 nm entre si, para que tenham atividade biológica e sejam consideradas como auxinas ativas. Moléculas com atividade auxínica são sintetizadas principalmente nos tecidos com rápida divisão celular e

crescimento, e são translocadas para os sítios de resposta por transporte polar. Trata-se de um hormônio correlacionado diretamente com o desenvolvimento vegetal em todos os estádios, pois afeta vários processos que vão desde a diferenciação e crescimento do embrião à senescência de partes da planta (MERCIER, 2004; HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

A primeira auxina natural identificada foi o ácido indol acético (ácido indolil-3-acético - IAA), considerada a mais abundante e de maior relevância fisiológica nos vegetais. Posteriormente, foram identificadas outras auxinas, que embora de menor relevância fisiológica em relação ao IAA, exercem importantes funções no desenvolvimento das plantas como o ácido 4-cloroindolil-3-acético, o ácido fenilacético e o ácido indol butírico (ácido indolil-3-butírico - IBA) (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013) (ANEXO 8).

A importância que o IAA exerce nas plantas induziu inúmeras investigações em busca de compostos sintéticos, com constituição química e atividades fisiológicas semelhantes, cujos resultados foram a produção de substâncias como o ácido indol butírico e o ácido naftaleno acético (NAA) (AWAD; CASTRO, 1983; CASTRO; VIEIRA, 2001). O IBA como regulador vegetal, isto é, produzido sinteticamente, é uma substância mais estável e menos solúvel em relação ao IAA, e apresenta maior tolerância à luz e ao sistema IAA-Oxidase, que é destrutivo para as auxinas (HARTMANN *et al.*, 2011).

A formação de raízes adventícias em órgãos vegetativos é ocasionada em resposta à concentração de auxina, dada sua atividade biológica sobre a indução do alongamento e divisão celular em regiões meristemáticas e em tecidos totalmente diferenciados, desde que haja a desdiferenciação das células destes tecidos, retornando-as à condição totipotente (AWAD; CASTRO, 1983; ARTECA, 1996; TAIZ; ZEIGER, 2013). O modo de ação das auxinas quanto ao alongamento e divisão celular se deve à acidificação da parede das células, em função de uma bomba de prótons que segrega íons hidrogênio para fora da membrana plasmática. A acidificação induz a ativação de enzimas preexistentes com propriedades de romper as ligações glicosídicas entre os polissacarídeos da parede celular, tornando-a frouxa. O alongamento celular ocorre devido à entrada de água e aumento da turgidez, ocasionados em função da diferença de potencial hídrico entre os meios interno e externo da célula. O resultado desse processo é a expansão do vacúolo, que por sua vez pressiona a parede celular e promove o deslizamento das microfibrilas de celulose anteriormente afrouxadas, tornando possível a divisão celular (AWAD; CASTRO, 1983; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Embora o efeito positivo das auxinas na estaquia seja comprovado para várias espécies, em indivíduos da família Annonaceae a aplicação destes reguladores não tem sido significativa e as respostas de enraizamento relacionam-se com as espécies, conforme relatado por Scaloppi-Junior e Martins (2003). Tais autores constataram que não houve efeito significativo das concentrações de IBA em relação à porcentagem de enraizamento em estacas, mas verificaram diferenças entre as espécies, sendo que a porcentagem de enraizamento foi de 94% em anona-do-brejo (*Annona glabra* L.), 48% em falsa-graviola (*Annona montana* Macfad.), 19% em araticum-mirim e 8% em biribazeiro (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill). Estacas de araticum-de-porco (*Rollinia rugulosa* Schl.) não enraizaram mesmo com aplicação de IBA e NAA (PINTO *et al.*, 2003), assim como estacas de araticum-mirim tratadas com IBA (BETTIOL-NETO *et al.*, 2006). Por outro lado, o IBA influenciou no enraizamento de estacas de araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.), cuja resposta foi crescente e linear totalizando 56% com 3.000 mg L<sup>-1</sup> (BETTIOL-NETO *et al.*, 2006). O IBA e o NAA também influenciaram positivamente o enraizamento de estacas de pinheira, gravioleira e atemoeira, com valores na ordem de 30% quando aplicadas as concentrações de 5.000 mg L<sup>-1</sup> e 7.500 mg L<sup>-1</sup> (SILVA, 2008).

Em relação ao araticunzeiro, o estudo da propagação vegetativa foi realizado por Bianco e Pitelli (1981<sup>2</sup>, citados por RIBEIRO *et al.*, 2000) utilizando estacas retiradas do ápice, da região mediana e da base dos ramos e com a aplicação de NAA, IBA e o produto comercial Rootone®, os quais não constataram enraizamento e atribuíram o insucesso da estaquia à pequena quantidade de reserva existente nas estacas. Ribeiro e Pasqual (2005) e Soares *et al.* (2009) relatam que existem poucas informações a respeito da propagação vegetativa de araticunzeiro, e aquelas já realizadas com o emprego dos reguladores vegetais NAA e IBA não foram bem sucedidas.

As interações das auxinas com outras substâncias endógenas da planta são naturais, e o resultado desse processo pode maximizar, diminuir e até coibir as atividades biológicas do hormônio ou do regulador vegetal. As substâncias que atuam comumente com as auxinas nos processos biológicos são chamadas de cofatores e, em relação ao enraizamento de estacas, os compostos de natureza fenólica têm merecido grande atenção. Os compostos fenólicos são sintetizados ativamente por tecidos verdes, sendo acumulados nos órgãos da planta onde seus efeitos são manifestados (DIETRICH, 1986). Os efeitos fisiológicos dos compostos fenólicos

---

<sup>2</sup> BIANCO, S.; PITELLI, R.A. **Estudos da propagação vegetativa de nove espécies de frutíferas nativas comestíveis**. Ilha Solteira, SP: Unesp, 1981. Relatório Técnico Científico.

na estaquia resultam tanto na inibição quanto na promoção da formação de raízes adventícias, conforme a natureza da molécula, onde aquelas pertencentes ao grupo dos monofenóis atuam como ativadores do sistema IAA-Oxidase/peroxidase – IAA-O, ao passo que moléculas do grupo dos polifenóis promovem a inativação desse sistema, protegendo o IAA endógeno (MAYNARD; BASSUK, 1988). Porém, antes que possam manifestar seus efeitos associados à auxina, os compostos fenólicos podem sofrer oxidação ao entrar em contato com o oxigênio, e esta reação causa a necrose dos tecidos, dificultando o enraizamento ou acarretando a morte das estacas (CASAGRANDE JUNIOR *et al.*, 1999).

Além dos compostos fenólicos, os carboidratos também podem influenciar no potencial para a formação de raízes adventícias em estacas (HARTMANN *et al.*, 2011), pois atuam como fonte de carbono e de energia para a biossíntese de ácidos nucléicos e proteínas, e na síntese de outras substâncias essenciais à formação dos primórdios radiciais (LIMA *et al.*, 2011). O amido é a maior fonte de carboidratos para a formação de raízes adventícias (WIESMAN; LAVEE, 1995), devido à baixa, ou nula taxa de fotossíntese nas estacas durante o enraizamento (BORTOLINI, 2006).

#### 2.4.2 Bases anatômicas do enraizamento de estacas

As informações na literatura a respeito da formação de raízes adventícias em estacas demonstram a importância das características anatômicas para o desenvolvimento desses órgãos (JESUS *et al.*, 2010). O conhecimento da estrutura interna do caule é importante em se tratando da propagação vegetativa, tendo em vista que a formação de raízes adventícias em estacas de plantas com crescimento secundário tem origem em diferentes tecidos. As raízes originam-se de meristemas, em tecidos vivos do floema secundário, nos raios vasculares e no câmbio, para plantas em que o desenvolvimento de raízes adventícias é considerado direto, ou seja, as raízes surgem diretamente a partir do caule. Para plantas cujo enraizamento adventício se dá de forma indireta, as novas raízes têm origem a partir de calos produzidos na base da estaca (HARTMANN *et al.*, 2011).

A rizogênese, resposta desejada após o procedimento realizado pela técnica de estaquia, constitui-se num complexo processo, que envolve o redirecionamento do

desenvolvimento de células totipotentes para a formação de um novo sistema radicial (XAVIER *et al.*, 2009). Com o objetivo de facilitar a compreensão desse processo, três fases foram identificadas, conforme as transformações que se sucedem. Inicialmente, células já diferenciadas devem retornar a condição de totipotência e a desdiferenciação celular resulta na formação de um novo tecido meristemático, com células iniciais para a formação de raízes; em seguida, há a diferenciação dessas células iniciais em raízes reconhecíveis e; finalmente, ocorre o crescimento das raízes adventícias, as quais resultarão num novo sistema radicial (HARTMANN *et al.*, 2011).

No caule de algumas espécies existem fibras com paredes celulares espessas, que envolvem o floema secundário e podem formar uma camada esclerenquimática, sendo que o grau de continuidade desta camada é inversamente proporcional à capacidade de propagação (ONO; RODRIGUES, 1996), uma vez que a formação desse tecido está sempre associada à maturidade da planta (JESUS *et al.*, 2010).

Em estudos sobre enraizamento e anatomia de estacas de feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.), Zhang *et al.* (2009) verificaram a presença de um ciclo contínuo com várias camadas de células esclerenquimática e sugeriram que essa pode ser uma das causas para a falta de enraizamento. Relações entre a estrutura anatômica e o enraizamento de estacas foram estabelecidas por Mayer *et al.* (2008) em *Calliandra brevipes* Benth. e por Lima *et al.* (2011) em espinheira-santa (*Maytenus muelleri* Schwacke), os quais concluíram que a dificuldade de enraizamento está relacionada à presença de um anel esclerenquimático quase contínuo no córtex caulinar, o qual é composto por fibras pericíclicas e esclereídes. Este anel, segundo Mayer *et al.* (2008) e Lima *et al.* (2011), constitui-se numa barreira mecânica à emissão radicial. Todavia, alguns autores relataram que a presença do anel de fibras não foi um empecilho para o enraizamento de estacas de *Acacia baileyana* F. Muell. (SCHWARZ *et al.*, 1999) e de *Persoonia virgata* (R.) Br. (BAUER; JOHNSTON, 1999).

O desenvolvimento de raízes adventícias em *Acacia baileyana* é indireto e há uma relação entre a formação da raiz e os raios vasculares (SCHWARZ *et al.*, 1999). Raízes adventícias de *Calliandra brevipes* e de *Calliandra tweedii* têm origem direta da região externa do floema, junto ao periciclo ou da região interna do floema secundário, próxima ao câmbio (MAYER *et al.*, 2008). Em estacas de café (*Coffea arabica* L.) a origem das raízes adventícias são as células próximas ao câmbio vascular (JESUS *et al.*, 2010), bem como em espinheira-santa, cuja origem das raízes é a partir do câmbio ou do periciclo, externamente ao xilema (LIMA *et al.*, 2011).

## 2.5 PROPAGAÇÃO POR SEMENTES

### 2.5.1 Germinação e dormência de sementes

A germinação pode ser considerada como o reinício do crescimento do embrião, que fora interrompido na fase final de maturação, na planta matriz (ALBRECHT *et al.*, 2003; CARDOSO, 2004). No sentido mais amplo, a germinação de sementes pode ser entendida como uma sequência de eventos fisiológicos influenciados por fatores externos, relacionados ao ambiente e fatores internos, relativos à fisiologia, à constituição genética, física e sanitária e à presença de inibidores e promotores da germinação (ALBRECHT *et al.*, 2003).

Fisiologicamente a germinação é considerada completa quando uma parte do embrião, em geral a radícula, penetra e ultrapassa os tecidos que o envolvem, ou quando a plântula emerge a superfície do solo, sendo este último um critério agrônomico (MARCOS-FILHO, 2005). Ambas as correntes consideram que a germinação tem início com a embebição, entretanto, para o conceito agrônomico, cuja natureza é tecnológica, o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula, com suas partes evidentes, é essencial para se avaliar o potencial de estabelecimento desse novo indivíduo no campo (MARCOS-FILHO, 2005).

Quando a semente atinge a maturidade fisiológica ela possui capacidade de germinar e o processo de germinação se inicia com suprimento de água e com temperatura, oxigênio e fotoperíodo adequados, que desencadearão as atividades metabólicas paralisadas (ALBRECHT *et al.*, 2003). Porém, em muitos casos, as sementes podem apresentar uma combinação de condições que funcionam como mecanismo de bloqueio da sequência de atividades metabólicas que culminam com a germinação (MARCOS-FILHO, 2005). Sementes que apresentam esse bloqueio são aquelas que não possuem a capacidade de germinar, por um dado período, mesmo em condições ambientais suficientes à germinação, e são consideradas sementes dormentes (BASKIN; BASKIN, 2004).

A necessidade científica de um sistema de classificação internacional para a dormência de sementes resultou em um sistema hierárquico organizado em classes, níveis e

tipos, sendo a classe a categoria mais abrangente. A partir dessa organização, a dormência foi classificada em dormência fisiológica, dormência morfológica, dormência morfofisiológica, dormência física e uma combinação entre as dormências fisiológica e física (BASKIN; BASKIN, 2004).

A dormência fisiológica é regulada basicamente em níveis metabólicos e genéticos, estando os mecanismos responsáveis pela inibição da germinação associados ao embrião e/ou aos tecidos e estruturas adjacentes, tais como o endosperma e o tegumento (BASKIN; BASKIN, 1998; CARDOSO, 2009). Normalmente não existem relações entre barreiras que impeçam a entrada de água e a dormência fisiológica, já que as sementes que apresentam esse tipo de dormência são, em sua maioria, permeáveis à água (BASKIN; BASKIN, 1998). Essa classe de dormência foi dividida em três níveis chamados de profundo, intermediário e não profundo, cujo nivelamento é definido em função das respostas do embrião para a geração de plântulas normais, quando submetido a tratamentos como a excisão do embrião, processos de estratificação ou aplicação de giberelina (BASKIN; BASKIN, 1998).

A dormência morfológica é caracterizada pela presença de embrião diferenciado, com eixo hipocótilo-radícula e cotilédone ou cotilédones distinguíveis, porém não crescidos suficientemente para germinar quando as sementes são liberadas da planta mãe (BASKIN; BASKIN, 1998; CARDOSO, 2009). Sementes que apresentam esse tipo de dormência não necessitam de tratamentos para germinar, e sim de tempo para o crescimento intraseminal do embrião, sob condições ambientais apropriadas (BASKIN; BASKIN, 2004). Sementes dispersas com o embrião indiferenciado não são enquadradas dentro de dormência morfológica, pelo fato de seu desenvolvimento não ter sido completo e, portanto são consideradas sementes imaturas (CARDOSO, 2009). A dormência morfológica ocorre em um grande número de famílias botânicas, principalmente aquelas com distribuição tropical, incluindo a família Annonaceae (BASKIN; BASKIN, 1998).

Dormência morfofisiológica ocorre em sementes com embriões subdesenvolvidos em adição a algum componente da dormência fisiológica, sendo necessário tempo para o embrião crescer a um tamanho crítico espécie-específico, e a superação da sua dormência fisiológica, para que a sementes germinem (BASKIN; BASKIN, 1998; BASKIN; BASKIN, 2004). O segredo para a germinação de sementes com dormência morfofisiológica é descobrir quais as condições ambientais necessárias para cada evento, pois em algumas espécies o crescimento do embrião e a quebra de dormência são promovidos por condições ambientais diferentes (BASKIN; BASKIN, 1998).

Naturalmente, pode-se concluir que a dormência de sementes é uma importante adaptação das espécies vegetais aos diferentes ambientes em que se encontram, no intuito de garantir sua distribuição espacial e temporal (CARDOSO, 2004). Contudo, em se tratando de plantas cultivadas, a dormência de sementes nem sempre é desejada, podendo constituir em problemas para o estabelecimento dos indivíduos no campo (ALMEIDA; SILVA, 2004; MARCOS-FILHO, 2005).

O araticunzeiro apresenta dormência de sementes relacionada ao tamanho do embrião, necessitando de longo período para germinar (RIZZINI, 1971; RIZZINI, 1973), e sua dormência não está associada com a presença de substância inibidoras da germinação (RIZZINI, 1973). Todavia, estudos mais recentes classificaram as sementes de araticunzeiro como portadoras de dormência morfofisiológicas, tendo em vista a necessidade da quebra da dormência fisiológica, previamente ou durante o tempo necessário para a superação da dormência morfológica (SILVA *et al.*, 2007).

### 2.5.2 Giberelinas e superação da dormência de sementes

As giberelinas compõem um grupo de hormônios vegetais formados por muitas moléculas que compartilham uma estrutura química semelhante, mas com pouca atividade biológica intrínseca, pois apenas algumas giberelinas são ativas nas plantas e desempenham funções fisiológicas (TAIZ; ZEIGER, 2013). De modo geral, no que tange a estrutura química desses compostos, todos são diterpenos, formados por um esqueleto *ent*-giberelano (ANEXO 9A), contendo 20 ou 19 átomos de carbono e quatro anéis; todas as giberelinas possuem um ácido carboxílico ligado ao carbono 7 e uma hidroxila no carbono 3 (ANEXO 9B), sendo inativas aquelas que possuem um segundo grupo hidroxila (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). Esses hormônios desempenham papel fundamental no alongamento caulinar dos vegetais, porém com inúmeras outras funções como expansão foliar, florescimento, desenvolvimento dos frutos e germinação de sementes (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

No que tange a germinação de sementes, as giberelinas estimulam a síntese de enzimas hidrolíticas que atuam na digestão das reservas armazenadas no endosperma, para o

fornecimento de carboidratos simples, aminoácidos e ácidos nucleicos, que são transportados para as regiões de crescimento do embrião (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). Bioquimicamente, as giberelinas se ligam a uma proteína receptora, na membrana celular do tecido de reserva da semente, e ativa mensageiros secundários do citoplasma para duas possíveis rotas. Uma das rotas envolve proteínas e se estabelece em nível gênico, resultando na transcrição e expressão de genes para a síntese de enzimas hidrolíticas; a outra rota é dependente do ion  $\text{Ca}^{2+}$ , cuja concentração é aumentada no citoplasma em resposta à giberelina, e seu modo de ação envolve as proteínas calmodulina e quinase, culminando com a secreção das enzimas hidrolíticas produzidas pela rota independente do cálcio (GUERRA, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2013). Com a retomada do crescimento do embrião, induzido pelas giberelinas, ele passa a sintetizar esse hormônio tornando-se, além de sítio de resposta, sítio de síntese onde se originam novas giberelinas, que são transportadas ao endosperma para continuidade das hidrólises e secreção (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Alguns estudos relacionaram a presença de giberelinas com o alongamento celular, pela promoção do aumento da extensibilidade mecânica e da diminuição do limiar de cedência das paredes celulares. Fisiologicamente, para a compreensão de como ocorre o alongamento celular, deve-se considerar que o aumento da concentração de cálcio no citoplasma foi possível devido à retirada desse íon da parede celular primária, onde ele promove ligações entre pectinas vizinhas, e/ou da lamela média, local que possui função estrutural. Paralelamente, a enzima xiloglucano endotransglicosilase/hidroxilase (XET) atua como facilitadora para a entrada de proteínas expansinas na parede celular, as quais causam o afrouxamento da parede, em condições de acidez, que é ocasionada devido à segregação de prótons do citoplasma para a parede celular, provocada pela auxina. Uma vez alongadas, as células estão aptas a entrarem em divisão celular, e a giberelina participa novamente induzindo a expressão de genes que codificam várias proteínas quinases dependente de ciclinas, que interferem nos processos da intérfase, durante a divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A germinação das sementes de algumas espécies, principalmente aquelas que não foram domesticadas, é dependente da luz ou de baixas temperaturas (SCALON *et al.*, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013), cujos efeitos podem ser substituídos pela aplicação de giberelina exógena (RESENDE *et al.*, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013). Para que os efeitos fisiológicos da giberelina sejam manifestados, com objetivo de induzir a germinação de sementes, é determinante que sua concentração seja aumentada com o propósito de diminuir a relação

entre ácido abscísico e giberelina (ABA/GA), pois relações mais altas mantêm as sementes dormentes (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013). Diversos trabalhos relataram o efeito positivo das giberelinas na quebra de dormência de sementes, inclusive para espécies pertencentes à família Annonaceae. A aplicação de giberelina promoveu o aumento da porcentagem de germinação em sementes de pinheira (FERREIRA *et al.*, 2002) e de atemoieira (OLIVEIRA *et al.*, 2010b); elevou a porcentagem e a velocidade de emergência em sementes de pinheira, aumentou a velocidade de emergência de gravioleira (LIMA-BRITO *et al.*, 2006b) e foi eficiente na superação da dormência de sementes de pinheira (SOUSA *et al.*, 2008).

Quanto ao araticunzeiro, observam-se nos resultados encontrados na literatura que para a superação da dormência morfológica é demandado um período relativamente longo, que pode ser diminuído com a aplicação de giberelina (RIBEIRO *et al.*, 2000), embora os resultados sejam muito diferentes no que tange ao tempo e à porcentagem de germinação. Sem a aplicação de qualquer regulador vegetal, sementes de araticunzeiro iniciaram a germinação após 237 dias da sementeira (RIZZINI, 1971), de 210 a 240 dias (MELO *et al.*, 2000), após 269 dias (ARAÚJO *et al.*, 2008) e demandaram 150 dias após a sementeira para que iniciasse a protrusão de raiz primária (SILVA *et al.*, 2007).

Em diversos trabalhos está reportado o uso de giberelina na indução da germinação de araticunzeiro como o de Pereira *et al.* (2004) que, durante quatro dias submeteram sementes de araticunzeiro à aplicação de  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$  de giberelina ( $\text{GA}_3$ ) e obtiveram 85% de germinação, após 120 dias da sementeira. Com a aplicação de  $750 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$  em sementes de araticunzeiro foram obtidos 56% de germinação, durante o período compreendido entre 30 e 80 dias transcorridos da sementeira (LIMA-BRITO *et al.*, 2006b). A concentração de  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$  foi a mais eficiente na quebra de dormência de sementes recém-colhidas de araticunzeiro, em experimento com duração de 660 dias (BERNARDES *et al.*, 2007). Sementes dessa espécie que foram escarificadas e imersas durante 72 horas, em solução de  $2.000 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$ , resultaram em 91% de germinação, embora o tempo transcorrido no experimento não tenha sido relatado no trabalho (ARAÚJO *et al.*, 2008). Sementes de araticunzeiro que receberam tratamento de  $750 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{GA}_3$  durante 24 horas resultaram em 50% de germinação após 80 dias da sementeira (BRITO *et al.*, 2009). Para Cavalcante *et al.* (2007), o maior número de plântulas emergidas de araticunzeiro ocorre entre 73 a 81 dias após a sementeira, para sementes recém-extraídas de frutos ou armazenadas durante 180 dias.

Desta forma, pode-se dizer que a germinação de sementes de araticunzeiro é

heterogênea em relação à concentração de giberelina usada na indução do processo, bem como no tempo necessário para que a mesma ocorra. Além disso, existem diferenças na porcentagem de germinação para sementes oriundas de áreas de coleta e de plantas distintas, e ainda diferenças na velocidade de emergência usando sementes de diferentes plantas (BRAGA-FILHO *et al.*, 2014).

### **3 CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE ARATICUNZEIRO (*Annona crassiflora* MART. - ANNONACEAE)**

RESUMO - Objetivou-se com o presente estudo descrever a morfologia de frutos, sementes e plântulas de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae), uma espécie com alto potencial frutícola e grande valor ecológico. A caracterização das estruturas foi realizada a partir de 42 frutos e de 100 sementes, coletados no Município de Santo Antônio do Leverger - MT, em 2011. Para descrever a morfologia da plântula, 100 sementes foram colocadas para germinar, em dois ambientes distintos. O araticunzeiro apresenta fruto composto, múltiplo estrobiliforme, globoso-subgloboso e carnoso, com médias de 12,9 cm de comprimento, 13,5 cm de largura, 12,7 cm de espessura, massa de 1.187,0 g e 99,2 sementes por fruto. As sementes são obovoides com tegumento glabro, castanho-claro, opaco, liso e ósseo; possuem em média, 17,7 mm de comprimento, 10,8 mm de largura e 8,3 mm de espessura. A germinação é epígea e fanerocotiledonar e se inicia após 148 dias da sementeira. Os aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula de araticunzeiro podem ser utilizados para o reconhecimento da família botânica e, se associados a outras características, para o reconhecimento da espécie no campo.

**Palavras chave:** Annonaceae, araticum, marolo, morfologia

**MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS, SEEDS AND SEEDLINGS OF ARATICUM PLANT (*Annona crassiflora* MART. - ANNONACEAE)**

**ABSTRACT** - Araticum (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae) is a species with great ecological importance and potential for fruit production. Its fruits, seeds and seedlings were morphologically described in this article as being the main objective of this study. To describe and illustrate the examples, 100 seeds and 42 fruits were analyzed, the latter being collected in Santo Antônio do Leverger - MT – Brasil, in 2011. To describe the morphology of the seedling, 100 seeds were germinated in two different environments. The araticum plant has a compound, multiple strobiliform, globose-subglobose and fleshy fruit, with average measures of 12.9 cm length, 13.5 cm width, 12.7 cm thickness, weight of 1,187.0 g and 99.2 seeds per fruit. The seeds are obovoid, hairless, smooth with a bony aspect and a pale brown color; it's has an average of 17.7 mm length, 10.8 mm width and 8.3 thickness. Epigeous and phanerocotylar germination begins about 148 days after sowing. All morphological data of araticum fruits, seeds and seedlings can be used for recognize the botanical family and, when associated to other features, to recognize the species in field.

**Key words:** Annonaceae, araticum, marolo, morphology

### 3.1 INTRODUÇÃO

A família Annonaceae compreende 130 gêneros e 2.200 espécies, com distribuição predominantemente tropical. No Brasil existem 33 gêneros que abrigam cerca de 250 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005), entre selvagens e cultivadas, das quais muitas possuem alta qualidade frutícola, principalmente aquelas pertencentes ao gênero *Annona* (JOLY, 1998).

O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae), também conhecido como bruto, marolo e pinha-do-cerrado, é nativo do Cerrado brasileiro, nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Bahia e Tocantins (LORENZI, 2002). É planta de hábito arbóreo, que pode atingir até oito metros de altura (SILVA *et al.*, 2001; LORENZI, 2002), cujo caule tortuoso, de 20 a 30 cm de diâmetro, é revestido por casca áspera e corticosa que lhe confere resistência à ação do fogo (LORENZI, 2002). As folhas do araticunzeiro são alternas, dísticas, simples e sem estípulas (SOUZA; LORENZI, 2005; LOBÃO *et al.*, 2005) e as flores isoladas, axilares, actinomorfas, com três sépalas, seis pétalas e com numerosos estames e carpelos (LOBÃO *et al.*, 2005). O fruto é do tipo múltiplo estrobiliforme, glabro, de forma subglobosa, composto por numerosos frutículos que, em sua maioria, contém uma única semente. O epicarpo tuberculado e papiloso é de coloração verde quando imaturo e castanho esverdeado quando maduro (LIMA-BRITO *et al.*, 2006).

O araticunzeiro é uma das espécies mais frequentes no bioma Cerrado, aproveitada pela população local para uso alimentar e medicinal. Por apresentar aroma, sabor e digestibilidade apreciáveis, a polpa do fruto é consumida *in natura* ou processada para a produção de sucos, licores sorvetes e geléias (TELLES *et al.*, 2003). Além das características organolépticas, o fruto tem alto valor nutritivo, com significativos teores de lipídios, fibras, calorias, magnésio, fósforo e antioxidantes (DAMIANI *et al.*, 2011). Ademais, o araticunzeiro pode ainda apresentar efeito alelopático sobre outras espécies inibindo a germinação e/ou o desenvolvimento de plântulas de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf.) e de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) (INOUE *et al.*, 2009), além de efeito inseticida, que possibilita seu emprego no controle do mosquito vetor da dengue (*Aedes aegypti* L.) (OMENA *et al.*, 2007) e do percevejo marrom (*Euschistus heros* Fabr.) (OLIVEIRA; PEREIRA, 2009).

O estudo de frutos, sementes e plântulas, além de contribuir para o conhecimento da espécie gera informações necessárias aos propósitos taxonômicos e filogenéticos, somando-se às análises tradicionais de órgãos vegetativos e florais (OLIVEIRA, 2001). Deste modo, estudos morfológicos auxiliam na interpretação de testes de laboratório e permitem a identificação botânica da espécie, constituindo-se em importante ferramenta para reconhecê-la em bancos de sementes no solo e na fase de plântulas no ambiente de ocorrência (MELO *et al.*, 2004). O conhecimento da morfologia de plantas nativas é de grande valia à compreensão do comportamento da espécie em relação aos mecanismos de dispersão, sucessão, regeneração natural e conservação (MELO *et al.*, 2004; COSMO *et al.*, 2010).

A utilização da morfologia com finalidade taxonômica é especialmente importante para Annonaceae, haja vista que essa família é uma das mais uniformes, tanto do ponto de vista anatômico como estrutural, de hábito e de hábitat, apresentando uma combinação de caracteres marcantes e peculiares (BARROSO *et al.*, 1978). Tais informações são confirmadas pela morfologia das sementes ruminadas e com embrião diminuto, que constitui um bom caráter de identificação em nível de família, embora a identificação a cerca dos gêneros seja dificultada pela carência de dados referentes aos frutículos e por estes serem pouco representados em carpotecas e herbários (BARROSO *et al.*, 1999).

A morfologia de frutos, sementes e plântulas de araticunzeiro foi estudada por Lima-Brito *et al.* (2006), a partir de uma população nativa no Estado da Bahia. Entretanto, estudos similares são necessários, com populações de regiões distintas, uma vez que variações fenotípicas em resposta à heterogeneidade ambiental são esperadas em plantas do Cerrado, conforme relatam Rocha Filho e Lomônaco (2006). Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa descrever e ilustrar os aspectos morfológicos de frutos, de sementes e de plântulas de araticunzeiro.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

*Coleta dos frutos:* os frutos foram coletados de fevereiro a março de 2011, de plantas matrizes selecionadas em população nativa de araticunzeiro pertencente à fazenda Cascata do Andorinha, situada nas coordenadas geográficas 15°50'S e 55°21'W, a 770 m de altitude, no Município de Santo Antônio do Leverger – MT (ANEXO 10). Para a identificação da espécie, foram coletadas amostras do material vegetal e estas comparadas com a exsicata registrada sob número 23.134, depositada no Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá - MT.

Foram coletados 42 frutos imediatamente após sua dispersão, de 17 plantas matrizes, sendo recolhidos ao acaso segundo a ordem de maturação. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em bandejas de polipropileno (50 x 31 x 8 cm) e transportados para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus São Vicente (IFMT *Campus* São Vicente), localizado no Município de Santo Antônio do Leverger - MT, onde se procederam as avaliações referentes à caracterização morfológica de frutos.

*Caracterização morfológica dos frutos:* para determinação do comprimento, largura e espessura do fruto utilizou-se paquímetro digital graduado de 30 cm e precisão de 0,001 cm, posicionado do ápice à cicatriz do pedúnculo para comprimento, no maior eixo transversal para largura e no menor eixo transversal para espessura. Para aferir a massa fresca do fruto, utilizou-se balança digital com capacidade para seis quilogramas, acurada a 0,002 g e a determinação do número de sementes por fruto foi realizada após despulpa manual. Além das variáveis mensuráveis, foram observados no fruto: tipo, forma, consistência, superfície e coloração, realizando-se secções transversais e longitudinais no pericarpo para observação de detalhes, quando necessárias.

*Beneficiamento das sementes e preparo das amostras:* após despulpa dos frutos, as sementes foram lavadas em água corrente até a completa retirada da polpa e secadas à sombra durante 48 horas, sobre papel toalha. As sementes que apresentavam má formação, trincas ou perfurações no tegumento foram eliminadas. Sementes íntegras foram embaladas em saco de papel “Kraft” e transportadas ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal Paraná, em Curitiba - PR. Posteriormente, a amostra média foi homogeneizada e dividida em Amostra Duplicada e

Amostra de Trabalho utilizando-se divisor centrífugo, e ambas foram mantidas em câmara seca à temperatura de  $17\pm 2$  °C e umidade relativa de 60-70%, até serem utilizadas.

*Caracterização morfológica das sementes:* em abril de 2011 foram retiradas aleatoriamente 100 sementes da Amostra de Trabalho para descrição e ilustração morfológica. As dimensões comprimento, largura e espessura foram aferidas com paquímetro digital graduado de 20 cm e precisão de 0,001 cm.

Nas sementes observou-se externamente: forma, coloração, textura, consistência, presença de arilo e posições do hilo e da micrópila. Para as descrições internas referentes à presença de endosperma, ao tipo, à posição e à forma do embrião e à posição do eixo hipocótilo-radícula, foram realizadas secções transversais e longitudinais na semente, utilizando-se lâmina de bisturi e observação em microscópio estereoscópio (ABREU *et al.*, 2005; REGO *et al.*, 2010). Para o estudo do embrião, 60 sementes foram embebidas em água destilada durante 24 horas a 25 °C, seguindo-se da retirada do tegumento e da secção longitudinal paralela ao eixo embrionário. Posteriormente, efetuou-se coloração dos embriões sobre papel filtro, umedecido em 2,5 vezes a massa do papel, com solução de tetrazólio (cloreto 2,3,5 trifeniltetrazólio) 0,5%, durante seis horas, em germinador com temperatura de 25 °C para facilitar a observação do embrião.

*Caracterização morfológica das plântulas:* foram colocadas para germinar 100 sementes em caixas de polipropileno contendo vermiculita como substrato, umedecido em sua capacidade de campo. As caixas foram mantidas em estufa sem controle das condições ambientais. Foram também semeadas 100 sementes em substrato papel-toalha, na forma de rolo, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes seu peso seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo Mangelsdorf, a 25 °C e luz constante de 110 Lx. Foram observadas as fases compreendidas entre o intumescimento da semente e o completo desenvolvimento dos protofilos. Para a caracterização da plântula foram observados tipo, forma, coloração e pilosidade da raiz e do hipocótilo e consistência, textura, forma, coloração, nervação e tipo de bordo, ápice e base dos protofilos.

Os procedimentos tecnológicos para o estudo da morfologia do fruto, da semente e da plântula foram baseados nos trabalhos de Barroso *et al.* (1999).

*Procedimentos estatísticos:* os dados das variáveis quantitativas foram tabulados eletronicamente e analisados, determinando-se os valores mínimo, médio e máximo com seus respectivos desvio padrão e coeficiente de variação.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Caracterização morfológica dos frutos:* os frutos de araticunzeiro são do tipo composto, múltiplos estrobiliformes conforme classificação de Barroso *et al.* (1999), de forma globosa a subglobosa e consistência carnosa. Foram encontradas de 33 a 152 sementes por fruto. Os frutos possuem em média 12,9 cm de comprimento, 13,5 cm de largura, 12,7 cm de espessura e 1.187 g de massa fresca (Tabela 3.1). Os frutos são formados por muitos frutículos (Figura 3.1C) monospermicos, porém, ocasionalmente em alguns frutículos foram encontradas duas ou mais sementes, as quais tinham forma modificada em relação ao padrão da espécie. Os frutículos são compostos pelo mesocarpo e endocarpo, de consistência carnosa, sincárpicos, concrecidos, não drupóides e dispostos sobre um receptáculo (pedúnculo) carnoso e cônico (Figura 3.1D). O epicarpo é glabro, tuberculado e papiloso (Figura 3.1A, 3.1B, 3.1C e 3.1D), de coloração verde quando imaturo e castanho esverdeado quando maduro.

As informações morfológicas do fruto de araticunzeiro estão de acordo com a descrição de Lima-Brito *et al.*, (2006), em estudo sobre morfologia de frutos da família Annonaceae, incluindo *Annona crassiflora*.

Tabela 3.1. Comprimento, largura, espessura, massa fresca e número de sementes/fruto de frutos de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2011.

Variável	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Comprimento (cm)	9,5	12,9	18,0	1,9	14,4
Largura (cm)	10,5	13,5	17,8	1,5	10,8
Espessura (cm)	9,9	12,7	16,6	1,5	11,6
Massa Fresca (g)	515,0	1.187,0	2.040,0	365,9	30,8
Nº. de sementes/Fruto	33,0	99,2	152,0	33,4	33,7

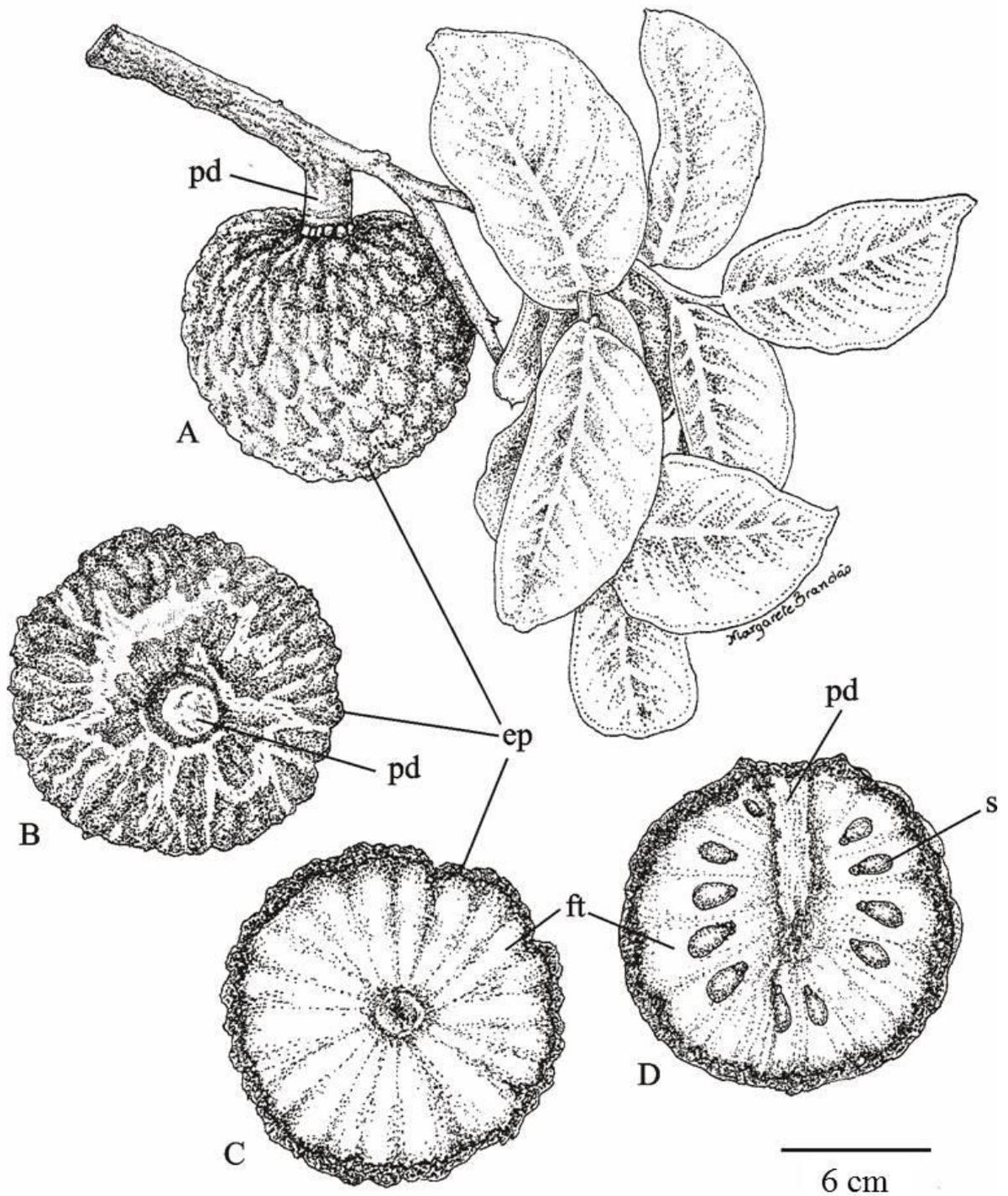


Figura 3.1. Fruto de *Annona crassiflora* Mart. (A) ramo com o fruto e aspecto externo em vista lateral; (B) aspecto externo em vista basal; (C) aspecto interno em corte transversal; (D) aspecto interno em corte longitudinal. Curitiba - PR, 2011. pd: pedúnculo; ep: epicarpo; ft: frutículo; s: semente

A massa fresca do fruto de araticunzeiro obtida nesse trabalho está compreendida dentro da amplitude 0,5-4,5 kg por fruto citada por Silva *et al.* (2001), porém, com massa

média superior àquelas encontradas por Lima-Brito *et al.* (2006) que constataram média de 836,3 g em frutos de araticunzeiro coletados no Estado da Bahia. Os valores para massa de fruto encontradas no presente trabalho bem como aqueles citados por outros autores enfatizam a importância da espécie enquanto planta frutífera, pois o tamanho do fruto supera largamente outras espécies do gênero que já são cultivadas com essa finalidade e cujos frutos tem ampla aceitação nos mercados consumidores, sobretudo em seus centros de origem. Dentre elas, podem-se citar a pinha (*Annona squamosa* L.) e a atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.), com massas médias de 231 g (LIMA-BRITO *et al.*, 2006) e 275-368 g (NEVES; YUHARA, 2003), respectivamente. Em relação ao tamanho do fruto, o araticunzeiro pode ser comparado à graviola (*Annona muricata* L.), que possui massa de aproximadamente 1 kg (LIMA-BRITO *et al.*, 2006) e com o biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill.) que produz frutos em torno de 1,3 kg (LORENZI, 2002).

*Caracterização morfológica das sementes:* as sementes de araticunzeiro são obovóides (Figura 3.2A) e em média possuem 17,7 mm de comprimento, 10,8 mm de largura e 8,3 mm de espessura (Tabela 3.2). O tegumento é glabro, de coloração castanho-clara, opaco, com textura lisa e consistência óssea. O tégmen é formado por camadas fibrosas que se inserem no endosperma resultando nas rumações (Figura 3.2E), conforme descrito por (Lima-Brito *et al.*, 2006). Foi observado que após a secagem das sementes, as fibras do tégmen se despreendem, e o conjunto formado por endosperma e embrião fica solto dentro do tegumento.

As sementes de araticunzeiro possuem arilo basal, de superfície rugosa e com bordadura conspícua e irregular (Figura 3.2A, 3.2B, 3.2C e 3.2E), disposto em volta do hilo e da micrópila. O hilo é basal, diminuto e de forma irregular compreendida entre circular e oval (Figura 3.2C) e fechado por uma prega de tampão, corroborando com as informações citadas por Barroso *et al.*, (1999) para a família Annonaceae. Após remoção do arilo foi possível observar a micrópila (Figura 3.2D), disposta abaixo e em continuidade com o hilo. O endosperma é ruminado, espesso, abundante (Figura 3.2F) e de coloração branco-amarelado. O embrião é basal, rudimentar com aproximadamente 2 mm de comprimento (Figura 3.2F, 3.2G e 3.2H), hialino e de consistência gelatinosa. Foi possível observar no eixo embrionário a região da radícula e os cotilédones (Figura 3.2H), embora, para a maioria das sementes, essas estruturas não tivessem completamente diferenciadas, semelhante às observações de Silva *et al.* (2007).

Tabela 3.2. Comprimento, largura e espessura de sementes de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2011.

Variável	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Comprimento (mm)	13,4	17,7	22,7	2,3	13,1
Largura (mm)	9,0	10,8	13,6	0,9	8,7
Espessura (mm)	6,4	8,3	11,2	0,8	9,7

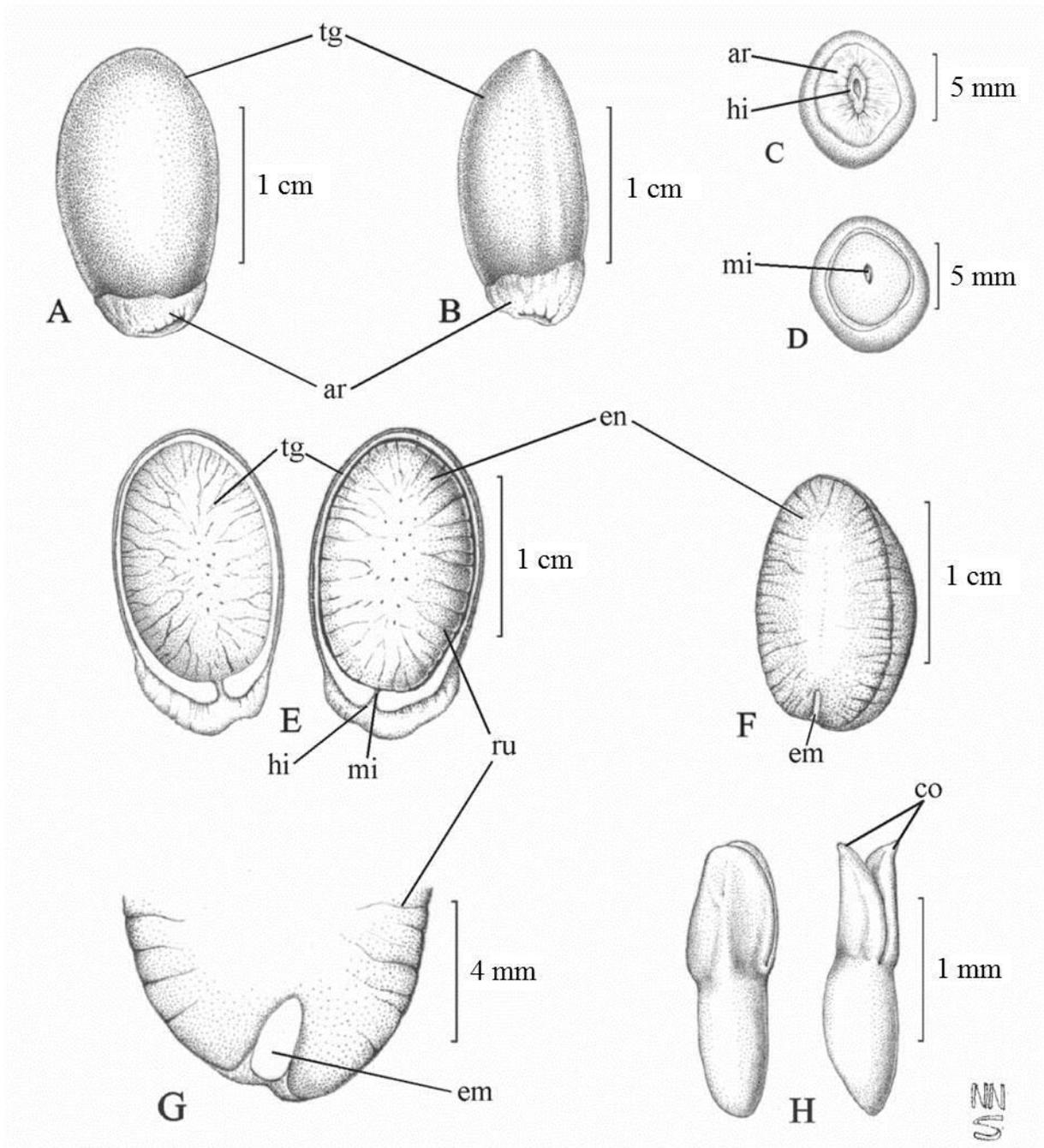


Figura 3.2. Semente de *Annona crassiflora* Mart. (A) vista lateral; (B) vista dorsal; (C) vista basal; (D) vista basal sem o arilo; (E) tegumento e endosperma; (F) secção longitudinal do endosperma; (G e H) embrião. Curitiba - PR, 2011. tg: tegumento; ar: arilo; mi: micrópila; hi: hilo; en: endosperma; ru: ruminação; em: embrião; co: cotilédone.

As características morfológicas da semente encontradas nesse experimento equiparam-se as informações sobre a espécie citadas por Lima-Brito *et al.* (2006) e Silva *et al.* (2007).

Dentre as características descritas para a semente, o tamanho do embrião e as

ruminações são de fundamental importância para a identificação botânica dos indivíduos em nível de família por serem condições próprias de Annonaceae (BARROSO *et al.*, 1999). Segundo os mesmos autores, o embrião é pequeno porque se desenvolve tardiamente, depois que a semente está quase totalmente formada, o que se torna um mecanismo ecológico de sobrevivência para a espécie, quer seja pelo tempo necessário à germinação (SILVA *et al.*, 2007), que possibilita ao novo indivíduo um ambiente mais favorável ao seu desenvolvimento e/ou pela formação de bancos de sementes persistentes no solo (CAVALCANTE *et al.*, 2007).

*Caracterização morfológica das plântulas:* após 148 dias da semeadura se observou a ruptura longitudinal do tegumento ocasionado pelo intumescimento do endosperma (Figura 3.3A) e protrusão da raiz primária (Figura 3.3B), seguindo-se pelo alongamento da raiz primária e do hipocótilo (Figura 3.3C), formação de raízes secundárias (Figura 3.3D), expansão dos cotilédones paralelamente ao desenvolvimento dos protofilos (Figura 3.3E) e finalizando com a plântula formada (Figura 3.3F), em aproximadamente 190 dias após semeadura. O longo período requerido para a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas do presente experimento se deve à dormência morfofisiológica peculiar à espécie (SILVA *et al.*, 2007).

A germinação do araticunzeiro é do tipo epígea e fanerocotiledonar, a qual se inicia pela protrusão da raiz primária, na região da micrópila (Figura 3.3B). A raiz primária é axial, cilíndrica, de coloração branca-creme, glabra e longa, com raízes secundárias originadas na base do coleto, as quais se assemelham à raiz principal, porém mais finas e curtas; o hipocótilo é carnoso, espesso, glabro e de coloração branca e/ou levemente rosada o qual sustenta em seu ápice o endosperma e as demais estruturas aéreas ainda envoltas pelo tegumento (Figura 3.3D).

O consumo de reservas da semente de araticunzeiro é lento e, mesmo após a expansão das folhas cotiledonares e desenvolvimento das primeiras folhas (protofilos), é possível observar resíduos do endosperma e o tegumento ainda aderidos à plântula (Figura 3.3E). Quando a plântula está formada se observa um complexo sistema radicular com raiz primária espessa próximo ao coleto, e afilada no sentido do ápice, sendo que dela e da base do coleto surgem raízes secundárias, as quais se ramificam e completam o sistema radicular (Figura 3.3F). O hipocótilo é espesso, com a base mais grossa em relação ao ápice, onde se observam os cotilédones e os protofilos completamente desenvolvidos. Os cotilédones e os protofilos são peciolados e enervados, sendo que os protofilos e as folhas adultas possuem

características semelhantes quanto ao limbo e às nervuras. São folhas simples, elípticas, glabras de ápice obtuso a levemente agudo e base acunheada.

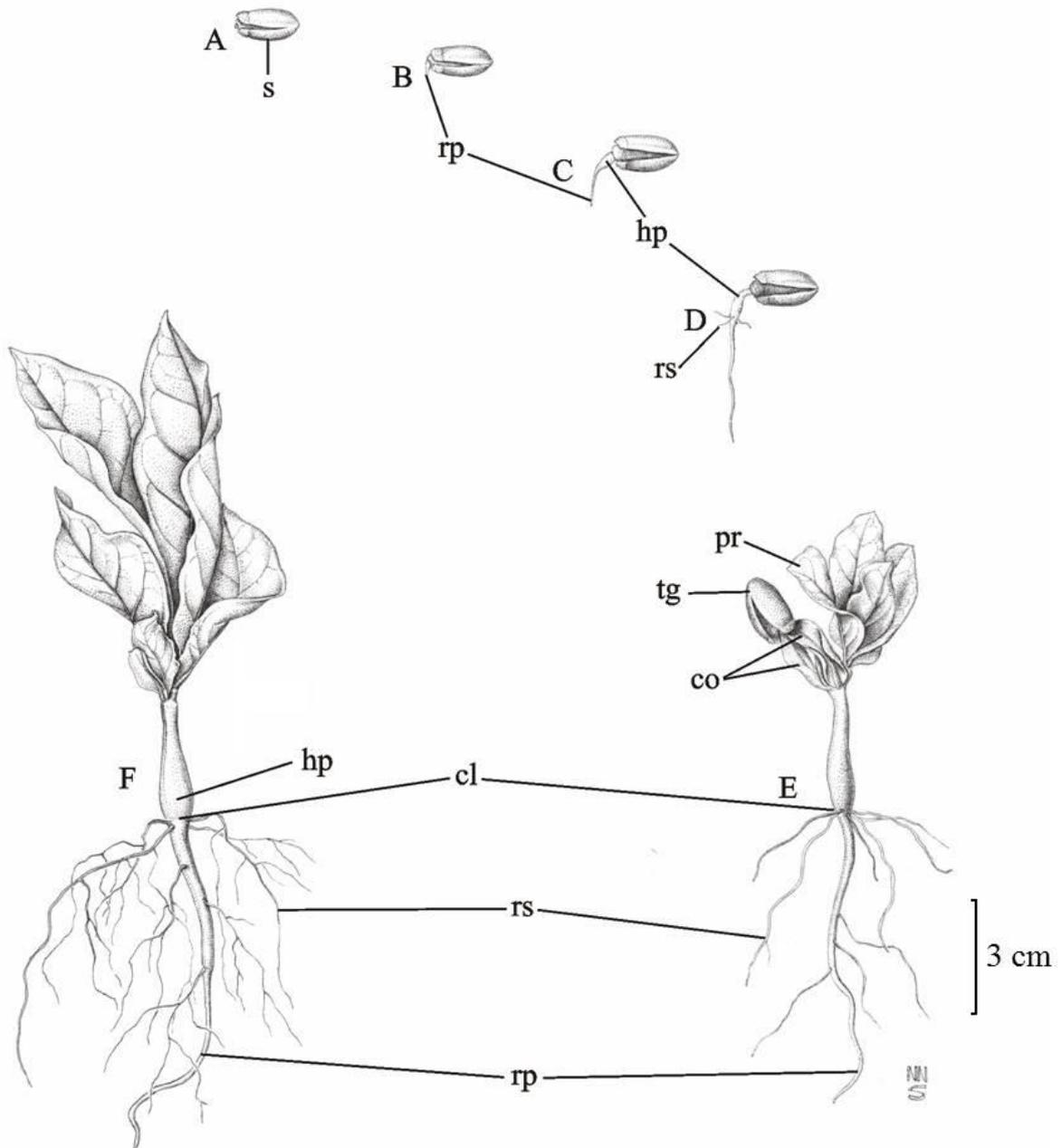


Figura 3.3. Germinação de *Annona crassiflora* Mart. (A - D) fase inicial; (E - F) detalhes da plântula. Curitiba - PR, 2011. s: semente; rp: raiz primária; hp: hipocótilo; rs: raiz secundária; pr: protófilo; tg: tegumento; co: cotilédones; cl: coleto.

### 3.4 CONCLUSÕES

O araticunzeiro tem fruto composto, múltiplo estrobiliforme, globoso-subgloboso e carnosos, com médias de 12,9 cm de comprimento, 13,5 cm de largura, 12,7 cm de espessura, massa fresca de 1.187,0 g e com 99,2 sementes por fruto;

As sementes são obovoides com tegumento glabro, castanho-claro, opaco, liso e ósseo e possuem em média, 17,7 mm de comprimento, 10,8 mm de largura e 8,3 mm de espessura;

A germinação é epígea e fanerocotiledonar e se inicia após 148 dias da semeadura;

Os aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula de araticunzeiro constituem bons elementos para a identificação da planta em nível de família botânica e de espécie no campo, desde que associados a outras características, tais como as observadas em folhas e em flores.

### 3.5 REFERÊNCIAS

ABREU, D.C.A.; KUNIYOSHI, Y.S.; MEDEIROS, A.C.S.; NOGUEIRA, A.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. - Winteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 67-74, 2005.

BARROSO, G.M.; GUIMARÃES, E.F.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; PEIXOTO, A.L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. v. 1. São Paulo: EDUSP, 1978. 309 p.

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.

CAVALCANTE, T.R.M.; NAVES, R.V.; BRAGA FILHO, J.R.; SILVA, L.B. Influência de substratos e do armazenamento de sementes sobre a emergência e crescimento de plântulas de araticum (*Annonaceae*). **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, p. 11-20, 2007.

COSMO, N.L.; NOGUEIRA, A.C.; LIMA, J.G.; KUNIYOSHI, Y.S. Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, Euphorbiaceae. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 419-428, 2010.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 723-729, 2011.

INOUE, M.H.; SANTANA, D.C.; PEREIRA, M.J.B.; POSSAMAI, A.C.S.; AZEVEDO, V.H. Extratos aquosos de *Xylopiá aromática* e *Annona crassiflora* sobre capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) e soja. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 244-250, 2009.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 12 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1998. 777 p.

LIMA-BRITO, A.; BELLINTANI, M.C.; RIOS, A.P.S.; SILVA, J.R.S.; DORNELLES, A.L.C. Morfologia de fruto, semente e plântula de três espécies de *Annona* (*Annonaceae*). **Sítientibus** (série Ciências Biológicas), v. 6, n. 2, p. 119-128, 2006.

LOBÃO, A.Q.; ARAUJO, D.S.D.; KURTZ, B.C. *Annonaceae* das restingas do Estado do Rio de Janeiro. **Rodriguesia**, v. 56, n. 87, p. 85-96, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2, 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 382 p.

MELO, M.G.G.; MENDONÇA, M.S.; MENDES, A.M.S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

NEVES, C.S.V.J.; YUHARA, E.N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemóia produzidos no norte do Paraná. **Semina** (Ciências Agrárias), v. 24, n. 2, p. 311-314, 2003.

OLIVEIRA, A.C.; PEREIRA, M.J.B. Efeito antialimentar do extrato metanólico de *Annona crassiflora* Mart. sobre o percevejo marron *Euschistus heros* (Fabr. 1798) (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2633-2636, 2009.

OLIVEIRA, D.M.T. Morfologia comparada de plântulas, e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 85-97, 2001.

OMENA, M.C.; NAVARRO, D.M.A.F.; PAULA, J.E.; LUNA, J.S.; LIMA, M.R.F.; SANT'ANA, A.E.G. Larvicidal activities against *Aedes aegypti* of some Brazilian plants. **Bioresouce Technology**, v. 98, p. 2549-2556, 2007.

REGO, S.S.; NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S.; SANTOS, A.F. caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.

ROCHA FILHO, L.C. LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas em subpopulações de *Davilla elliptica* A. ST.-Hil. (Dilleniaceae) e *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 719-725, 2006.

SILVA, D.B.; SILVA, J.A. JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa, 2001. 178 p.

SILVA, E.A.A.; MELO, D.L.B.; DAVIDE, A.C.; BODE, N.; ABREU, G.B.; FARIA, J.M.R.; HILHORST, H.W.M. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. **Annals of Botany**, v. 99, p. 823-830, 2007.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica e sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

TELES, M.P.C.; VALVA, F.D.; BANDEIRA, L.F.; COELHO, A.G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

#### 4 CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS E DE FRUTOS DE ARATICUNZEIRO (*Annona crassiflora* MART.) NATIVOS NO CERRADO MATOGROSSENSE

RESUMO - O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae) é uma frutífera nativa do Cerrado brasileiro que necessita de estudos visando a geração de dados para subsidiar pesquisas relativas à sua domesticação. Com o presente trabalho objetivou-se estudar uma população de araticunzeiro em relação ao diâmetro do caule e altura das plantas, à produção e às características físicas e químicas de frutos. Nas plantas, mensuraram-se diâmetro do caule, altura e produção de frutos. Nos frutos, analisaram-se os diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT), a relação DL/DT, as massas do fruto, da casca, da semente e da polpa e calculou-se o rendimento de polpa; Na polpa efetuaram-se as determinações de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH e umidade. As árvores possuíam diâmetro do caule de 10,4 cm e altura de 3,7 m, com produção média de seis frutos por planta. Em média, os frutos tinham DL de 14,2, DT de 15,2 e relação DL/DT de 0,9, com massa média de 1.565,5 g, tendo as massas da casca, das sementes e da polpa médias de 662,2 g, 179,8 g e 723,5 g, respectivamente; o rendimento médio da polpa foi de 45,9% do fruto e as médias de SS foi de 17,60 °Brix, AT de 0,37% de ácido málico, relação SS/AT de 52,23, pH de 4,45 e umidade média igual a 74,3%. O araticunzeiro possui características físicas e químicas que o tornam uma alternativa para a fruticultura nativa brasileira.

**Palavras chave:** araticum, marolo, polpa, Brix

**CHARACTERIZATION OF PLANTS AND FRUIT OF ARATICUM PLANT (*Annona crassiflora* Mart.) NATIVE TO THE CERRADO OF MATO GROSSO**

**ABSTRACT** - The araticum (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) is a native fruit from the Brazilian Cerrado requiring studies to generate data to support research related to its domestication. This paper aimed to study a population of araticunzeiro relating to the stem diameter and plant height, production, and physical and physical-chemical characterization of its fruits. Diameter of stem, height, and fruit yield of plants were measured. In fruits, longitudinal (LD) and transverse (TD) diameters, the LD/TD ratio, the masses of fruit, peel, seed, and pulp were analyzed; and the pulp yield was calculated. In pulp, determination of soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, and moisture were performed. The trees had stem diameter of 10.4 cm and height of 3.7 m with an average yield of 6 fruits per plant. On average, fruits presented 14.2 LD, 15.2 TD, and 0.9 LD/TD ratio; they presented 1,565.5 g average mass; and masses of peel, seeds, and pulp presented 662.2 g, 179.8 g, and 723.5 g averages, respectively, with average pulp yield equal to 45.9% of the fruit. In pulp, SS average of 17.60 °Brix, TA of 0.37% malic acid, SS/TA ratio of 52.23, 4.45 pH, and average humidity equal to 74.3%. The araticunzeiro has physical and chemical characteristics that make it an alternative to the native Brazilian fruit production.

**Key words:** araticum, marolo, pulp, Brix

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A competitividade e o potencial do Brasil na produção de alimentos são reconhecidos em todo o mundo, especialmente em relação à fruticultura que se mostra vantajosa para grandes e pequenos produtores, constituindo-se em importante meio de geração de renda no campo (CARVALHO, 2009). A fruticultura brasileira se posiciona em terceiro lugar quanto à produção mundial de frutas, revelando seu enorme potencial para expandir-se no mercado internacional, principalmente com a divulgação e inserção de frutas exóticas nesses mercados (BUENO; BACCARIN, 2012).

O Brasil apresenta uma grande diversidade de frutíferas nativas, porém sem expressão e produção significativas, devido à falta de conhecimentos que permitam introduzi-las como plantas cultivadas. Paralelamente, se observa a crescente busca dos produtores por novas opções de cultivo ao passo que se constata aumento na procura de frutas exóticas por parte dos consumidores (ANDRADE *et al.*, 2009). Entretanto, inserir uma nova espécie como planta cultivada exige previamente conhecê-la em seus aspectos morfológicos e comportamentais no ambiente natural.

O conhecimento da produtividade é fundamental para caracterizar a produção final de determinada espécie sendo, portanto, uma variável elementar para o desenvolvimento de cultivos agrícolas e programas de seleção e melhoramento de espécies de interesse comercial (SANTOS; CAMARGO, 2006). O conhecimento das características físicas e químicas dos alimentos, tradicionalmente consumidos pela população é de suma importância no que diz respeito à orientação nutricional, ao controle de qualidade do alimento e subsidia a identificação das espécies promissoras, tendo em vista o seu aproveitamento industrial e a aplicação de estudos de melhoramento genéticos (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Nativo do Cerrado brasileiro, o araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae), conhecido popularmente como marolo e pinha-do-cerrado é uma planta com potencial para utilização em sistemas tradicionais de produção agrícola. Seus frutos são muito apreciados nas regiões de ocorrência, por apresentarem ótimo aroma e sabor, digestibilidade e alto valor nutritivo, com elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais,

podendo ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores sorvetes e geléias (TELLES *et al.*, 2003). Entretanto, embora portador dessas características, o araticunzeiro continua a ser explorado de forma essencialmente extrativista, sendo conhecido e consumido somente nas regiões de ocorrência espontânea. Trata-se de uma espécie não domesticada, de polinização cruzada e que naturalmente deve apresentar grande variabilidade para algumas características em relação à planta, à produção de frutos e aos frutos.

Assim, com o presente trabalho objetivou-se estudar uma população de araticunzeiro em relação ao diâmetro do caule e altura das plantas, à produção e às características físicas e físico-químicas de frutos, visando obter dados que sirvam de subsídio às futuras pesquisas referentes à domesticação da espécie.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus São Vicente, em Santo Antônio do Leverger - MT e na Universidade Federal do Paraná, em Curitiba - PR. As matrizes foram selecionadas de uma população nativa de araticunzeiro, localizada na fazenda Cascata do Andorinha e situada nas coordenadas geográficas 15°50'S e 55°21'W numa altitude de 770 m. A reserva possui aproximadamente 730 ha, formando um mosaico com as diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado.

Para a demarcação das plantas matrizes fez-se o reconhecimento da área de estudo aplicando-se o método de caminhamento (FILGUEIRAS *et al.*, 1994) e os espécimes foram georreferenciados com o uso de GPS Garmin 72. Em setembro de 2010 foram identificadas e demarcadas 34 plantas no estágio reprodutivo, baseando-se na presença de flor e/ou de fruto. Dessas plantas, foram obtidos diâmetro do caule (aproximadamente 130 cm do solo) e altura da planta (do solo à extremidade do ramo mais alto). Em fevereiro de 2011 realizou-se a contagem do número de frutos por planta, considerando todos os frutos presentes, independente do tamanho, para determinação da produção.

De fevereiro a março de 2012 foram selecionados ao acaso seis frutos coletados imediatamente após desprenderem-se das plantas matrizes anteriormente selecionadas, e estes tiveram suas dimensões longitudinal (diâmetro longitudinal – DL) e transversal (diâmetro transversal – DT) medidas com paquímetro digital graduado de 30 cm e precisão de 0,001 cm. A partir desses valores, calculou-se a relação DL/DT. Os frutos tiveram suas massas frescas mensuradas em balança digital com capacidade para seis quilos e precisão de 0,002 g, onde se mensurou também as partes que os compõem, após despulpa manual, sendo consideradas as massas da casca (epicarpo), da polpa (mesocarpo, endocarpo e pedúnculo) e das sementes, sendo os resultados apresentados em gramas. Calculou-se o rendimento de polpa (massa polpa/massa do fruto), com o resultado apresentado em porcentagem.

A polpa de cada fruto foi embalada individualmente, congelada a aproximadamente -18 °C e transportada à Curitiba, onde se processaram as avaliações químicas. As amostras

foram descongeladas em geladeira e trituradas em multiprocessador doméstico seguindo-se das determinações de: sólidos solúveis (SS), determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro RHB-32 ATC com escala 0-32% e ajustado à temperatura ambiente, sendo os resultados expressos em °Brix; acidez titulável (AT), determinada por titulação em bureta, conforme normas do Instituto Adolfo Lutz (2005) e os resultados expressos em porcentagem de ácido málico; relação entre os teores de sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT); pH, realizado em pHmetro digital de bancada pHtek, modelo PHS-3B, previamente calibrado com as soluções 4 e 7 e; teor de umidade, obtido por secagem de 10 g da amostra em estufa, a 70 °C até atingir massa constante, sendo o resultado expresso em porcentagem. Todas as análises químicas e a determinação de umidade foram realizadas em triplicatas.

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se a estatística descritiva, com determinação dos valores mínimo, médio e máximo com seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação, para cada variável. Os valores encontrados para diâmetro do caule e altura das plantas foram agrupados em classes, com amplitudes de 3,1 cm e 0,7 m, respectivamente. As correlações entre as variáveis diâmetro do caule, altura da planta e produção de frutos e entre as características físicas do fruto foram estimadas pelo coeficiente de correlação de Pearson.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de araticunzeiro, de modo geral, apresentaram heterogeneidade em relação ao diâmetro do caule, à altura das plantas e à produção, sendo produção a característica que apresentou maior variabilidade (Tabela 4.1). Tais resultados já eram previstos, tendo em vista que, embora todas as plantas fossem adultas, a idade dos indivíduos não era conhecida, e por se tratar de uma população nativa, propagada por sementes, de polinização cruzada e sem qualquer tipo de interferência agrônômica. É importante observar que diâmetro, altura e produção são variáveis controladas por múltiplos genes que determinam a herança quantitativa do caráter. Além disso, em florestas nativas há uma grande diversidade de espécies, disposição de luminosidade distinta e outros fatores ambientais preponderantes que podem ter influenciado esta elevada diferenciação (LIMA; LEÃO, 2013).

O diâmetro médio do caule e a altura média das plantas foram de 10,4 cm e 3,7 m, respectivamente (Tabela 4.1), com forte correlação entre essas variáveis (Tabela 4.2). Na análise dos dados agrupados (Tabela 4.1), observou-se que as maiores frequências localizam-se nas classes intermediárias do agrupamento, sendo a classe diamétrica de 10,7 – 13,9 cm aquela que apresentou o maior número de indivíduos (35,3%). Em relação à altura das plantas, foi constatado o maior número de indivíduos (38,2%) compreendidos entre 3,7 e 4,4 m. De modo geral todas as classes, tanto para diâmetro do caule quanto para altura das plantas estão bem representadas, sendo as maiores e as menores frequências encontradas de 17,6% para ambas as variáveis.

A classificação esperada para populações nativas geralmente apresenta maior número de indivíduos nas classes menores (LIMA; LEÃO, 2013), fato não ocorrido no presente trabalho provavelmente pelo fato de terem sido considerados apenas indivíduos adultos. Outra possível explicação para os resultados diz respeito às observações realizadas por Vale *et al.* (2009), os quais verificaram que no bioma Cerrado as espécies não seguem um padrão definido de distribuição diamétrica, sendo a resposta dependente do tipo de regeneração. Segundo Figueiredo *et al.* (2010), áreas em regeneração começam apresentar indivíduos nas classes iniciais somente após oito anos da exploração, coincidindo com a área em estudo, que deixou de sofrer ação antrópica e os impactos do fogo a partir de 2003,

conforme registros do proprietário.

Tabela 4.1. Diâmetro do caule, altura da planta e produção de frutos de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2012.

Diâmetro do caule (cm)						
Classes	N	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV
4,3 - 7,4	6	4,5	5,8	7,3	1,1	19,1
7,5 - 10,6	10	7,6	8,9	10,5	1,0	11,3
10,7 - 13,8	12	10,8	11,8	13,1	0,7	6,2
13,9 - 17,0	6	14,0	14,7	16,9	1,2	7,8
Geral	34	4,5	10,4	16,9	3,1	29,5

Altura da planta (m)						
Classes	N	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV
2,1 - 2,8	6,0	2,2	2,5	2,8	0,2	9,5
2,9 - 3,6	9,0	3,1	3,4	3,6	0,2	4,8
3,7 - 4,4	13,0	3,7	4,0	4,4	0,2	5,8
4,5 - 5,2	6,0	4,5	4,6	4,9	0,2	3,5
Geral	34	2,2	3,7	4,9	0,7	19,7

Produção (frutos/planta)					
	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV
Geral	1,0	6,0	15,0	3,6	60,6

N: número de indivíduos; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

Em relação à produção de frutos, se constatou média de seis frutos por planta (Tabela 4.1), valor relativamente baixo em se tratando de fruticultura. Embora baixa, produção média similar (6,53 frutos/planta) foi encontrada por Braga-Filho *et al.* (2009) em populações naturais de araticunzeiro localizadas no Estado de Goiás. Os mesmos autores afirmam que a produção é uma característica influenciada por vários fatores, cuja variação se estabelece entre plantas e entre populações, e carece de estudos que incluam a influência do ambiente. Além disso, o araticunzeiro possui sazonalidade reprodutiva que, segundo Braga-Filho *et al.* (2009) é variável entre os anos. Essa condição determina a necessidade de se estudar a produção de frutos por alguns ciclos consecutivos.

Considerando a produção de frutos de araticunzeiro em função do porte da planta

(diâmetro do caule e altura), não se observaram correlações entre essas variáveis (Tabela 4.2). Essa condição permite inferir que a espécie tem potencial para se estabelecer como frutífera comercial, pois apresenta porte requerido sem afetar a produção de frutos, dispensando pesquisas relacionadas à sua arquitetura e, portanto, minimizando tempo e custo na domesticação. Todavia, é necessária a confirmação desta informação ao longo de alguns ciclos de produção, tendo em vista a sazonalidade reprodutiva que a espécie possui.

Tabela 4.2. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípicas para diâmetro do caule, altura da planta e para produção de frutos de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2012.

	Diâmetro do caule (cm)	Altura (m)	Frutos/Planta
Diâmetro do caule (cm)	-	0,7170	0,4395
Altura (m)		-	0,3268
Frutos/Planta			-

Com relação à caracterização dos frutos do araticunzeiro, os dados médios encontrados para diâmetro longitudinal (14,2 cm), diâmetro transversal (15,2 cm) e a relação DL/DT (0,9) (Tabela 4.3) indicam que estes possuem forma globosa a subglobosa, característica comum à espécie conforme Lima-Britto *et al.* (2006). A forma arredondada de frutos se caracteriza à medida que o valor da relação DL/DT se aproxima de um e, segundo Chitarra e Chitarra (2005) é uma característica desejável em se tratando de frutos destinados à industrialização, pois facilita as operações de limpeza e de processamento.

Os frutos de araticunzeiro são considerados grandes, com massa variável entre 771,0 g a 2.113,0 g, sendo a média igual a 1.565,5 g (Tabela 4.3). Essa massa total está distribuída em casca, sementes e polpa, com médias de 662,2 g, 179,8 g e 723,5 g respectivamente, sendo que a polpa representa em média, 45,9% do fruto (Tabela 4.3). O rendimento de polpa encontrado na presente investigação assemelha-se aos resultados apresentados para outras espécies do gênero, como a pinha (*Annona squamosa* L.) em que a polpa representa aproximadamente 45% do fruto (SILVA *et al.*, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2008) e de atemóia (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.), cuja polpa compreende entre 45,8 e 63,4% do fruto (NEVES; YUHARA, 2003).

Tabela 4.3. Diâmetros longitudinal e transversal, relação DL/DT, massas do fruto, da casca, da polpa e das sementes e rendimento de polpa de frutos de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2012.

Variável	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV (%)
DL (cm)	12,0	14,2	16,0	1,4	10,0
DT (cm)	11,1	15,2	17,3	2,2	14,8
DL/DT	0,9	0,9	1,1	0,1	7,7
MF (g)	771,0	1.565,5	2.113,0	508,5	32,5
MC (g)	284,0	662,2	844,0	198,2	29,9
MS (g)	99,8	179,8	264,0	66,2	36,8
MP (g)	387,2	723,5	1.066,0	276,7	38,2
RP (%)	40,8	45,9	50,8	4,7	10,3

DL: diâmetro longitudinal; DT: diâmetro transversal; DL/DT: relação entre diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; MF: massa do fruto; MC: massa da casca; MS: massa da semente; MP: massa da polpa; RP: rendimento da polpa; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

As estimativas dos coeficientes revelam que existe correlação para todas as variáveis físicas de frutos estudadas (Tabela 4.4). Tais correlações já eram esperadas por se tratar de fruto carnoso, onde dimensões e massas são diretamente proporcionais entre si. Essas informações são importantes, pois podem subsidiar programas de melhoramento genético no que tange a seleção de características adequadas à comercialização e possibilitam inferir sobre mudanças de um caráter a partir da seleção de outro caráter correlacionado (SILVA *et al.*, 2012).

Tabela 4.4. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica para diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, massas do fruto, da casca, das sementes e da polpa de frutos de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2012.

	DL	DT	MF	MC	MS	MP
DL	-	0,9327	0,9528	0,8990	0,8740	0,8981
DT		-	0,9649	0,9503	0,8746	0,8834
MF			-	0,9087	0,9034	0,9707
MC				-	0,6976	0,7868
MS					-	0,9213
MP						-

DL: diâmetro longitudinal; DT: diâmetro transversal; MF: massa do fruto; MC: massa da casca; MS: massa da semente; MP: massa da polpa.

O teor de sólidos solúveis encontrados na polpa de frutos de araticunzeiro variou de 14,33 a 19,50 °Brix, sendo a média de 17,60±1,86 °Brix (Tabela 4.5). O SS médio encontrado no experimento é relativamente inferior ao SS da maioria das espécies de Annonaceae, que contêm aproximadamente 24 °Brix (NEVES; YUHARA, 2003; MARCELLINI *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2007). Porém, o SS é variável entre espécies (MARCELLINI *et al.*, 2003), entre cultivares da mesma espécie (NEVES; YUHARA, 2003; SILVA *et al.*, 2003) e até entre porções do mesmo fruto (SILVA *et al.*, 2003). Ainda em relação ao SS deve-se salientar que os frutos avaliados nesse experimento são oriundos de população silvestre, desenvolvidos naturalmente sem qualquer trato cultural.

A acidez titulável da polpa variou de 0,25% a 0,53%, sendo a média de 0,37% de ácido málico (Tabela 4.5), relativamente inferior à média de 0,51% de ácido cítrico obtida por Cohen *et al.* (2010). Nesse trabalho optou-se por apresentar a acidez titulável em porcentagem de ácido málico, tendo em vista seu predomínio sobre os demais ácidos conforme relataram Damiani *et al.* (2011). As diferenças quanto à acidez titulável obtida no presente trabalho em relação aos dados da literatura podem ter relação com a maturação dos frutos usados nos diferentes experimentos, pois em anonáceas a maturação de frutos e a acidez titulável parecem ser dependentes entre si, provavelmente devido às mudanças quantitativas e qualitativas ocorridas nos ácidos orgânicos durante o amadurecimento (MOSCA *et al.*, 2006). Esta hipótese explica inclusive a alta variação AT (C.V. = 30,8%) encontrada no presente experimento (Tabela 4.5).

Tabela 4.5. Sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, pH e umidade da polpa de frutos de *Annona crassiflora* Mart. Curitiba - PR, 2012.

Variável	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV (%)
SS (°Brix)	14,33	17,60	19,50	1,86	10,6
AT (%)	0,25	0,37	0,53	0,11	30,8
SS/AT	36,79	52,23	77,33	17,64	33,8
pH	4,15	4,45	4,74	0,23	5,2
Umidade (%)	71,80	74,30	78,80	2,86	3,9

SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável, em porcentagem de ácido málico; SS/AT: relação entre sólidos solúveis e acidez titulável; pH: potencial de hidrogênio; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

A relação SS/AT encontrada no presente estudo variou de 36,79 a 77,33, sendo a média igual a 52,23 (Tabela 4.5). Observando esses valores é possível afirmar que a polpa de araticunzeiro possui sabor agradável, tendo em vista que quanto maior a relação SS/AT, maior é o equilíbrio entre doce e ácido, tornando o fruto mais atrativo ao consumo (KROLOW *et al.*, 2007). A relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO *et al.*, 2003).

O pH médio encontrado na polpa de frutos de araticunzeiro foi de 4,45 (Tabela 4.5), similar ao valor de pH 4,49 obtido por Damiani *et al.* (2011) e relativamente superior ao pH 4,08 obtido por Cohen *et al.* (2010), em frutos da mesma espécie. O pH obtido no presente estudo permite classificar a polpa de araticunzeiro como ácida a pouco ácida e indica ser um produto de boa qualidade para o consumo *in natura* e também para a indústria, que utiliza o efeito do pH sobre os microrganismos para a preservação dos alimentos, sendo que  $\text{pH} \leq 4,5$  inibe o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* e de bactérias patogênicas (SANTOS *et al.*, 2010).

A umidade média da polpa de araticunzeiro foi de 74,3% (Tabela 4.5) próxima aos valores médios de 74 e 72% obtidos por Lopes *et al.* (2012) e de 76% obtido por Cohen *et al.* (2010) para a mesma espécie. Segundo Santos *et al.* (2010) o teor de umidade é uma característica muito importante em frutos, pois é indicativo de como proceder em relação ao manuseio, transporte e processamento, que afetam a estabilidade, a qualidade e a composição do produto.

Não existe legislação específica referente ao Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de araticunzeiro, porém é possível fazer comparação entre os dados de algumas variáveis com os dados do PIQ estabelecido para graviola (*Annona muricata* L.), uma vez que são espécies do mesmo gênero. Brasil (2000) determina somente valores mínimos para SS (9 °Brix), pH (3,5) e AT expressa em ácido cítrico (0,60g/100g de polpa). Assim, pode-se afirmar que a polpa de araticunzeiro, exceto em relação à AT, possui características químicas normais em comparação à graviola.

#### 4.4 CONCLUSÕES

A maioria dos indivíduos que compõem a população de araticunzeiro estudada possui diâmetro do caule compreendido entre 7,5 e 13,8 cm e altura das plantas variando de 2,9 e 4,4 m;

A produção é altamente variável, com média de seis frutos por planta. Essa característica precisa ser explorada, tendo em vista a sazonalidade produtiva da espécie e as condições ambientais;

Os frutos são grandes e arredondados, com significativo rendimento de polpa e características químicas interessantes tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria.

#### 4.5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.A.A.; LEMOS, E.G.M.; MARTINS, A.B.G.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de plantas de rambutan. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 613-619, 2009.

ARAÚJO, J.F.; LEONEL, S.; PEREIRA NETO, J. Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no submédio São Francisco, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 48-57, 2008.

BRAGA FILHO, J.R.; NAVES, R.V.; VELOSO, V.R.S.; CHAVES, L.J.; NASCIMENTO, J.L.; AGUIAR, A.V. Produção de frutos e caracterização de ambientes de ocorrência de plantas nativas de araticum no Cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 461-473, 2009.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº. 1, de 07 de janeiro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de jan. de 2000. Seção 1, p.54-58. Disponível em <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=259&data=10/01/2000>>. Acesso em: 04 jul. 2013

BUENO, G.; BACCARIN, J.G. Participação das principais frutas brasileiras no comércio internacional: 1997 – 2008. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 424-434, 2012.

CARVALHO, D. Fruticultura: entraves à competitividade. **Desavios**, p. 51-59, 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COHEN, K.O.; SANO, S.M.; SILVA, J.C.S.; MELO, J.T. **Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de Cabeceiras, GO**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010, 16 p. Documentos, 270.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 723-729, 2011.

FIGUEIREDO, M.A.P.; SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A.; SILVA, A.F.; FIGUEIREDO, L.G.A. Alteração estrutural de uma área de cerrado explorada sob regime de

manejo no município de João Pinheiro Minas Gerais – Brasil. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 521-528, 2010.

FILGUEIRAS, T.S.; BROCHADO, A.L.; NOGUEIRA, P.A.; GUALA II, G.F. Caminhamento – um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, n. 12, p. 39-43, 1994.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. Brasília: IAL, 2005. 1018 p.

KROLOW, A.C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1732-1735, 2007.

LIMA, J.P.C.; LEÃO, J.R.A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LIMA-BRITO, A.; BELLINTANI, M.C.; RIOS, A.P.S.; SILVA, J.R.S.; DONELLES, A.L.C. Morfologia de fruto, semente e plântula de três espécies de *Annona* (Annonaceae). **Sitientibus** (Série Ciências Biológicas), v. 6, n. 2, p. 119-128, 2006.

LOPES, R.M.; SILVA, J.P.; VIEIRA, R.F.; SILVA, D.B.; GOMES, I.S.; AGOSTINI-COSTA, T.S. Composição de ácidos graxos em polpa de frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 635-640, 2012.

MARCELLINI, P.S.; CORDEIRO, C.E.; FARAONI, A.S.; BATISTA, R.A.; RAMOS, A.L.D.; LIMA, A.S. Comparação físico-química e sensorial da atemóia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no Estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MOSCA, J.L.; CAVALCANTE, C.E.B.; DANTAS, T.M. **Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006, 28 p. Documentos, 106.

NEVES, C.S.V.J.; YUHARA, E.N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemóia produzidos no norte do Paraná. **Semina** (Ciências Agrárias), v. 24, n. 2, p. 311-314, 2003.

OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; MAIA, A.H.N.; ALVES, R.E.; MATOS, N.M.S.; SAMPAIO, F.G.M.; LOPES, M.M.T. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 114-125, 2010.

PINTO, W.S.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, A.A.O.; LEDO, C.A.S.; JESUS, S.C.; CALAFANGE, P.L.P.; ANDRADE, E.M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, 2003.

- SANTOS, M.A.; CAMARGO, M.B.P. Parametrização de modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade do cafeeiro nas condições do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 173-183, 2006.
- SANTOS, M.B.; CARDOSO, R.L.; FONSECA, A.A.O; CONCEIÇÃO, M.N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010.
- SILVA, F.H.L.; FERNANDES, J.S.C.; ESTEVES, E.A.; TITON, M.; SANTANA, R.C. Populações, matrizes e idade da planta na expressão de variáveis físicas em frutos de pegizeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 806-813, 2012.
- SILVA, J.; SILVA, E.S.; SILVA, P.S.L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 562-564, 2002.
- SILVA, P.S.L.; ANTONIO, R.P.; MARIGUELE, K.H.; SILVA, K.M.B.; LIMA, L.K.; SILVA, J.C.V. Estimates of genetic parameters for fruit yield and quality in custard Apple progênies. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 550-558, 2007.
- SILVA, P.S.L.; MENEZES, J.B.; OLIVEIRA, O.F.; SILVA, P.I.B. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais no melão. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 31-33, 2003.
- TELLES, M.P.C.; VALVA, F.D.; BANDEIRA, L.F.; COELHO, A.G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.
- VALE, V.S.; CRESPILO, R.F.; SCHIAVINI, I. Análise da regeneração natural em uma comunidade vegetal de cerrado no parque Victório Siquierolli, Uberlândia-MG. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 131-145, 2009.

## 5 CAPÍTULO III - ESTAQUIA E ANATOMIA CAULINAR DE ARATICUNZEIRO (*Annona crassiflora* MART. - ANNONACEAE)

RESUMO - O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) é uma planta nativa do Cerrado brasileiro utilizada pela população local principalmente como alimento. Objetivou-se com a presente pesquisa estudar a propagação vegetativa via estaquia, empregando ácido indol butírico (IBA) e a anatomia caulinar do araticunzeiro. O material vegetal foi coletado no Município de Santo Antônio do Leverger - MT e transportado para Curitiba - PR, onde os experimentos foram realizados. As estacas foram desinfestadas e posteriormente tiveram suas bases imersas em solução hidroalcoólica com diferentes concentrações de IBA, sendo mantidas em casa de vegetação por 60 dias. Paralelamente, realizaram-se análises anatômicas das bases das estacas utilizando material coletado no momento da instalação do experimento de estaquia. Não houve enraizamento das estacas de araticunzeiro, sendo constatada mortalidade total das mesmas. Estruturalmente, as estacas de araticunzeiro possuíam crescimento secundário, periderme com súber, felogênio e feloderme e parênquima cortical; fibras pericíclicas externamente ao floema secundário e raios no floema e no xilema; o xilema é secundário e possui vasos em agrupamento radial; foram observadas divisões celulares no câmbio, que estava ativo. O teste histoquímico foi negativo para lipídios e positivo para compostos fenólicos. O araticunzeiro é uma espécie de difícil enraizamento, com alto grau de oxidação fenólica, embora estruturalmente sua anatomia não possua qualquer impedimento à formação de raízes.

**Palavras chave:** compostos fenólicos, marolo, propagação vegetativa, enraizamento

## **CUTTING AND ANATOMY OF STEM OF ARATICUM PLANT (*Annona crassiflora* MART. - ANNONACEAE)**

**ABSTRACT** - The araticum (*Annona crassiflora* Mart.) is a native plant of the Brazilian “Cerrado” used mainly as food by local people. This research aimed to study the vegetative propagation via cuttings employing indole butyric acid (IBA) and the anatomy of the stem of “araticunzeiro”. The plant material was collected in the municipality of Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso State-MT, and transported to Curitiba City, Paraná State-PR, Brazil, where the experiments were carried out. The cuttings were disinfected and subsequently had their bases immersed in alcohol solution with different concentrations of IBA and kept in a greenhouse for sixty days. In parallel, anatomical analyzes of the cuttings bases were made using material collected at the installation time of the cutting experiment. The cuttings of “araticunzeiro” did not take root, coming to die. Structurally, the cuttings of “araticunzeiro” had secondary growth, periderm with Suber, phellogen, pheloderm, and cortical parenchyma; pericyclic fibers externally to the secondary phloem and rays in the phloem and xylem; the secondary xylem has radial grouping vessels; cell divisions were observed in the cambium, which was active. The histochemical test was negative for lipids and positive for phenolic compounds. The “araticunzeiro” is a species with poor rooting ability and high rate of phenolic oxidation, although structurally its anatomy does not own any hindrance to the roots formation.

**Key words:** phenolic compounds, marolo, vegetative propagation, rooting

## 5.1 INTRODUÇÃO

O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae) é uma espécie nativa do planalto central do Brasil, que pode ser encontrada nas fitofisionomias de Cerradão, Cerrado sentido restrito e Campo Rupestre, distribuída por vários Estados brasileiros (RIBEIRO *et al.*, 2000; LORENZI, 2002). Trata-se de uma espécie frutífera que serve a população humana em múltiplos usos, sobretudo como alimento (TELLES *et al.*, 2003) e como planta medicinal (AQUINO *et al.*, 2007), além de possuir alto potencial para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (LUZIA; JORGE, 2013).

A propagação vegetativa é uma forma de reprodução que possibilita a obtenção de indivíduos com as mesmas características da planta matriz e é indicada para plantas com dificuldades na propagação por sementes (WENDLING *et al.*, 2002). Essa técnica tem sido amplamente utilizada na floricultura, horticultura, fruticultura e na silvicultura, com o objetivo de melhorar e conservar clones, ecótipos ou variedades importantes (SILVA, 1985).

A estaquia consiste na formação de raízes adventícias em órgãos vegetativos, em resposta à concentração de auxina, com envolvimento de processos de desdiferenciação, rediferenciação, alongamento e divisão celular (ARTECA, 1996; HARTMANN *et al.*; 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013). Contudo, as auxinas por si só não são totalmente eficazes à formação de raízes adventícias e muitos cofatores do enraizamento estão envolvidos. Além dos hormônios, a presença de carboidratos, compostos nitrogenados, aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos são necessárias, pois, em proporções e concentrações adequadas, se acumulam na base da estaca, contribuindo com a emissão de raízes adventícias (LIMA *et al.*, 2011).

A presença de carboidratos influencia na resposta de enraizamento, atuando como fonte de carbono e de energia para a biossíntese de ácidos nucléicos e proteínas, além da síntese de outras substâncias essenciais à formação de raízes (LIMA *et al.*, 2011). O amido é a maior fonte de carboidratos para a indução da formação radicial (WIESMAN; LAVEE, 1995) e pode estar associado ao enraizamento de estacas. Em estudo com a espécie *Calliandra brevipes* Benth., a qual armazena grânulos de amido na medula, foi verificada maior

porcentagem de enraizamento quando comparada à *Calliandra tweedii* Benth. (MAYER *et al.*, 2008).

Os compostos fenólicos também exercem função de cofator com o ácido indol acético – IAA, que é uma auxina endógena dos vegetais. Essas interações podem promover ou inibir a formação de raízes adventícias em estacas, conforme a natureza da molécula, pois aquelas pertencentes ao grupo dos monofenóis atuam como ativadores do sistema IAA-Oxidase/peroxidase – IAA-O, ao passo que moléculas do grupo dos polifenóis promovem a inativação desse sistema, protegendo o IAA endógeno (MAYNARD; BASSUK, 1988). Porém, antes que possam manifestar seus efeitos associados à auxina, os compostos fenólicos podem sofrer oxidação ao entrar em contato com o oxigênio, e esta reação causa a necrose dos tecidos, dificultando o enraizamento ou acarretando a morte das estacas (CASAGRANDE JUNIOR *et al.*, 1999).

Outro fator que pode influenciar o enraizamento de estacas é a estrutura interna do caule, tendo em vista que a formação de raízes adventícias em estacas de plantas com crescimento secundário origina-se em tecidos do floema, nos raios vasculares, no câmbio ou a partir de calos produzidos na base da estaca (HARTMANN *et al.*, 2011). Ademais, algumas espécies apresentam fibras com paredes celulares espessas, que envolvem o floema secundário do caule e podem formar uma camada esclerenquimática, cuja continuidade é inversalmente proporcional à capacidade de enraizamento das estacas (ONO; RODRIGUES, 1996).

Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa estudar a propagação vegetativa via estaquia, empregando ácido indol butírico - IBA, e a anatomia caulinar do araticunzeiro.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

*Origem do material:* os experimentos do presente estudo foram conduzidos com material vegetal oriundos de aproximadamente 30 plantas matrizes selecionadas em uma população nativa de araticunzeiro pertencente à fazenda Cascata do Andorinha, situada nas coordenadas geográficas 15°50'S e 55°21'W, a 770 m de altitude, no Município de Santo Antônio do Leverger - MT. Para a identificação da espécie, foram coletadas amostras do material vegetal e estas comparadas com a exsicata registrada sob número 23.134, depositada no Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá - MT.

*Estaquia:* para a realização dos experimentos de propagação vegetativa via estaquia, após a coleta os ramos foram acondicionados em sacos de polietileno, umedecidos com água e transportados ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus São Vicente, localizado no Município de Santo Antônio do Leverger - MT, onde se procedeu com a confecção das estacas. Foram preparadas estacas com comprimento aproximado de nove centímetros, com diâmetro médio de quatro milímetros, e corte em bisel na base e corte reto no ápice, mantendo-se duas folhas com suas áreas reduzidas à metade. As estacas foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (10% do produto comercial) por imersão total, durante dez minutos, sendo posteriormente lavadas em água corrente durante cinco minutos. Em seguida, as estacas foram agrupadas em maços (n=20), os quais foram envolvidos em papel-toalha umedecido com água e embalados em sacos de polietileno transparente. As embalagens foram alocadas em caixa térmicas, sobre gelo e transportadas para a Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba - PR, para a continuidade dos experimentos.

Previamente aos tratamentos, as estacas tiveram suas bases recortadas em aproximadamente um centímetro para a retirada de tecidos oxidados, evitando possíveis obstruções dos vasos condutores. Em seguida, aproximadamente dois centímetros das bases das estacas foram imersos em soluções hidroalcoólicas (1:1 v/v), sem e com a adição de ácido indol butírico (IBA), constituindo os seguintes tratamentos (T): T1 - testemunha; T2 - 1.500 mg L<sup>-1</sup> IBA; T3 - 3.000 mg L<sup>-1</sup> IBA; T4 - 4.500 mg L<sup>-1</sup> IBA e; T5 - 6.000 mg L<sup>-1</sup> IBA.

Cerca de três centímetros das bases das estacas foram inseridos no substrato, composto por vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada (1:1 v/v), depositados em tubetes de polipropileno com capacidade de 53 cm<sup>3</sup>. As bandejas contendo os tubetes foram acondicionadas em casa de vegetação climatizada com nebulização intermitente (Umidade Relativa do ar maior que 80%) e temperatura de 24 °C ± 2 °C, no Setor de Ciências Biológicas da UFPR, em Curitiba - PR.

Os experimentos de estaquia foram realizados em dois momentos, sendo o primeiro em setembro de 2011, quando as plantas matrizes retomavam seu crescimento vegetativo após a dormência, e o segundo em dezembro de 2011, durante o período reprodutivo das plantas matrizes, que apresentavam flores e frutos.

*Análises anatômicas:* no momento da instalação do primeiro experimento de estaquia foram separadas dez estacas das quais foram retirados aproximadamente dois centímetros das bases e fixados em FAA 70 (formaldeído, ácido acético e álcool etílico) (JOHANSEN, 1940) durante 24 horas, sendo posteriormente conservadas em álcool 70% até a confecção das lâminas, com os cortes anatômicos. Esses procedimentos foram realizados no Laboratório de Botânica Estrutural da UFPR, em Curitiba - PR.

Para a caracterização das estacas, foram realizadas secções das amostras à mão livre ou, a partir de material incluído em polietilenoglicol 1500 (PEG) com auxílio de micrótomo rotatório de 15 a 20 µm de espessura. Os cortes oriundos do micrótomo foram mantidos sem coloração ou corados com safranina e azul de Astra (BUKATSCH 1972<sup>3</sup>, modificado por KRAUS; ARDUIN, 1997). Os cortes à mão livre foram submetidos a testes histoquímicos com Sudam III, para a identificação de lipídeos, com lugol, para a identificação de amido e com cloreto férrico, para a identificação de compostos fenólicos (JOHANSEN, 1940). Em seguida, foram montadas lâminas semipermanentes com gelatina glicerinada (KAISER, 1880<sup>4</sup> citado por KRAUS; ARDUIN, 1997) e vedadas com esmalte incolor. Para a documentação dos resultados foram obtidas fotomicrografias em fotomicroscópio Olympus BX41 com câmera digital acoplada Olympus DC300.

*Procedimentos estatísticos:* para os experimentos de estaquia, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, formado por cinco tratamentos com quatro repetições de 20 estacas por unidade experimental.

---

<sup>3</sup> BUKATSCH, F. Bemerkungen zur Doppelfärbung astrablau-safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 8, p. 255, 1972.

<sup>4</sup> KAISER, E. Verfahren zur Herstellung einer tadellosen glycerin-gelatine. **Botanisches Zentralblatt**, v. 180, p. 25-26, 1880.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Estaquia*: os experimentos foram avaliados 60 dias após sua instalação, onde se constatou mortalidade total das estacas, independente dos tratamentos e das épocas de coleta estudadas. Devido a isso, não foi possível analisar estatisticamente os resultados obtidos para os experimentos de estaquia. Também não foi possível comparar e discutir estes resultados com dados da literatura, para a mesma espécie, tendo em vista que existem poucas informações a respeito da propagação vegetativa de araticunzeiro e aquelas já realizadas com emprego dos reguladores vegetais NAA (ácido naftaleno acético) e IBA não foram bem sucedidas (RIBEIRO; PASQUAL, 2005; SOARES *et al*, 2009).

Observou-se que, transcorridos alguns dias após a instalação dos experimentos, as folhas iniciaram a perda da coloração verde, tornando-se marrons, a partir das extremidades e, de modo mais significativo, próximo aos cortes realizados durante a redução da área foliar. Processo semelhante também foi observado nas estacas, que sofreram escurecimento progressivo, até atingir coloração marrom escuro, culminando com a morte das mesmas. A mortalidade das estacas de araticunzeiro pode estar relacionada com reações de oxidação, pois, segundo Casagrande Junior *et al.* (1999), quando os compostos fenólicos entram em contato com o oxigênio eles oxidam e esta reação causa a necrose dos tecidos, dificultando o enraizamento de estacas.

O resultado visível da oxidação dos compostos fenólicos é o escurecimento das regiões cortadas nas estacas, como observado neste trabalho, devido às reações enzimáticas que ocorrem na região do corte, já que tecidos vegetais podem liberar compostos fenólicos após suas células serem danificadas e estes compostos sofrem ação da enzima polifenol oxidase (FLORES *et al.*, 1998). O produto final da oxidação é a quinona, que normalmente se polimeriza formando um pigmento escuro e insolúvel, denominado melanina (LUPETTI *et al.*, 2005) ou outros produtos como suberina, lignina e cutina (ANDRADE *et al.*, 2000).

A presença de composto fenólicos em araticunzeiro foi constatada por Almeida (2009), principalmente em células parenquimáticas do caule, durante a realização de experimentos de enxertia entre espécies da família Annonaceae. Segundo o autor, a presença

dos compostos fenólicos foi fator impeditivo para sucesso da enxertia, e o levou a concluir que existe incompatibilidade entre os tecidos do araticunzeiro e os tecidos da gravioleira (*Annona muricata* L.), do biribazeiro (*Rollinia mucosa* Bail.), do araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.) e da condessa (*Annona reticulata* L.) para a esse tipo de propagação.

*Análises anatômicas:* com relação à estrutura anatômica das estacas de araticunzeiro, observou-se que o caule possui crescimento secundário (Figura 5.1A e 5.1B). Como tecido de revestimento há presença de periderme, composta por fragmentos remanescentes da epiderme unisseriada, súber com aproximadamente dez camadas, felogênio com algumas células em processo de divisão e uma camada de feloderme (Figura 5.1C). Foi verificada ainda a presença de parênquima cortical (Figura 5.1A e 5.1B). Externamente ao cilindro vascular existem fibras pericíclicas esparsa, externas ao floema secundário (Figura 5.1D). O floema secundário é composto por uma alternância entre células axiais, formadas somente por células com parede primária, e camadas contínuas tangencias de fibras, que são apenas interrompidas pelos raios (Figura 5.1D e 5.1E). O xilema é secundário, possui vasos em agrupamento radial e fibras, e parênquima axial e radial (Figura 5.1D). A medula é parenquimática (Figura 5.1A e 5.1B) e o câmbio está ativo, onde se observam algumas células iniciais em processo de divisão (Figura 5.1E).

Os testes histoquímicos não evidenciaram a presença de lipídios e de amido, embora seja possível visualizar pequenas quantidades de amido presentes nas células radiais do floema em observações com grande ampliação (Figura 5.1E). A reação com cloreto férrico foi positiva, demonstrando a presença de compostos fenólicos de forma generalizada nos tecidos do caule de araticunzeiro, sendo mais acentuada nas regiões da medula e do córtex e nos raios do floema e do xilema (Figura 5.1F).

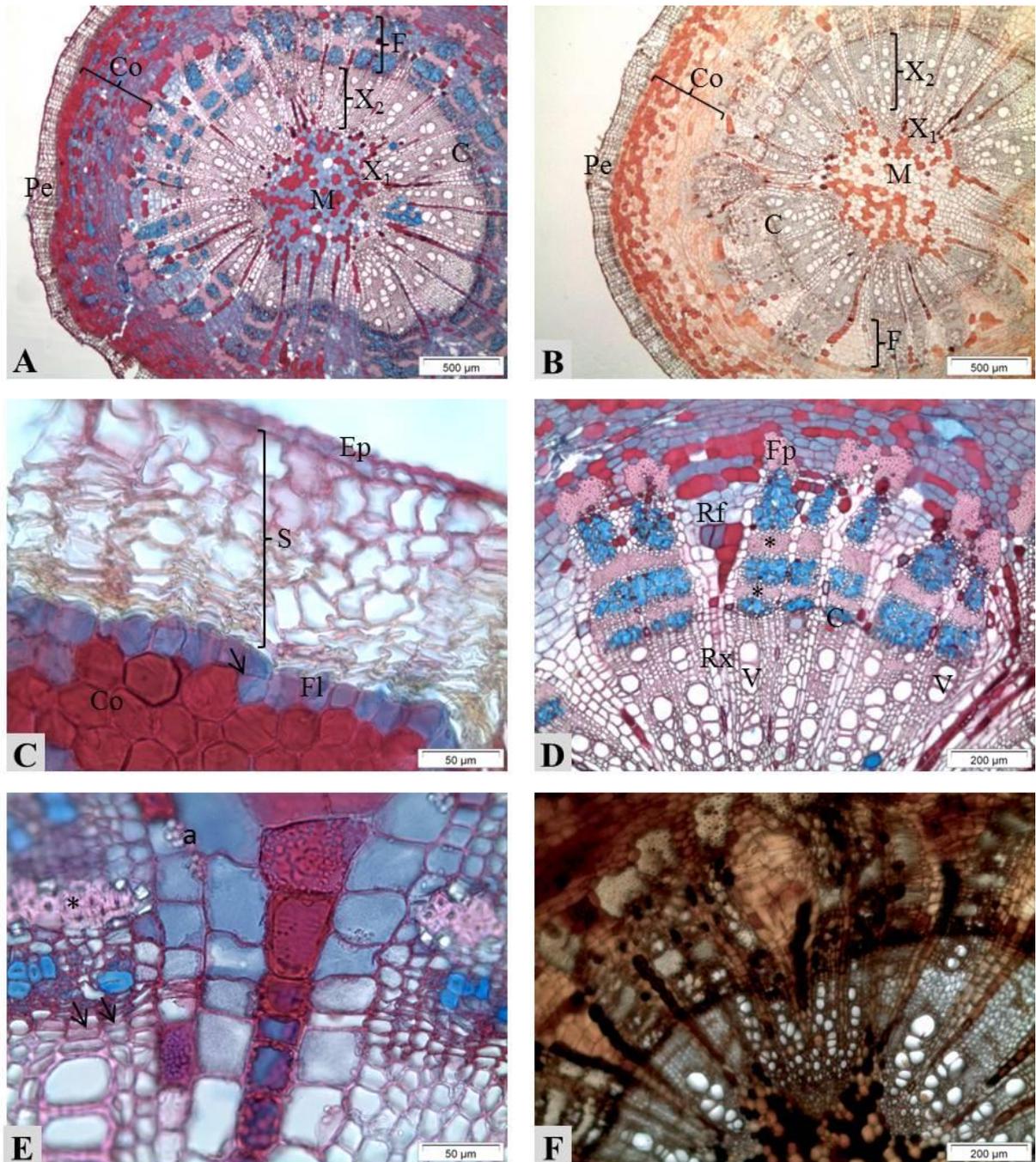


Figura 5.1. Seções transversais da base de estacas caulinares de *Annona crassiflora* Mart. A: aspecto geral do caule corado com safranina e azul de astra; B: aspecto geral do caule sem coloração; C: periderme; D: detalhes de floema e xilema; E: detalhe da região do câmbio. F: teste para identificação de compostos fenólicos. Curitiba - PR, 2011. Pe: periderme; Co: córtex; M: medula; X<sub>2</sub>: xilema secundário; X<sub>1</sub>: xilema primário; F: floema; C: câmbio; Ep: epiderme; S: súber; \*: fibras floemáticas; setas: divisão celular; Fl: felogênio; Rx: raios xilemáticos; Rf: raios floemáticos; Fp: Fibras pericíclicas; V: vasos; a: amido.

A presença da periderme é uma característica comum em plantas com crescimento secundário, e funciona como proteção para as suas estruturas internas, em condições de temperaturas extremas tais como aquelas provocadas pela radiação solar e pela ação do fogo (MAZZONI-VIVEIROS; COSTA, 2006), comuns no ambiente de Cerrado. O fato de serem encontrados fragmentos da epiderme no caule de araticunzeiro provavelmente está relacionado à idade do órgão, que se encontrava em desenvolvimento e era relativamente jovem. A epiderme unisseriada é comum entre as espécies do gênero *Annona*, e foi constatada em gravioleira, condessa, pinheira (*Annona squamosa* L.) e em *Annona senegalensis* Pers. (FOLORUNSO, 2011). Outra característica comum à família Annonaceae é a presença de feloderme formada por poucas camadas (ROTH, 1981) bem como o floema com faixas tangenciais de fibras (METCALFE; CHALK, 1950). Quanto à estrutura geral do floema e do xilema encontrada neste estudo, como a presença de fibras, de parênquima axial e radial e agrupamentos radiais de vasos xilemáticos, pode-se dizer que existem semelhanças com informações de diferentes trabalhos existentes para a família Annonaceae (KOEK-NOORMAN; WESTRA, 2012), revelando certa homogeneidade destes tecidos entre os indivíduos dessa família, como reportados por Williams e León (2003).

Examinando os tecidos relativos à periderme, floema, xilema e câmbio das estacas de araticunzeiro não se constataram indícios de impedimento para a iniciação radicial. Ao contrário, a presença de divisões celulares na região do felogênio e do câmbio e os raios vasculares bem desenvolvidos observados no material em estudo em na família Annonaceae (METCALFE; CHALK, 1950; ROTH, 1981) indicam que anatomicamente a formação de raízes adventícias é possível, uma vez que as condições são semelhantes àquelas citadas em outros trabalhos. Hartmann *et al.* (2011) relataram que raízes adventícias em estacas de plantas com crescimento secundário têm origem no floema, nos raios vasculares ou no câmbio. Schwarz *et al.* (1999) verificaram desenvolvimento indireto de raízes adventícias em *Acacia baileyana* F. Muell., os quais entendem que há uma relação entre a formação da raiz e os raios vasculares. Raízes adventícias de *Calliandra brevipes* e de *Calliandra tweedii* têm origem direta da região externa do floema, junto ao periciclo ou da região interna do floema secundário, próxima ao câmbio (MAYER *et al.*, 2008). Em estacas de café (*Coffea arabica* L.) a origem das raízes adventícia são as células próximas ao câmbio vascular (JESUS *et al.*, 2010), bem como em espinheira-santa (*Maytenus muelleri* Schwacke), cuja origem das raízes é a partir do câmbio ou do periciclo, externamente ao xilema (LIMA *et al.*, 2011).

Nas observações anatômicas realizadas não foi observada a presença de barreira mecânica que pudesse dificultar ou bloquear a emergência do primórdio radicial, uma vez que a capacidade de enraizamento das estacas é inversalmente proporcional à continuidade da barreira esclerenquimática que se forma no caule de algumas espécies (ONO; RODRIGUES, 1996). Tal condição foi verificada em espinheira-santa (LIMA *et al.*, 2011) e em de *Calliandra brevipes* (MAYER *et al.* (2008), cujas fibras pericíclicas e esclereides se arranjam na forma de anel no córtex do caule, e possivelmente dificultaram o enraizamento das estacas, constituindo-se num problema para a propagação vegetativa de plantas por estacas.

A hipótese sobre a mortalidade das estacas, como consequência da oxidação de compostos fenólicos foi reforçada pelo resultado obtido no teste histoquímico com cloreto férrico, que evidenciou ampla distribuição destes compostos pelos tecidos da estaca. Outra hipótese sobre o que pode ter contribuído para o insucesso do enraizamento das estacas de araticunzeiro diz respeito à baixa quantidade de amido observada nos tecidos do material estudado (Figura 5.1E). O amido é o principal carboidrato de reserva das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013) e já foi correlacionado com o enraizamento de estacas em diversas pesquisas. Mayer *et al.* (2008) associam a baixa porcentagem de enraizamento de estacas de *Calliandra tweedii*, dentre outros fatores, à ausência de amido armazenado nas estacas. Em mirtilheiro (*Vaccinium ashei* Reade), Oliveira *et al.* (2012) verificaram que os maiores teores de amido nos ramos estão associados à maior taxa de enraizamento das estacas lenhosas. Oliveira e Ribeiro (2013), em estudos sobre propagação vegetativa por estaquia e a quantidade de amido no caule de fruta-de-morcego (*Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl.), concluíram que a maior capacidade de enraizamento e sobrevivência das estacas coincide com a época de maior quantidade de amido nos tecidos do caule. Bianco e Pitelli (1981)<sup>5</sup>, citados por Ribeiro *et al.*, (2000), estudaram a propagação vegetativa de araticunzeiro por estaquia e concluíram que não houve enraizamento devido a pequena quantidade de material de reserva encontrado nas estacas.

---

<sup>5</sup> BIANCO, S.; PITELLI, R.A. **Estudo da propagação vegetativa de nove espécies de frutíferas nativas comestíveis**. Ilha Solteira, SP: Unesp, 1981 (Relatório Técnico Científico).

#### 5.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos deste trabalho, pôde-se concluir que o araticunzeiro é uma espécie de difícil enraizamento, com alto grau de oxidação fenólica e baixa quantidade de amido nos tecidos do caule.

As estacas não apresentam barreira contínua de fibras que possa impedir a emergência do primórdio radicial.

## 5.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.F.P. **Propagação por enxertia de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) e atemoia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.) em diferentes porta-enxertos de Annonaceae.** 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.S. *et al.* Micropropagação de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemao). **Ciência Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 174-180, 2000.

AQUINO, F.G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Espécies vegetais de uso múltiplo em reservas legais de cerrado - Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 147-149, 2007.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications.** New York: Chapman e Hall, 1996. 332 p.

CASAGRANDE JUNIOR, J.G.; BIANCHI, V.J.; STRELOW, E.Z.; BACARIN, M.A.; FACHINELLO, J.C. Influência do sombreamento sobre os teores de carboidratos e fenóis em estacas semilenhosas de araçazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2219-2223, 1999.

FLORES, R.; STEFANELLO, S.; FRANCO, E.T.H.; MANTOVANI, N. Regeneração *in vitro* de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 3, p. 201-205, 1998.

FOLORUNSO, A.E. Diversity in the stem anatomy and tissues of several species of *Annona* (Annonaceae) in Nigeria. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 3, n. 3, p. 20-32, 2011.

HARTMANN, H.T.; KERSTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Hartmann and Kerster's plant propagation: principles and practices.** 8 ed. Boston: Prentice Hall, 2011. 912 p.

JESUS, A.M.S.; CARVALHO, S.P.; CASTRO, E.M.; GOMES, C.N. Observações anatômicas em plantas de *Coffea arabica* L. obtidas por enraizamento de estacas. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 175-180, 2010.

JOHANSEN, D.A. **Plant Microtechnique.** New York: MacGraw-Hill Book, 1940. 523 p.

KOEK-NOORMAN, J.; WESTRA, L.Y.T. Macrophotografic wood atlas of Annonaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169, p. 135-189, 2012.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Edur, 1997. 198 p.

LIMA, D.M.; BIASI, L.A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; BONA, C.; MAYER, J.L.S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 422-438, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

LUPETTI, K.O.; CARVALHO, L.C.; MOURA, A.F.; FATIBELLO-FILHO, O. Análise de imagem em química analítica: empregando metodologias simples e didáticas para entender e prevenir o escurecimento de tecidos vegetais. **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 548-554, 2005.

LUZIA, D.M.M.; JORGE, N. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 42, p. 231-235, 2013.

MAYER, J.L.S.; CARDOSO, N.A.; CUQUEL, F.; BONA, C. Formação de raízes em estacas de duas espécies de *Calliandra* (Leguminosae - Mimosoideae). **Rodriguésia**, v. 59, n. 3, p. 487-495, 2008.

MAYNARD, B.O.K.; BASSUK, N.L. Etiolation and banding effects on adventitious root formation. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1988, p. 29-46.

MAZZONI-VIVEIROS, S.C.; COSTA, C.G. Periderme. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2006. p. 237-262.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. V.1. London: Oxford Universit Press, 1950, 724p.

OLIVEIRA, M.C.; RIBEIRO, J.R. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 991-999, 2013.

OLIVEIRA, R.J.P.; BIANCHI, V.J.; AIRES, R.F.; CAMPOS, A.D. Teores de carboidratos em estacas lenhosas de mirtilheiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1.199-1.207, 2012.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos de fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: Funep, 1996. 83 p.

RIBEIRO J.F.; BRITO, M.A.; SCALOPPI JUNIOR, E.J.; FONSECA, C.E.L. **Araticum** (*Annona crassiflora* Mart.). Jaboticabal: Funep, 2000. 52 p.

RIBEIRO, M.N.O.; PASQUAL, M. **Tecnologia da produção de marolo**. Lavras: UFLA, 2005. 53 p. Boletim, 129.

ROTH, I. **Structural patterns of tropical barks**. Berlin Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, 1981, 609p.

SCHWARZ, J.L.; GLOCKE, P.L.; SEDGLEY, M. Adventitious root formation in *Acacia baileyana* F. Muell. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 74, n. 5, p. 561-565, 1999.

SILVA, I.C. **Propagação vegetativa**: aspectos morfofisiológicos. Itabuna: CEPLAC, 1985, 26 p. Boletim técnico.

SOARES, F.P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R.C.; STEIN, V.C.; SANTANA, J.R.F. **Marolo: uma frutífera nativa do Cerrado**. Lavras: UFLA, 2009, 17 p. Boletim técnico, 82.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. 954 p.

TELES, M.P.C.; VALVA, F.D.; BANDEIRA, L.F.; COELHO, A.G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

WENDLING, I.; FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p. Documentos, 79.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. Relationship of carbohydrates sources and indole-3-butyric acid in olive cuttings. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 22, n. 5, p. 811-816, 1995.

WILLIAMS J. LEÓN H. Anatomía de la madera de 7 especies del género *Annona* L. (Annonaceae). **Revista Pittieria**, n. 32, p. 27-36, 2003.

## 6 CAPÍTULO IV - GIBERELINA NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ARATICUNZEIRO (*Annona crassiflora* MART. – ANNONACEAE)

RESUMO - Objetivou-se com o presente estudo verificar a germinação de sementes de araticunzeiro em função da aplicação de giberelina, visando definir concentrações eficazes para a superação de sua dormência fisiológica. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Paraná, em Curitiba - PR com sementes oriundas do Município de Santo Antônio do Leverger - MT. Foram realizados dois experimentos sucessivos com a aplicação de diferentes concentrações de giberelina ( $GA_3$ ), sendo consideradas as variáveis de primeira contagem, porcentagem e velocidade (IVG) de germinação. Houve efeito significativo da aplicação de  $GA_3$  para todas as variáveis, sendo constatada germinação de 30 a 59% em primeira contagem e de 71 a 86% no teste de germinação, com IVG variando de 0,38 a 0,48 para os tratamentos com  $GA_3$  do experimento 1; no experimento 2 constatou-se germinação de 15 a 41% em primeira contagem e de 26 a 59% no teste de germinação, cujo IVG foi de 0,11 a 0,28, com a aplicação de  $GA_3$ . Conclui-se que sementes de araticunzeiro possuem dormência fisiológica facilmente superada pela aplicação de  $GA_3$ . Nas condições dos experimentos 1 e 2, respectivamente 2.000 mg L<sup>-1</sup>  $GA_3$  ou superior e 1.000 mg L<sup>-1</sup>  $GA_3$  ou superior são as mais eficazes para a superação da dormência e otimização da germinação de sementes desta espécie.

**Palavras chave:** araticum, marolo, germinação,  $GA_3$ , planta nativa

**GIBBERELLIN IN OVERCOMING THE SEEDS DORMANCY OF ARATICUM PLANT (*Annona crassiflora* MART. - ANNONACEAE)**

**ABSTRACT** - This study aimed to verify the seeds germination of araticum plant depending on gibberellin application and to define effective concentrations for overcoming physiological dormancy. The experiments were carried out at the Federal University of Paraná, Curitiba City, Paraná State-PR, Brazil, with seeds from Santo Antônio do Leverger municipality, Mato Grosso-MT, Brazil. Two successive experiments were performed with application of different concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) in which the variables of the first count, percentage, and index of germination speed (IGS) were considered. There was a significant effect of GA<sub>3</sub> application for all variables, with observed germination of 30-59% in the first count and 71-86% in the germination test with IGS ranging from 0.38 to 0.48 for treatments with GA<sub>3</sub> in experiment 1; in experiment 2, it was found germination of 15-41% in the first count and 26-59% in germination test with IGS ranging from 0.11 to 0.28 with application of GA<sub>3</sub>. It is concluded that seeds of araticum plant have physiological dormancy easily overcome by the application of GA<sub>3</sub>. Under the conditions of experiments 1 and 2, respectively, 2,000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> or higher and concentrations from 1,000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> or higher are more effective for breaking dormancy and optimization of seeds germination of this species.

**Key words:** Araticum, marolo, germination, GA<sub>3</sub>, native plant

## 6.1 INTRODUÇÃO

O araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) é uma das espécies mais frequentes no bioma Cerrado, utilizado pela população local para fins alimentícios e medicinal. Seus frutos possuem aroma, sabor e digestibilidade apreciáveis e podem ser consumidos *in natura* ou processados na forma de sucos, licores sorvetes e geleias (TELLES *et al.*, 2003).

As sementes de araticunzeiro apresentam testa dura com formação rudimentar, presença de arilo que contorna o hilo e a micrópila, dimensões médias de 18,0 mm para diâmetro longitudinal e de 11,0 mm para diâmetro transversal, com endosperma abundante e ruminado e embrião diminuto (LIMA-BRITO *et al.* 2006a; PIMENTA *et al.*, 2013). Apresentam dormência morfológica (RIZZINI, 1973) e dormência fisiológica (MELO, 2005), requerendo longo período para germinar (RIZZINI, 1973; MELO, 2005; PIMENTA, 2013). Rizzini (1973) observou germinação em sementes de araticunzeiro após 219 dias da semeadura estendendo-se até 300 dias e Cavalcante *et al.* (2007) afirmaram que o maior número de sementes emergidas de araticunzeiro ocorre entre 73 e 81 dias após semeadura, desde que tratadas com giberelina. Recentemente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2013) publicou um documento visando orientar a realização de análises de sementes em espécies florestais, onde estabelece 120 dias para a avaliação final do teste de germinação em sementes de araticunzeiro. Além disso, em estudo recente Braga-Filho *et al.* (2014) afirmaram que o ambiente influencia significativamente na germinação de sementes dessa espécie, após constatarem diferenças quanto a porcentagem e velocidade de germinação de sementes provenientes de cinco diferentes regiões.

Segundo Rizzini (1973) o embrião das sementes de araticunzeiro é formado por tecidos indiferenciados, compreendendo uma massa de células de cerca de 2 mm de comprimento. No entanto, segundo Melo (2005) o embrião possui eixo e cotilédones claramente distinguíveis, sendo completamente diferenciado no momento da dispersão. Para Silva *et al.* (2007), sementes de araticunzeiro possuem dormência fisiológica, resultante de adaptações ecológicas da espécie, no sentido de iniciar a germinação somente no início da estação chuvosa.

A germinação das sementes de algumas espécies, principalmente aquelas que não foram domesticadas, é dependente da luz ou de baixas temperaturas para que o componente fisiológico da dormência seja superado (SCALON *et al.*, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013). Tal condição se aplica às sementes de araticunzeiro, tendo em vista as variações de temperatura que precedem o crescimento do embrião e degradação do endosperma nessa espécie, provavelmente controlados pelas giberelinas (SILVA *et al.*, 2007). Nesse sentido, os efeitos da luz e/ou da temperatura podem ser substituídos pela aplicação de giberelina exógena (RESENDE *et al.*, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Aparentemente, a giberelina induz a síntese e secreção de  $\alpha$ -amilase e outras enzimas, disponibilizando açúcares e aminoácidos, entre outros produtos, a partir do endosperma, que são transportados para o embrião (TAIZ; ZEIGER, 2013). Sementes de araticunzeiro submetidas a tratamentos com giberelina ( $GA_3$ ), na concentração de  $750 \text{ mg L}^{-1}$ , por 24 horas, apresentaram germinação em torno de 56% durante o período compreendido entre 30 e 80 dias após a semeadura; essa concentração de giberelina proporcionou o índice de velocidade de emergência plântulas de 0,41 (LIMA-BRITO, 2006b). Utilizando imersão de sementes de araticunzeiro por quatro dias em solução de  $1.000 \text{ mg L}^{-1} GA_3$ , Pereira *et al.* (2004) obtiveram 82% de germinação após 120 dias da semeadura.

Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo verificar a germinação de sementes de araticunzeiro em função da aplicação de giberelina, visando definir concentrações eficazes para a superação de sua dormência fisiológica.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba - PR. Utilizaram-se sementes de frutos maduros coletados em 2012, de aproximadamente 50 plantas matrizes, em uma população nativa, pertencente à fazenda Cascata do Andorinha, situada nas coordenadas geográficas 15°50'S e 55°21'W, a 770 m de altitude, no Município de Santo Antônio do Leverger - MT. Para confirmação botânica da espécie comparou-se amostras da população em estudo com a exsicata registrada sob número 23.134, depositada no Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá - MT.

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft mantidas em câmara seca com umidade relativa (UR) em torno de 50% e temperatura aproximada de 18 °C até a realização dos experimentos. Transcorridos aproximadamente 30 e 150 dias do armazenamento foram retiradas as sementes utilizadas nos experimentos 1 e 2, respectivamente.

*Experimento 1:* sementes foram submetidas à aplicação de giberelina (GA<sub>3</sub>) nas concentrações de zero (testemunha), 2.000 mg L<sup>-1</sup>, 4.000 mg L<sup>-1</sup>, 6.000 mg L<sup>-1</sup> e 8.000 mg L<sup>-1</sup>. Para a aplicação dos tratamentos, as sementes foram colocadas em papel-toalha, umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco, com soluções referentes aos tratamentos. Para a testemunha, o papel foi umedecido somente com água, na mesma proporção dos demais tratamentos. Confeccionaram-se rolos do papel-toalha com as sementes e estes foram mantidos em germinador tipo Mangelsdorf, com temperatura de 25 °C, durante 96 horas. Posteriormente, as sementes foram retiradas da condição de embebição dos tratamentos e semeadas em caixas de polietileno perfuradas na faze inferior e com capacidade para dois litros de substrato. Utilizou-se como substrato vermiculita de granulometria média, tanto para o preenchimento das caixas quanto para a camada de aproximadamente 1 cm, que cobriu as sementes após a semeadura. O substrato foi mantido úmido em sua capacidade de campo, sendo os experimentos conduzidos em germinador tipo Mangelsdorf, com temperatura de 25 °C e luz constante;

*Experimento 2:* foi realizado de modo similar ao experimento 1, sendo alteradas somente as concentrações de giberelina ( $GA_3$ ) para zero (testemunha),  $500 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $2.000 \text{ mg L}^{-1}$  e  $3.000 \text{ mg L}^{-1}$  e a época em que os experimentos foram conduzidos. Nesse experimento utilizaram-se sementes do mesmo lote empregado no experimento 1, entretanto armazenadas por quatro meses a mais, em câmara seca, nas condições anteriormente descritas.

Os Experimentos foram monitorados diariamente e avaliados quanto à germinação, utilizando os testes de primeira contagem e porcentagem de germinação, considerando plântula normal (BRASIL, 2009), e velocidade de germinação (IVG), cujos índices foram calculados segundo Maguire (1962). Antes de cada experimento determinou-se o grau de umidade das sementes, utilizando-se duas repetições de aproximadamente 5 g de sementes, pelo método de estufa a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os experimentos foram conduzidos separadamente em delineamento inteiramente casualizado, constituindo-se de cinco tratamentos com quatro repetições de 20 sementes por parcela. A homogeneidade das variâncias dos tratamentos, para cada uma das variáveis estudadas, foi verificada pelo teste de Bartlett e para as variáveis cujas variâncias foram homogêneas aplicou-se análise de variância e o teste de Tukey para comparação de médias. Para verificar a tendência das concentrações de  $GA_3$  mais eficazes foram ajustadas equações de regressão.

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Experimento 1:* o grau de umidade das sementes utilizadas no experimento 1 foi de 12,5% e a primeira contagem de germinação realizada aos 32 dias, sendo os testes encerrados aos 64 dias após a instalação. Na análise de variância constatou-se efeito significativo referente à aplicação de giberelina para as três variáveis estudadas (Tabela 6.1).

Tabela 6.1. Análise de variância (Teste F) para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de *Annona crassiflora* Mart., do experimento 1. Curitiba - PR, 2012

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrados Médios		
		Primeira contagem	Germinação	IVG
GA <sub>3</sub>	4	2304,375**	4670,000**	0,147**
Erro	15	330,417	58,333	0,003
Total	19			
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		1,1 <sup>ns</sup>	5,0 <sup>ns</sup>	7,8 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação (%)		48,2	12,4	14,7

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Na Tabela 6.2 é possível observar que a aplicação de giberelina foi significativa na promoção da germinação das sementes de araticunzeiro e no aumento do IVG. No teste de primeira contagem constatou-se de 30 a 59% de germinação para os tratamentos com GA<sub>3</sub>, que não diferiram estatisticamente entre si. Também não foi observada diferença estatística entre o tratamento 2.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, cuja germinação foi de 30%, e a testemunha com ausência de germinação, provavelmente devido ao coeficiente de variação que foi de 48,2%.

Para porcentagem de germinação e IVG observou-se que os tratamentos que continham GA<sub>3</sub> foram estatisticamente superiores ao tratamento testemunha, sem que houvesse diferença entre eles (Tabela 6.2). A porcentagem de germinação variou de 71 a 86% ao passo que no tratamento testemunha foi de 1%. Para o IVG foram observados valores de 0,38 a 0,48, contrapondo-se a testemunha que foi de zero.

Os valores para porcentagem de germinação obtidos neste experimento assemelham-se aos valores encontrados por Pereira *et al.* (2004), que constataram médias aproximadas de 71% e 74% de germinação aos 90 e 120 dias após a semeadura, respectivamente. Contudo, o tempo utilizado neste experimento foi de 64 dias, relativamente inferior aos 90 e 120 empregados por Pereira *et al.* (2004). Segundo os autores supracitados, os melhores resultados foram obtidos nas concentrações de 1.000 e 2.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, em torno de 78% e 80% de germinação, respectivamente. Quanto ao índice de velocidade de germinação, os valores aqui determinados são superiores àqueles publicados por Lima-Brito *et al.* (2006b), que constataram IVG de 0,35 com a aplicação de 1.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>. Todavia, Brito *et al.* (2009) verificaram IVG de 0,51 para sementes de araticunzeiro com a aplicação de 750 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>.

Tabela 6.2. Médias obtidas para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de *Annona crassiflora* Mart., do experimento 1. Curitiba - PR, 2012

Tratamentos	Primeira contagem de germinação (%)	Germinação (%)	IVG
Água	0 b <sup>1</sup>	1 b <sup>1</sup>	0 b <sup>1</sup>
2.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	30 ab	74 a	0,38 a
4.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	44 a	71 a	0,39 a
6.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	59 a	86 a	0,48 a
8.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	56 a	75 a	0,44 a

<sup>1</sup>: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,01).

Equações de regressão representam o efeito das concentrações de giberelina utilizadas em relação às variáveis, sendo uma equação de 1º grau para o teste de primeira contagem, com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,86 (Figura 6.1A) e equações de 2º grau para porcentagem de germinação com R<sup>2</sup> de 0,89 (Figura 6.1B) e para IVG, cujo R<sup>2</sup> foi de 0,92 (Figura 6.1C). Nas condições do presente experimento foi possível observar o efeito positivo da giberelina na promoção da porcentagem e da velocidade de germinação, porém a diferença entre a testemunha e a menor quantidade de GA<sub>3</sub> empregada sugere que poderá existir uma concentração intermediária entre elas, capaz de promover a germinação de sementes de araticunzeiro. Baseando-se nessa hipótese, foram realizados os testes do experimento 2.

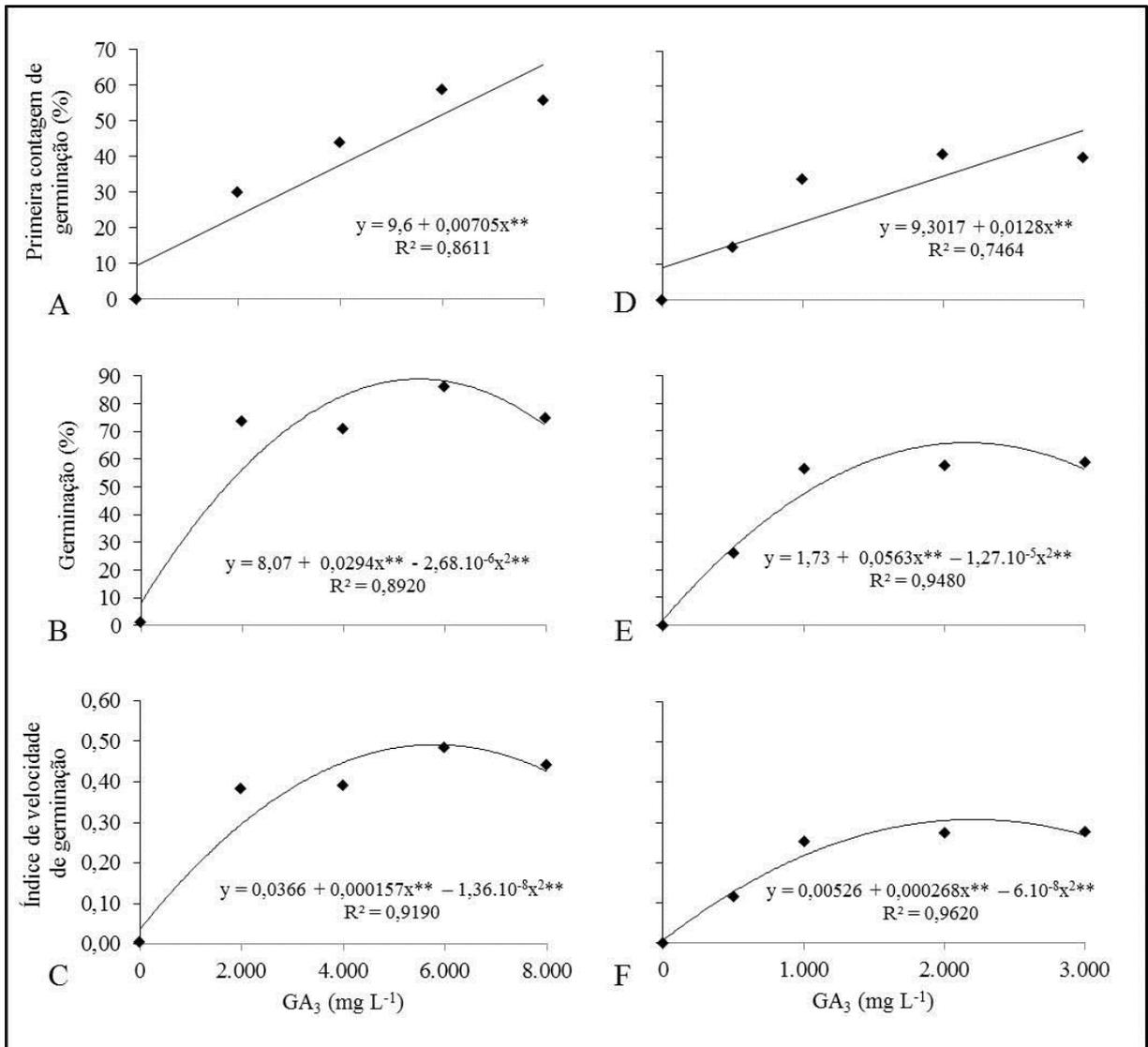


Figura 6.1. Primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação para os experimentos 1 (A – C) e 2 (D – F) de *Annona crassiflora* Mart., em função da aplicação de giberelina. Curitiba - PR, 2012.

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p > 0,01$ ).

*Experimento 2:* o grau de umidade das sementes no início dos testes foi de 12,1%. A exemplo do ocorrido no experimento 1, houve influência significativa dos tratamentos sobre as variáveis estudadas (Tabela 6.3).

Tabela 6.3. Análise de variância (Teste F) para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de *Annona crassiflora* Mart., do experimento 2. Curitiba - PR, 2012

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrados Médios		
		Primeira contagem	Germinação	IVG
GA <sub>3</sub>	4	1285,625**	2621,875**	0,060**
Erro	15	129,167	70,417	0,002
Total	19			
Teste de Bartlett ( $\chi^2$ )		8,6 <sup>ns</sup>	2,5 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação (%)		43,7	20,9	23,0

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Na Tabela 6.4 são apresentados os dados referentes à comparação de médias para as três variáveis estudadas. No teste de primeira contagem, realizado 37 dias após sua instalação, percebe-se um incremento na porcentagem de germinação com a aplicação do GA<sub>3</sub>, que passou de 0% encontrado na testemunha para 15% com a aplicação de 500 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, sem que houvesse diferenças estatísticas entre esses tratamentos. As sementes que receberam 1.000, 2.000 e 3.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> germinaram na primeira contagem 34, 41 e 40%, respectivamente, sendo estatisticamente superiores à testemunha, porém não diferindo entre si. O uso de giberelina aumentou significativamente a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes de araticunzeiro em relação ao tratamento testemunha, com os melhores resultados obtidos nas concentrações de 1.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> ou superiores, após 61 dias da instalação, no encerramento do experimento. No tratamento com 500 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> constatou-se 25% de germinação com IVG de 0,11, ao passo que para os tratamentos com 1.000, 2.000 e 3.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> foram encontrados 54, 56 e 59% de germinação com IVG de 0,25, 0,27 e 0,28, respectivamente, para cada tratamento.

Tabela 6.4. Médias obtidas para primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em sementes de *Annona crassiflora* Mart., do experimento 2. Curitiba - PR, 2012

Tratamentos	Primeira contagem de germinação (%)	Germinação (%)	IVG
Água	0 c <sup>1</sup>	0 c <sup>1</sup>	0 c <sup>1</sup>
500 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	15 bc	25 b	0,11 b
1.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	34 ab	54 a	0,25 a
2.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	41 a	56 a	0,27 a
3.000 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	40 a	59 a	0,28 a

<sup>1</sup>: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,01).

Na Figura 6.1D está representada a equação de regressão de 1º grau referente ao teste de primeira contagem, e nas Figuras 6.1E e 6.1F estão apresentadas as equações regressão de 2º grau que representam o efeito dos tratamentos sobre as variáveis porcentagem de germinação e IVG. Os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) foram de 0,75, 0,94 e 0,96, respectivamente para cada variável.

Pela tendência das curvas de regressão, estimou-se 2.200 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> como sendo a melhor concentração para porcentagem de germinação e IVG. Todavia, estimando-se as melhores concentrações de giberelina nas condições do experimento 1, nota-se forte tendência para obtenção de maior porcentagem e melhor velocidade de germinação, respectivamente com a aplicação de aproximadamente 5.500 mg L<sup>-1</sup> e 5.800 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Figura 6.1A, 6.1B e 6.1C). A disparidade encontrada quanto à concentração de giberelina utilizada entre os experimentos 1 e 2 pode estar associada às condições endógenas das sementes, que embora do mesmo lote, foram utilizadas com tempos de armazenamento diferentes. Segundo Bernardes *et al.* (2007), sementes de araticunzeiro devem ser semeadas logo após sua retirada dos frutos, não sendo recomendado seu armazenamento devido a perda de vigor. Por outro lado, Pereira *et al.* (2004) relatam que em temperatura de 10 °C as sementes de araticunzeiro são conservadas com bom estado de vigor durante até nove meses. Como é notório que sementes armazenadas diminuem o vigor ao longo do tempo, é compreensível a diminuição da porcentagem e da velocidade de germinação de sementes entre os experimentos 1 e 2.

Vários autores comprovaram a eficiência do GA<sub>3</sub> na promoção da germinação de sementes para espécies da família Annonaceae como Lima-Brito *et al.* (2006b) para pinheira

(*Annona squamosa* L.), gravioleira (*Annona muricata* L.) e araticunzeiro, Sousa *et al.* (2008) para pinheira e Oliveira *et al.* (2010) para atemoeira (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosa*). Especificamente para araticunzeiro, embora exista na literatura discordâncias quanto à melhor concentração de giberelina a ser empregada na superação da dormência fisiológica, é convergente a afirmação que ela é necessária para a indução da germinação dessa espécie (PEREIRA *et al.*, 2004; LIMA-BRITO *et al.*, 2006b; BERNARDES *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; BRITO *et al.*, 2009).

Segundo Silva *et al.* (2007) sementes de araticunzeiro possuem dormência fisiológica, resultante de adaptações ecológicas da espécie, sendo o componente fisiológico dessa dormência quebrado por baixas temperaturas e/ou variações de temperatura, seguindo-se do crescimento do embrião e degradação do endosperma, provavelmente controlados pelas giberelinas. De fato, as giberelinas induzem a germinação de sementes porque são responsáveis por desencadear os processos de lise no endosperma disponibilizando açúcares e aminoácidos, dentre outros produtos, que são transportados para o embrião (TAIZ; ZEIGER, 2013). De acordo com Diniz *et al.* (2009) e Resende *et al.* (2009) o aumento da concentração de giberelina nas sementes induz a síntese e ativação da enzima endo- $\beta$ -mananase que, de acordo com Silva *et al.* (2007), é a responsável pela degradação do endosperma em sementes de araticunzeiro, tanto para fornecer energia ao embrião como para abrir espaço na cavidade do mesmo e permitir seu crescimento.

#### 6.4 CONCLUSÕES

Sementes de araticunzeiro possuem dormência fisiológica que é superada pela aplicação de GA<sub>3</sub>;

Nas condições do experimento 1 a aplicação de GA<sub>3</sub> em concentrações de 2.000 mg L<sup>-1</sup> são eficientes para promover a germinação de sementes de araticunzeiro com valores acima de 70%, e mais rapidamente;

Nas condições do experimento 2, devem ser empregadas concentrações de 1.000 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> para se obter maior porcentagem de germinação e maior velocidade de germinação de sementes de araticunzeiro

## 6.5 REFERÊNCIAS

BERNARDES, T.G.; ESTRÊLA, C.T.; NAVES, R.V.; REZENDE, C.F.A.; MESQUITA, A.M.; PIRES, L.L. Efeito do armazenamento e de fitohormônios na qualidade fisiológica de sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 163-168. 2007.

BRAGA FILHO, J.R.; NAVES, R.V.; CHAVES, L.J.; SOUZA, E.R.B.; MAZON, L.T.; SILVA, L.B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de Goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 74-81, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**: Mapa/CGAL, 97 p. Disponível em <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Laborat%C3%B3rio/Sementes/FLORESTAL\\_documento\\_pdf.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Laborat%C3%B3rio/Sementes/FLORESTAL_documento_pdf.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2013.

BRITO, A.L.; CAMPOS, V.C.L.; BRITO, K.L.M.; SANTANA, J.R.F.; DORNELLES, A.L.C. Germination of three species of *Annona* on diferente substrates. **Magistra**, v. 21, n. 2, p. 91-95, 2009.

CAVALCANTE, T.R.M.; NAVES, R.V.; BRAGA FILHO, J.R.; SILVA, L.B. Influência de substratos e do armazenamento de sementes sobre a emergência e crescimento de plântulas de araticum (Annonaceae). **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, p. 11-20, 2007.

DINIZ, K.A.; OLIVEIRA, J.A.; SILVA, P.A.; GUIMARÃES, R.M.; CARVALHO, M.L.M. Qualidade de sementes de alface enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 228-238, 2009.

LIMA-BRITO, A.; BELLINTANI, M.C.; RIOS, A.P.S.; SILVA, J.R.S.; DORNELLES, A.L.C. Morfologia de fruto, semente e plântula de três espécies de *Annona* (Annonaceae). **Sitientibus** (série Ciências Biológicas), v. 6, n. 2, p. 119-128, 2006a.

LIMA-BRITO, A.; CAMPOS, V.C.L.; SANTANA, J.R.F.; DORNELLES, A.L.C. Efeito do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na emergência de plântulas de *Annona crassiflora* Mart., *Annona squamosa* L. e *Annona muricata* L. **Magistra**, v. 18, n. 1, p. 27-33, 2006b.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence

and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MELO, D.L.B. **Dormência em sementes de *Annona crassiflora* Mart.** 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V.F.; DIAS, G.B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.) cv “Gefner” submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010.

PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; MELO, J.T.; SOUSA-SILVA, J.C.; FALEIRO, F.G. **Quebra de dormência em sementes de araticum.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004, 15 p. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 137.

PIMENTA, A.C.; REGO, S.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; NOGUEIRA, A.C.; KOEHLER, H.S. Morphological characterization of fruits, seeds and seedlings of araticum plant (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae). **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 4, p. 524-531, 2013.

RESENDE, M.L.; SILVA, T.T.A.; GUIMARÃES, R.M.; SILVA, E.A.A. Influência da luz e giberelina na velocidade de germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v. 4, n. 2, p. 149-154, 2009.

RIZZINI, C.T. Dormancy in seeds of *Annona crassiflora* Mart. **Journal of Experimental Botany**, v. 24, n. 78, p. 117-123, 1973.

SILVA, E.A.A.; MELO, D.L.B.; DAVIDE, A.C.; BODE, N.; ABREU, G.B. FARIA, A.J.M.R.; HILHORST, H.W.M. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. **Annals of Botany**, v. 99, p. 823-830, 2007.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; ROSA, G.T.S.; MORAES, K.C.; SCALON FILHO, H. Enraizamento e germinação na propagação de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (ginseng-brasileiro). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1249-1254, 2009.

SOUSA, S.A.; DANTAS, A.C.V.L.; PELACANI, C.R.; VIEIRA, E.L.; LEDO, C.A.S. Superação da dormência em sementes de pinha. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 118-121, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. 954 p.

TELLES, M.P.C.; VALVA, F.D.; BANDEIRA, L.F.; COELHO, A.G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

## 7 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos que compõem esse trabalho, pôde-se concluir que:

Os frutos de araticunzeiro são compostos, múltiplos estrobiliformes, globoso-subglobosos e carnosos, com médias de 12,9 cm de comprimento, 13,5 cm de largura, 12,7 cm de espessura, massa de 1.187,0 g e com 99,2 sementes por fruto; as sementes são obovoides com tegumento glabro, castanho-claro, opaco, liso e ósseo e com endosperma ruminado e abundante; possuem em média, 17,7 mm de comprimento, 10,8 mm de largura e 8,3 mm de espessura; a germinação é epígea e fanerocotiledonar e se inicia após 148 dias da sementeira e; os aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula de araticunzeiro constituem bons elementos para a identificação da planta em nível de família botânica e de espécie no campo, desde que associados a outras características, tais como as observadas em folhas e em flores.

Em relação às plantas matrizes, é possível afirmar que a maioria dos indivíduos que compõem a população de araticunzeiro estudada possui diâmetro do caule compreendido entre 7,5 e 13,8 cm e altura das plantas variando entre 2,9 e 4,4 m; as plantas possuem produção altamente heterogênea, com média de seis frutos por planta e essa característica precisa ser explorada, tendo em vista a sazonalidade produtiva da espécie e as condições ambientais; os frutos são grandes e arredondados, com significativo rendimento de polpa e características químicas interessantes tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria.

A cerca da propagação vegetativa via estaquia concluiu-se que o araticunzeiro é uma espécie de difícil enraizamento, com alto grau de oxidação fenólica e baixa quantidade de amido nos tecidos do caule; as estacas apresentavam atividade cambial e não possuem barreiras mecânicas possíveis de impedir a emergência do primórdio radicial.

Sementes de araticunzeiro possuem dormência fisiológica que é superada pela aplicação de GA<sub>3</sub>, sendo as concentrações de 2.000 mg L<sup>-1</sup> ou superior eficientes para promover a germinação de sementes recém colhidas de araticunzeiro, com valores acima de 70% e mais rapidamente; para superar a dormência fisiológica em sementes de araticunzeiro

armazenadas por quatro meses a mais que o experimento 1 devem ser empregadas concentrações de  $1.000 \text{ mg L}^{-1} \text{ GA}_3$  ou superiores. Sugere-se a realização de novos experimentos no sentido de definir concentrações ideais de giberelina na promoção da germinação de sementes de araticunzeiro, em diferentes períodos de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, J.M.F.; SANTOS, A.A.; ARRUDA, T.P.M.; CALDEIRA, S.F.; LEITE, A.M. P.; ALBUQUERQUE, M.C.F.E. **Manual de produção de sementes de espécies florestais nativas**. Cuiabá: UFMT, 2003. 88 p.

ALMEIDA, C.R.; SILVA, W.R. Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 44-49, 2004.

ALVES, M.C.J.L.; LIMA, P.B.; LIMA, L.F.; ZICKEL, C.S. Descrição morfológica para identificação das plântulas de nove espécies lenhosas de uma floresta de restinga. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 3, p. 374-383, 2013.

ALVES-COSTA, C.P.; ETEROVICK, P.C. Seed dispersal services by coatis (*Nasua nasua*, Procyonidae) and their redundancy with other frugivores in southeastern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 32, p. 77-92, 2007.

AMORIM, I.L.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, R.A.; CHAVES, M.M.F. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby –Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 507-516, 2008.

ANDRADE, R.A.A.; LEMOS, E.G.M.; MARTINS, A.B.G.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de plantas de rambutan. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 613-619, 2009.

AQUINO, F.G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Espécies vegetais de uso múltiplo em reservas legais de cerrado - Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 147-149, 2007.

ARAÚJO, G.P.; SOARES NETO, J.P.; MICLO, J.S.; COTRIM, A.T.C.C. Superação de dormência em sementes de *Annona crassiflora* Mart. (araticum). In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9. e SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman e Hall, 1996. 332 p.

ATTUCH, I.M. **Conhecimentos tradicionais do Cerrado: sobre a memória de Dona Flor, raizeira e parteira**. 147 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Departamento de

Antropologia Social, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal**. São Paulo: Nobel, 1983. 177 p.

BARROSO, G.M.; GUIMARÃES, E.F.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; PEIXOTO, A.L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. v. 1. São Paulo: EDUSP, 1978. 309 p.

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.

BARTOSZECK A.C.P.S.; MACHADO S.A.; FIGUEIREDO FILHO A., OLIVEIRA E.B. A distribuição diamétrica para bracingais em diferentes idades, sítios e densidades na região metropolitana de Curitiba. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 305-324, 2004.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, p. 1-16, 2004.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.

BATTILANI, J.L.; SANTIAGO, E.F.; SOUZA, A.L.T. Aspectos morfológicos de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Unonopsis lindmanii* Fries (Annonaceae). **Acta botânica brasileira**, v. 21, n. 4, p. 897-907, 2007

BAUER, L.M.; JOHNSTON, M. **Propagation of *Persoonia virgata* for the development of a new floricultural export crop**. Australian Flora Foundation. 1999. 57 p. Relatório técnico.

BERNARDES, T.G.; ESTRÊLA, C.T.; NAVES, R.V.; REZENDE, C.F.A.; MESQUITA, A.M.; PIRES, L.L. Efeito do armazenamento e de fitohormônios na qualidade fisiológica de sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 163-168. 2007.

BETTIOL NETO, J.E.; PIO, R.; BUENO, S.C.S.; BASTOS, D.C.; SCARPARE-FILHO, A. Enraizamento de estacas dos porta-enxertos araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.) e araticum mirim (*Rollinia emarginata* Schldl.) para anonáceas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30. n. 6, p. 1.077-1.082, 2006.

BORTOLINI, M.F. **Uso de ácido indol butírico na estaquia de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.**, 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BRAGA FILHO, J.R.; NAVES, R.V.; CHAVES, L.J.; SOUZA, L.R.B.; MAZON, L.T.; SILVA, L.B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de Goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 74-81, 2014.

BRAGA FILHO, J.R.; NAVES, R.V.; VELOSO, V.R.S.; CHAVES, L.J.; NASCIMENTO, J.L.; AGUIAR, A.V. Produção de frutos e caracterização de ambientes de ocorrência de plantas nativas de araticum no Cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 461-473, 2009.

BRAGA FILHO, J.R.; VELOSO, V.R.S.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L. Danos de *Telemus chapadanus* (Casey 1922) sobre o florescimento do araticum (*Annona crassiflora* Mart.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 25-29, 2005.

BRAGA FILHO, J.R.; VELOSO, V.R.S.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L.; CHAVES, L.J. Danos causados por insetos em frutos e sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart., 1841) no Cerrado de Goiás. **BioScience Journal**, v. 23, n. 4, p. 21-28, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRITO, A.L.; CAMPOS, V.C.L.; BRITO, K.L.M.; SANTANA, J.R.F.; DORNELLES, A.L.C. Germination of three species of *Annona* on diferente substrates. **Magistra**, v. 21, n. 2, p. 91-95, 2009.

BUENO, A.A.; MOTTA-JUNIOR, J.C. Food habits of two syntopic canids, the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), in southeastern Brazil. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 77, p. 5-14, 2004.

CARDOSO, L.M.; OLIVEIRA, D.S.; BEDETTI, S.F.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v. 68, p. 121-134, 2013.

CARDOSO, V.J.M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 619-631, 2009

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 95-108.

CASAGRANDE JUNIOR, J.G.; BIANCHI, V.J.; STRELOW, E.Z.; BACARIN, M.A.; FACHINELLO, J.C. Influência do sombreamento sobre os teores de carboidratos e fenóis em estacas semilenhosas de araçazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2.219-2.223, 1999.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CAVALCANTE, T.R.M.; NAVES, R.V.; BRAGA FILHO, J.R.; SILVA, L.B. Influência de substratos e do armazenamento de sementes sobre a emergência e crescimento de plântulas de araticum (Annonaceae). **BioScience Journal**, v. 23, n. 4, p. 11-20, 2007.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COHEN, K.O.; SANO, S.M.; SILVA, J.C.S.; MELO, J.T. **Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos de araticum procedentes de Cabeceiras, GO**. Planaltina, DF: Embrapa cerrados, 2010, 16 p. Documentos, 270.

COSMO, N.L.; NOGUEIRA, A.C.; LIMA, J.G.; KUNIYOSHI, Y.S. Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, euphorbiaceae. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 419-428, 2010.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 723-729, 2011.

DIAS, N.O.; MATSUMOTO, S.N.; REBOUÇAS, T.N.H.; VIANA, A.E.S.; SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B. Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 100-103, 2003.

DIETRICH, S.M.C. Inibidores de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. 2 ed., São Paulo: EPU, 1986. p. 193-212.

FERREIRA, G.; ERIG, P.R.; MORO, E. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando à produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 178-182, 2002.

FERREIRA, M.G.R.; SANTOS, M.R.A.; SILVA, E.O.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A. Superação de dormência em sementes de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 095-099, 2009.

GOLIN, V.; SANTOS-FILHO, M.; PEREIRA, M.J.B. Dispersão e predação de sementes de araticum no Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 101-107, 2011.

GOTTSBERGER, G. As anonáceas do cerrado e a sua polinização. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 3, p. 391-402, 1994.

GOTTSBERGER, G. Comments on flower evolution and beetle pollination in the genera *Annona* and *Rollinia* (Annonaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 167, p. 189-194, 1989.

GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M.I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.

GUERRA, M.P. Giberelinas. In: KERBAUY, G.B. (Org.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 279-292.

HARTMANN, H.T.; KERSTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Hartmann and Kerster's plant propagation: principles and practices**. 8 ed. Boston: Prentice Hall, 2011. 912 p.

HAY, J.D.; MOREIRA, A.G. Impactos de processos ecológicos. Biologia reprodutiva. In: FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília, 1992. p. 42-45.

HENRIQUES, R. P. B. O futuro ameaçado do Cerrado brasileiro. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v. 33. n. 195, p. 34-39, 2003.

HOPKINS, W.G.; HÜNER, N.P.A. **Introduction to plant physiology**. 4 ed. New York: John Wiley & Sons, 2008. 503 p.

INOUE, M.H.; SANTANA, D.C.; PEREIRA, M.J.B.; POSSAMAI, A.C.S.; AZEVEDO, V.H. Extratos aquosos de *Xylopiá aromática* e *Annona crassiflora* sobre capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) e soja. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 244-250, 2009.

ITOH, A.; YAMAKURA, T.; KANZAKI, M.; OHKUBO, T.; PALMIOTTO, P.A.; LAFRANKIE, J.V.; KENDAWANG, J.J.; LEE, H.S. Rooting ability of cuttings relates to phylogeny, habitat preference and growth characteristics of tropical rainforest trees. **Forest Ecology and Management**, v. 168, p. 275-287, 2002.

JESUS, A.M.S.; CARVALHO, S.P.; CASTRO, E.M.; GOMES, C.N. Observações anatômicas em plantas de *Coffea arabica* L. obtidas por enraizamento de estacas. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 175-180, 2010.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 12 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1998. 777 p.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 299 p.

LIMA, D.M.; BIASI, L.A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; BONA, C.; MAYER, J.L.S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicináis**, v. 13, n. 4, p. 422-438, 2011.

LIMA, J.P.C.; LEÃO, J.R.A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LIMA-BRITO, A.; BELLINTANI, M.C.; RIOS, A.P.S.; SILVA, J.R.S.; DORNELLES, A.L.C. Morfologia de fruto, semente e plântula de três espécies de *Annona* (Annonaceae).

**Sitientibus** (série Ciências Biológicas), v. 6, n. 2, p. 119-128, 2006a.

LIMA-BRITO, A.; CAMPOS, V.C.L.; SANTANA, J.R.F.; DORNELLES, A.L.C. Efeito do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na emergência de plântulas de *Annona crassiflora* Mart., *Annona squamosa* L. e *Annona muricata* L. **Magistra**, v. 18, n. 1, p. 27-33, 2006b.

LIMA-RIBEIRO, M.S.; PINTO, M.P.; COSTA, S.S.; NABOUT, J.C.; RANGEL, T.F.L.V.B.; MELO, T.L.; MOURA, I.O. Associação de *Constrictotermes cyphergaster* Silvestri (Isoptera: Termitidae) com espécies arbóreas do cerrado brasileiro. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 1, p. 49-55, 2006.

LOBÃO, A.Q.; ARAUJO, D.S.D.; KURTZ, B.C. Annonaceae das restingas do Estado do Rio de Janeiro. **Rodriguesia**, v. 56, n. 87, p. 85-96, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

LUZIA, D.M.M.; JORGE, N. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 42, p. 231-235, 2013.

MANICA, I.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.E.O. Importância econômica. In: MANICA, I. (ed.). **Frutas anonáceas**: ata ou pinha, atemóia, cherimóia, e graviola. Tecnologia de produção, pós-colheita e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 9-22.

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

MAYER, J.L.S.; CARDOSO, N.A.; CUQUEL, F.; BONA, C. Formação de raízes em estacas de duas espécies de *Calliandra* (Leguminosae - Mimosoideae). **Rodriguésia**, v. 59, n. 3, p. 487-495, 2008.

MAYNARD, B.O.K.; BASSUK, N.L. Etiolation and banding effects on adventitious root formation. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1988, p. 29-46.

MELO, D.L.B. **Dormência em sementes de *Annona crassiflora* Mart.** 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MELO, J.T.; SALVIANO, A.; SILVA, J.A. **Produção de mudas e plantio de araticum**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2000. 2 p. Recomendações técnicas, 21.

MELO, M.G.G.; MENDONÇA, M.S.; MENDES, A.M.S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MERCIER, H. Germinação. In: KERBAUY, G.B. (Org.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabra Koogan, 2004. p. 217-249.

MESQUITA, M.A.M.; NAVES, R.V.; SOUZA, E.R.B.; BERNARDES, T.G.; SILVA, L.B. Caracterização de ambientes com alta ocorrência natural de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 15-19, 2007.

NASCIMENTO, M.T.; SADDI, N. Structure and floristic composition in an area of Cerrado in Cuiabá - MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 15, n. 1, p. 47-55, 1992.

NOGUEIRA, E.A.; MELLO, N.T.C.; MAIA, M.L. Produção e comercialização de anonáceas em São Paulo e Brasil. **Informações Econômicas**, v. 35, n. 2, 2005.

OLIVEIRA, D.M.T. Morfologia comparada de plântulas, e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 85-97, 2001.

OLIVEIRA, E.C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 175-214.

OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V.F.; DIAS, G.B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) cv "Gefner" submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010b.

OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; MAIA, A.H.N.; ALVES, R.E.; MATOS, N.M.S.; SAMPAIO, F.G.M.; LOPES, M.M.T. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 114-125, 2010a.

OMENA, M.C.; NAVARRO, D.M.A.F.; PAULA, J.E.; LUNA, J.S.; LIMA, M.R.F.; SANT'ANA, A.E.G. Larvicidal activities against *Aedes aegypti* of some Brazilian plants. **Bioresouce Technology**, v. 98, p. 2.549-2.556, 2007.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos de fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: Funep, 1996. 83 p.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 2011. 52 p.

PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; MELO, J.T.; SOUSA-SILVA, J.C.; FALEIRO, F.G. **Quebra de dormência em sementes de araticum**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004, 15 p. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 137.

PINTO, L.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. Indução do enraizamento de estacas de araticum-de-porco pela aplicação de fitorreguladores. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 41-45, 2003.

RANGEL, M.S.; CALEGARIO, N.; MELLO, A.A.; LEMOS, P.C. Melhoria na precisão da prescrição de manejo para floresta natural. **Cerne**, v. 12, n. 2, p. 145-156, 2006.

RESENDE, M.L.; SILVA, T.T.A.; GUIMARÃES, R.M.; SILVA, E.A.A. Influência da luz e giberelina na velocidade de germinação das sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v. 4, n. 2, p. 149-154, 2009.

REZENDE, E.G.; MURTA, N.M.G.; CONCONE, M.G.V.B.; MORAIS, N.C.J.; REZENDE, M.L. Representações sociais do marolo (*Annona crassiflora* Mart.) no sul de Minas Gerais. In.: CONGRESSO LUSO AFRO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, 11., 2011, Salvador. **Anais...** Salvador, UFBA, 2011.

REZENDE, M.L.; MALAFAIA, G.C. A cadeia produtiva do marolo na região Sul de Minas Gerais. **Revista Economia e Gestão**. v. 12, n. 30, 2012.

RIBEIRO J.F.; BRITO, M.A.; SCALOPPI JUNIOR, E.J.; FONSECA, C.E.L. **Araticum** (*Annona crassiflora* Mart.). Jaboticabal: Funep, 2000. 52 p.

RIBEIRO, J.F.; SILVA, J.C.S.; BATMANIAN, G.J. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 8, p. 131-142, 1985.

RIBEIRO, M.N.O.; PASQUAL, M. **Tecnologia da produção de marolo**. Lavras: UFLA, 2005. 53 p. Boletim, 129.

RIZZINI, C.T. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 1971. p. 61-64.

RIZZINI, C.T. Dormancy in seeds of *Annona crassiflora* Mart. **Journal of Experimental Botany**, v. 24, n. 78, p. 117-123, 1973.

ROESLER, R.; CATHARINO, R.R.; MALTA, L.G.; EBERLIN, M.N.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: Characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1.048–1.054, 2007.

SANTOS, C.R.; MELO NETO, M.L.; NOGUEIRA, P.S.C.; HAJI, F.N.P. **Produção de atemóia no submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001, 10 p. Comunicado Técnico, 103.

SANTOS, M.A.; CAMARGO, M.B.P. Parametrização de modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade do cafeeiro nas condições do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 173-183, 2006.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; ROSA, G.T.S.; MORAES, K.C.; SCALON FILHO, H. Enraizamento e germinação na propagação de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (ginseng-brasileiro). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1249-1254, 2009.

SCALOPPI-JUNIOR, E.J.; MARTINS, A.B.G. Clonagem de quatro espécies de Annonaceae potenciais como porta-enxertos. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 286-289, 2003.

SCHWARZ, J.L.; GLOCKE, P.L.; SEDGLEY, M. Formação de raízes adventícias em *Acacia baileyana* F. Muell. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 74, p. 561-565, 1999.

SILVA, C.P. **Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona squamosa* L.), gravioleira (*Annona muricata* L.) e atemoeira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* L.) tratadas com ácido indolbutírico (IBA), ácido naftalenoacético (NAA) e bioestimulante**. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

SILVA, D.B.; SILVA, J.A. JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa, 2001. 178 p.

SILVA, E.A.A.; MELO, D.L.B.; DAVIDE, A.C.; BODE, N.; ABREU, G.B.; FARIA, J.M.R.; HILHORST, H.W.M. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. **Annals of Botany**, v. 99, p. 823-830, 2007.

SILVA, I.C. **Propagação vegetativa: aspectos morfofisiológicos**. Itabuna: CEPLAC, 1985, 26 p. Boletim técnico.

SOARES, F.P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R.C.; STEIN, V.C.; SANTANA, J.R.F. **Marolo: uma frutífera nativa do Cerrado**. Lavras: UFLA, 2009, 17 p. Boletim técnico, 82.

SOBRINHO, R.B. **Potencial de exploração de anonáceas no nordeste do Brasil**. Forlaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 27 p.

SOUSA, S.A.; DANTAS, A.C.V.L.; PELACANI, C.R.; VIEIRA, E.L.; LEDO, C.A.S. Superação da dormência em sementes de pinha. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 118-121, 2008.

SOUZA, C.D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica e sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. 954 p.

TELES, M.P.C.; VALVA, F.D.; BANDEIRA, L.F.; COELHO, A.G. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. Recursos genéticos de plantas medicinais do Cerrado: uma compilação de dados. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 3, n. 1, p. 13-36, 2000.

WENDLING, I.; FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p. Documentos, 79.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. Relationship of carbohydrates sources and indole-3-butyric acid in olive cuttings. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 22, n. 5, p. 811-816, 1995.

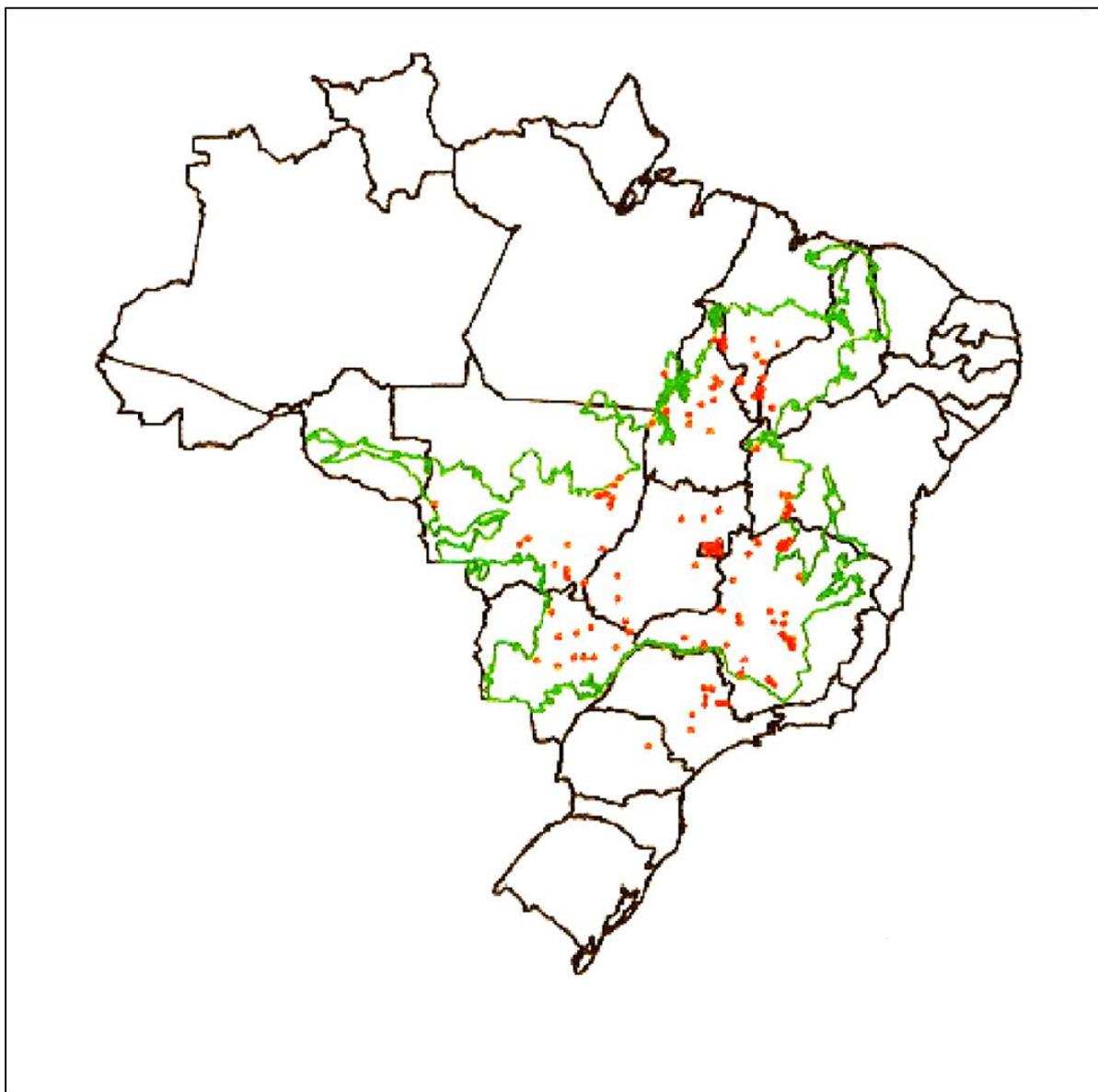
WINK, C.; MONTEIRO, J.S.; REINERT, D.J.; LIBERALESSO, E. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 93, p. 057-067, 2012.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura Clonal**. Viçosa: UFV, 2009, 272 p.

ZHANG, M.; TANG, H.R.; WANG, D.; REN, S.X.; LIU, R.D. A study of rooting characteristics and anatomical structure of *Feijoa* cuttings. **Agricultural Journal**, v. 4, n. 2, p. 86-90, 2009.

**ANEXOS**

ANEXO 1. Distribuição de *Annona crassiflora* Mart. (pontos vermelhos) na fitofisionomia do cerrado sentido restrito, no bioma Cerrado (RIBEIRO *et al.*, 2000).



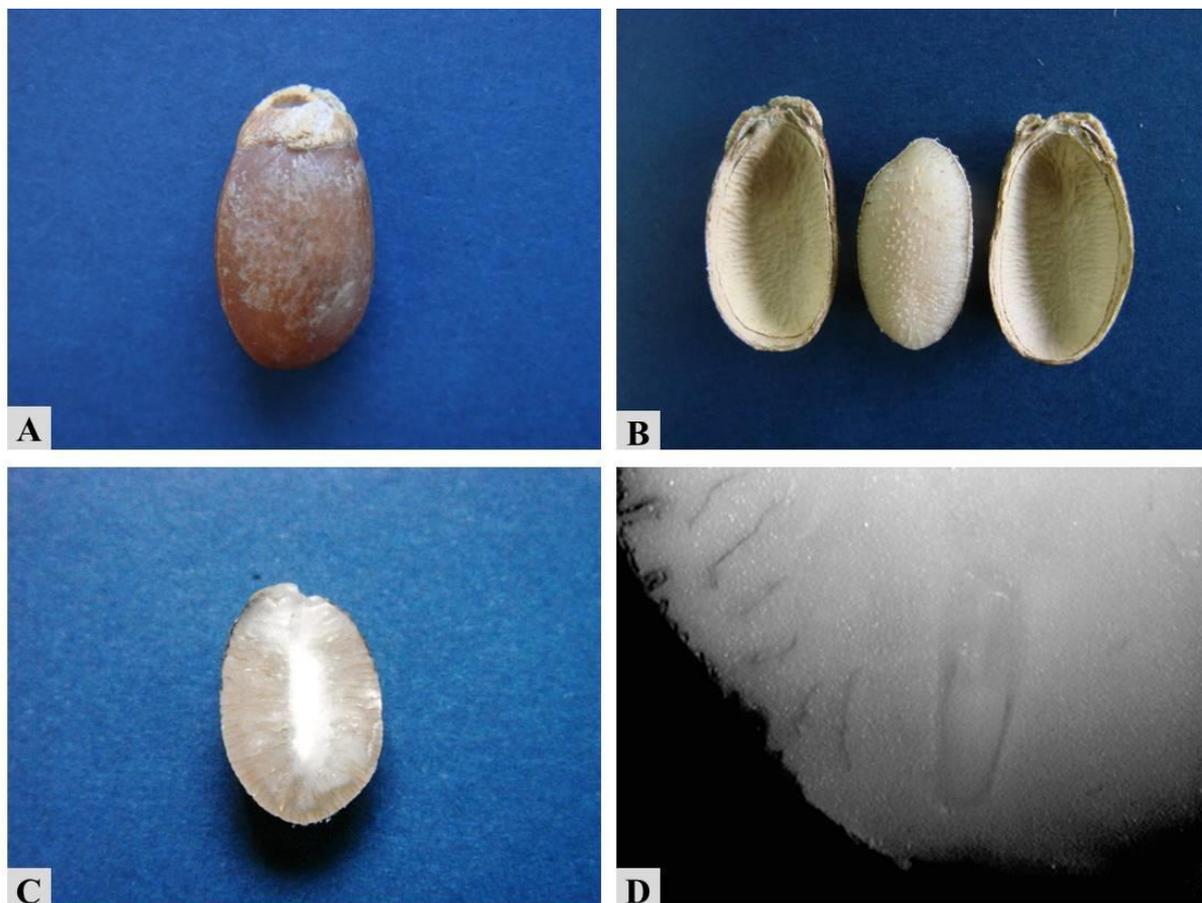
ANEXO 2. Plantas matrizes de *Annona crassiflora* Mart. em setembro de 2011 (A) e em março de 2012 (B). Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT.



ANEXO 3. Folhas (A e B), flores (C e D) e frutos (E e F) de *Annona crassiflora* Mart. Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011.



ANEXO 4. Aspectos externo (A) e interno (B) da semente, secção longitudinal do endosperma (C) e embrião (D) de *Annona crassiflora* Mart. Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011.



ANEXO 5. Consequências das relações ecológicas com espécies animais envolvendo *Annona crassiflora* Mart. Perfurações no caule (A), acasalamento e perfuração no fruto para ovoposição (B), lesões no fruto (C e D) e destruição da semente (E), provocadas por insetos e; fruto predado por mamífero (F). Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011.



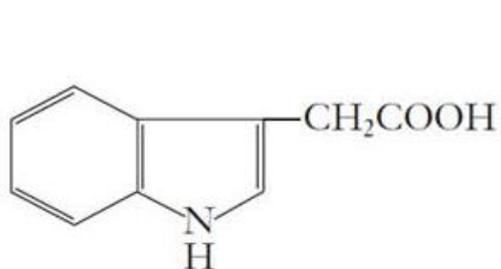
ANEXO 6. Frutos maduros de *Annona crassiflora* Mart. (A) e produtos alimentícios elaborados artesanalmente com a polpa do fruto (B - F). Paraguaçu - MG, 2013.



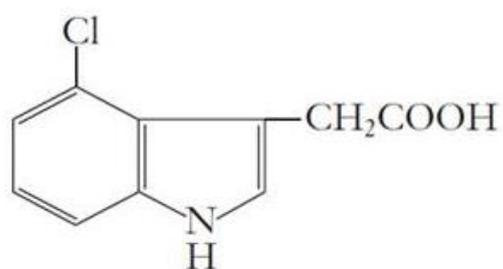
ANEXO 7. Área de cultivo (A e B) e comercialização de frutos de *Annona crassiflora* Mart. às margens da rodovia (C) e em feira livre (D). Paraguaçu - MG, 2013.



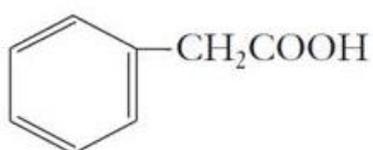
ANEXO 8. Estrutura química das principais auxinas de ocorrência natural (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).



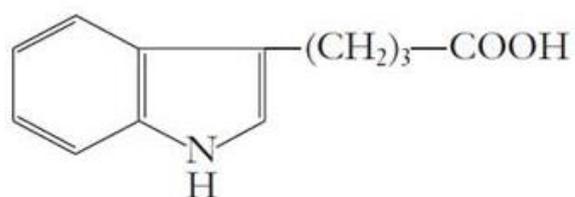
Ácido indolil-3-acético  
IAA



Ácido 4-cloroindolil-3-acético

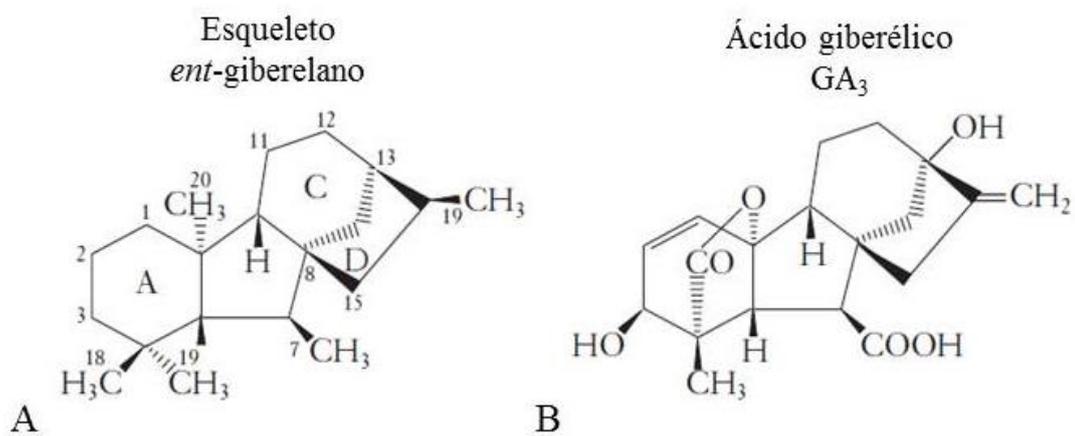


Ácido fenilacético



Ácido indolil-3-butírico  
IBA

ANEXO 9. Estrutura química do esqueleto *ent*-giberelano (A) e do GA<sub>3</sub> (B) (HOPKINS; HÜNER, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).



ANEXO 10. Cálculo analítico da propriedade rural com demonstração dos pontos de coleta (círculos vermelhos) utilizados neste trabalho. Fazenda Cascata do Andorinha, Município de Santo Antônio do Leverger - MT, 2011.

