



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

**ROSEMERE DOS SANTOS SILVA**

**VARIABILIDADE FÍSICA, QUALIDADE FISIOLÓGICA,  
MORFOBIOMETRIA E ANÁLISE CARIOTÍPICA DE *Crateva tapia* L.**

**AREIA**

**2021**

**ROSEMERE DOS SANTOS SILVA**

**VARIABILIDADE FÍSICA, QUALIDADE FISIOLÓGICA, MORFOBIOMETRIA E  
ANÁLISE CARIOTÍPICA DE *Crateva tapia* L.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutora em Agronomia. **Área de concentração:** Agricultura Tropical.

**Orientadora:** Edna Ursulino Alves

**AREIA**

**2021**

Catálogo de Publicação na Fonte. UFPB - Biblioteca Setorial do CCA-AREIA

S586v Silva, Rosemere dos Santos.

Variabilidade física, qualidade fisiológica,  
morfobiometria e análise cariotípica de *Crateva tapia*  
L. / Rosemere Dos Santos Silva. - Areia, 2021.  
144 f. : il.

Orientação: Edna Ursulino Alves.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Capparaceae. 2. citogenética. 3. conservação. 4.  
germinação. 5. trapiá. I. Alves, Edna Ursulino. II.  
Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.2)

Elaborado por JUCCIA NATHIELLE DO NASCIMENTO OLIVEIRA -  
CRB-930/T

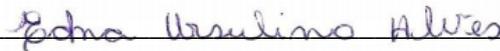
**ROSEMERE DOS SANTOS SILVA**

**VARIABILIDADE FÍSICA, QUALIDADE FISIOLÓGICA, MORFOBIOMETRIA E  
ANÁLISE CARIOTÍPICA DE *Crateva tapia* L.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutora em Agronomia. **Área de concentração:** Agricultura Tropical.

Aprovado em: 26/02/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



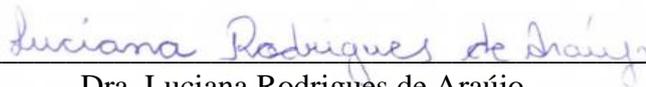
Profª. Dra. Edna Ursulino Alves  
(Orientadora - DFCA/CCA/UFPB)



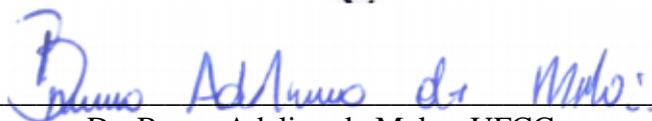
Profª. Dra. Riselane Lucena Alcântara Bruno  
(Examinadora - DFCA/CCA/UFPB)



Prof. Dr. Leonardo Pessoa Felix  
(Examinador - DB/CCA/UFPB)



Dra. Luciana Rodrigues de Araújo  
(Examinadora - SEDUC/PMA)



Dr. Bruno Adelino de Melo - UFCG  
(Examinador - CNPq/PDJ/EA/UFCG)

*A Deus por seu infinito amor e misericórdia, permitindo que seus seareiros benevolentes me auxiliem, me amparem e me capacitem para enfrentar as provas desta caminhada. A minha família por todo apoio e amor, especialmente a minha mãe Cleomar dos Santos Lima, pelo encorajamento e ensinamentos e ao meu marido Flávio Ricardo da Silva Cruz, pelo companheirismo, paciência e incentivo para perseverarmos em cada etapa de nossas vidas.*

*Dedico*

*Aos meus irmãos e amigos que mesmo distantes sei que me reservam um lugar em seus pensamentos. A Maria das Neves (in memorian) a qual tenho profundo carinho e gratidão, e a todas meninas e mulheres que vivem em situação de vulnerabilidade, rompam o ciclo da violência, acreditem e perseverem em seus sonhos. Fé ativa!*

*Ofereço*

## AGRADECIMENTOS

A Deus porque sem seu eterno amor e sabedoria não evoluiríamos e ao mestre Jesus Cristo por seu exemplo que nos guia nessa caminhada.

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB), especialmente, ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), Areia - PB, ao qual me abriu uma porta importante para galgar novos vãos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) do CCA - UFPB, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Doutorado.

À minha orientadora Edna Ursulino Alves pela longa parceria que se segue há 10 anos, com muito aprendizado, dedicação e conquistas. A quem tenho admiração, mulher forte, que conquistou seu espaço e inspira outros a sonharem.

Ao professor Francisco de Assis Cardoso Almeida por sua acolhida, conversas que sempre me ensinaram algo.

À querida professora Riselane de Lucena Alcântara Bruno, a qual sempre me acolheu com carinho, se pondo sempre à disposição para me ajudar, por seus ensinamentos e sorriso inestimável.

Aos coordenadores do PPGAgro (Mailson Monteiro do Rêgo e Leonardo Pessoa Felix) que com seu trabalho buscam manter a qualidade do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. A todos os meus professores, que me forneceram as bases necessárias para a realização deste trabalho, especialmente ao professor Walter Esfrain Pereira que está sempre disposto a nos auxiliar, assim como aos secretários e funcionários que sempre me foram prestativos e atenciosos.

Aos membros da banca avaliadora, pela disponibilidade e contribuições para melhoria deste trabalho.

Ao meu marido Flávio Ricardo S. Cruz pela ajuda fundamental na realização das pesquisas, como também aos meus amigos, Erifranklin Nascimento Santos e Lanna Cecília L. de Oliveira pelas experiências compartilhadas, carinho e ótimas conversas.

Aos colaboradores e amigos do Laboratório de Análise de Sementes: Alex Jerônimo Pinheiro, Angelita Lima da Silva, Caroline Marques Rodrigues, Edlânia Maria de Souza, Maria das Graças R. do Nascimento, Maria Joelma da Silva, Maria Lúcia Maurício, Maria Luiza S. Medeiros, Nohanna do Nascimento Andrade por toda contribuição e momentos compartilhados durante a realização das pesquisas.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Antônio Alves de Lima, Rui Barbosa da Silva e ao amigo Severino Francisco dos Santos pela colaboração, bem como ao Dr. Francisco Thiago C. Bezerra, pela ajuda com as análises estatísticas.

Aos colegas de curso pelo aprendizado e momentos compartilhados.

Ao Laboratório de Citogenética Vegetal (Departamento de Biociências) ao qual destaco o Prof. Leonardo Pessoa Felix por todo empenho e disponibilidade em ensinar, a Joel Maciel P. Cordeiro pelo incentivo, amizade, generosidade e paciência e a Amanda de Souza Santos por sua colaboração.

Ao Laboratório de Entomologia (Departamento de Fitotecnia) e Zoologia (Departamento de Biociências), na pessoa de Gemerson Machado de Oliveira e Renam Rodrigues Ferreira pela disponibilidade e colaboração nas imagens dos trabalhos.

E a todos que me ajudaram ao longo dessa jornada!

Muito obrigada!

*Epígrafe*

*“Tudo tem o seu tempo determinado,  
e há tempo para todo o propósito debaixo do céu;  
Há tempo de nascer, e tempo de morrer;  
Tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou;  
Tempo de matar, e tempo de curar;  
Tempo de derribar, e tempo de edificar;  
Tempo de chorar, e tempo de rir;  
Tempo de prantear, e tempo de saltar;  
Tempo de abraçar, e tempo de afastar-se de abraçar;  
Tempo de buscar, e tempo de perder;  
Tempo de guardar, e tempo de deitar fora;  
Tempo de rasgar, e tempo de coser;  
Tempo de estar calado, e tempo de falar;  
Tempo de amar, e tempo de aborrecer;  
Tempo de guerra, e tempo de paz.”*

*Eclesiastes, 3:1 a 8*

## RESUMO GERAL

A espécie *Crateva tapia* L., conhecida como trapiá é uma frutífera com ocorrência em diversas formações florestais, a qual tem potencial medicinal e paisagístico, recomendada para recuperação de áreas degradadas e na alimentação de animais. Diante do exposto, objetivou-se estudar a variabilidade física, qualidade fisiológica, morfobiometria de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens e a caracterização cariotípica da espécie *C. tapia*. Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Citogenética Vegetal pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Desse modo, no experimento I, apenas os frutos intactos foram analisados totalizando oito árvores matrizes avaliadas quanto ao tamanho, largura, massa e número de sementes por fruto, também foi avaliado o comprimento, diâmetro e espessura de sementes oriundas de quinze árvores matrizes. A qualidade fisiológica por meio das variáveis de germinação e vigor foi determinada a partir de 100 sementes de cada uma das quinze árvores matrizes, tanto em ambiente controlado como em campo. No experimento II, 100 frutos oriundos de oito árvores matrizes foram mensurados quanto ao comprimento, largura, massa e número de sementes por fruto e 100 sementes desse lote foi avaliado quando ao tamanho e massa fresca. A descrição morfológica dos frutos foi através de observações sobre os aspectos externos e internos do pericarpo, consistência da casca, coloração, brilho, forma e deiscência, enquanto na morfologia das sementes foram observadas a consistência, coloração, textura, forma, hilo e embrião. A curva de absorção de água das sementes também foi avaliada por 216 horas em diferentes temperaturas, concomitante a esse teste foi realizado o teste de germinação nas mesmas condições, de onde partiu as observações e registros da protusão da raiz primária até a aparição do primeiro par de protófilo e a planta jovem foi acompanhada da emergência até o terceiro par de eófilo e senescência dos cotilédones. No experimento III foi analisada a existência de variações cariotípicas intraespecíficas em diferentes populações de *C. tapia* a partir do número cromossômico e a distribuição de bandas heterocromáticas usando dupla coloração com CMA/DAPI. Além disso, foram analisadas células meióticas para identificação de cromossomos Bs e hibridização *in situ* fluorescente para determinar a distribuição de sítios de DNAr e confirmar a ocorrência de satélites ou rearranjos estruturais. Os dados quantitativos foram submetidos a análise descritiva e de variância pelo teste F. Entre os frutos e sementes constatou-se variabilidade nas características biométricas e fisiológicas, cujos frutos e sementes tem variação de tamanho e massa fresca. As sementes são reniformes, com aspecto imbricado, tegumento rígido, coloração

marrom e hilo bem desenvolvido e o embrião é cotiledonar e de morfologia incompleta. A absorção de água segue o padrão trifásico, com a protusão da raiz ocorrendo no quarto dia, germinação epígea-fanerocotiledonar, a plântula tem hipocótilo e cotilédones herbáceos, folha composta trifoliolada, a planta jovem tem caule lenhoso, eófilos alternos e houve o desenvolvimento de muitas anormalidades durante o teste, cuja temperatura ideal foi a de 30 °C. No estudo da citogenética observou-se indivíduos com variação no padrão de heterocromatina composto por bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> localizadas na região terminal ou proximal. Análises de células meióticas não demonstraram irregularidades na meiose, sendo observada a ocorrência de 13 cromossomos bivalentes. Na distribuição de DNAr verificou-se a ocorrência de dois sítios 5S na região proximal e dois sítios 35S na região subterminal, sem evidências de rearranjos estruturais.

**Palavras-chave:** Capparaceae; citogenética; conservação; germinação; trapiá.

## GENERAL ABSTRACT

The species *Crateva tapia* L., known as trapiá is a fruit tree that occurs in several forest formations, which has medicinal and landscape potential, recommended for the recovery of degraded areas and for feeding animals. Given the above, the objective was to study the physical variability, physiological quality, morphobiometry of fruits, seeds, seedlings and young plants and the karyotype characterization of the species *C. tapia*. The experiments were carried out in the Seed Analysis and Plant Cytogenetics Laboratories belonging to the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba. Thus, in experiment I, only intact fruits were analyzed, totaling eight matrix trees evaluated for size, width, mass and number of seeds per fruit. Length, diameter and thickness of seeds from fifteen matrix trees were also evaluated. The physiological quality through the variables of germination and vigor was determined from 100 seeds of each of the fifteen matrix trees, both in a controlled environment and in the field. In experiment II, 100 fruits from eight matrix trees were measured for length, width, mass and number of seeds per fruit and 100 seeds from this lot were evaluated for size and fresh mass. The morphological description of the fruits was through observations on the external and internal aspects of the pericarp, peel consistency, color, shine, shape and dehiscence, while the consistency, color, texture, shape, hilum and embryo were observed in the morphology of the seeds. The seed water absorption curve was also evaluated for 216 hours at different temperatures, concomitantly with this test, the germination test was carried out under the same conditions, from which the observations and records of primary root protrusion until the appearance of the first pair started. of protophyle and the young plant was followed from emergence to the third pair of eophyll and cotyledon senescence. In experiment III, the existence of intraspecific karyotype variations in different populations of *C. tapia* was analyzed based on the chromosome number and the distribution of heterochromatic bands using double staining with CMA/DAPI. In addition, meiotic cells were analyzed to identify Bs chromosomes and fluorescent in situ hybridization to determine the distribution of rDNA sites and confirm the occurrence of satellites or structural rearrangements. Quantitative data were submitted to descriptive and variance analysis by the F test. Among the fruits and seeds, there was variability in the biometric and physiological characteristics, whose fruits and seeds varied in size and fresh mass. The seeds are reniform, with an imbricate aspect, rigid integument, brown color and well developed hilum, and the embryo is cotyledonous and of incomplete morphology. Water absorption follows the triphasic pattern, with root protrusion occurring on the fourth day, epigeal-phanerocotyledon germination, the seedling has hypocotyl and herbaceous cotyledons,

trifoliate compound leaf, the young plant has woody stem, alternating eophylls and there was the development of many abnormalities during the test, whose ideal temperature was 30 °C. In the study of cytogenetics, individuals with variation in the heterochromatin pattern composed of CMA+/DAPI- bands located in the terminal or proximal region were observed. Meiotic cell analysis showed no irregularities in meiosis, with 13 bivalent chromosomes being observed. The rDNA distribution showed the occurrence of two 5S sites in the proximal region and two 35S sites in the subterminal region, without evidence of structural rearrangements.

**Keywords:** Capparaceae; cytogenetics; conservation; germination; trapia.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO III

Figura 1 - Distribuição de frequência relativa do comprimento (A), diâmetro (B), massa fresca (C) e número de sementes por fruto (D) em <i>Crateva tapia</i> .....	90
Figura 2 - Comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa de 100 sementes (D) de <i>Crateva tapia</i> .....	92
Figura 3 - Aspectos externo e interno do fruto de <i>Crateva tapia</i> .....	94
Figura 4 - Aspectos externo da semente de <i>Crateva tapia</i> .....	96
Figura 5. Aspectos interno da semente de <i>Crateva tapia</i> .....	97
Figura 6 - Curva de embebição de água (A) e germinação (B) de sementes de <i>Crateva tapia</i> em diferentes temperaturas.....	99
Figura 7 - Aspectos da germinação e plântula normal de <i>Crateva tapia</i> L. nos períodos de quatro a 12 dias após a semeadura (A), detalhe ampliado dos protófilos (B), gema apical (C), cotilédones (D), plântulas de uma mesma semente (E) e das raízes (F).....	102
Figura 8 - Aspectos das plântulas anormais de <i>Crateva tapia</i> L. aos 12 dias após a semeadura.....	104
Figura 9 - Aspectos da plântula e planta jovem de <i>C. tapia</i> . Desenvolvimento da plântula até a planta jovem (A), gema apical (B), cotilédones (C), gema vegetativa (D), folíolos (E), pulvino (F), pecíolo (G) ritidoma (H), lenticelas (I), cicatriz cotiledonar (J).....	106

### CAPÍTULO IV

Figura 1 - Características morfológicas de <i>Crateva tapia</i> : A. Detalhe do hábito arbóreo, B. Detalhe da inflorescência, C. Detalhe do fruto; D. Localização geográfica das populações amostradas.....	121
Figura 2 - Células mitóticas em indivíduos de diferentes populações de <i>Crateva tapia</i> : A-D. Cuité de Mamanguape, E. Umbuzeiro, F-G. Remígio, H. Esperança, I. Juarez Távora, J. Esperança, estado da Paraíba.....	122

- Figura 3 - Diferentes hipóteses cariológicas para as estruturas semelhantes a pequenos cromossomos parcialmente heterocromáticos CMA<sup>+</sup> de *Crateva tapia* e possíveis números cromossômicos para a espécie conforme cada hipótese. Tamanho e morfologia dos cromossomos não foram considerados..... 123
- Figura 4 - Distribuição da heterocromatina (A) e cariograma (B) em *Crateva tapia* (Indivíduo da população de Cuité de Mamanguape). Asteriscos (\*) em A apontam estruturas semelhantes a pequenos cromossomos parcialmente heterocromáticos CMA<sup>+</sup>. Barra de escala em A corresponde a 2,5 µm..... 124
- Figura 5 - Análises de células meióticas em *Crateva tapia* (A e B) e análises de células mitóticas com uso do bandejamento CMA/DAPI (C) e FISH (D). A. Anáfase I mostrando 13:13 cromossomos; B. Metafase I mostrando 13 bivalentes; C. Bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup> (amarelo); Sítios de DNAr 35S (verde) e 5S (vermelho). Barras de escala em B e D correspondem a 10 µm..... 128

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1 -	Localização das árvores matrizes selecionadas de <i>Crateva tapia</i> .....	52
Tabela 2 -	Resumo das análises de variância da biometria de frutos das árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	56
Tabela 3 -	Biometria de frutos avaliados de oito árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> ..	57
Tabela 4 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) do comprimento de frutos de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	58
Tabela 5 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) do diâmetro de frutos de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	59
Tabela 6 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) da massa fresca de frutos de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	59
Tabela 7 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) do número de sementes em frutos de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	61
Tabela 8 -	Resumo das análises de variância da biometria de sementes de diferentes árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	61
Tabela 9 -	Biometria das sementes de quinze árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	62
Tabela 10 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) do comprimento de sementes das árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	63
Tabela 11 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) da largura de sementes das árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	64
Tabela 12 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) da espessura de sementes das árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	65
Tabela 13 -	Classes de frequência e desvio padrão (s) da massa fresca de sementes das árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	66
Tabela 14 -	Resumo das análises de variância para o Teor de Água (TA) de sementes, Germinação (G), Primeira Contagem de germinação (PC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Comprimento da Raiz (CR) e Parte Aérea (CPA), Massa Seca das Raízes (MSR) e Parte Aérea (MSPA) das plântulas do teste de germinação e, Emergência (E), Primeira Contagem de Emergência (PCE), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de plântulas do	

	teste de emergência com sementes de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	67
Tabela 15 -	Teor de água, germinação e vigor de sementes de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	69
Tabela 16 -	Vigor de sementes de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	71

### CAPÍTULO III

Tabela 1 -	Estatística descritiva do Comprimento (Comp), Diâmetro (Diam), Massa fresca (MasF) e Número de sementes por fruto (NumS) em <i>Crateva tapia</i> .....	91
Tabela 2 -	Estatística descritiva do Comprimento (Comp), Largura (Larg), Espessura (Espes) e Massa Fresca (MasF) das sementes de <i>Crateva tapia</i> .....	93
Tabela 3 -	Resumo da análise de variância referente a porcentagem de Germinação (G), Primeira Contagem (PC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Comprimento de Parte Aérea (CPA) e Raízes (CRA), Massa Seca de Parte Aérea (MSPA) e Raízes (MSRA) de <i>Crateva tapia</i> submetidas a diferentes temperaturas.....	100
Tabela 4 -	Germinação (G), Primeira Contagem (PC), Sementes Duras (SD), Plântulas Anormais (PA), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Comprimento de Raízes (CR) e Parte Aérea (CP), Massa Seca de Raízes (MSR) e Parte Aérea (MSPA) de <i>Crateva tapia</i> em função da temperatura.....	101

## SUMÁRIO

	<b>Pag.</b>
<b>CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1. Família Capparaceae - Características gerais.....	22
2.2. A espécie <i>Crateva tapia</i> L.....	23
2.3. Qualidade fisiológica de sementes.....	24
2.4. Características morfobiométricas.....	26
2.5. Citogenética e variação cariotípica.....	28
3. REFERÊNCIAS.....	31
<b>CAPÍTULO II - VARIABILIDADE FÍSICA DE FRUTOS E SEMENTES E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE <i>Crateva tapia</i> L.....</b>	<b>47</b>
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
1. INTRODUÇÃO.....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1. Seleção das árvores matrizes.....	51
2.2. Coleta de frutos e beneficiamento de sementes.....	52
2.3. Características físicas de frutos e sementes.....	53
2.4. Qualidade fisiológica das sementes.....	53
2.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.1. Características biométricas de frutos.....	55
3.2. Características biométricas de sementes.....	61
3.3. Qualidade fisiológica das sementes.....	67
4. CONCLUSÕES.....	72
5. REFERÊNCIAS.....	72
<b>CAPÍTULO III - MORFOBIOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, PLÂNTULAS E PLANTAS JOVENS DE <i>Crateva tapia</i> L.....</b>	<b>83</b>

RESUMO.....	84
ABSTRACT.....	85
1. INTRODUÇÃO.....	86
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	87
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
3.1. Biometria dos frutos e sementes.....	90
3.2. Morfologia do fruto.....	94
3.3. Morfologia da semente.....	95
3.4. Absorção de água e germinação.....	98
3.5. Morfologia da germinação, plântula normal, anormal e planta jovem.....	101
3.6 Aspectos morfológicos da planta jovem.....	105
4. CONCLUSÕES.....	107
5. REFERÊNCIAS.....	107
<b>CAPÍTULO IV - SATÉLITE, CROMOSSOMO B OU DISPLOIDIA ASCENDENTE? ANÁLISE CARIOTÍPICA EM <i>Crateva tapia</i> L. (CAPPARIDEAE, CAPPARACEAE).....</b>	<b>115</b>
RESUMO.....	116
ABSTRACT.....	117
1. INTRODUÇÃO.....	118
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	119
2.1. Amostragem.....	119
2.2. Análises mitóticas e dupla coloração CMA/DAPI.....	119
2.3. Análises meióticas.....	120
2.4. Hibridização <i>in situ</i> fluorescente.....	120
2.5. Análise dos dados.....	120
3. RESULTADOS.....	122
4. DISCUSSÃO.....	124
5. CONCLUSÕES.....	127
6. REFERÊNCIAS.....	128
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>135</b>
A. Biometria de frutos de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	136

B.	Biometria de sementes de árvores matrizes de <i>Crateva tapia</i> .....	140
----	---	-----

**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A preservação do meio ambiente é o foco de várias discussões globais há tempos, objetivando encontrar meios legais para a humanidade usufruir dos recursos naturais com sustentabilidade e garantir a sobrevivência das gerações futuras. O Brasil destaca-se no cenário mundial como detentor de importantes recursos naturais, incluindo diversidade de espécies vegetais e animais, muitos deles endêmicos (MMA, 2019). Nos últimos anos seus ecossistemas vêm sendo desmatados através das queimadas (ÁVILA et al., 2019; MAY, 2019), principalmente para destinar áreas à pecuária e implantação de lavouras (CGEE, 2016; INPE, 2019; FUCHS, 2020).

A remoção da cobertura vegetal dos diferentes ecossistemas do Brasil resulta na degradação de áreas, exposição do solo aos agentes erosivos, desertificação, extinção de espécies vegetais e animais e favorecimento ao surgimento de espécies exóticas com potencial invasor (GABARDO; SARZEDAS; SILVA, 2020). Esses autores ainda enfatizaram que fatores socioeconômicos e o agronegócio são combinações que vão em contramão ao uso sustentável dos recursos ambientais.

Assim, os investimentos na assistência técnica voltados a pequenos e médios produtores, bem como os avanços econômico, social e ecológico, com o olhar cuidadoso na sustentabilidade e em estratégias econômicas que valorizem a floresta, priorizando a conscientização da população no uso dos recursos naturais porque são ações que podem auxiliar na diminuição dos impactos ambientais.

O desenvolvimento de pesquisas são indispensáveis para fornecer informações básicas sobre a ecologia, a distribuição e o uso sustentável das florestas, minimizando o impacto sobre a biodiversidade (SANTOS et al., 2011; MEDEIROS, 2013). Assim, diversas áreas de estudos podem contribuir, a exemplo de informações sobre as características físicas de frutos, sementes e plântula, a fisiologia, a variabilidade física e a citogenética vegetal.

A espécie *Crateva tapia* L., da família Capparaceae, popularmente conhecida como trapiá, cabaceira-do-pantanal ou pau-d'alho, é uma planta medicinal, lenhosa e frutífera, característica da floresta tropical brasileira, podendo ser encontrada em vegetação de igapó, em áreas ribeirinhas da Caatinga do Nordeste e bacia amazônica (LORENZI, 2009; GOMES et al., 2010; MACHADO; PINHEIRO et al., 2016, BATISTA et al., 2019; PEREIRA et al., 2018). Embora esse táxon esteja amplamente distribuído no Brasil, registros de suas populações naturais são incipientes, o que o torna vulnerável; além disso, essa espécie é a única da família

Capparaceae no Brasil (SOARES NETO; JARDIM, 2015), o que reforça a relevância de estudos.

Os estudos baseados nos aspectos morfobiométricos de frutos e sementes são de grande importância para o manejo, propagação e conservação das espécies, porque permitem a verificação de possíveis padrões morfoanatômicos comuns entre táxons, indicação de especializações de órgãos e sua correta interpretação e classificação (SOUZA; CAVALCANTE, 2019). Contribuem para o sucesso da revegetação de áreas com a produção de mudas de qualidade e de rápido crescimento para competir com a vegetação espontânea (CARNEIRO, 1995; GOMES et al., 2016). Esses estudos permitem a identificação botânica de espécies (MENDONÇA et al., 2016) e demonstram a variabilidade entre populações de mesma espécie ou de mesmo gênero (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JÚNIOR et al., 2006).

As variações biométricas em frutos e sementes podem ser resultado da variabilidade genética, de fatores bióticos e abióticos, além da interação genótipo-ambiente (SANTANA; TORRES; BENEDITO, 2013). A existência de variabilidade genética em espécies nativas é importante no tocante à sustentabilidade dos grupos vegetais recuperados (AGUIAR et al., 2013).

Estudos relacionados à morfometria de espécies arbóreas têm sido realizados visando, especialmente, evidenciar a variabilidade fenotípica de frutos e/ou sementes, como em *Dipteryx alata* Vog. (ZUFFO; ANDRADE; ZUFFO JÚNIOR, 2014), *Schizolobium parahyba* (Vell.) [FREIRE et al., 2015] e *Bertholletia excelsa* Bonpl. (TEIXEIRA et al., 2015). Algumas variáveis utilizadas por melhoristas como herdabilidade, correlações entre caracteres e ganhos com a seleção em testes de progênes, têm auxiliado na estimativa de caracteres genéticos e seleção mais adequada de plantas matrizes (CAMARGO et al., 2010; CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

Informações a respeito da variabilidade genética em populações de ocorrência natural da espécie, além de trabalhos que envolvam a caracterização dos padrões de herança de caracteres de germinação, devem ser priorizados, para que seja possível definir critérios de seleção e recombinação genética, visando à produção de materiais elites (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Caracteres como germinação rápida e uniforme são características desejáveis na formação de mudas para o estabelecimento de plantios e estas devem estar presentes em genótipos superiores da espécie.

A citogenética é outra importante ferramenta capaz de auxiliar na caracterização de muitas espécies, podendo contribuir com a conservação e o manejo da flora. A análise cromossômica auxilia na compreensão da evolução genética e na estabilidade cariotípica em

diversos grupos de plantas. A citogenética clássica aborda os dados morfológicos, a exemplo do número cromossômico, tamanho de braços, posição dos centrômeros e localização das constrições secundária (GUERRA, 2000).

A simples quantificação de números cromossômico é citotaxonomicamente eficiente em diferenciar gêneros e espécies de grupos que são muito variáveis numericamente (AAGESEN; SANSO, 2003). Em *Genipa americana* L., por exemplo, populações localizadas na cidade de Recife-PE tiveram número cromossômico de  $2n=22$  e de Campinas-SP de  $2n=20$ , demonstrando que são espécies diferentes (PIEROZZI; CRUZ, 1998). Nos grupos que não há variação no número e na morfologia cromossômica a investigação sobre a composição da heterocromatina contribui na caracterização do cariótipo (BARROS e SILVA; GUERRA, 2009; OLIVEIRA et al., 2015).

Nas duas últimas décadas, técnicas citológicas como hibridização fluorescente in situ ou FISH (PEDROSA et al., 2002), a hibridização genômica in situ ou GISH (POGGIO et al., 2005) e a microdissecção cromossômica (FORMINAYA et al., 2005) são avanços da citogenética que permitem elucidar pequenas variações cromossômicas difíceis de serem identificadas com técnicas convencionais.

Diante do exposto, objetivou-se estudar a variabilidade física, qualidade fisiológica, morfobiometria de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens e a caracterização cariotípica da espécie *Crateva tapia*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Família Capparaceae - Características gerais

A família Capparaceae compreende cerca de 25 gêneros e 500 espécies no mundo (SOUZA; LORENZI, 2012), sendo que, aproximadamente 18 gêneros e 110 espécies ocorrem na região neotropical (CORNEJO, 2009; CORNEJO; ILTIS, 2012), destacando-se o Brasil com 12 gêneros e 28 espécies, das quais 12 são endêmicas (CORNEJO et al., 2013). A espécie distribui-se em diversos domínios fitogeográficos do território nacional como Caatinga, Cerrado, floresta estacional decidual e semidecidual, restingas e áreas antrópicas (MORO et al., 2014a; CORNEJO et al., 2015).

Os representantes desse táxon são árvores, arbustos, lianas, glabros ou pubescentes; estípulas diminutas, presentes ou ausentes, folhas simples ou compostas trifolioladas, geralmente alternas, em espiral ou dísticas, raramente opostas, subsésseis ou pecioladas, pulvino ausente ou presente em uma ou ambas as extremidades; estruturas foliares inteiras, cartáceas, com nervuras do tipo eucamptódroma (CARVALHO; DAMASCENO-JUNIOR; FARINACCIO et al., 2016). Ainda de acordo com os autores, as inflorescências são cimosas, terminais e/ou laterais, ramificadas ou compostas de panículas corimbosas terminais ou flores solitárias, com brácteas florais presentes, reduzidas e caducas.

Alguns grupos de Capparaceae não possuem dados florísticos suficientes nem informações de seu status populacional (MENDONÇA; GUERRA, 2006), o que confere ameaça às espécies e impossibilita ações de conservação. Em floresta Ombrófila, *C. tapia*, por exemplo, não se enquadra como uma espécie clímax, pioneira, secundária inicial ou tardia (LIMA et al., 2011; GUEDES; KRUPEK, 2016), merecendo mais estudos que a classifique em um grupo ecológico.

As espécies dessa família têm potencial ambiental e econômico, sendo destinadas ao uso medicinal, madeireiro, consumo de frutos e produção de forragem, a exemplo de *Crataeva benthamii* Eichler (sinonímia para *C. tapia*) [MARTÍNEZ; MOURÃO-JÚNIOR; BRIENZA-JÚNIOR, 2010], *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Pres (SILVA et al., 2014). Algumas têm valor medicinal e fitoterápico por conterem taninos, flavonóides, alcalóides, glicosídeos e saponinas (ANOWI et al., 2012).

*Crataeva religiosa* Hook & Frost atua como antiartrítica, antifúngica, diurética, laxante, rubefaciente (TRIPATHY; PRADHAN; TRIPATHY, 2013); *Crataeva nurvala* Buch. Ham. tem importante ação sobre cálculos renais, obesidade, distúrbios da tireóide e câncer (KUMARI;

KAKKAR, 2008). Além disso, tem sido utilizada no tratamento de próstata aumentada, sensibilidade da bexiga, antiartrítica, hepatoprotetora, cardio-protetora (BOPANA; SAXENA, 2008) e anti-fertilidade (BHASKAR et al., 2009).

## 2.2 A espécie *Crateva tapia* L.

O táxon *Crateva tapia* L. ocorre desde o México até a Argentina (CORNEJO; ILLIS, 2008) e no Brasil está distribuído nas regiões Norte (AC, AM, PA), Nordeste (MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA), Sudeste (ES) e Centro-Oeste (MT e MS) [CORNEJO et al., 2013]. Na região semiárida foi registrada em vegetação de Caatinga de áreas cristalinas, planaltos sedimentares, florestas ripárias, depressão sertaneja, região costeira, manguezal, carrasco, entre outros (LOIOLA; SOUZA, 2014; MORO et al., 2014b; SOARES NETO et al., 2014).

A espécie também é encontrada no Sul da Índia, sendo conhecida popularmente como varuna (SHARMA; PATIL; PATIL, 2016). No Brasil é comumente chamada de trapiá, tapiá, cabaceira, cabeceira, cabaceira-do-pantanal, laranja-brava, pau-d'algo, cataurizeiro, cabeceira, cabaceira-do-pantanal, pau-d'algo, tapiá ou trapiá (LORENZI, 2009, GUEDES; KRUPKE, 2016; MACHADO; PINHEIRO, 2016; OLIVEIRA; CAVALCANTE, 2017).

A planta tem altura variando de 5 a 12 metros, copa frondosa, ideal para arborização paisagística e para reflorestamento visando à recuperação de áreas antropizadas (LORENZI, 2002; VALE et al., 2011). A madeira possui qualidade que, de modo sustentável, pode ser empregada na construção civil, em forros, caixotaria, confecção de canoas e como fonte de combustível (lenha) [LORENZI, 2002; GONÇALVES et al., 2007; ARRUDA et al., 2019].

As flores são exuberantes, reunidas em cachos corimbiformes com pétalas brancas e longos estames com tons avermelhados (LORENZI, 2002), de forma que *C. tapia* é indicada para composição da flora apícola e meliponícola, bem como arborização e restauração de áreas perturbadas (BRASIL; GUIMARÃES-BRASIL, 2018).

Os frutos são carnosos, adocicados e podem ser utilizados pelo ser humano como bebida vinosa (LORENZI, 2009; ALVES et al., 2017) ou apenas consumindo a sua polpa. Além disso, servem de alimento para alguns animais silvestres, a exemplo de macacos, aves e peixes (MAIA-SILVA et al., 2012) e são considerados como alternativa de alimento nutritivo para caprinos do semiárido brasileiro (GOMES, 2018; SILVA et al., 2020b). Adicionalmente tem potencial para comercialização devido ao seu valor alimentício e nutricional (SANTOS; NASCIMENTO-JÚNIOR; PRATA, 2012). Alguns estudos etnobotânicos evidenciaram que

frutos e cascas dessa árvore são utilizados no tratamento de doenças do sistema osteomuscular e de hemorróida (MONTELES; PINHEIRO, 2007; SANTOS et al., 2016).

As sementes da *C. tapia* são oleaginosas, fotoblásticas neutras quando em temperaturas alternadas de 20-30 °C (GALINDO et al., 2012), de coloração marrom, com aproximadamente 1 cm e são dispersas por zoocoria (GOMES et al., 2010; SANTOS-FILHO et al., 2016). As folhas, cascas e frutos contêm propriedades medicinais, sendo utilizadas como tônico, estomáquico, antidisentérico, febrífugo e no combate das infecções do trato respiratório; constitui ainda alternativa de tratamento para as populações tradicionais (LUCENA et al., 2007; SHARMA; PATIL; PATIL, 2013).

As cascas da árvore dessa espécie são constituídas de um triterpenoide, o lupeol, que possui propriedades anti-inflamatória, analgésica, antitumoral e atividades inseticidas (ZHANG et al., 2013). Alguns estudos comprovaram que as folhas de *C. tapia* possuem atividade antioxidante com ótimos resultados para teor de compostos fenólicos e flavonoides totais, podendo ser utilizada como provável fonte de compostos antioxidantes naturais na indústria alimentícia e farmacêutica (XAVIER et al., 2019).

Além disso, constatou-se atividade alelopática no extrato de suas folhas, evidenciando seu potencial para exploração como fonte de herbicida natural (XAVIER et al., 2019). Vale ressaltar que uma proteína (lectina) isolada da casca dessa espécie, a CrataBL, constitui um agente pró-angiogênico e de cura (BATISTA et al., 2019), além da capacidade de inibir células tumorais agressivas no cérebro (BONTURI et al., 2019).

### **2.3 Qualidade fisiológica de sementes**

A qualidade fisiológica consiste na capacidade da semente efetuar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, que influencia diretamente o povoamento em condições de campo (POPINIGIS, 1977). Os materiais com boa qualidade morfofisiológica são de interesse para a produção de mudas de espécies florestais com vistas à recuperação de áreas degradadas (BRASIL, 2013). As mudanças como o tamanho, germinação, vigor, teor de água e o acúmulo de massa fazem parte do processo de desenvolvimento das sementes que culminam com sua máxima qualidade (HEHENBERGER; KRADOLFER; KÖHLER, 2012, MARCOS-FILHO, 2015).

O conhecimento da qualidade fisiológica das sementes é a base para a propagação de inúmeras espécies, uma vez que logo após atingirem o ponto de maturidade fisiológica as sementes estão sujeitas ao processo natural de deterioração, que pode ser de origem bioquímica,

fisiológica e física, resultando em perda de vigor (ALIZAGA et al., 1990). A elevada qualidade da semente pressupõe o resultado de um campo de produção, esperando-se alto vigor das plantas, mais produtividade, uniformidade no estande e exiguidade de doenças (BRACCINI et al., 1999).

A maneira de se conhecer a qualidade de um lote de sementes é realizando e interpretando corretamente os testes, cujos principais testes que avaliam a qualidade de sementes e o desempenho de plântulas são descritos pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), manuais de vigor da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA-NETO, 1999; LIMA-JUNIOR, 2011) e pela Associação Internacional de Teste de Sementes (ISTA).

A alta qualidade em uma semente significa que ela tem máxima germinação, vigor, sanidade e teor de água adequado, atributos que proporcionarão maior produtividade e homogeneidade (SOUZA; YAMASHITA; CARVALHO, 2007). O teor de água das sementes é a determinação oficial que deve ser realizada na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes (SARMENTO et al., 2015). Esta característica influencia diretamente no período de coleta, no armazenamento e na massa fresca de sementes, uma vez que a umidade elevada pode tornar as sementes susceptíveis a injúrias pelo calor, congelamento, fumigação, insetos, patógenos e danos mecânicos (BRASIL, 2009).

Após a determinação do teor de água, o lote de sementes é submetido ao teste de germinação, conduzido sob condições favoráveis (umidade, temperatura e substrato) para a semente expressar seu máximo potencial desenvolvendo plântulas normais (LARRÉ, ZEPKA; MORAES, 2007; TUNES et al., 2020). Os fatores como luz, temperatura, substrato e dormência influenciam o processo de germinação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Atributos diferentes são obtidos nos testes de germinação e vigor, em que no primeiro avalia-se a porcentagem final de germinação, objetivando verificar se a semente está viável; no teste de vigor avaliam-se a integridade das membranas celulares (NAKAGAWA, 1999; MARCOS-FILHO, 2015), a emergência de plântulas o desenvolvimento das plântulas por meio das variáveis comprimento e massa seca de plântulas, primeira contagem de germinação, dentre outros.

O princípio fundamental do teste de vigor é a detecção de diferenças na qualidade de sementes que não são verificadas no teste de germinação (MARCOS-FILHO, 2015). No teste de emergência em campo as sementes estão sujeitas às oscilações ambientais e ao ataque de insetos e patógenos, os quais interferem no desempenho das sementes (TUNES et al., 2020).

Além da germinação e do vigor, a qualidade fisiológica das sementes também resulta das características genéticas herdadas de suas matrizes (ANDRADE et al., 2001). Estes fatores são afetados pelas condições ambientais como temperatura, precipitação, fotoperíodo, umidade do ar (MOTTA et al., 2002), assim como, pelos métodos e época de colheita, secagem, processamento, tratamento e armazenamento das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Ao se trabalhar com plantas matrizes é muito comum haver elevada variabilidade nos aspectos físicos e fisiológicos porque geralmente, as plantas matrizes têm sementes de diferentes tamanhos. Para alguns autores, sementes maiores possuem mais reservas, sendo um indicativo de sua qualidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. de diferentes procedências tiveram variação na massa de sementes, a qual teve alta correlação com a qualidade fisiológica (SANTOS et al., 2009). Em sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., oriundas de diferentes plantas matrizes, foi verificado que o seu tamanho não diminuiu a porcentagem de germinação, mas teve relação direta com o vigor, resultando no ranqueamento de lotes por tamanho para a produção de mudas (ALVES et al., 2005).

Levando-se em consideração que as florestas estão sendo devastadas, a dificuldade de encontrar sementes de boa qualidade para a produção de mudas pode causar a redução significativa nas populações de muitas espécies de importância ambiental, como *C. tapia*, de forma que é importante os estudos que alimentem um banco de informações sobre espécies florestais.

#### **2.4 Características morfobiométricas**

A morfologia vegetal consiste no estudo direcionado a caracterização dos aspectos físicos dos vegetais como, cor, textura, forma e tamanho, servindo de subsídio para uma gama de estudos. Assim, a morfologia de frutos e sementes se torna uma ferramenta fundamental no estudo dos mecanismos de dispersão, regeneração e cultivo de plantas (RAMOS et al., 2010). Alguns grupos de plantas são de fácil distinção, mas outros podem ter semelhanças com outras espécies e tornar sua identificação difícil (MUSSIL, 1977). Desse modo, as descrições morfológicas de frutos, sementes e plântulas podem auxiliar nesse processo de identificação, como também dá suporte para a produção em viveiros florestais e melhor compreensão das condições de estabelecimento das mudas em condições naturais (GUERRA; MEDEIROS-FILHO; GALHÃO, 2006).

A morfologia abrange o conhecimento sobre diversos táxons, tanto a nível de famílias, gêneros até mesmo espécies, objetivando a identificação de plantas em inventários florestais de diferentes regiões (OLIVEIRA, 1993). Estudos morfológicos contribuíram para reconhecer a família Capparaceae como um grupo monofilético devido suas espécies possuírem ginóforo exserto, folhas simples ou tri-folioladas, frutos carnosos e sem replum (JUDD; SANDERS; DONOGHUE, 1944; SOARES NETO et al., 2014).

As estruturas morfológicas a serem descritas, classificadas e ilustradas desde o fruto até a formação da planta jovem é uma atividade complexa, no entanto, os trabalhos, Glória (1993), Vidal e Vidal (1995), Ferreira et al. (1998a, b), Barroso et al. (2004) e Gonçalves; Lorenzi (2007) debruçaram-se sobre as descrições e ilustrações dando suporte a muitos pesquisadores interessados no tema.

Do ponto de vista ecológico a diversidade na forma e tamanho de frutos pode auxiliar na compreensão da biologia da reprodução (PAOLI; BIANCONI, 2008). As variações biométricas entre sementes de plantas matrizes diferentes podem ser resultado da variabilidade genética, de fatores biótico e abiótico, também, da interação genótipo-ambiente (SANTANA; TORRES; BENEDITO, 2013). A existência de variabilidade genética em uma espécie é importante para a sobrevivência e adaptação frente às mudanças ambientais e auxiliam em programas de melhoramento (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006; REIS et al., 2015).

Alguns aspectos morfológicos das sementes tendem a ser semelhantes entre as espécies de determinado táxon, tornando possível reagrupá-las, por exemplo, a forma e a posição que o embrião ocupa numa semente, difere entre os grupos de plantas; os quais podem ser empregados na identificação de famílias, gêneros e espécies (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977; GUNN, 1981).

Na família Myrtaceae as subtribos são distinguidas pela morfologia do embrião, assim, em Myrciinae, o embrião é mircióide, conduplicado; em Eugeniinae, o embrião é eugenóide, com hipocótilo curto e cotilédones de reserva; em Myrtinae, o embrião é pimentóide, com hipocótilo longo, curvado ou espiralado e cotilédones diminutos. O embrião mircióide distingue ainda *Myrceugenia* de todos os outros gêneros da tribo Myrteae (LANDRUM, 1981). O tipo de embrião pode, ainda, definir a morfologia da plântula, uma vez que os mircióides, como supracitado, originam plântulas de germinação epígea, fanerocotiledonar e cotilédones foliáceos (COSMO et al., 2017).

O estudo da morfologia da espécie *Dimorphandra mollis* Benth. desde o fruto até a planta jovem (FERREIRA et al., 2001) serviu de base para a descrição morfológica da espécie *Dimorphandra gardneriana* Tul. (SANTOS-MOURA et al., 2019). Além desse auxílio, a

descrição morfológica dá suporte, ainda, na padronização dos testes de germinação em laboratório e segundo Pinto et al. (2009) e Sarmento et al. (2013) ajuda na interpretação de testes que fazem uso de imagens ou coloração para estimar a qualidade das sementes.

O tamanho dos frutos é um atributo que influencia diretamente na germinação e no vigor das sementes, contribuindo para a desuniformidade dos lotes (NASCIMENTO et al., 2021), uma vez que participa na tomada de decisão sobre o momento ideal de colheita. Alguns autores relataram ainda que, quanto maior a massa fresca do fruto maior é a massa de sementes e, conseqüentemente, lotes mais homogêneos, com maior porcentagem de germinação e mudas vigorosas são mais fáceis de serem obtidas (SOUZA et al., 2016).

As espécies florestais produzem sementes de tamanhos diferentes, como uma estratégia adaptativa a fatores adversos após sua dispersão (RUBIO DE CASAS et al., 2017). Os embriões de sementes maiores ou mais densas são bem formados, têm mais reservas e, normalmente são mais vigorosos, resultando em plântulas com maior crescimento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; LUCENA et al., 2017). Nessa perspectiva, estudos são conduzidos visando identificar um padrão dessa variação na qualidade fisiológica das sementes de diversas espécies vegetais (WANG; IVES, 2017).

Em *Prunus persica* rootstocks verificou-se que as maiores sementes tiveram melhor qualidade (SOUZA et al., 2016), no entanto, essa ligação não ocorreu nas sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. (ALMEIDA et al., 2014). Como visto, para algumas espécies a variável tamanho de sementes é um indicativo de sua qualidade e para outras não, de forma que Mtambalika et al. (2014) relataram que o tamanho de sementes não possui ligação com a qualidade fisiológica, mas favorece a produção de plântulas de maior vigor. No entanto, para Colombo et al. (2015) as sementes que possuem maior massa têm maior capacidade germinativa e melhor padronização do estande.

O conhecimento dos aspectos morfobiométricos de frutos, sementes e plantas jovens de *C. tapia* é importante para ampliar o conhecimento visando a exploração sustentável dessa espécie, que tem potencial para alimentação de pessoas, animais e uso medicinal.

## **2.5 Citogenética e variação cariotípica**

A citogenética consiste no estudo dos cromossomos, a partir da observação de sua morfologia, organização, função e replicação, representando importante ferramenta não apenas no campo da biologia celular, mas também da medicina clínica, melhoramento animal e vegetal (SINGH, 2003). De forma convencional, os estudos citogenéticos baseiam-se especialmente no

número cromossômico e dados morfológicos, a exemplo da razão entre o tamanho dos braços cromossômicos, posição dos centrômeros e localização das constrições secundária (GUERRA, 1988; GUERRA, 2008).

Entretanto, as informações são limitadas a espécies com cromossomos pequenos, morfológicamente semelhantes e com o mesmo número diploide. Assim, o uso de diferentes técnicas, como o bandeamento cromossômico ou coloração diferencial da heterocromatina, tem proporcionado diferenciar os cariótipos pelo padrão de distribuição de bandas heterocromáticas, detectar variações estruturais, além de comparar cariótipos de espécies relacionadas (ALMEIDA; CARVALHO; GUERRA, 2007; GUERRA, 2012).

A combinação dos fluorocromos CMA (cromomicina A3) e DAPI (4',6-diamidino-2-fenilindol) é a técnica mais utilizada para destacar regiões heterocromáticas nos cromossomos de diferentes espécies vegetais (GUERRA, 2000; BRAMMER; TONIAZZO; POERSCH, 2015). Por meio desse bandeamento tem-se a diferenciação no padrão de distribuição da heterocromatina, uma vez que regiões ricas em pares de base citosina e guanina (CG) são destacadas pelo corante CMA e as regiões ricas em pares de base adenina e timina (AT) com o DAPI (BARROS e SILVA; GUERRA, 2009).

A análise da distribuição de bandas CMA/DAPI no cariótipo das espécies vegetais auxilia no entendimento das relações evolutivas e diferenciações citotaxonômicas, especialmente em grupos complexos ou que tenham número cromossômico constante em diferentes linhagens filogenéticas (ALMEIDA et al., 2016; CORDEIRO et al., 2020; PESSOA et al., 2021). Embora a distribuição da heterocromatina seja consideravelmente variável entre os cariótipos das espécies, ocasionalmente aparecem grupos vegetais com cariótipos com padrão de bandas muito semelhantes, seja em relação ao número, tamanho e localização no cromossomo (GUERRA, 2000; STIEFKENS et al., 2010; CORDEIRO et al., 2018).

Assim, a técnica de hibridização *in situ* fluorescente (FISH) tem auxiliado na marcação de regiões dos cromossomos ligadas especialmente as sequências de DNA ribossomal 5S e 35S, permitindo estabelecer uma diferenciação cariotípica mais detalhada (GUERRA, 2004; CASTRO et al., 2016). O uso da FISH pode mostrar a co-localização ou não dos sítios de DNAr 5S e 45S com bandas heterocromáticas, marcar regiões heterocromáticas não visualizadas (RONs distendidas), interpretar rearranjos estruturais, além de comparações cariotípicas envolvendo estudos de híbridos naturais ou entre diferentes populações de um mesmo indivíduo (BRASILEIRO-VIDAL; GUERRA, 2002).

Em termos evolutivos, entre os grupos vegetais pode haver variações numéricas, especialmente relacionadas a poliploidia, duplicação ou multiplicação de um complemento

cromossômico por inteiro, ou disploidia, aumento ou diminuição de um (ou alguns) cromossomos no complemento haploide por meio de rearranjos (GUERRA, 1988; GUERRA, 2008). Ainda segundo os autores, outras variações cariotípicas numéricas, como a aneuploidia (aumento ou ganho de cromossomos no complemento haploide por meio da perda ou ganho de material genético), são menos importantes em termos evolutivos, embora ocasionalmente ocorram em alguns grupos de plantas e animais.

Além dos eventos de poliploidia, disploidia e aneuploidia, existe um outro fenômeno cariotípico marcado pela ocorrência de um ou alguns pequenos cromossomos extras, geralmente heterocromáticos, que aparecem em algumas espécies ou indivíduos. Estes cromossomos são denominados de “cromossomos supernumerários” ou “cromossomos B” (GUERRA, 1988; JONES, 2012), os quais podem ocorrer em determinadas espécies em especial, como *Zea mays* L., *Brachyscome dichromosomatica* C.R. Carter e *Secale cereale* L. (HOUBEN; CARCHILAN, 2012).

Esses cromossomos podem ainda variar quanto ao seu número, tamanho e composição (eucromática ou heterocromática) em diferentes populações de uma mesma espécie (NASCIMENTO et al., 2019). A ocorrência de cromossomos B aparentemente tem um efeito neutro em termos evolutivos e os motivos pelos quais eles são mantidos em populações naturais permanecem pouco compreendidos (HOUBEN, 2017).

No cariótipo das espécies vegetais todos os cromossomos possuem uma constrição primária, o centrômero, que divide o cromossomo em dois braços (braço curto e braço longo) (SINGH, 2003). Contudo, em ao menos um dos cromossomos do conjunto haploide de cada espécie podem ser observadas constrições secundárias formadas por regiões organizadoras do nucléolo (RONs) [GUERRA, 2012].

As constrições secundárias no cariótipo de uma espécie nem sempre são visualizadas quando se emprega apenas coloração convencional, mas podem ser evidenciadas usando-se corantes específicos, como nitrato de prata, bandeamento CMA/DAPI e FISH (GUERRA, 1988). Em alguns grupos de plantas, como *Passiflora* L., as constrições secundárias são caracteristicamente distendidas (satélites) e o número e posição das mesmas aparecem como um dos mais importantes caracteres cariotípicos (MELO; CERVI; GUERRA, 2001). Em outros grupos, como Iridaceae, as constrições secundárias podem aparecer completamente não-coradas, parecendo tratar-se de 1-2 cromossomos extras, o que pode levar a erros de contagens caso sejam mal interpretadas (ALVES; LIMA; FELIX, 2011).

### 3 REFEREÊNCIAS

AAGESEN, L.; SANZO, A. M. The phylogeny of the Alstroemeriaceae, based on morphology, rps16 Intron, and rbcL sequence data. **Systematic Botany**, Kent-Ohio, v. 28, n. 1, p. 47-69, jan. 2003.

AGUIAR, R. V. et al. Variabilidade genética de *Eugenia uniflora* L. em remanescentes florestais em diferentes estádios sucessionais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 226-233, mar./abr. 2013.

ALIZAGA, R. L. et al. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 44-58, abr./jun. 1990.

ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid Umbu-cajá (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 155, n. 4, p. 541-547, dez. 2007.

ALMEIDA, J. P. N. et al. Estresse hídrico e massa de sementes na germinação e crescimento de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 777-787, out./dez. 2014.

ALMEIDA, E. M. et al. A new species of *Ameroglossum* (Scrophulariaceae) growing on inselbergs in Northeastern Brazil. **Systematic Botany**, Kent-Ohio, v. 41, n. 2, p. 423-429, jun. 2016.

ALVES, E. U. et al. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 877-885, nov./dez. 2005.

ALVES, L. I. F.; LIMA, S. A. A.; FELIX, L. P. Chromosome characterization and variability in some Iridaceae from Northeastern Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 34, n. 2, p. 259-267, apr./jun. 2011.

ALVES, E. U. et al. Drying on the germination and vigor of *Crataeva tapia* L. seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 9, e20150338, ago. 2017.

ANDRADE, R. V. et al. Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 576-582, mai./jun. 2001.

ANOWI, C. I. et al. The phytochemical, antispasmodic and antidiarrhoea properties of the methanol extract of the leaves of *Buchholzia coriacea* family Capparaceae. **International Journal of Current Pharmaceutical Research**, Bhopal, v. 4, n. 3, p. 52-55, set./out. 2012.

ARRUDA, H. L. S. et al. Influence of socioeconomic factors on the knowledge and consumption of firewood in the Atlantic Forest of Northeast Brazil. **Economic Botany**, Bronx, v. 73, n. 1, p. 1-12, fev. 2019.

ÁVILA, S. R. S. A. et al. Estudo exploratório sobre dinâmica do desmatamento em assentamentos localizados no território portal da Amazônia. **Revista Retratos de Assentamentos**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 139-152, fev./jul. 2019.

BARROS E SILVA, A. E.; GUERRA, M. The meaning of DAPI bands observed after Cbanding and FISH produces. **Biotechnic & Histochemistry**, Baltimore, v. 85, n. 2, p. 115-125, set. 2009.

BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFB, 2004. 443 p.

BATISTA, F. P. et al. *Crataeva tapia* bark lectin (CrataBL) is a chemoattractant for endothelial cells that targets heparan sulfate and promotes *in vitro* angiogenesis. **Biochimie**, Paris, v. 166, p. 173-183, nov. 2019.

BHASKAR, V. H. et al. Evaluation of the anti-fertility activity of stem bark of *Crataeva nurvala* buch-hum. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 8, n. 22, p. 6453-6456, nov. 2009.

BONTURI, C. R. et al. A bifunctional molecule with lectin and protease inhibitor activities isolated from *Crataeva tapia* bark significantly affects cocultures of mesenchymal stem cells and glioblastoma cells. **Molecules**, Basel, v. 24, n. 11, p. 1-14, jun. 2019.

BOPANA, N.; SAXENA, S. *Crataeva nurvala*: a valuable medicinal plant. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, Birmingham, v. 14, n. 1-2, p. 107-127, set. 2008.

BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação, desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, jun.1999.

BRAMMER, S. P.; TONIAZZO, C.; POERSCH, L. B. Corantes comumente empregados na citogenética vegetal. **Arquivos do Instituto Biológicos**, São Paulo, v. 82, p. 1-8, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

BRASILEIRO-VIDAL, A. N.; GUERRA, M. Citogenética molecular em cereais. In: BRAMMER, S. P.; IORCZESKI, E. J. (Org.). **Atualização em técnicas celulares e moleculares aplicadas ao melhoramento genético vegetal**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2002. p. 277-298.

CAMARGO, F. F. et al. Variabilidade genética para caracteres morfométricos de matrizes de castanha-do-brasil da Amazônia Matogrossense. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 4, p. 705-710, dez. 2010.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, R.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A.; FARINACCIO, M. A. Capparaceae do chaco brasileiro. **Revista Biologia Neotropical**, Goiânia, v. 1, n. 13, p. 8-19, dez. 2016.

CASTRO, J. P. et al. CMA band variability and physical mapping of 5S and 45S rDNA sites in Brazilian Cactaceae: Pereskioideae and Opuntioideae. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 613-620, jan. 2016.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília - DF: 2016. 252 p.

COLOMBO, R. C. et al. Biometric description of fruits and seeds, germination and imbibition pattern of desert rose [*Adenium obesum* (Forssk.), Roem. & Schult.]. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 368-373, out./dec. 2015.

CORDEIRO, J. M. et al. A new species of *Gomesa* (Oncidiinae, Orchidaceae) from inselbergs in Brazilian caatinga: morphological and karyological evidence. **Phytotaxa**, Auckland, v. 374, n. 2, p. 147-154, nov. 2018.

CORDEIRO, J. M. et al. Heterochromatin and numeric chromosome evolution in Bignoniaceae, with emphasis on the Neotropical clade *Tabebuia* alliance. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 43, n. 1, e20180171, p. 1-11, fev. 2020.

CORNEJO, X. 2009. Neotropical Capparaceae. In: MILLIKEN, W.; KLITGÅRD, B.; BARACAT, A. **Neotropikey interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics**. Disponível em <http://www.kew.org/science/tropamerica/neotropikey/families/Capparaceae.htm>>. Acesso em 25 out. 2019.

CORNEJO, X.; ILTIS, H. H. A revision of the American species of the genus *Crateva* (Capparaceae). **Harvard Papers in Botany**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 121-135, jun. 2008.

CORNEJO, X.; ILTIS, H. H. Capparaceae. In: **Flora de Jalisco y áreas colindantes**, fascículo 25, 2012. p.71. <Disponível em [http://floradejalisco.cucba.udg.mx/FJAC\\_25\\_capparaceae.pdf](http://floradejalisco.cucba.udg.mx/FJAC_25_capparaceae.pdf)>. Acesso em 25 out. 2019.

CORNEJO, X. et al. Capparaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100861>>. Acesso em 25 out. 2019.

CORNEJO, X. et al. Capparaceae. Na lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100861>. Acesso em 25 out. 2019.

COSMO, N. L. et al. Morfologia de fruto, semente e plântula, e germinação de sementes de *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand (Mytaceae). **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 479-488, out./dez. 2017.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, 2014. 3.ed., v. 2, 668 p.

FERREIRA, R. A. et al. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vog. - Baru (Leguminosae Papilionoideae). **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 73-87, jan. 1998a.

FERREIRA, R. A. et al. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de capitão-do-campo (*Terminalia argentea* Mart. & Zucc. - Combretaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 441-448, abr./jun. 1998b.

FERREIRA, R. A. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 303-309, set. 2001.

FORMINAYA, A. et al. Microdissection and microcloning of plant chromossomes. **Cytogenetic and Genome Research**, Basel, v. 109, n. 1-3 p. 8-14, mar. 2005.

FREIRE, J. M. et al. Intraand inter-population variation in seed size and dormancy in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake in the Atlantic Forest. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 897-907, out./dez. 2015.

FUCHS, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 16-31, mai. 2020.

GABARDO, G.; SARZEDAS, C. G.; SILVA, H. L. Queimadas na Amazônia brasileira: Brasil em chamas. **A educação ambiental em uma perspectiva interdisciplinar**, 2020. p. 334-343.

GALINDO, E. A. et al. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 138-145, jan./mar. 2012.

GLÓRIA, B. A. **Morfologia vegetal**. Centro acadêmico “Luiz de Queiroz”. Departamento editorial Piracicaba - SP. 1993. 107 p.

GOMES, D. R. et al. Biometry and germination of *Balfourodendron riedelianum* Eng. Eng. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 187-194, aug. 2016.

GOMES, J. B. M. et al. **Nove espécies frutíferas da várzea e igapó para aquicultura, manejo da pesca e recuperação de áreas ciliares**. Manaus: INPA, 2010. 32 p.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo. 2007. 416 p.

GONÇALVES, E. P. et al. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 1208-1215, fev. 2007.

GUEDES, J.; KRUIPEK, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa do estado de São Paulo. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 3, n. 1, p. 12-24, jul. 2016.

GUERRA, M. Chromosome number variation and evolution in Monocots. In: WILSON, K. L.; MORRISON, D. A. (Eds.). **Monocots: systematics and evolution**. Sidney: CSIRO, 2000. p. 127-136.

GUERRA, M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. **Cytogenetic and Genome Research**, Basel, v. 120, n. 3-4, p. 339-350, may. 2008.

GUERRA, M. Cytotaxonomy: the end of childhood. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, [S.l.], v. 146, n. 3, p. 703-710, set. 2012.

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

GUERRA, M. Hibridização in situ: princípios básicos. In: GUERRA, M. (ed). **FISH: conceitos e aplicações na citogenética**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2004. p. 1-32.

GUERRA, M. **Introdução à citogenética geral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 142 p.

GUERRA, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 4, p. 1029-1041, dez. 2000.

GUNN, C. R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 9, n. 3, p. 737-757, 1981.

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

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KÖHLER, C. Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. **Development**, [S.l.], v. 139 n. 11, p. 2031-2039, mar. 2012.

Houben, A.; Carchilan, M. Plant B chromosomes: what makes them different? In: Bass, H. W.; Birchler, J. A. **Plant Cytogenetics**. Springer: New York, v. 4, p. 59-77, jan. 2012.

Houben, A. B chromosomes - a matter of chromosome drive. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 210, feb. 2017.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em 25 out. 2019.

Jones, N. R. B chromosomes in plants. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, [S.l.], v. 146, n. 3, p. 727-737, aug. 2012.

Judd, W. S.; Sanders, R. W.; Donoghue, M. J. Angiosperm family pairs: Preliminary phylogenetic analyses. **Harvard Papers Botanic**, Cambridge, v. 5, n. 5, p. 1-51, jan. 1994.

Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França-Neto, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.2-3.4.

Kumari, A.; Kakkar, P. Screening of antioxidant potential of selected barks of Indian medicinal plants by multiple *in vitro* assays. **Biomedical and Environmental Sciences**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 24-29, fev. 2008.

Landrum, L. R. **Monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae)**. Flora Neotropica. New York: The New York Botanical Garden, n. 29, 1981, dez. 137 p.

Larré, C. F.; Zepka, A. P. S.; Moraes, D. M. Testes de germinação e emergência em sementes de maracujá submetidas a envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 708-710, jul. 2007.

Lima-Junior, M. J. V. **Manual de procedimentos de análise de sementes florestais**. Londrina: ABRATES, 2011. 80 p.

LIMA, R. B. A. et al. Sucessão ecológica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Carauari, Amazonas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 161-172, set. 2011.

LOIOLA, M. I. B.; SOUZA, S. S. G. Ampliando o conhecimento sobre a flora fanerogâmica do Ceará. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.)**, Santa Teresa, v. 36, p.137-148, out. 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 346-347.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. 384 p.

LUCENA, E. O. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 4, p. 275-280, out./dez. 2017.

LUCENA, R. F. P. et al. Plantas úteis da região Nordeste Semi-árido do Brasil, um olhar para a sua conservação e uso sustentável. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 125, n. 1-3, p. 281-290, fev. 2007.

MACHADO, M. A.; PINHEIRO, C. U. B. Da água doce à água salgada: mudanças na vegetação de igapó em margens de lagos, rios e canais no baixo curso do rio Pindaré, baixada maranhense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 9, n. 5, p.1410-1427, set. 2016.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012. 100 p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARTÍNEZ, G. B.; MOURÃO-JÚNIOR, M.; BRIENZA-JÚNIOR, S. Seleção de ideótipos de espécies florestais de múltiplo uso em planícies fluviais do baixo Amazonas, Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 65-74, mar. 2010.

MAY, P. H. Dilema da privatização: efeitos distributivos das mudanças no direito de propriedade sobre recursos extrativistas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 367-389, out./dez. 2019.

MEDEIROS, J. A. Produção de mudas de espécie nativa para plantio no semiárido com a participação da sociedade: relato de experiência com o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*). **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 3, n. 1, p. 177-188, jan./jun. 2013.

MELO, N. F.; CERVI, A. C.; GUERRA, M. Karyology and cytotaxonomy of the genus *Passiflora* L. (Passifloraceae). **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 226, n. 1/2, p. 69-84, mar. 2001.

MENDONÇA, A.V. R. et al. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 375-387, abr./jun. 2016.

MENDONÇA, M. P.; GUERRA, C. C. Elaboração da lista das espécies da flora de importância econômica da região Sudeste brasileira. **Fundação Biodiversitas**. 2006. Disponível em: [http://www.biodiversitas.org.br/plantasdosudeste/relatorio\\_final.pdf](http://www.biodiversitas.org.br/plantasdosudeste/relatorio_final.pdf). Acesso em 29 out. 2019

MMA, **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/biomas/amaz%-C3%B4nia.html](https://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia.html). Acesso em 29 out. 2019.

MORAES, A. P. et al. Detecting mechanisms of karyotype evolution in *Heterotaxis* (Orchidaceae). **Plos One**, San Francisco, v. 11, n. 11, e0165960, p.1-18, nov. 2016.

MORO, M. F.; COSTA e SILVA, M. B.; LOIOLA, M. I. B. Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 671-684, jul./set. 2014a.

MORO, M. F. et al. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, Auckland, v. 160, n. 1, p. 1-118, fev. 2014b.

MOTTA, I. S. et al. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1281-1286, mai. 2002.

MTAMBALIKA, K. et al. Effect of seed size of *Afzelia quanzensis* on germination and seedling growth. **International Journal of Forestry Research**, [S.l.] v. 2014, p. 1-5, mar. 2014.

MUSSIL, **A Identificação de sementes de plantas invasoras e silvestres**. Agiplan, Brasília: Ministério da Agricultura, Brasil. 1977. 229 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.

NASCIMENTO, S. et al. Chromosomal variability in Brazilian species of *Anthurium* Schott (Araceae): heterochromatin, polyploidy, and B chromosomes. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 42, n. 3, p. 635-642, nov. 2019.

NASCIMENTO, J. C. et al. Maturação e qualidade fisiológica das sementes de cumbaru em função do período de coleta dos frutos. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 1, e21610111589, p. 1-10, jan. 2021.

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

OLIVEIRA, I. G. et al. Chromosomal evolution in Pleurothallidinae (Orchidaceae: Epidendroideae) with an emphasis on the genus *Acianthera*: chromosome numbers and heterochromatin. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 178, n. 1, p. 102-120, abr. 2015.

OLIVEIRA, P. C.; CAVALCANTE, S. Ethnobotany in the Amazon flood plain ecosystem: a case study, Quilombo Saracura, Pará, Brazil. **International Journal of Botany Studies**, Delhi, v. 2, n. 1, p. 89-99, jan. 2017.

PAOLI, A. A. S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 146-155, abr./jun. 2008.

PEDROSA, A. et al. Chromosomal map of the model legume *Lotus japonicus*. **Genetics**, Austin, v. 161, n. 4, p. 1661-1672, ago. 2002.

PEREIRA, M. M. D. et al. A flora e a vegetação dos afloramentos rochosos em três municípios na região Norte do Ceará, Brasil: caracterização fitossociológica. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 2, p. 281-299, abr./jun. 2018.

PESSOA, E. M. et al. Too many species: morphometrics, molecular phylogenetics and genome structure of a Brazilian species complex in *Epidendrum* (Laeliinae; Orchidaceae) reveal fewer species than previously thought. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 195, n. 2, p. 161-188, set. 2021.

PIEROZZI, N. I.; CRUZ, N. D. Número e identificação de cromossomos de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) através de técnica de bandeamento C. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 40, supl., p. 885-888, 1998.

PINTO, T. L. F. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelo teste de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 195-201, abr./jun. 2009.

POGGIO, L. et al. The genome organization and diversification of maize and its allied species revisited: evidences from classical and Fish-Gish cytogenetic analysis. **Cytogenetic and Genome Research**, Basel, v. 109, n. 1-3, p. 259-267, fev. 2005.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

RAMOS, L. M. et al. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 156-160, jun. 2010.

REIS, M. V. M. et al. Variabilidade genética e associação entre caracteres em germoplasma de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 412-420, abr./jun. 2015.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 253-260, set./dez. 2006.

RUBIO DE CASAS, R. et al. Global biogeography of seed dormancy is determined by seasonality and seed size: a case study in the legumes. **New Phytologist**, Cambridge, v. 214, n. 4, p. 1527-1536, mar. 2017.

SANTANA, S. H; TORRES, S. B; BENEDITO, C. P. Biometria de frutos e sementes e germinação de melão-de-são-caetano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 15, n. 2, p. 169-175, abr./jun. 2013.

SANTOS, F. S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, jun. 2009.

SANTOS, J. C. et al. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, Menlo Park, v. 4, n. 3, p. 276-286, set. 2011.

SANTOS-FILHO, F. S. et al. Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Equador**, Teresina, v. 5, n. 3 (Edição Especial 02), p. 360-374, jun. 2016.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Morphology of seeds, seedlings, and young plants of *Dimorphandra gardneriana* Tul. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 1063-1078, mar. 2019.

SARMENTO, M. B. et al. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 270-276, mar. 2013.

SARMENTO, H. G. S. et al. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-mansão por métodos alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 249-256, nov. 2015.

SHARMA, P.; PATIL, D.; PATIL, A. *Crataeva tapia* Linn. - an important medicinal plant: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, Panchkula (HR), v. 4, n. 2, p.582-589, jan. 2013.

SHARMA, P.; PATIL, A.; PATIL, D. Quantification of  $\beta$ -sitosterol from field grown plants and callus of *Crataeva tapia* L. **International Journal Pharmaceutical Sciences and Research**, Chandigarh, v. 7, n. 4, p. 1556-1563, jan. 2016.

SILVA, N. S. et al. Conhecimento e uso da vegetação nativa da Caatinga em uma comunidade rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, (N. sér.), Santa Tereza, v. 34, p. 5-37, 2014.

SINGH, R. J. **Plant cytogenetics**. 2.ed. CRC Press, Boca Raton. 2003. 488 p.

SOARES NETO, R. L. et al. Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 671-684, jul./set. 2014.

SOARES NETO, L.; JARDIM, J. G. Capparaceae no Rio Grande do Norte, Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, p. 847-857, jul./set. 2015.

SOUZA, L. C. D.; YAMASHITA, M. Y.; CARVALHO, M. A. C. Qualidade de sementes de arroz utilizadas no norte de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 223-228, ago. 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das plantas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG III. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 768 p.

SOUZA, A. G. et al. Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 322-328, dez. 2016.

SOUZA, D. D.; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 6, n. 2, p.115-122, abr./jun., 2019.

STIEFKENS, L. et al. Karyotypes and fluorescent chromosome banding patterns in southern African *Lycium* (Solanaceae). **Caryologia**, Firenze, v. 63, n. 1, p. 50-61, mai. 2010.

TEIXEIRA, R. A. et al. Correlações e divergência fenotípica entre genótipos cultivados de castanha-do-Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 523-531, set. 2015.

TOLEDO, F. F.; MARCOS-FILHO, J. **Manual de sementes**: tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.

TRIPATHY, S.; PRADHAN, D.; TRIPATHY, B. Antiarthritic evaluation of *Crateva religiosa* extracts. **American Journal of Phytomedicine and Clinical**, Londres, v. 1, n. 4, p. 370-377, fev. 2013.

TUNES, L. V. M. et al. Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratada. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 41223-41240. jun. 2020.

VALE, N. F. L. et al. Inventário da arborização do parque da cidade do município de Sobral, Ceará. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 145-157, dez. 2011.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica - organografia**: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. 3 ed. Viçosa: UFV, 1995. 114 p.

WANG, B.; IVES, A. R. Tree-to-tree variation in seed size and its consequences for seed dispersal versus predation by rodents. **Oecologia**, Berlim, v. 183, n. 3, p. 751-762, dez. 2017.

XAVIER, M. E. V. et al. Potencial antioxidante e alelopático de *Crataeva tapia* L. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 4, n. 1, p. 306-318, fev. 2019.

ZHANG, F. et al. Structural studies of the interaction of *Crataeva tapia* bark protein with heparin and other glycosaminoglycans. **Biochemistry**, Washington, v. 52, n. 12, p. 2148-2156, fev. 2013.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO JÚNIOR, J. M. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n. 4, p. 463-471, dez. 2014.

**VARIABILIDADE FÍSICA DE FRUTOS E SEMENTES E QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE *Crateva tapia* L.**

## VARIABILIDADE FÍSICA DE FRUTOS E SEMENTES E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE *Crateva tapia* L.

### RESUMO

O conhecimento dos aspectos biométricos de frutos e sementes auxilia em projetos de conservação e exploração sustentável das espécies, além disso fornece informações para identificar a variabilidade genética ou ambiental nas populações vegetais e pode estar relacionada a qualidade das sementes. Neste trabalho o objetivo foi avaliar a variabilidade das características físicas de frutos e sementes e a qualidade fisiológica das sementes de *C. tapia*. de diferentes árvores matrizes para obter um protocolo de coleta de frutos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. Avaliou-se a biometria de 100 frutos de oito árvores matrizes quanto ao comprimento, diâmetro, massa fresca dos frutos e o número de sementes por fruto. Em relação às sementes, foram avaliadas a partir de 15 plantas matrizes, o comprimento, a massa e a qualidade fisiológica que foi determinada mediante as variáveis dos testes de germinação e emergência. Os dados biométricos foram analisados mediante a distribuição de frequência, enquanto os caracteres físicos e fisiológicos submetidos a análises de variância pelo teste F e comparadas pelo teste de média. Com base nos aspectos biométricos verificou-se que os frutos das árvores matrizes M4 e M7 tiveram maior tamanho e massa fresca, respectivamente, e o número de sementes por fruto variou de 5 a 50 nas amostras coletadas das diferentes árvores matrizes. Quanto à qualidade fisiológica das sementes de *C. tapia*, os testes utilizados indicaram elevada porcentagem de germinação e vigor. Os frutos de *Crateva tapia* devem ser coletados com tamanho aproximado de 50,41 mm de comprimento, 49,27 mm de diâmetro e 72,24 g de massa fresca, o quais têm em média 23 sementes por fruto com elevada qualidade fisiológica.

**Palavras-chaves:** características biométricas; frutífera nativa; planta medicinal; semiárido paraibano; recuperação ambiental.

## PHYSICAL VARIABILITY OF FRUITS AND SEEDS AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Crateva tapia* L.

### ABSTRACT

Knowledge of the biometric aspects of fruits and seeds helps in projects for the conservation and sustainable exploitation of species, in addition to providing information to identify genetic or environmental variability in plant populations and may be related to seed quality. In this work, the objective was to evaluate the variability of physical characteristics of fruits and seeds and the physiological quality of *C. tapia* seeds of different matrix trees to obtain a fruit collection protocol. The experiment was conducted at the Seed Analysis Laboratory, at the Agricultural Science Center, at the Federal University of Paraíba, in Areia - PB. The biometry of 100 fruits from eight matrix trees was evaluated in terms of length, diameter, fresh fruit mass and number of seeds per fruit. In relation to the seeds, the length, mass and physiological quality were evaluated from 15 mother plants, which was determined by the variables of the germination and emergence tests. Biometric data were analyzed by frequency distribution, while physical and physiological characters were submitted to analysis of variance by the F test and compared by the mean test. Based on the biometric aspects, it was found that the fruits of the matrix trees M4 and M7 had greater size and fresh mass, respectively, and the number of seeds per fruit ranged from 5 to 50 in the samples collected from the different matrix trees. As for the physiological quality of *C. tapia* seeds, the tests used indicated high percentage of germination and vigor. The fruits of *Crateva tapia* must be collected with an approximate size of 50.41 mm in length, 49.27 mm in diameter and 72.24 g of fresh mass to obtain an average of 23 seeds per fruit and seeds with high physiological quality.

**Keywords:** environmental recovery; biometric characteristics; medicinal plant; native fruit tree; semi-arid region of Paraíba.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Crateva tapia* L., da família Capparaceae, popularmente conhecida como trapiá (Brasil), naranjuelo (Colombia) e varuna (Índia) é uma planta medicinal (MACHADO; PINHEIRO, 2016; SHARMA; PATIL; PATIL, 2016; GARCÍA-CASTILLO; DEFLER, 2018) e frutífera. A sua ocorrência abrange os domínios da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (PEREIRA et al., 2018), com registro em matas ripárias (SILVA et al., 2020a).

Face sua importância, há a necessidade de conhecer melhor as características físicas de seus frutos e a qualidade fisiológica das sementes, de modo a gerar conhecimento que auxilie na mitigação de impactos sobre a espécie e no seu melhor aproveitamento pela população.

O conhecimento adquirido com base nas características biométricas de frutos e sementes pode auxiliar na elaboração de projetos de conservação e incrementar o uso econômico sustentável de espécies nativas de múltiplos usos. Além disso, o estudo de caracteres biométricos expande o conhecimento da flora nativa e provê a identificação das espécies em inventários florísticos, no banco de sementes e auxilia no manejo (PEREIRA; PEREIRA, 2017).

Esse estudo é eficaz em apontar a variabilidade genética em populações de mesma espécie ou mesmo gênero, e a correlação entre a variabilidade e os fatores ambientais (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JÚNIOR, 2006; SILVA; RODRIGUES; MIRANDA, 2012; GONÇALVES et al., 2013). A existência de variabilidade genética em espécies nativas é importante no tocante à sustentabilidade dos grupos vegetais recuperados (SOUZA et al., 2013).

A variabilidade no tamanho e peso de sementes permite o ranqueamento das sementes em lotes, sendo essa uma estratégia adotada para uniformizar a emergência das plântulas e obter mudas padronizadas e vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Essas características variam porque são influenciadas pela procedência, de ano para ano, entre e dentro de indivíduos da mesma espécie (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993).

O sucesso da revegetação de uma área depende, dentre outros aspectos, da qualidade das mudas produzidas, as quais devem ter bom desenvolvimento das raízes e ser de crescimento rápido para competir com a vegetação espontânea (LISBOA et al., 2012; BALDIN et al., 2015). Para isso, o conhecimento das características biométricas de sementes é importante para o estabelecimento de técnicas de produção de mudas mais eficientes (SMIDERLE et al., 2015).

Estudos relacionados à biometria de frutos e sementes de espécies arbóreas têm sido realizados, visando, especialmente, evidenciar a variabilidade fenotípica como em *Pourouma*

*cecropiifolia* Martius (BLIND et al., 2016), *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (AFONSO et al., 2017), *Acca sellowiana* O. Berg. Burret (SARMENTO, 2018), *Sapindus saponaria* L (LAFETÁ et al., 2019), *Cariniana pyriformis* Miers [PRATO et al., 2019], *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiroz (FERREIRA et al., 2020).

Além disso, esses estudos podem auxiliar nas estratégias de conservação de germoplasma (OTSUBO et al., 2015) e na avaliação da qualidade fisiológica das sementes para selecionar árvores matrizes que atendam a qualidade necessária para programas de revegetação (CORREIA et al., 2019) e tecnologia de sementes.

A espécie *C. tapia* produz grande quantidade de frutos polispérmicos anualmente, e sua propagação é principalmente por sementes, entretanto, a porcentagem de germinação é baixa, e isso, provavelmente, se deve à presença do tegumento rígido e sementes duras (SHARMA; PATIL; PATIL, 2016). Por isso, justifica-se a necessidade do estudos voltados a seleção de árvores matrizes para a aquisição de sementes de elevada qualidade fisiológica.

A propagação das espécies arbóreas ocorre, principalmente, por sementes, sendo necessário o conhecimento tecnológico e produtivo visando o manejo adequado, a conservação e o melhoramento genético das espécies florestais (ROVERI NETO; PAULA, 2017). Para a aquisição de sementes de boa qualidade é necessário a seleção de árvores matrizes sadias e com boa capacidade de produção de sementes (HIGA; SILVA, 2006). Por sua vez, a qualidade fisiológica das sementes é avaliada por testes de germinação e emergência, os quais diagnosticam o desempenho das mesmas em condições favoráveis e adversas (MARCOS-FILHO, 2015).

Diante do exposto, neste trabalho o objetivo foi avaliar a variabilidade das características físicas de frutos e sementes e a qualidade fisiológica das sementes de *Crateva tapia* L. de diferentes árvores matrizes.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Seleção das árvores matrizes**

As árvores matrizes foram selecionadas nas cidades de Remígio, Esperança e Sousa, em 2016, cujos municípios estão localizados na região do semiárido paraibano, mesorregião do Agreste da Borborema (SILVA; AZEVEDO, 1995) caracterizados por elevadas temperaturas e baixa precipitação pluvial anual (SILVA-FILHO; ARAÚJO; NOGUEIRA, 2016). O clima de Remígio e Esperança é do tipo *As'* (quente e úmido) e de Sousa *Aw'* (tropical semiárido) [KÖPPEN, 1948]. O solo predominante nos municípios de Remígio e Esperança é classificado

como Neossolo Regolítico Eutrófico de textura arenosa a franco-arenosa com relevo ondulado a profundo (SILVA; CHAVES; ALVES, 2010; EMBRAPA, 2018), em Sousa os solos são Podzolítico, Planossolos, Litólicos e Luvissole de relevo suave (MASCARENHAS et al., 2005).

**Tabela 1.** Localização das árvores matrizes selecionadas de *Crateva tapia*

Matrizes	Latitude	Longitude	Altitude	Procedências
M1	06°58'22.5''S	35°48'24.8''W	599	Lagoa do Mato, Remígio-PB
M2	06°58'25.7''S	35°48'29.5''W	603	Lagoa do Mato, Remígio-PB
M3	06°58'27.3''S	35°48'30.2''W	605	Lagoa do Mato, Remígio-PB
M4	06°59'24.4''S	35°49'52.2''W	580	São Miguel, Esperança-PB
M5	06°59'24.4''S	35°49'52.2''W	580	São Miguel, Esperança-PB
M6	06°59'19.5''S	35°49'53.8''W	591	São Miguel, Esperança-PB
M7	06°59'18.0''S	35°49'53.5''W	597	São Miguel, Esperança-PB
M8	06°58'34.8''S	35°49'16.4''W	598	São Miguel, Esperança-PB
M9	06°46'4.0''S	38°12'36.0''W	220	Souza-PB
M10	06°58'16.3''S	35°50'24.1''W	588	Meia Pataca B, Remígio-PB
M11	06°58'12.8''S	35°50'38.3''W	533	Meia Pataca B, Remígio-PB
M12	06°58'05.3''S	35°51'05.8''W	572	Meia Pataca C, Esperança-PB
M13	06°58'12.4''S	35°51'07.5''W	578	Meia Pataca C, Esperança-PB
M14	06°58'16.7''S	35°51'05.2''W	590	Meia Pataca C, Esperança-PB
M15	06°58'29.6''S	35°51'02.9''W	609	Meia Pataca C, Esperança-PB

## 2.2 Coleta de frutos e beneficiamento de sementes

Os frutos maduros de *C. tapia* foram colhidos manualmente, no mês de maio de 2016, diretamente de 15 árvores matrizes com copas frondosas, altura variando entre 4 e 8 metros e distantes entre si 20 m no mínimo (FIGLIOLIA e PIÑA-RODRIGUES, 1995), tomando-se o cuidado para não provocar danos mecânicos nos mesmos. Imediatamente após a colheita, os frutos foram dispostos em sacos plásticos e encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

As sementes foram extraídas manualmente dos frutos e colocadas em baldes plásticos para fermentar por três dias, em seguida foram lavadas em água corrente para remoção da mucilagem e colocadas para secar à sombra em ambiente de laboratório por três dias sobre papel toalha (SANTOS-MOURA et al., 2014). As análises biométricas dos frutos foram iniciadas logo após a chegada do material ao LAS, e após o período de secagem das sementes beneficiadas procedeu-se com o estudo das características físicas e fisiológicas.

### 2.3 Características físicas de frutos e sementes

**Biometria dos frutos** - para medição de comprimento (da base ao ápice) e diâmetro (eixo equatorial) foram selecionados 100 frutos inteiros de oito árvores matrizes localizadas em Lagoa do Mato e São Miguel (demais matrizes não tinham o mínimo suficiente de amostras ou estavam com danos mecânicos), sem deformações e maduros, os quais foram medidos com auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm), com os resultados expressos em milímetro.

**Massa fresca e número de sementes** - realizou-se a aferição da massa dos frutos em balança analítica de precisão (0,0001 g), enquanto a contagem individual das sementes dos frutos foi realizada manualmente.

**Biometria das sementes** - o comprimento, a largura e a espessura foram determinados a partir de 100 sementes obtidas aleatoriamente em cada uma das 15 árvores matrizes, com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. O comprimento foi medido no maior eixo, a largura e a espessura na linha mediana das sementes, adotando-se o maior e o menor lado, respectivamente, sendo os resultados expressos em milímetro.

### 2.4 Qualidade fisiológica das sementes

As determinações e testes descritos a seguir foram realizados com sementes provenientes de cada uma das 15 árvores matrizes.

**Teor de água das sementes** - nessa determinação utilizou-se amostras com quatro repetições de 10 sementes pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009).

**Teste de germinação** - as sementes foram previamente tratadas com fungicida sistêmico (240 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) e semeadas entre papel para germinação esterilizado e umedecido com água destilada com volume de 2,5 vezes o seu peso seco. Após a semeadura, foram formados os rolos com o papel, acondicionados em sacos plásticos e levados ao germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulados a temperatura de 20-30 °C (ALVES et al., 2012) e fotoperíodo de oito horas. O número total de sementes germinadas aos 15 dias após a semeadura foi avaliado, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Emergência em campo** - a avaliação da emergência foi realizada em canteiros localizados na área externa e descoberta anexa ao LAS, com semeadura a 2 cm de profundidade,

no período de junho a agosto de 2016. A porcentagem de emergência das plântulas normais se deu aos 35 dias após a semeadura com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Primeira contagem de germinação (PC) e emergência (PCE)** - corresponderam à porcentagem acumulada de plântulas normais no 7° e 14° dia após o início do teste, respectivamente.

**Índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE)** - realizados a partir de contagens diárias, no mesmo horário, do número de plântulas normais do 7° ao 15° e do 14° até o 35° dia após a instalação dos testes, respectivamente, cujos índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

**Comprimento de raízes e parte aérea das plântulas do teste de germinação** - ao final do teste de germinação, o comprimento da raiz e parte aérea das plântulas normais de cada repetição foi determinado com o auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros.

**Massa seca de raízes e parte aérea das plântulas do teste de germinação** - as raízes e parte aérea das plântulas normais de cada repetição foram postas separadamente em sacos de papel tipo *kraft* e colocadas em estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas). A pesagem do material seco foi realizada em balança com precisão de 0,0001 g e os resultados expressos em gramas (NAKAGAWA, 1999).

**Massa seca da parte aérea do teste de emergência** - a parte aérea de cada repetição foi cortada rente ao solo e colocadas separadamente em sacos de papel para secar em estufa regulada a 65 °C por 48 horas. Após a secagem, a massa seca foi pesada em balança analítica de precisão (0,0001 g) e os resultados expressos em gramas.

## 2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Os dados biométricos dos frutos e sementes foram analisados em classes de frequências, com os números de classes sendo obtidos pela fórmula de Sturges e o intervalo das classes por meio do método das variáveis contínuas. As variáveis também foram analisadas quanto ao ajuste a distribuição normal utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p \leq 0,05$ ), as variáveis sem ajuste a distribuição normal foram transformadas nas funções Arco-seno  $(X/100)^{1/2}$ , valores em porcentagem, e  $\log(x+1)$ , valores com distribuição contínua. Em seguida, os dados em relação as árvores matizes foram submetidas a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o *software* SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados da Figura 1 é possível observar no ano de 2015 que a estação chuvosa no município de Remígio concentrou-se no mês de junho e julho, com média anual de 585,5 mm, em Esperança nos meses de março, junho e julho com acumulado de 1.167,7 mm e em Sousa foi nos meses de janeiro e março, sendo o valor anual de 724 mm. Nas fases reprodutivas das plantas de *C. tapia*, nas localidades em questão, Verificou-se que houve escassez de chuva, mas que foi precedido por um período chuvoso, especialmente no município de Esperança, favorecendo a produção de frutos.

Nesse aspecto, a existência de eventos fenológicos em determinada espécie pode ser definida pela água disponível as plantas (BORCHERT e RIVERA, 2001). Assim, pulsos de precipitação de chuva aumenta o nível de água no sistema, embora dependa de fatores como permeabilidade do solo e formações rochosas que dificultam a entrada da água (AZEVEDO et al., 2018). No período de janeiro a maio do no ano de 2016, o município de Remígio seguiu com baixo índice de pluviosidade, obtendo um acumulado de 171,1 mm, Esperança com 511,6 mm e Sousa com 462,7 mm.

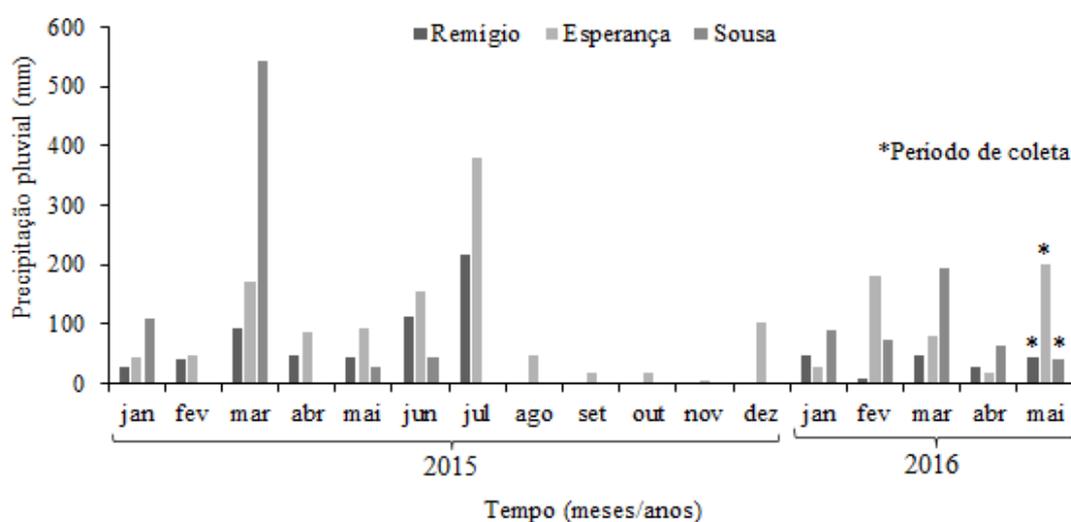


Figura 1. Precipitação pluviométrica acumulada (mm mês<sup>-1</sup>) de janeiro a dezembro nos anos de 2015 e 2016 nos municípios de Remígio, Esperança e Sousa - PB (AESAs, 2016).

#### 3.1 Características biométricas de frutos

Em relação as variáveis comprimento, diâmetro, massa fresca do fruto e número de sementes por fruto de *C. tapia* houve diferença significativa até 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 2). Podendo-se inferir que essas diferenças sejam devidas, principalmente, a efeitos

genéticos e/ou micro-ambientais, uma vez que as árvores matrizes se localizam em área aparentemente com pouca variação macro-ambiental, a exemplo de temperatura e precipitação, o que concorda com Santos et al. (2009).

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância da biometria de frutos das árvores matrizes de *Crateva tapia*

FV	GL	Comprimento	Diâmetro	Massa fresca de frutos	Número de sementes por fruto
		-----mm-----		----g---	
Matrizes	7	0,4271**	0,3500**	3,2549**	0,2594**
Resíduo	792	0,0014	0,0018	0,0119	0,0220
Média		43,72	43,28	48,40	18
CV (%)		2,26	2,58	6,62	11,80

\*\*Significativo até 1% pelo teste F.

O coeficiente de variação experimental foi baixo para o comprimento, diâmetro e massa fresca de frutos, indicando precisão experimental (Tabela 2). No experimento com frutos de *Buchenavia tomentosa* Eichler as variáveis comprimento e diâmetro do fruto também se observou baixo (6,91 e 7,25) coeficiente de variação (ZUFFO et al., 2016). Entretanto, o número de sementes por fruto de *C. tapia*, o coeficiente de variação (Tabela 2) foi considerado médio o que, de acordo com Pimentel Gomes (2009), infere maior heterogeneidade da amostra.

Os valores de coeficiente de variação também contribuíram para identificar maior variabilidade entre árvores matrizes de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. e Drude, sendo verificado na massa de frutos e sementes coeficientes de variação de 20,37 e 19,02%, respectivamente (MARTINS; BOVI; OLIVEIRA, 2013). Essas diferenças no coeficiente de variação entre as variáveis podem ter influência da variabilidade ambiental (SCHMILDT et al., 2017).

Nas espécies arbóreas tropicais há variabilidade no tamanho dos frutos, número de sementes por fruto e tamanho das sementes (CRUZ; CARVALHO, 2003), uma vez que o tamanho e a massa de frutos e sementes, bem como o número de sementes por fruto são característicos de cada espécie, existindo, porém, forte influência ambiental sobre os mesmos, de forma que o conhecimento da variação biométrica de caracteres de frutos e sementes é importante para o melhoramento dessas características, seja no sentido de aumento ou uniformidade (SANTOS et al., 2009). Assim, a distinção e classificação das sementes por peso e tamanho pode ser uma maneira eficiente de melhorar a qualidade de lotes de sementes em

relação à uniformidade de emergência e vigor das plântulas (PEDRON; MENEZES; MENEZES, 2004), garantindo maior valor dos lotes comercializados.

Os frutos de *C. tapia* (Tabela 3) com maior comprimento, diâmetro e massa fresca foram das árvores matrizes M4 e M7, tendo ainda esta última o maior número de sementes por fruto, enquanto as menores médias de todas essas variáveis foram obtidas nos frutos da árvore matriz M6.

**Tabela 3.** Biometria de frutos de oito árvores matrizes de *Crateva tapia*

Matrizes	Comprimento	Diâmetro	Massa fresca de frutos (g)	Número de sementes por fruto
	-----mm-----		----g----	
M1-LM	43,65 c	42,59 c	46,22 c	18 b
M2-LM	40,06 d	39,59 d	36,41 d	18 b
M3-LM	44,01 c	45,44 b	51,99 b	19 b
M4-SM	51,68 a	50,40 a	71,00 a	18 b
M5-SM	47,33 b	45,68 b	52,62 b	17 b
M6-SM	31,86 e	32,57 e	19,29 e	15 c
M7-SM	50,41 a	49,27 a	72,24 a	23 a
M8-SM	40,78 d	40,70 d	37,40 d	18 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
LM-Lagoa do Mato, Remígio; SM-São Miguel, Esperança.

A aferição e relação entre os caracteres biométricos são importantes na seleção de genótipos mais produtivos e com frutos de melhor qualidade que poderão subsidiar programas de melhoramento (COSTA et al., 2015). A seleção de frutos com base em tamanho e massa fresca visando o potencial econômico de *Buchenavia tomentosa* e *Attalea maripa* [Aubl.] Mart. foi sugerido por Zuffo et al. (2016).

Na espécie *Lecythis pisonis* Cambess. a morfometria demonstrou variabilidade entre seus frutos e, nesse ponto de vista, dados diferentes foram obtidos em sete árvores matrizes de *Aspidosperma desmanthum* Muell. Arg., os quais não evidenciaram predomínio de nenhuma árvore matriz sobre a outra (SANTOS; GALLO; RONDON-NETO, 2013).

O comprimento dos frutos variou de 25,0 a 61,0 mm, com maior concentração nas classes de 38,5 a 47,4 (árvore matriz M1), 34,0 a 42,9 (árvore matriz M2), 38,5 a 51,9 (árvore matriz M3), 47,5 a 56,4 (árvore matriz M4), 43,0 a 51,9 (árvore matriz M5), 25,0 a 38,4 (árvore matriz M6), 43,0 a 56,4 (árvore matriz M7) e 34,0 a 47,4 (árvore matriz M8) [Tabela 4]. Assim verifica-se uniformidade no comprimento dos frutos dentro das árvores matrizes, destacando-se M1, M2, M4 e M5, cujos frutos se concentraram em duas classes de frequência.

**Tabela 4.** Classes de frequência e desvio padrão (s) do comprimento de frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
		%							
Comprimento (mm)	[25,0-29,5)	0	0	0	0	0	21	0	0
	[29,5-34,0)	0	5	1	0	0	57	0	4
	[34,0-38,5)	6	26	11	0	1	21	2	21
	[38,5-43,0)	39	52	30	1	12	1	5	50
	[43,0-47,5)	39	15	34	10	43	0	20	22
	[47,5-52,0)	16	2	22	42	33	0	34	3
	[52,0-56,5)	0	0	2	38	9	0	28	0
	[56,5-61,0]	0	0	0	9	2	0	11	0
	<b>s</b>	3,7	3,3	4,3	3,8	3,7	2,7	5,0	3,6

A distribuição de frequência utilizada demonstrou variabilidade no comprimento de frutos de *C. tapia* entre as plantas matrizes, porque o comprimento predominante nas classes de frequência variou entre elas. De acordo com Santos-Moura et al. (2019) o número de classes escolhido deve ter um tamanho ideal para auxiliar na interpretação dos dados de maneira correta. O desvio padrão confirma a maior dispersão no comprimento dos frutos, o qual se depreende a alta variabilidade, o que está de acordo com relatos de Oliveira-Bento et al. (2013); e que isso pode estar relacionado a uma plasticidade do material genético, a procedência ou a diversidade das populações que tendem a manifestar-se na variabilidade fenotípica dos vegetais (LAFETÁ et al., 2019).

O diâmetro de frutos de *C. tapia* das árvores matrizes variou entre 18,0 e 83,0 mm (Tabela 5), com maior frequência nas classes de 34,3 a 50,4 (árvore matriz M1), 34,3 a 42,3 (árvores matrizes M2 e M8), 42,4 a 58,5 (árvores matrizes M4 e M7), 42,4 a 50,4 (árvore matriz M5), 26,1 a 34,2 (árvore matriz M6) [Tabela 4]. Os dados de diâmetro dos frutos indicaram maior uniformidade do que os de comprimento, evidenciando menor variação entre os frutos dentro e entre as árvores matrizes.

**Tabela 5.** Classes de frequência e desvio padrão (s) do diâmetro de frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
		%							
Diâmetro (mm)	[18,0-26,1)	0	0	0	0	0	0	1	0
	[26,1-34,3)	0	8	2	0	0	72	0	3
	[34,3-42,4)	44	75	25	2	22	28	7	69
	[42,4-50,5)	55	17	57	52	65	0	50	27
	[50,5-58,6)	1	0	15	43	13	0	40	1
	[58,6-66,8)	0	0	1	2	0	0	2	0
	[66,8-74,9)	0	0	0	0	0	0	0	0
	[74,9-83,0]	0	0	0	1	0	0	0	0
	s	3,7	3,5	5,0	4,7	3,8	3,0	6,0	3,7

A massa fresca de frutos de *C. tapia* variou de 10,0 a 126 g, sendo os frutos com valores de massa mais frequentes nas classes de 39,0 a 53,4 g (árvore matriz M1), 24,5 a 53,4 (árvores matrizes M2 e M3), 53,5 a 82,4 (árvore matriz M4), 39,0 a 53,4 (árvore matriz M5), 10,0 a 24,4 (árvore matriz M6), 39,0 a 96,9 (árvore matriz M7) e 24,5 a 38,9 (árvore matriz M8). Assim verifica-se maior uniformidade nos frutos da árvore matriz M6, porque 87% da massa fresca se concentrou em apenas uma classe de frequência, e maior desuniformidade nos frutos da árvore matriz M7, porque a massa fresca se distribuiu em quatro classes de frequência (Tabela 6).

**Tabela 6.** Classes de frequência e desvio padrão (s) da massa fresca de frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
		%							
Massa fresca (mm)	[10,0-24,5)	0	10	1	0	1	87	0	8
	[24,5-39,0)	26	46	20	1	8	12	3	57
	[39,0-53,5)	51	41	34	8	54	1	16	26
	[53,5-68,0)	18	3	30	33	24	0	30	8
	[68,0-82,5)	5	0	13	41	9	0	20	1
	[82,5-97,0)	0	0	2	13	4	0	20	0
	[97,0-111,5)	0	0	0	3	0	0	7	0
	[111,5-126,0]	0	0	0	1	0	0	4	0
	s	10,8	8,6	14,3	14,1	13,0	5,6	20,9	9,9

O desvio padrão indicou heterogeneidade entre os dados de massa fresca dos frutos de *C. tapia*, o que está em conformidade com os relatos de Santos et al. (2018) de que pode estar relacionado à variabilidade genética e/ou fatores ambientais não controlados (antropização, solo, clima, temperatura, pluviosidade e idade da planta). De forma similar, na massa fresca de frutos de *Dipteryx alata* Vog. também se observou diversidade (ZUFFO; ANDRADE; ZUFFO JÚNIOR, 2014).

Na maioria dos casos, para as espécies arbustivas e arbóreas existe antagonismo entre o tamanho das sementes e o número de sementes por fruto (CRUZ; MARTINS; CARVALHO, 2001). Dentro da mesma espécie, existem variações individuais devido às influências de fatores bióticos e abióticos, durante o desenvolvimento das sementes e à variabilidade genética. Assim, o tamanho e a massa de sementes podem variar entre plantas da mesma espécie, de ano para ano e, também, dentro de uma mesma planta (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993; BARBOSA; FERREIRA, 2021). A variação entre indivíduos, numa mesma população, possibilita a seleção com vistas à melhoria de um dado caráter, constituindo-se numa das mais importantes fontes de variabilidade disponíveis para os melhoristas de plantas.

O tamanho de diásporos de espécies arbóreas tropicais é uma característica vital da história que pode afetar o valor adaptativo das árvores matrizes e do processo de regeneração da população (MORAES; ALVES, 2002). Assim, tem-se observado que diásporos de maior tamanho aumentam o sucesso germinativo, o crescimento e sobrevivência da plântula, como consequência da produção de plântulas mais vigorosas e competitivamente superiores. Araújo et al. (2004) reforçam, ainda, que há uma carência de estudos sobre morfometria de frutos e sementes de espécies florestais tanto nativas como exóticas.

No número de sementes por fruto das diferentes árvores matrizes de *C. tapia* houve variação de 5 a 50 sementes (Tabela 7), com valores mais frequentes da quantidade de sementes por fruto nas árvores matrizes M1 a M5 nas classes de 10,6 a 21,8. Na árvore matriz M6 a predominância do número de sementes por fruto foi nas classes de 5,0 a 21,8; na árvore matriz M7 foi nas classes de 10,6 a 33,0 e na árvore matriz M8 foi na classe de 10,6 a 27,4. Dessa forma verifica-se maior variação na quantidade de sementes por fruto, o que pressupõe maior heterogeneidade no número de sementes entre os frutos das árvores matrizes, especialmente na árvore matriz M7, porque o número de sementes por fruto se distribuiu em quatro classes de frequência. O número de sementes por fruto também foi variável em árvores matrizes de *Cedrela fissilis* Vell. (PEREIRA et al., 2017).

A variação no tamanho e quantidade de sementes por fruto pode estar relacionada, por exemplo, a disponibilidade hídrica na fase de florescimento, estado nutricional do solo e localização da população (SHIVASHANKAR, 2014; CARVALHO et al., 2020). Além disso, a quantidade de sementes pode influenciar no tamanho dos frutos porque a relação segue padrões distintos, cujas sementes menores, geralmente encontram-se em maior quantidade nos frutos (DALLING; HUBBELL; SILVERA, 1998). O número de sementes por fruto também pode variar conforme a eficiência do processo de polinização, ou seja, quanto mais pólen

viáveis e compatíveis atingirem o estigma da flor maior a quantidade de óvulos fertilizados, logo, maior quantidade de sementes (NASCIMENTO; LIMA; CARMONA, 2011).

**Tabela 7.** Classes de frequência e desvio padrão (s) do número de sementes em frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
		%							
Número de sementes/fruto	[5,0-10,6)	13	16	7	10	9	23	2	13
	[10,6-16,3)	34	35	34	36	45	45	20	31
	[16,3-21,9)	24	24	27	33	25	22	24	26
	[21,9-27,5)	18	12	21	12	12	8	25	22
	[27,5-33,1)	7	7	8	6	8	2	18	6
	[33,1-38,8)	3	3	3	3	1	0	9	2
	[38,8-44,4)	1	1	0	0	0	0	2	0
	[44,4-50,0]	0	2	0	0	0	0	0	0
	s	7	9	6	6	6	5	8	6

### 3.2. Características biométricas de sementes

Entre os dados das árvores matrizes houve diferença estatística ( $p \leq 0,01$ ) para todas as variáveis biométricas (Tabela 8) o coeficiente de variação (CV) foi baixo e médio, portanto, neste estudo os resultados indicam que há precisão experimental. A verificação da precisão experimental deve ser feita através da conferência do CV, o qual indica a confiabilidade das avaliações dos resultados (NESI et al., 2010). Nesse sentido, entende-se que o CV é importante para auxiliar na identificação da variabilidade dos resultados experimentais e de acordo com Storck et al. (2011) também na validação dos experimentos.

**Tabela 8.** Resumo das análises de variância da biometria de sementes de diferentes árvores matrizes de *Crateva tapia*

FV	GL	Comprimento	Largura	Espessura	Massa fresca (g)
		----- cm -----			
Matrizes	14	0,0439**	0,0845**	0,0664**	0,0095**
Resíduo	1485	0,0018	0,0022	0,0016	0,0001
Média		8,36	7,77	4,80	0,16
CV (%)		4,42	4,97	5,21	14,85

\*\*Significativo até 1% pelo teste F.

As sementes de *C. tapia* com maior comprimento foram de frutos das árvores matrizes M1 e M7 (Tabela 9), enquanto a maior largura observou-se nas sementes de frutos das árvores matrizes M4, M5, M9 e M15; apenas a árvore matriz M4 produziu sementes com maior

espessura e as sementes dos frutos das árvores matrizes M4, M9, M11 e M14 tinham maior quantidade de massa fresca. Ainda conforme os dados da tabela, o menor comprimento de sementes foi observado naquelas provenientes das árvores matrizes M3 e M10, o menor diâmetro e espessura nas sementes das árvores matrizes M6, M8 e M10 e a menor média de massa fresca foi nas sementes da árvore matriz M10.

**Tabela 9.** Biometria de sementes de quinze árvores matrizes de *Crateva tapia*

Matrizes	Comprimento	Largura	Espessura	Massa fresca (g)
	-----mm-----			
M1-LM	8,90 a	7,76 c	4,48 d	0,01468 c
M2-LM	8,22 d	7,51 c	4,60 d	0,01366 c
M3-LM	7,60 e	7,43 c	4,92 c	0,01664 b
M4-SM	8,65 b	8,51 a	5,48 a	0,01930 a
M5-SM	8,42 c	8,41 a	4,99 b	0,01621 b
M6-SM	8,62 b	6,81 d	4,37 e	0,01405 c
M7-SM	8,88 a	7,92 b	5,05 b	0,01666 b
M8-SM	8,09 d	7,10 d	4,30 e	0,01423 c
M9-SZ	8,58 b	8,66 a	5,07 b	0,02031 a
M10-MP	7,43 e	7,08 d	4,37 e	0,01194 d
M11-MP	8,40 c	8,07 b	5,03 b	0,01985 a
M12-MP	8,30 c	7,57 c	4,84 c	0,01572 b
M13-MP	8,13 d	7,47 c	4,49 d	0,01415 c
M14-MP	8,67 b	7,84 b	5,10 b	0,01958 a
M15-MP	8,45 c	8,36 a	4,87 c	0,01608 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knot ( $p \leq 0,05$ ). LM-Lagoa do Mato, Remígio; SM-São Miguel, Esperança; SZ-Souza; MP, Meia Pataca, Esperança.

O tamanho, número de sementes por fruto e tamanho das sementes em espécies florestais são atribuídos a características da própria espécie associadas a fatores ambientais (CRUZ; CARVALHO, 2003). O desenvolvimento de sementes de uma mesma espécie, bem como sua variabilidade genética podem ser influenciados por fatores abióticos e bióticos (LUCENA et al., 2017). A variabilidade na biometria de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. Dc.) Standl. foi relacionada a fatores como elevada temperatura, precipitação e déficit hídrico (SANTOS et al., 2009). Nas sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel.) Taubert de tamanho médio a qualidade fisiológica foi melhor, e as grandes originaram plântulas com maior conteúdo de massa seca (PADILHA; DONATO; SOBRAL, 2021).

O tamanho da semente também foi utilizado para entender o comportamento das sementes submetidas ao estresse hídrico (COSTA et al., 2004), assim como a influência do

tamanho da semente sobre a produtividade de algumas culturas que se utiliza as partes vegetativa também foi estabelecida (PÁDUA et al., 2010).

No histograma de frequência (Tabela 10) o comprimento de sementes provenientes das árvores matrizes variou de 2,0 a 12,0 mm, com predominância de comprimento nas classes de 7,0 a 10,8 mm, com exceção das sementes da árvore matriz M1, de 7,0 a 10,7 mm, nas sementes das árvores matrizes M7 que predominou o comprimento na classe de 8,3 a 9,4 mm e M10 de 7,0 a 8,2. No geral, nota-se uma maior amplitude no comprimento predominando entre 7,0 e 10,8 mm para a maioria das sementes de *C. tapia*.

**Tabela 10.** Classes de frequência e desvio padrão (s) do comprimento de sementes das árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
		%								
Comprimento (mm)	[2,0-3,3)	0	0	1	0	0	0	0	0	
	[3,5-4,5)	0	0	12	0	0	0	0	0	
	[4,5-5,8)	0	1	4	0	0	0	0	0	
	[5,8-7,0)	1	8	2	0	2	5	0	5	
	[7,0-8,3)	23	39	39	35	38	33	19	54	
	[8,3-9,5)	47	48	41	50	53	43	63	39	
	[9,5-10,8)	27	4	1	14	7	18	18	2	
	[10,8-12,0)	2	0	0	1	0	1	0	0	
	s	0,9	0,9	1,6	0,8	0,7	0,9	0,7	0,7	
			M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
			%							
		[2,0-3,3)	0	0	0	0	0	0	0	
		[3,3-4,5)	0	0	0	0	0	0	0	
		[4,5-5,8)	0	0	0	0	0	0	0	
		[5,8-7,0)	0	19	4	4	8	1	1	
	[7,0-8,3)	45	79	39	38	46	26	35		
	[8,3-9,5)	37	2	47	56	42	61	60		
	[9,5-10,8)	16	0	10	2	4	12	4		
	[10,8-12,0]	2	0	0	0	0	0	0		
	s	0,6	0,5	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6		

Característica similar foi observada em sementes de *Eugenia calycina* Camb. (BORGES et al., 2010), *Annona crassiflora* Mart. e *Annona coriacea* Mart. (VIEIRA; COUTINHO; BORGES, 2019), provavelmente devido as características da própria planta mãe, assim, Sarmento et al. (2018) também atribuíram a heterogeneidade nas sementes florestais aos aspectos genéticos, fisiológicos ou ambiental. Em termos práticos, a caracterização biométrica é uma importante ferramenta capaz de fornecer resposta hábil para distinguir populações e espécies com elevada variabilidade, sem a necessidade de prévio despulpamento dos frutos (LAFETÁ et al., 2019).

Em relação a largura das sementes de *C. tapia* o histograma de frequência classificou as sementes em oito classes que variaram de 2,0 a 11,0 mm, em que a largura das sementes das árvores matrizes M1, M3, M4, M5, M7, M9, M11, M14 e M15 foi mais frequente na classe de 7,6 a 8,7 mm. A predominância de sementes com largura de 6,5 a 8,7 predominou nas árvores matrizes M2, M12 e M13, de 5,4 a 7,5 foi obtida na árvore matriz M6, de 6,5 a 7,6 nas árvores matrizes M8 e M10. Assim, nota-se que a árvore matriz M6 predominou sementes com menor diâmetro (Tabela 11).

**Tabela 11.** Classes de frequência e desvio padrão (s) da largura de sementes das árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
		%							
Largura (mm)	[2,0-3,2)	0	0	2	0	0	0	0	0
	[3,2-4,3)	0	0	4	0	0	0	0	3
	[4,3-5,4)	0	2	13	0	0	4	0	9
	[5,4-6,5)	6	5	3	0	0	33	2	9
	[6,5-7,6)	35	48	13	9	11	49	28	45
	[7,6-8,8)	52	41	43	61	55	14	64	27
	[8,8-9,9)	6	3	22	27	31	0	4	7
	[9,9-11,0)	1	1	0	3	3	0	2	0
	s	0,8	0,8	1,7	0,7	0,7	0,8	0,6	1,3
			M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
		%							
	[2,0-3,2)	0	0	0	0	0	0	0	0
	[3,2-4,3)	0	0	0	0	0	0	0	0
	[4,3-5,4)	0	1	0	1	0	0	0	0
	[5,4-6,5)	1	16	1	2	7	4	0	0
	[6,5-7,6)	4	69	20	50	53	30	12	0
	[7,6-8,8)	53	13	69	46	36	60	64	0
	[8,8-9,9)	37	1	10	1	4	6	21	0
	[9,9-11,0]	5	0	0	0	0	0	3	0
	s	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7

A variação no tamanho de frutos e sementes é esperada em espécies nativas porque não passaram por seleção (SILVA et al., 2017c) e outro fato que contribui com a variância é que frutos polispérmicos tendem a ter sementes de tamanhos diferentes, devido à competição interna, uma vez que sementes encontradas nas extremidades do fruto tendem a ser menores (RODRIGUES et al., 2006). Mas, para Gusmão; Vieira; Fonseca Júnior (2006) essa variabilidade pode indicar ainda potencial genético da espécie para a conservação de germoplasma e coleta de sementes.

Em relação à espessura das sementes de *C. tapia* (Tabela 12), a frequência variou de 2,0 a 9,0 mm, sendo que nas árvores matrizes M6, M8 e M10 a espessura que predominou foi de

3,8 a 4,4 mm, portanto, são mais latero-comprimidas. Nas árvores matrizes M1, M2 e M13 predominaram sementes com espessura de 3,8 a 5,4 mm, enquanto as espessuras entre 4,6 a 5,4 mm foram mais frequentes nas sementes das árvores matrizes M3, M4, M5, M7, M9, M11, M12, M14 e M15. Ao contrário do verificado nas sementes de *C. tapia*, Araújo Neto et al. (2018) constataram variação mínima na espessura das sementes de *Triplaris brasiliana* Cham.

**Tabela 12.** Classes de frequência e desvio padrão (s) da espessura de sementes das árvores matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
		%								
Espessura (mm)	[2,0-2,4)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	[2,4-3,8)	9	5	0	1	0	14	0	9	
	[3,8-4,6)	54	48	28	6	27	59	12	69	
	[4,6-5,5)	32	44	64	43	55	24	75	22	
	[5,5-6,4)	5	2	6	43	18	1	12	0	
	[6,4-7,3)	0	0	1	7	0	1	1	0	
	[7,3-8,1)	0	0	1	0	0	1	0	0	
	[8,1-9,0)	0	1	0	0	0	0	0	0	
	s	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	
			M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
			%							
		[2,0-2,4)	0	1	0	0	0	0	0	
		[2,4-3,8)	0	3	1	0	6	1	0	
		[3,8-4,6)	18	68	24	31	57	23	28	
		[4,6-5,5)	61	28	55	68	32	54	63	
	[5,5-6,4)	20	0	20	1	4	19	9		
	[6,4-7,3)	1	0	0	0	1	2	0		
	[7,3-8,1)	0	0	0	0	0	0	0		
	[8,1-9,0]	0	0	0	0	0	1	0		
	s	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,7	0,4		

Na Tabela 13, verifica-se massa fresca predominante nas sementes de *C. tapia* das árvores matrizes M1, M2, M8, M10 e M13 foi de 0,11 a 0,14 g; nas árvores matrizes M3, M5, M7, M12 e M15 a maior frequência de massa fresca foi entre 0,15 a 0,18 g; a classe de 0,15 a 0,22 foi mais frequente nas sementes da árvore matriz M4, de 0,11 a 0,18 nas sementes da árvore matriz M6, enquanto nas árvores matrizes M9, M11 e M14 a classe de frequência predominante de massa fresca de sementes foi de 0,19 a 0,22 g.

A seleção de sementes por tamanho ou massa fresca é um método que pode ser utilizado para padronizar a emergência de plântulas e produção de mudas com base no vigor (MACEDO et al., 2009). Alguns estudos relataram que a massa fresca é uma característica que indica a

qualidade fisiológica de um lote, dessa forma, as sementes mais pesadas tendem a ser de maior vigor (SILVA et al., 2017c).

**Tabela 13.** Classes de frequência e desvio padrão (s) da massa fresca de sementes das matrizes de *Crateva tapia*

Variável	Classes de Frequência	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
		%								
Massa fresca de sementes (mg)	[0,00-0,04)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	[0,04-0,08)	0	1	0	0	1	2	0	0	
	[0,08-0,11)	6	11	3	4	1	9	7	5	
	[0,11-0,15)	56	61	13	1	25	48	12	78	
	[0,15-0,19)	31	27	69	34	62	38	69	17	
	[0,19-0,23)	7	0	15	47	11	3	11	0	
	[0,23-0,26)	0	0	0	14	0	0	1	0	
	[0,26-0,30)	0	0	0	0	0	0	0	0	
	s	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	
			M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
			%							
		[0,00-0,04)	0	0	0	0	0	0	0	
		[0,04-0,08)	0	6	0	0	0	0	0	
		[0,08-0,11)	1	27	1	2	6	0	1	
		[0,11-0,15)	2	57	2	35	61	5	29	
	[0,15-0,19)	20	10	30	55	32	26	60		
	[0,19-0,23)	60	0	54	2	1	59	10		
	[0,23-0,26)	14	0	13	0	0	9	0		
	[0,26-0,30]	3	0	0	0	0	1	0		
	s	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02		

### 3.3 Qualidade fisiológica

Pela análise de variância verificou-se efeito significativo até 5% de probabilidade pelo teste F para todas as variáveis estudadas da qualidade fisiológica das sementes oriundas de 15 árvores matrizes de *C. tapia* (Tabela 14). O coeficiente de variação da variável teor de água (TA) foi de 2,98%, enquanto nas outras variáveis o CV variou de 18,66 a 163,6%.

De acordo com os limites propostos por Schmildt et al. (2017), o CV inferior a 10,80% é considerado baixo para as variáveis germinação, índice de velocidade de germinação, altura do hipocótilo e comprimento de raiz, entretanto acima desse valor limite é considerado muito alto. Uma variação como essa pode ocorrer quando as árvores matrizes são de diferentes procedências, aliada ao fator genético e ambiental (GONZALES; VALERI; PAULA, 2011).

**Tabela 14.** Resumo das análises de variância para o Teor de Água (TA) de sementes, Germinação (G), Primeira Contagem de Germinação (PC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Comprimento de Raiz (CR) e Parte Aérea (CPA), Massa Seca de Raízes (MSR) e Parte Aérea (MSPA) das plântulas do teste de germinação e, Emergência (E), Primeira Contagem de Emergência (PCE), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de plântulas do teste de emergência com sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*

FV	GL	TA	G	PC	IVG	CR	CPA
		-----%-----				-----cm-----	
Matriz	14	0,0032**	0,9356**	0,3084**	0,2061**	0,3081**	0,3001**
Resíduo	45	0,0001	0,0100	0,0051	0,0016	0,0041	0,0034
CV%	-	2,98	22,03	33,10	18,66	25,51	21,27
Média	-	10,5	28,7	10,8	0,88	1,21	1,27
FV	GL	MSR	MSPA	E	PCE	IVE	MSPA
		-----g-----		-----%-----			---g---
Matriz	14	0,0000004**	0,000010*	0,6526**	0,1235**	1,0132**	0,790029**
Resíduo	45	0,000000	0,000004	0,0131	0,138	0,0350	0,088137
CV%	-	29,13	163,66	27,15	70,71	34,45	41,89
Média	-	0,0019	0,0029	25,8	6,3	5,4	0,7087

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

Em relação ao teor de água verifica-se que apenas as sementes da árvore matriz M8 diferiu estatisticamente das demais, com percentual de 17,58% (Tabela 15). Esse valor pode ter sido ocasionado pela precipitação pluvial mais elevada no período de coleta nessa área em que se localiza essa árvore matriz (Figura 1). O arilo remanescente nas sementes, também pode ter contribuído para o aumento no teor de água, devido a maior dificuldade na remoção do arilo durante o beneficiamento, especialmente nos frutos em estágio de maturação intermediário. Os valores de umidade encontrados nas sementes de *C. tapia* após o período de secagem natural são característicos de espécies intermediárias e estão em conformidade com os resultados de Alves et al. (2017). Essa determinação é fundamental na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, por vezes influencia diretamente no período de coleta, armazenamento, peso, além de tornar as sementes susceptíveis a injúrias mecânicas e biológicas (BRASIL, 2013; SARMENTO et al., 2015).

As maiores porcentagens de germinação e níveis de vigor pelo teste de índice de velocidade de germinação foram obtidas apenas nas sementes das árvores matrizes M2 e M7, enfatizando-se que as sementes das árvores matrizes M9, M10, M11, M12, M14 e M15 não germinaram (Tabela 15). Tais resultados podem ter relação com as características biométricas das sementes; as da árvore matriz M7 estão dentro do segundo grupo de sementes com maior

espessura e massa fresca e, as demais, em grupos inferiores. O menor tamanho dessas sementes pode ter sido ocasionado pela baixa precipitação pluvial nas fases de formação do fruto, como observado na Figura 1, uma vez que a precipitação é o fator que induz o mecanismo de resposta fisiológica da planta (Azevedo et al., 2018).

Além disso, durante a coleta de frutos de árvores florestais devido a elevada produtividade e quando não se conhece o período de maturação da espécie, a tendência é coletar frutos pela coloração da epiderme, o que pode levar a aquisição de sementes imaturas. Um teste de condutividade elétrica poderia ter ajudado a explicar melhor esses resultados nulos, porque ele demonstraria as modificações bioquímicas ocorridas através da desorganização das membranas.

**Tabela 15.** Teor de água, germinação e vigor de sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*

Matrizes	Teor de água	Germinação	Vigor de sementes					
			Primeira Contagem	Índice de velocidade de germinação	Comprimento (cm)		Massa seca (g)	
					Raiz	Parte aérea	Raízes	Parte aérea
%								
<b>M1</b>	9,93 b	39,0 c	36,0 a	1,38 c	1,88 c	4,04 a	0,0035 c	0,0045 a
<b>M2</b>	10,20 b	92,0 a	41,0 a	2,90 a	3,26 b	2,70 b	0,0051 b	0,0068 a
<b>M3</b>	9,68 b	48,0 c	4,0 c	1,28 c	1,14 d	1,61 c	0,0023 d	0,0034 b
<b>M4</b>	10,23 b	19,0 d	12,0 c	0,61 e	0,76 d	1,40 c	0,0017 d	0,0018 b
<b>M5</b>	10,03 b	37,0 c	8,0 d	1,03 d	1,03 d	1,28 c	0,0016 d	0,0020 b
<b>M6</b>	10,28 b	60,0 b	25,0 b	1,88 b	4,05 b	3,08 b	0,0052 b	0,0055 a
<b>M7</b>	9,85 b	92,0 a	36,0 a	2,93 a	4,92 a	3,06 b	0,0070 a	0,0076 a
<b>M8</b>	17,58 a	3,0 e	0,0 f	0,08 f	0,15 e	0,15 d	0,0001 e	0,0001 b
<b>M9</b>	9,98 b	0,0 e	0,0 f	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,0000 e	0,0000 b
<b>M10</b>	10,15 b	0,0 e	0,0 f	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,0000 e	0,0000 b
<b>M11</b>	9,83 b	0,0 e	0,0 f	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,0000 e	0,0000 b
<b>M12</b>	9,93 b	0,0 e	0,0 f	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,0000 e	0,0000 b
<b>M13</b>	10,00 b	40,0 c	0,0 f	1,12 d	0,94 d	1,78 c	0,0023 d	0,0119 a
<b>M14</b>	9,63 b	0,0 e	0,0 f	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,0000 e	0,0000 b
<b>M15</b>	9,88 b	0,0 e	0,0 f	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,0000 e	0,0000 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

M1 a M3, Lagoa do Mato, Remígio; M4 a M8, São Miguel, Esperança; M9, Souza; M10 a M15, Meia Pataca, Esperança.

As menores espessura e massa sugerem menor enchimento durante o processo de maturação, portanto, menor acúmulo de reserva dos tecidos de armazenamento que direcionam para o eixo embrionário (GUEDES et al., 2015). Os valores elevados de massa fresca em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. foi relacionado com o maior vigor (GUEDES et al., 2013). Observou-se que as sementes de diferentes árvores matrizes de *Ziziphus joazeiro* Marth com maior diâmetro tiveram elevada porcentagem de germinação (LUCENA et al., 2017). A variação na capacidade germinativa das sementes das árvores matrizes de *C. tapia* pode estar associada ao hermafroditismo, problemas de polinização e fertilização como observado em sementes de árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil (ROVERI NETO; PAULA, 2017).

As sementes provenientes das árvores matrizes M1, M2 e M7 resultaram na maior porcentagem de germinação na primeira contagem. Ao buscar explicação nas características biométricas das sementes, verifica-se que há uma maior variação no tamanho das sementes dessas árvores matrizes, e apenas o comprimento não diferiu entre as árvores matrizes M1 e M7. Assim, pode-se inferir que o tamanho da semente não influenciou na alta porcentagem de primeira contagem, mas as condições genéticas dessas árvores e sua procedência podem ter influenciado de maneira mais incisiva no desempenho delas.

O comprimento de raiz e massa seca de raízes e parte aérea foram elevados nas plântulas oriundas de sementes da árvore matriz M7, diferindo estatisticamente das demais. Em relação ao comprimento da parte aérea apenas a árvore matriz M1 se destacou. Esses resultados podem estar associados ao maior comprimento das sementes dessas duas matrizes e com o acúmulo de reservas dos tecidos de armazenamento, gerando plântulas normais de maior comprimento, concordando com Guedes et al. (2015), conseqüentemente, maior incremento em massa seca.

Na parte aérea, o maior acúmulo de massa seca foi nas plântulas originadas de sementes das árvores matrizes M1, M2, M6, M7 e M13. Possivelmente, essas plântulas tiveram maior ganho de massa na parte aérea em detrimento ao menor enraizamento, como estratégia contra perda de água e predação (LUCENA et al., 2017).

Com base nos dados da Tabela 16 observou-se que as sementes de *C. tapia* provenientes da árvore matriz M7 diferiu das demais, expressando a maior porcentagem de emergência. Na primeira contagem, a emergência de plântulas oriundas de sementes das árvores matrizes M1, M2, M6, M7 e M13 não diferiu estatisticamente, enquanto a maior velocidade de emergência ocorreu em sementes obtidas de M2, M6 e M7, e o maior acúmulo de massa seca em plântulas da M7.

As sementes provenientes da árvore matriz M2 não mantiveram a qualidade observada no teste de germinação, o que pode estar relacionada com as condições de campo. Mas, as sementes da árvore M7 mantiveram com altos valores para primeira contagem, porcentagem e índice de velocidade de emergência além do maior conteúdo de massa seca na parte aérea. Possivelmente, essas sementes tinham embriões bem formados e com maior quantidade de reservas, que segundo Haig; Westoby (1991) e Pádua et al. (2010), a quantidade de reservas é um preditivo do sucesso no estabelecimento da plântula em campo.

A qualidade fisiológica é superior quando se observa sementes maiores e/ou mais pesadas, portanto, tem melhores chances de sucesso no estabelecimento das plantas em campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; LUCENA et al., 2017). Em *C. tapia* essa relação foi de média influência, visto que as sementes das árvores matrizes M7 ficaram no segundo grupo das variáveis biométricas (espessura, largura e massa fresca), mas alcançaram as maiores médias nos testes de vigor. Em linhas gerais ver-se que diferenças na qualidade fisiológica de sementes provenientes de diferentes árvores matrizes podem ser definidas em função de um conjunto de atributos físicos, fisiológicos, genéticos e ambientais que coadjuvam em plantas mais vigorosas.

**Tabela 16.** Vigor de sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*

<b>Matrizes</b>	<b>Emergência</b> ———— % ————	<b>Primeira Contagem</b>	<b>Índice de velocidade de emergência</b>	<b>Massa seca da parte aérea</b> —— g ——
<b>M1</b>	35,0 c	15,0 a	0,51 b	0,6885 c
<b>M2</b>	62,0 b	18,0 a	0,83 a	0,9576 b
<b>M3</b>	38,0 c	8,0 b	0,53 b	0,8988 b
<b>M4</b>	35,0 c	5,0 b	0,43 b	0,3608 c
<b>M5</b>	32,0 c	2,0 c	0,38 b	0,4705 c
<b>M6</b>	59,0 b	13,0 a	0,84 a	1,1003 b
<b>M7</b>	80,0 a	18,0 a	0,77 a	1,5688 a
<b>M8</b>	2,0 d	0,0 c	0,03 c	0,0000 c
<b>M9</b>	0,0 d	0,0 c	0,00 c	0,0000 c
<b>M10</b>	0,0 d	0,0 c	0,00 c	0,0000 c
<b>M11</b>	0,0 d	0,0 c	0,00 c	0,0000 c
<b>M12</b>	0,0 d	0,0 c	0,00 c	0,0000 c
<b>M13</b>	42,0 c	14,0 a	0,55 b	0,7013 b
<b>M14</b>	2,0 d	1,0 c	0,03 c	0,3847 c
<b>M15</b>	0,0 d	0,0 c	0,00 c	0,0000 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4 CONCLUSÕES

Os frutos de *Crateva tapia* devem ser coletados com tamanho aproximado de 50,41 mm de comprimento, 49,27 mm de diâmetro e 72,24 g de massa fresca, o quais têm em média 23 sementes por fruto com elevada qualidade fisiológica.

#### 5 REFERÊNCIAS

ACCHILE, S. et al. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de absorção de água de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 10, n. 5, p. 26-34, out. 2017.

AFONSO, S. S. et al. Biometria de frutos e sementes de *Ceiba speciosa*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, n. 26, p. 850-859, dez. 2017.

ALVES, E. U. et al. Germinação e vigor das sementes de *Crataeva tapia* L em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1208-1215, dez. 2012.

ALVES, E. U. et al. Secagem na germinação e vigor das sementes de *Crataeva tapia* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n.9, e20150338, p. 1-9, ago. 2017.

ARAÚJO, E. C. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 104-109, 2004.

ARAÚJO NETO, J. C. et al. Caracterização morfométrica, germinação e conservação de sementes de *Triplaris brasiliiana* Cham. (Polygonaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 949-959, jul./set. 2018.

AZEVEDO, A. I. B. et al. Chronological analysis of the physiological quality of diaspores of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. in semiarid regions. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, e39423, p. 1-9, jan./dez. 2018.

BALDIN, T. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho em diferentes volumes de substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p. 129-133, jun. 2015.

BARBOSA, R. D.; FERREIRA, S. A. N. Emergência, desenvolvimento da plântula e tolerância ao dessecação de sementes de socoró (*Mouri guianensis*). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 64, RCA AJAES, p. 1-8, jan. 2021.

BLIND, A. D. et al. Biometria em frutos e sementes de mapati (*Pourouma cecropiifolia*) Blind. **Nucleus**, Ituverava, v. 13, n. 1, p. 223-228, abr. 2016.

BORCHERT, R.; RIVERA, G. Phothoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent tress. **Tree Physiology**, Victoria, v. 21, n. 4, 213-221, mar. 2001.

BONAMIGO, T. et al. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schtdl.) K. Schum. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 12, n. 43, p. 24-32, dez. 2019.

BRASIL, D. F.; GUIMARÃES-BRASIL, M. O. Principais recursos florais para as abelhas da Caatinga. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, p. 149-156, abr./jun.2018.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

BORGES, K. C. F. et al. Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 471-478, jun. 2010

CARVALHO, M. S. et al. Genetic diversity and population structure of *Euterpe edulis* by REML/BLUP analysis of fruit morphology and microsatellite markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [S.l.] v. 20, n. 4, e31662048, p. 1-9, oct. 2020

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CORREIA, L. A. S. et al. Morphometric descriptors and physiological seed quality for seedling *Aspidosperma pyrifolium* Mart. matrix trees, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 3, p. 751-759, jul./set. 2019.

COSTA, P. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 105-113, jun. 2004.

COSTA, F. R. et al. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 682-690, maio/jun. 2015.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161-165, jun. 2001.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa*. Mart. & Eichler - Sapotaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 389-398, mai. 2003.

DALLING, J. W.; HUBBELL, S. P.; SILVERA, K. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. **Journal of Ecology**, Londres, n. 86, p. 674-689, dez. 1998.

DUTRA, F. V. et al. Características biométricas de frutos e sementes de flamboyant. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 1, p. 127-132, jan./mar. 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa -SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 592 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, V. S. G. et al. Biometric aspects of fruit and seeds *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiroz. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 253-258, jul. 2020.

FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Manejo de sementes de espécies arbóreas. Instituto Florestal, São Paulo, 1995. 59p. (IF Série Registros, 15).

FREIRE, J. M. et al. Intraand inter-population variation in seed size and dormancy in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake in the Atlantic Forest. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 897-907, out./dez. 2015.

GARCÍA-CASTILLO, F.; DEFLER, T. R. The diet of *Saguinus oedipus* in a dry tropical forest and the importance os *Spondias mombin* Gum as a “Fallback Food”. **Primate Conservation**, [S.l], v. 32, n. 1, p. 67-79, jan. 2018.

GOMES, L. C. Síndromes de dispersão do estrato arbóreo-arbustivo em dois fragmentos florestais do Pantanal Sul, MS. **Biodiversidade**, Cuiabá, v. 17, n. 2, p. 139-149, ago. 2018.

GONÇALVES, L. G. V. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 31-40, jan. 2013.

GONZALES, J. L. S.; VALERI, S. V.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 171-181, jun. 2011.

GUEDES, R. S. et al. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 859-866, jul./ago. 2013.

GUEDES, R. S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, jul./ago. 2015.

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

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, p. 231-247, jul. 1991.

HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba, PR - FUFPEF. 2006. 264 p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica. México, 1948. 479 p.

LAFETÁ, B. O. et al. Biometria de frutos e sementes e superação da dormência de *Sapindus saponaria* L. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, p. 297-302, jul./set. 2019.

LISBOA, C. A. et al. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 603-609, mai. 2012.

LUCENA, E. O. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Marth.) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 4, p. 275-280, out./dez. 2017.

MACEDO, M. C. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 202-211, abril. 2009.

MACHADO, M. A.; PINHEIRO, C. U. B. Da água doce à água salgada: mudanças na vegetação de igapó em margens de lagos, rios e canais no baixo curso do rio Pindaré, baixada maranhense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 9, n. 5, p. 1410-1427, 2016.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed., Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; OLIVEIRA, S. C. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude provenientes de sementes de diferentes plantas matrizes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 1006-1011, jun. 2013.

MASCARENHAS, J. C. et al. (Org). Serviço geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Sousa**, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

MONTELES, R.; PINHEIRO, C. U. B. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristovão, v. 7, n. 2, p. 1-12, julho. 2007.

MORAES, P. L. R.; ALVES, M. C. Biometria de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *Cryptocarya moschata* Ness (Lauraceae). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 1-1, out. 2002.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, G. P.; CARMONA, R. Influência da quantidade de pólen na produção e qualidade de sementes híbridas de abóbora. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 21-25, jan./mar, 2011.

NESI, C. N. et al. Número mínimo de repetições em experimentos de competição de híbridos de milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 1, p. 74-81, set. 2010.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Calotropis procera* Aiton (Apocynaceae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5. p. 1194-1205, set./out. 2013.

OTSUBO, H. C. B. et al. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão sulmato-grossense. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 535-544, out./dez. 2015.

PADILHA, M. S.; DONATTO, N. M.; SOBRAL, L. S. Qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel.) Taubert classificadas pelo tamanho. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 20-27, ago. 2021.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 9-16, set. 2010.

PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 585-586, mar-abr. 2004.

PEREIRA, M. M. D. et al. A flora e a vegetação dos afloramentos rochosos em três municípios na região Norte do Ceará, Brasil: caracterização fitossociológica. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 2, p. 281-299, abr./jun. 2018.

PEREIRA, M. O. et al. Qualidade de sementes e mudas de *Cedrela fissilis* Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 4, p. 376-385, jan. 2017.

PEREIRA, S. A.; PEREIRA, S. A. N. Fruit and seed biometry and seedling morphology of *Parkia discolor* (Spruce ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 2, e410206, p. 1-8, jun. 2017.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009. 451 p.

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

PRATO, A. I. et al. Seedling emergency and biometry of fruits and seeds of *Cariniana pyriformis* from the middle Magdalena Valley, Colombia. **Cerne**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 221-229, abr./jun. 2019.

RODRIGUES, A. C. C. et al. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul). procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 4, n. 8, p. 1-15, ago. 2006.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R. C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 318-327, abr./jun. 2017.

SANTOS, F. S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, jun. 2009.

SANTOS, T. C.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. E.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p.1-7, abr. 2012.

SANTOS, S. O.; GALLO, R.; RONDON-NETO, R. M. Biometria de diásporos de peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum* Muell. Arg.). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 467-477, dez. 2013.

SANTOS, A. B. N. et al. Plantas medicinais conhecidas na zona urbana de Cajueiro da Praia, Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 442-450, abr./jun. 2016.

SANTOS, J. F. L. et al. Caracterização biométrica de frutos e sementes de murici (*Byrsonima crassifolia* L.) na região Norte do Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 1-12, jun. 2018.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a diferentes métodos de extração da mucilagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 686-692, jul./set, 2014.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Morphology of seeds, seedlings, and young plants of *Dimorphandra gardneriana* Tul. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 1063-1078, mai./jun. 2019.

SARMENTO, H. G. S. et al. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-mansão por métodos alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 249-256, mai. 2015.

SARMENTO, M. B. et al. Biometria de frutos e sementes e crescimento pós-seminal de *Acca sellowiana* (O. Berg. Burret) Myrtaceae. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 1, p. 1-8, jan./abr. 2018.

SCHMILDT, E. R. et al. Coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos de alface. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 11, n. 4, p. 290-295, out./dez. 2017.

SHARMA, P.; PATIL, A.; PATIL, D. Quantification of  $\beta$ -sitosterol from field grown plants and callus of *Crataeva tapia* L. **International Journal Pharmaceutical Sciences and Research**, Chandigarh, v. 7, n. 4, p. 1556-1563, jan. 2016.

SHIVASHANKAR, S. Physiological disorders of mango fruit. **Horticultural Reviews**, New York, v. 42, p. 313-347, jul. 2014.

SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. Disponibilidade hídrica no solo da microrregião do agreste da borborema, no estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 115-119, mai. 1995.

SILVA, S. R. R.; CHAVES, I. B.; ALVES, J. J. A. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento geoambiental: bacia hidrográfica do açude Camará - PB. **Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 20, p. 241-252, set./dez. 2010.

SILVA, G. R. C.; RODRIGUES, C. M.; MIRANDA, S. C. Dados biométricos de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* va. *silbocarpa* (Hayne) YT & Langenh e *H. martiana* Hayne. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 121-127, set. 2012.

SILVA-FILHO, J. A.; ARAÚJO, S. C.; NOGUEIRA, V. F. B. Análise temporal do regime pluviométrico no município de Sousa - PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 1, p. 8-13, jan./mar. 2016.

SILVA, R. A. R. et al. Características biométricas dos frutos e das sementes da palmeira *Copernicia prunifera* (Arecaceae). **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 15, n. 2, p. 145-149, 2017a.

SILVA, R. M. et al. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 3, p. 85-91, jul./set. 2017b.

SILVA, A. V. C. et al. Characterization of trees, fruits and genetic diversity in natural populations of mangaba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 3, p. 255-262, maio/jun. 2017c.

SILVA, C. P. A. et al. Diversidade florística da comunidade arbórea de mata ripária do rio Paraguai em áreas de planalto e Pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Research, Society and Development**, Itajubá, v. 9, n. 10, e2209108399, p.1-26, set. 2020a.

SILVA, J. C. S. et al. Análises quali-quantitativas da forragem nativa trapiá (*Crataeva tapia* L.) na Caatinga de Alagoas. **Global Science Technology**, Rio Verde, v. 13, n. 2, p. 54-62, maio/ago. 2020b.

SMIDERLE, O. J. et al. Açaí seedling production: effect of substrates and seeds size on germination and growth of seedlings. **Journal of Advances in Agriculture**, [S.l.], v. 4, n. 7, p. 316-323, abr. 2015.

SOUZA, C. S. et al. Variabilidade em acessos de *Capsicum chinense* por meio de marcadores isoenzimáticos e RAPD. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 9-23, jan./fev. 2013.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 198 p.

TEIXEIRA, R. A. et al. Correlações e divergência fenotípica entre genótipos cultivados de castanha-do-Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 523-531, set. 2015.

VIEIRA, A. B.; COUTINHO, G.; BORGES, K. C. F. Biometria e qualidade fisiológica inter-específica de duas espécies de araticunzeiro do Cerrado. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 30, p. 237-250, set. 2019.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO JÚNIOR, J. M. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 37, n. 4, p. 463-471, dez. 2014.

ZUFFO, A. M. et al. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, p. 331-340, set. 2016.

CAPÍTULO III

**MORFOBIOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, PLÂNTULAS E PLANTAS**  
**JOVENS DE *Crateva tapia* L.**

**MORFOBIOMETRIA DE FRUTOS, SEMENTES, PLÂNTULAS E PLANTAS  
JOVENS DE *Crateva tapia* L.**

**RESUMO**

A espécie *Crateva tapia* L., frutífera nativa da Caatinga arbórea, tem propriedades medicinais, alelopáticas e seus frutos são apreciados pela fauna silvestre, podendo ser utilizados como forragem. O objetivo neste trabalho foi caracterizar a biometria de frutos e sementes, a morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *C. tapia* e determinar o padrão germinativo de suas sementes em diferentes temperaturas. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Os dados biométricos foram obtidos a partir de 100 frutos e 100 sementes oriundos de oito plantas matrizes, nos frutos foram mensurados comprimento, largura, massa e número de sementes por fruto e, nas sementes, comprimento, largura, espessura e massa. Os dados foram submetidos à estatística descritiva e aos testes de Shapiro-Wilk e de Tukey até 5% de probabilidade. A curva de embebição foi determinada a partir do peso das sementes por um período de 216 horas em diferentes temperaturas, concomitante a esse teste foi realizado o teste de germinação nas mesmas condições. Quanto a descrição morfológica dos frutos, foram relatadas observações sobre os aspectos externos e internos do pericarpo, consistência da casca, coloração, brilho, forma e deiscência. Nas sementes foram feitas observações sobre consistência, coloração, textura, forma, hilo e embrião. A caracterização biométrica de frutos e sementes de *C. tapia* possibilitou verificar a variação existente entre as classes biométricas através de histograma de frequência. De morfologia incompleta, os frutos são do tipo anfisarcídio, indeiscente e polispérmico e as sementes são reniformes, bitegmentadas, com hilo bem desenvolvido e são envolvidas pelo mesocarpo carnoso. Os frutos de *C. tapia* variam em tamanho, massa fresca e número de sementes e as sementes variam em tamanho pequeno, coloração marrom e bitegmentadas, cujo embrião é cotiledonar com o eixo hipocótilo-radícula pouco diferenciado. O processo de embebição das sementes segue o padrão trifásico nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C e a embebição em temperatura de 30 °C é mais favorável ao processo germinativo. A germinação das sementes de *C. tapia* é epígea-fanerocotiledonar, as plântulas têm raízes axial de coloração branca contendo pelos absorventes e a planta jovem tem desenvolvimento relativamente rápido.

**Palavras-chave:** absorção de água; embrião imaturo; espécie medicinal; morfologia; vigor.

**MORPHOBIOMETRY OF FRUITS, SEEDS, SEEDLINGS AND YOUNG PLANTS  
OF *Crateva tapia* L.**

**ABSTRACT**

The species *Crateva tapia* L., a fruit tree native to the arboreal Caatinga, has medicinal and allelopathic properties and its fruits are appreciated by wild fauna and can be used as forage. The objective of this work was to characterize the biometry of fruits and seeds, the morphology of fruits, seeds, seedlings and young plants of *C. tapia* and to determine the germination pattern of its seeds at different temperatures. The work was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba. Biometric data were obtained from 100 fruits and 100 seeds from eight mother plants, length, width, mass and number of seeds per fruit were measured in fruits, and in seeds, length, width, thickness and mass were measured. Data were submitted to descriptive statistics and Shapiro-Wilk and Tukey tests up to 5% probability. The imbibition curve was determined from the seed weight for a period of 216 hours at different temperatures, concomitantly with this test, the germination test was carried out under the same conditions. As for the morphological description of the fruits, observations were reported on the external and internal aspects of the pericarp, peel consistency, color, shine, shape and dehiscence. In the seeds, observations were made about consistency, color, texture, shape, hilum and embryo. The biometric characterization of *C. tapia* fruits and seeds made it possible to verify the variation between the biometric classes through frequency histogram. With incomplete morphology, the fruits are of the amphisarcidium, indehiscent and polyspermic type and the seeds are reniform, bitegumented, with a well-developed hilum and are surrounded by the fleshy mesocarp. *Crateva tapia* fruits vary in size, fresh mass and number of seeds. Seeds vary in small size, brown in color and bitegumented, whose embryo is cotyledonous with a poorly differentiated hypocotyl-radicle axis. The seed imbibition process follows the three-phase pattern at temperatures of 20, 25, 30 and 35 °C and imbibition at a temperature of 30 °C is more favorable to the germination process. The germination of *C. tapia* seeds is epigeal-phanerocotyledonous, the seedlings have white axial roots containing absorbent hairs and the young plant develops relatively quickly.

**Keywords:** immature embryo; medicinal species; morphology; water absorption; vigour.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Crateva tapia* L., mais conhecida como trapiá, pertence à família Capparaceae (a mesma das alcaparras, *Capparis spinosa* L.), é nativa do Cerrado e da Caatinga, comumente encontrada em matas secas, florestas de dunas, carrasco, também em mata ciliar, carnaubal, manguezal e floresta dos tabuleiros (LOIOLA; SOUZA, 2014). A planta é de porte arbóreo, com indicação para arborização e recomposição de áreas perturbadas (LORENZI, 2002). As suas cascas e folhas possuem potencial antioxidante que combatem os radicais livres, podendo, assim, ser utilizada pela indústria alimentícia e farmacêutica. O extrato das folhas possui intensa atividade alelopática com potencial para a sua exploração como herbicida natural (XAVIER et al., 2019).

A planta produz anualmente grande quantidade de frutos obovóides, suculentos, indeiscentes, de coloração verde (imatur) e amarelo (maduro), os quais juntamente com as folhas e a entrecasca da planta tem potencial medicinal com ação anti-inflamatória, analgésica e antitumoral (ZHANG et al., 2013).

O estudo sobre biometria e morfologia de frutos e sementes, assim como o desenvolvimento de plântulas de uma espécie podem auxiliar no manejo, na produção de mudas, visando à reestruturação ambiental, na conservação genética e identificação de espécies (LEONHARDT et al., 2008; CUNHA-SILVA; RODRIGUES; MIRANDA, 2012, PEREIRA; PEREIRA, 2017). Esses conhecimentos fornecem informações importantes para identificar a variação intra e interespecífica de espécies relacionados a fatores bióticos, abióticos, genéticos e da interação genótipo-ambiente (SANTANA; TORRES; BENEDITO, 2013; SILVA et al., 2017). Contribui também para identificação de sementes e plantas jovens relacionados com o desenvolvimento sucessional de uma espécie (BAO; LIMA; LUZ, 2014; RODRIGUES; FEITOSA; FLORES, 2014).

Os atributos biométricos como tamanho e massa de frutos e sementes são fatores intrínsecos ligados às estratégias reprodutivas das plantas, que interferem no estabelecimento, sobrevivência e crescimento de espécies pioneiras (MALAVASI; MALAVASI, 2001). Além disso, o ranqueamento por tamanho ou massa pode ser aplicado na uniformização da emergência de plântulas e aquisição de mudas com tamanhos padronizados e de maior vigor (MACEDO et al., 2009). Estudos morfobiométricos em espécies da família Capparaceae são incipientes, encontrando-se na literatura apenas um artigo de biometria com *Capparis flexuosa* L. (ASSIS et al., 2013).

A caracterização das fases de embebição das sementes, em especial, em diferentes temperaturas, é relevante para demonstrar o comportamento germinativo, na tomada de decisão sobre o condicionamento osmótico, dado que o padrão trifásico e a celeridade da absorção de água ocorrem de forma diferente entre as espécies (ARAÚJO et al., 2018; SANTOS-MOURA et al., 2019).

Sendo a germinação de sementes o caminho para o estabelecimento de uma espécie no campo, a embebição de água a partir do rompimento do tegumento é que desencadeia todo o processo de mudanças fisiológicas e metabólicas (SAMPAIO et al., 2015; ACCHILE et al., 2017). Contudo, a temperatura, por sua vez, é um fator limitante nesse processo porque interfere nas reações bioquímicas e na velocidade de absorção da água (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As espécies nativas tropicais, dependendo do bioma e da região, podem germinar em uma vasta faixa de temperatura, porém a maioria das espécies germina satisfatoriamente entre 20 e 35 °C (LARCHER, 2003; BRANCALION; NOVEMBRE; RODRIGUES, 2010). Temperaturas baixas proporcionam taxas respiratórias lentas, enquanto temperaturas elevadas podem levar à morte dos embriões (OLIVEIRA et al., 2015).

O objetivo neste trabalho foi caracterizar a biometria de frutos e sementes, a morfologia de frutos, sementes, plântula e planta jovem de *C. tapia* e determinar o padrão germinativo de suas sementes em diferentes temperaturas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os frutos de *Crateva tapia* foram coletados manualmente diretamente na copa de oito árvores matrizes localizadas nos municípios de Remígio e Esperança no estado da Paraíba, em 2017. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). As sementes foram extraídas manualmente dos frutos, colocadas em baldes plásticos para fermentar por três dias na própria polpa, em seguida lavadas em água corrente para remoção do arilo (SANTOS-MOURA et al., 2014) e postas para secar à sombra em ambiente de laboratório por três dias sobre papel toalha. As análises biométricas foram iniciadas logo que os frutos chegaram ao LAS e, após o período de secagem das sementes, procedeu-se com as avaliações descritas a seguir:

**Teor de água** - essa determinação foi realizada pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), com quatro amostras contendo 10 sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem.

**Biometria dos frutos e das sementes** - em uma amostra aleatória de 100 frutos intactos e maduros foram determinados o comprimento (eixo longitudinal), a largura (linha equatorial), a massa fresca e o número de sementes por fruto, além do comprimento, largura, espessura e massa de 100 sementes. Esses dados foram obtidos com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e em balança analítica com 0,0001 g de precisão.

**Morfologia do fruto** - para a descrição morfológica dos frutos foram observados detalhes externos e internos do pericarpo, referentes à textura, consistência, cor, brilho, forma, tamanho, quantidade de sementes e deiscência.

**Morfologia da semente** - para a descrição da morfologia externa e interna foram selecionadas aleatoriamente 100 sementes, que foram imersas em água destilada por 72 horas para facilitar a remoção do tegumento. Avaliou-se a semente intacta e seccionada com auxílio de uma lupa binocular e os registros realizados em estereomicroscópio (Modelo ZEISS Stereo Discovery V20). Para observação das estruturas internas da semente realizou-se um corte longitudinal no embrião com uma lâmina de bisturi, para melhor visualização do embrião. Os aspectos externos observados foram: cor, textura, consistência do tegumento, tamanho e forma da semente e os aspectos internos forma do embrião (cotilédones, eixo-hipocótilo-radícula, plúmula, cilindro central e quantidade de tegumentos ou endosperma). A nomenclatura utilizada foi baseada nas literaturas de Glória (1993), Vidal; Vidal (1995) e Barroso et al. (2004).

**Curva de absorção de água** - quatro repetições com 25 sementes por temperatura foram pesadas em balança analítica digital com precisão de 0,0001 g, distribuídas em rolos de papel toalha (*Germitest*) e postas em câmara de germinação do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) com fotoperíodo de 8/16 horas de luz e escuro, respectivamente, proporcionada por quatro lâmpadas de 20W, tipo luz do dia, reguladas nas temperaturas constantes de 20, 25, 30, 35 e 40 °C, permanecendo por quatro dias. As sementes foram pesadas a cada duas horas durante período de 12 horas e, após esse período, a cada 12 horas até a protrusão da raiz primária de 1% das sementes, baseado em metodologia proposta por Albuquerque et al. (2009). O teor de água para cada dia de avaliação foi determinado com base no peso inicial das sementes, conforme fórmula descrita por Barros Neto et al. (2014).

$P2 = \frac{100-A}{100-B} \times P1$ , em que: A = teor de água inicial da semente (base úmida); B = teor de água desejado; P1 = peso inicial das sementes (g); P2 = peso final das sementes (g).

**Curva de germinação e formação de plântulas normais** - iniciou-se a avaliação da germinação no quarto dia da embebição, quando se observou a protusão da raiz primária de pelo menos uma semente, com observações a cada 24 horas; a formação de plântulas normais ocorreu a partir do nono dia do teste e se encerrou no 24º dia, com pelo menos 50% de plântulas formadas.

**Descrição morfológica da germinação, plântula e planta jovem** - paralelo ao ensaio de germinação e formação de plântulas foram realizadas descrições das estruturas em cada estágio de desenvolvimento. Registrando-se, diariamente, a partir do intumescimento da semente até a formação do primeiro par de protófilos. A planta jovem foi acompanhada desde a emergência do hipocótilo até a senescência dos cotilédones.

As condições para a morfologia da germinação foram semelhantes às citadas anteriormente, no entanto, utilizou-se a temperatura de 30 °C para o estudo. Em relação à planta jovem, 100 sementes foram semeadas na profundidade de 2 cm em tubetes de polipropileno com volume de 175 mL contendo substrato *Basaplant* (100%). Os tubetes foram distribuídos em ambiente protegido e regados diariamente até os 76 dias após a semeadura quando se observou três pares de eófilos e início da senescência dos cotilédones.

As características observadas foram o tipo de emergência e de raiz (coloração, presença de raízes secundárias e terciárias), colo, hipocótilo (coloração e forma), cotilédones (forma, coloração e textura), epicótilo (coloração e forma), protófilos (de 1ª e 2ª ordem) e caule. A terminologia empregada para a descrição dos caracteres externos das plântulas e plantas jovens baseou-se na classificação de Glória (1993), Vidal; Vidal (1995), Barroso et al. (2004) e Gonçalves; Lorenzi (2007). Todas as características morfológicas descritas e ilustradas foram realizadas com auxílio de lupa binocular, uma máquina digital (Sony® SEL 1855) e estereomicroscópio supracitado.

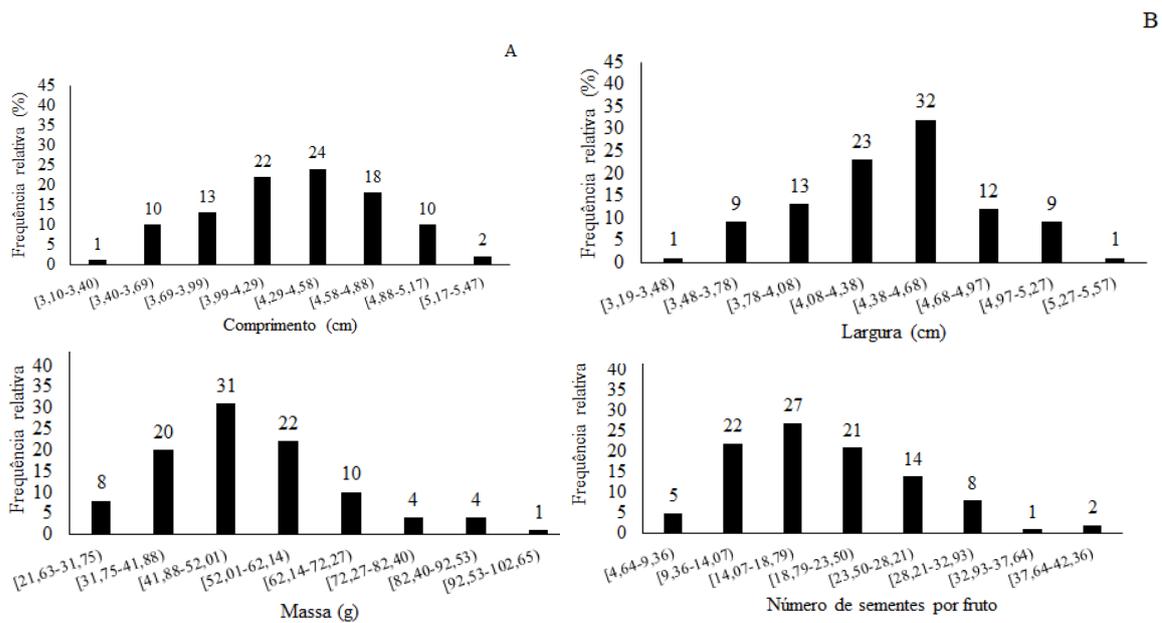
**Análise estatística** - os dados obtidos na biometria dos frutos e das sementes foram submetidos à análise de estatística descritiva, calculando-se a média, desvio padrão, coeficiente de variação, valores de máximo e mínimo, assimetria, curtose, distribuição de frequência relativa, além do teste de Shapiro-Wilk. Os dados de germinação foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 5\%$ ) utilizando-se o programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Biometria dos frutos e sementes

Ampla distribuição foi verificada entre as classes de frequência dos frutos de *C. tapia* (Figura 1), cujo comprimento do fruto variou de 3,10 até 5,47 cm (Figura 1-A), a largura de 3,19 a 5,07 (Figura 1-B) e a massa fresca de 21,63 a 102,65 g (Figura 1-C), enquanto o número de sementes por fruto variou de 4,64 a 42,36 (Figura 1-D).

Os valores de comprimento e largura variaram (Figura 1-A e B), contudo, três classes representaram 64% dos frutos com comprimento de 3,99 a 4,88 cm, enquanto a largura 32% foram de frutos com 4,38-4,68 cm. Quanto a massa, a variação foi de 73% com classes de frequência entre 31,75 e 62,14 g (Figura 1-C) e o número de sementes por fruto obteve variou em 70% da amostra com amplitude de 9,36 a 23,50 sementes (Figura 1-D).



**Figura 1.** Distribuição de frequência relativa do comprimento (A), largura (B), peso (C) e número de sementes por fruto (D) em *Crateva tapia*.

Em plantas nativas é comum essa diferença na biometria, tanto de frutos quanto de sementes, o que demonstra o alto fluxo gênico das espécies e a influência das variações edafoclimáticas (SARMENTO, 2018). Uma espécie com alta variabilidade tem elevado potencial genético para a conservação de germoplasma, bem como para a coleta de sementes (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JUNIOR, 2006). Esses mesmos autores constataram variação no tamanho de frutos maduros de *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss. Diferentes

respostas para a biometria de frutos podem estar relacionadas ao estágio de maturação do fruto e ao local de coleta (BRANDÃO et al., 2014).

O comprimento médio do fruto de *C. tapia* foi de 4,33 cm, o máximo de 5,33 cm e o mínimo de 3,25 cm (Tabela 1); quanto à largura, a média observada foi de 4,37 cm, a máxima de 5,42 cm e a mínima de 3,34 cm. A massa fresca de frutos obteve uma média de 51,47 g, com valor máximo de 97,59 g e mínimo de 26,69 g e valor médio de 19,12 sementes.

Os valores do desvio padrão variaram entre 0,43 e 14,64, sendo as variáveis comprimento, largura e número de sementes por fruto as de menor dispersão. Quanto à simetria da curva verificou-se para o comprimento e a largura dados mais próximos de zero, porém ainda assimétricos a esquerda. A massa e o número de sementes por fruto tiveram, respectivamente, assimetria positiva, vez que a cauda da distribuição aponta para a direita.

O coeficiente de curtose tem dados inferiores e superiores a 3, indicando que a distribuição é platicúrtica para o comprimento e a largura, leptocúrtica para a massa e mesocúrtica para o número de semente. De acordo com o teste de Shapiro-Wilk o comprimento e a largura de frutos tiveram distribuição normal. O coeficiente de variação apontou o comprimento e a largura de frutos como as variáveis com ótima precisão experimental (< 20%) [PIMENTEL-GOMES, 2009].

Tais parâmetros estatísticos são importantes para comparar os aspectos quantitativos das distribuições dos valores aleatórios de variáveis biométricas; os quais podem subsidiar pesquisas de análise descritiva e de inferência estatística para a comparação de populações vegetais oriundas de diferentes ambientes, e em estudos de melhoramento genético (ASSIS et al., 2013).

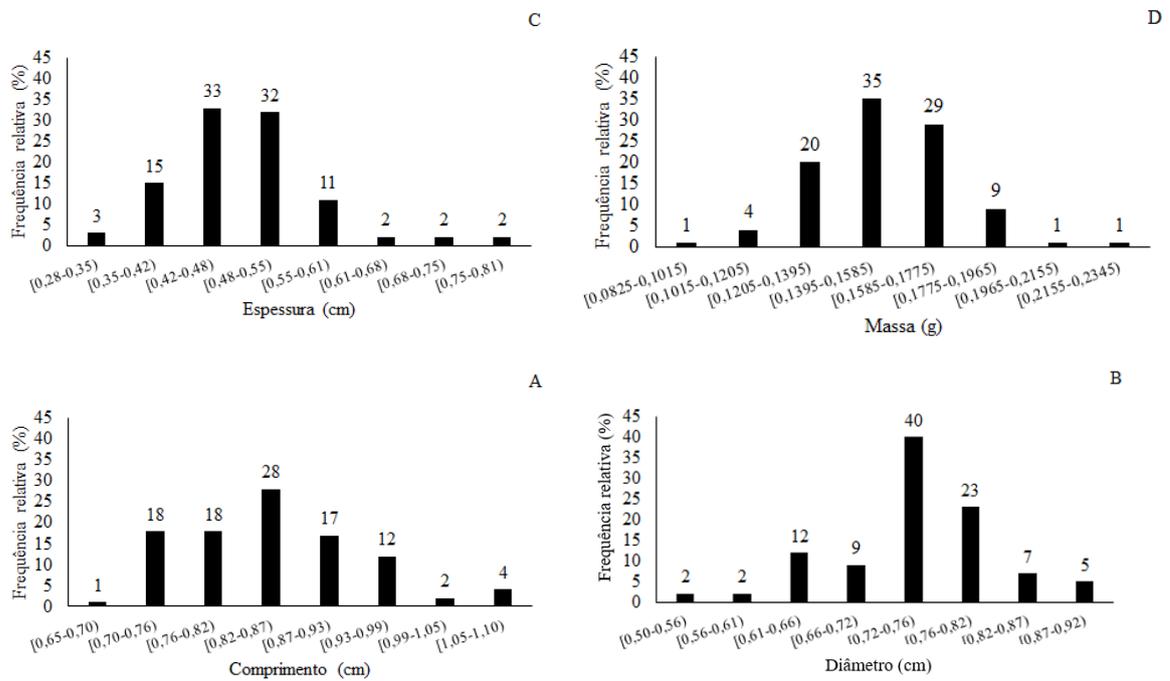
**Tabela 1.** Estatística descritiva do comprimento (Comp), largura (Larg), massa fresca (MasF) e número de sementes por fruto (NumS) em *Crateva tapia*

Parâmetros estatísticos	Comp (cm)	Larg (cm)	MasF (g)	NumS
Média	4,33	4,37	51,47	19,12
Desvio padrão	0,46	0,43	14,64	6,91
Máximo	5,33	5,42	97,59	40,00
Mínimo	3,25	3,34	26,69	7,00
Assimetria <sup>(1)</sup>	-0,11	-0,11	0,63	0,72
Curtose +3 <sup>(2)</sup>	2,54	2,66	3,30	3,11
Shapiro-Wilk <sup>3)</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,01*	0,00**
CV (%)	10,71	9,83	28,44	36,15

(1), (2) Assimetria e Curtose diferem de zero e três, respectivamente. (3) \*\* Significativo até 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. <sup>ns</sup> Não significativo.

A distribuição da frequência relativa do comprimento, largura, espessura e massa de sementes se expressou melhor em oito classes (Figura 2). Ao observar esses dados biométricos, verificou-se que o comprimento médio das sementes de *C. tapia* variou entre as classes, com o maior percentual de 28% de 0,82 a 0,87 cm (Figura 2A), quanto à largura, 40% das sementes variaram de 0,72 a 0,76 cm (Figura 2B) e a espessura se distribuiu principalmente em duas classes (0,42 a 0,48 e 0,48 a 0,55 cm) representando 65% da amostra (Figura 2C). Com relação à massa fresca das sementes 35% pesaram de 0,72 a 0,76 g (Figura 2D).

A partir desses dados constatou-se que esse lote tem sementes pequenas, e seguindo o raciocínio de Santos et al. (2019), ao dividir a massa média das sementes pela massa média dos frutos, verificou-se que as sementes de *C. tapia* representam aproximadamente 3% da alocação de biomassa total, indicando que o fluxo de fotoassimilados, durante o desenvolvimento, se estabeleceu em maior proporção no fruto. Ainda segundo esses autores, essas diferenças na distribuição de biomassa entre as estruturas do fruto sobrevivem em função às necessidades estruturais dos órgãos, em decorrência da força do dreno, também pode ser uma resposta da planta-mãe à diversidade na composição de fotoassimilados, para melhor desenvolvimento dos frutos.



**Figura 2.** Comprimento (A), diâmetro (B), espessura (C) e massa de 100 sementes (D) de *Crateva tapia*.

A diversidade no tamanho de frutos e sementes é esperada em espécies localizadas no ambiente de Caatinga (SANTOS et al., 2018) e podem derivar de fatores genéticos, fisiológicos

ou ambientais (SARMENTO, 2018). A variação sendo baixa demais, segundo Rodrigues; Mendonça; Gentil (2015) é porque as plantas se encontram em ambiente de vegetação primária. Autores como Carvalho; Nakagawa (2012) relataram que sementes de maior tamanho são propícias ao armazenamento de nutrientes durante seu desenvolvimento e, conseqüentemente, embriões bem formados que produzirão plântulas mais vigorosas. As sementes de *C. tapia* tiveram um comprimento médio de 0,85 cm e variaram de 0,68 a 1,08 cm (Tabela 2); a largura média foi de 0,74 cm, com máxima de 0,90 cm e mínima de 0,53 cm, a espessura média de 0,49 cm, máxima de 0,78 cm e mínima de 0,32 cm, enquanto a massa de 100 sementes obteve uma média de 0,15 g, com valores mínimo de 0,09 e máximo de 0,23 g. O desvio padrão confirma a homogeneidade dos dados, variando de 0,02 a 0,69 e o coeficiente de variação (C.V.) para a largura é considerado baixo e para as demais variáveis, médio, ambos estão na faixa proposta por Pimentel-Gomes (2009) que relatou os coeficientes de variação como baixos, se inferiores a 10% e médios, entre 10 e 20%.

A espessura de sementes foi à variável com maior coeficiente de variação, corroborando com outras pesquisas biométricas a exemplo de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (MENDONÇA et al., 2016). A largura foi menos dispersa que o comprimento, diferente do que ocorreu em sementes de *Capparis flexuosa* L. (ASSIS et al., 2013).

Em relação à distribuição simétrica da curva, o comprimento, a espessura e a massa fresca de sementes têm assimetria positiva e a largura negativa. Quanto ao grau de achatamento da curva (curtose), os valores indicam que o comprimento tem a função de distribuição mais achatada que a normal, portanto, denominada platicúrtica, e as demais variáveis leptocúrtica, por possuir a curva mais afunilada. Com base no teste de Shapiro-Wilk as variáveis comprimento e massa fresca das sementes de *C. tapia* seguiram a distribuição normal.

**Tabela 2.** Estatística descritiva do comprimento (Comp), largura (Larg) e espessura (Espes) massa fresca (MasF) das sementes de *Crateva tapia*

Parâmetros estatísticos	Comp	Larg	Espes	MasF
	cm			g
Média	0,85	0,74	0,49	0,15
Desvio padrão	0,09	0,69	0,08	0,02
Máximo	1,08	0,90	0,78	0,23
Mínimo	0,68	0,53	0,32	0,09
Assimetria <sup>(1)</sup>	0,40	-0,47	0,93	0,23
Curtose+3 <sup>(2)</sup>	2,77	3,62	4,76	3,96
Shapiro-Wilk <sup>(3)</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,02*	0,00**	0,31 <sup>ns</sup>
CV (%)	10,20	9,38	17,19	14,10

(1), (2) Assimetria e Curtose diferem de zero e três, respectivamente. (3) \*,\*\* Significativo até 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. <sup>ns</sup> Não significativo.

### 3.2 Morfologia do fruto

O fruto de *C. tapia* mede em média 4,33 cm de comprimento, 4,37 cm de largura, 51,47 g de massa fresca e tem aproximadamente 19 sementes, o qual é do tipo anfigármico, de formato globoso, obovoide ou oblongo, indeiscente, polismérmico e sem replum (Figura 3). Na espécie *Neocalyptrocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis. (Capparaceae) também se observou fruto anfigármico, medindo de 3,8 a 7,5 por 1 a 3,5 cm, amarelo na maturidade e de formato oblongo (SOARES NETO; JARDIM, 2015).

Os frutos possuem pedúnculo e ginóforo longo de aspectos lenhosos (Figura 3A), cujo ginóforo consiste em uma estrutura em que a porção do receptáculo portador do ovário é alongada. Entre o pedúnculo e o ginóforo visualiza-se uma cicatriz, na qual ficavam inseridas as peças florais e quando o fruto se desprende do ginóforo fica uma cicatriz de inserção (Figura 3-B).



**Figura 3.** Aspectos externo e interno do fruto de *Crateva tapia*.

Fruto de *Crateva tapia* (A), corte longitudinal (B), corte transversal (C), vista interna do epicarpo (D), mesocarpo (E), sementes envolvidas pelo arilo (F). Ci - cicatriz de inserção do ginóforo, ep - epicarpo, gi - ginóforo, cip - cicatriz das peças florais, mes - mesocarpo, pe - pericarpo, sm - semente com arilo, su - sutura dorsal.

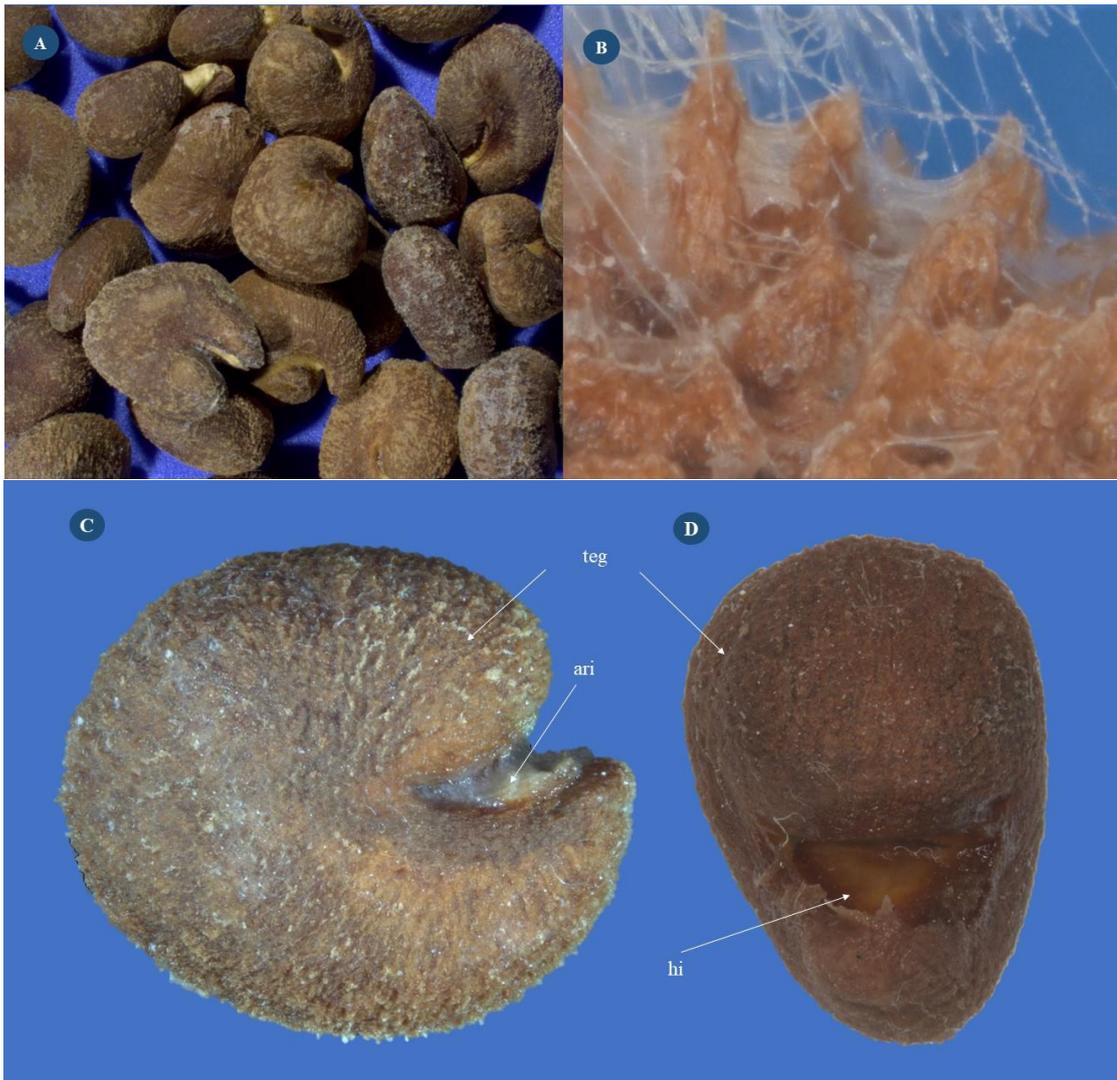
O pericarpo carnoso e crocante contém uma cavidade central onde as sementes ficam aderidas ao mesocarpo, o qual é suculento e de coloração branca com odor pungente e sabor adocicado (Figura 3B, C e D). O epicarpo é espesso, consistente e carnoso de coloração amarela externamente e internamente branca (Figura 3D) e há uma linha que circunda o mesocarpo, a qual consiste na sutura dorsal de origem placentária (Figura 3E). No estágio imaturo a epiderme é verde escura, passando a amarelo quando maduro e amarelo-alaranjado em processos mais

avanzados de maturação. Os frutos podem ser encontrados em forma de racemos e, quando maduros, desprendem-se do longo pedúnculo lenhoso.

### 3.3 Morfologia da semente

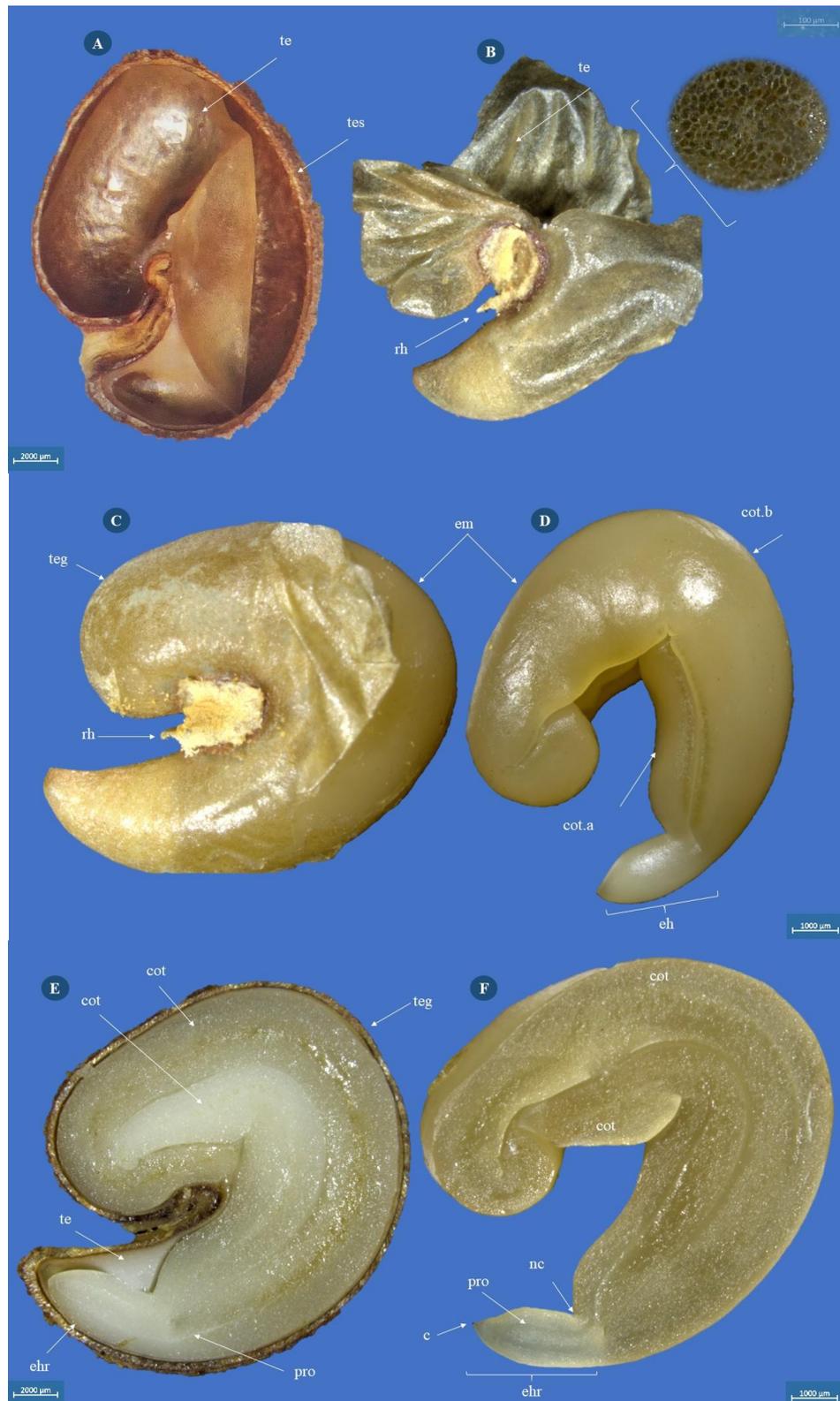
As sementes de *C. tapia* tem coloração marrom, podem variar de amarelo (5Y 8/12), alaranjado (2,5YR 6/14), vermelho (2,5YR 4/8) ao marrom (5YR 4/4), as quais são pequenas, de formato reniforme (Figura 4A), com comprimento médio de 0,85 cm, largura de 0,74 cm, espessura de 0,49 cm, sendo, portanto, latero-comprimidas e pesam 0,15 g. A superfície tegumentar é lenhosa constituída por diminutos e irregulares tubérculos coniformes no dorso e nas faces (Figura 4B). O hilo é grande, situando-se na região ventral, entre a radícula e os cotilédones, onde se observa nítido sulco, que termina no centro em uma cavidade mais profunda, contendo resquícios de arilo (Figura 4C e D). As sementes são completamente envolvidas por arilo, o que está de acordo com Barroso et al. (2004) e a micrópila é inconspícua.

O formato reniforme é comum em algumas espécies de Capparaceae e Cleomaceae (táxon irmão) como em *Capparidastrum frondosum* (Jacq.) Cornejo & Iltis, *Mesocapparis lineata* (Pers.) Cornejo & Iltis, *Neocalyptrocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis, todas menores que 2,3 cm (SOARES NETO; JARDIM, 2015) e no gênero *Tarenaya* as sementes medem, aproximadamente, 0,25 mm (comprimento) a 0,15 mm (largura) [SOARES NETO et al., 2019].



**Figura 4.** Aspecto externo da semente de *Crateva tapia*. Sementes (A), vista dos tubérculos coniformes (B), vista lateral (B), vista ventral (C), detalhe do tegumento (D).

As sementes são bitegumentadas, com a testa fina e firme (Figura 5-A), o tegme é delgado e membranáceo, de coloração leitosa ou acastanhada e textura aveolada quando observado em estereomicroscópio (Figura 5-B). Entre o ápice da radícula e do cotilédone ventral, nota-se um espaço intercelular, provavelmente cheio de ar, o que dá a coloração leitosa ao integumento conforme explicou Barroso et al. (2004). Na semente não hidratada, o tégmen fica aderido ao embrião, após a embebição ocorre a expansão até o interior da testa com liberação de espaço para o alongamento da radícula.



**Figura 5.** Aspecto interno da semente de *Crateva tapia*.

Vista interna do tegumento (A), aspecto do tegme (B), vista lateral do embrião com e sem tegme cotilédone maior, ehr - eixo hipocótilo-radícula, em - embrião, pro - procâmbio, tes - testa, te - tegme, rh - região hilar.

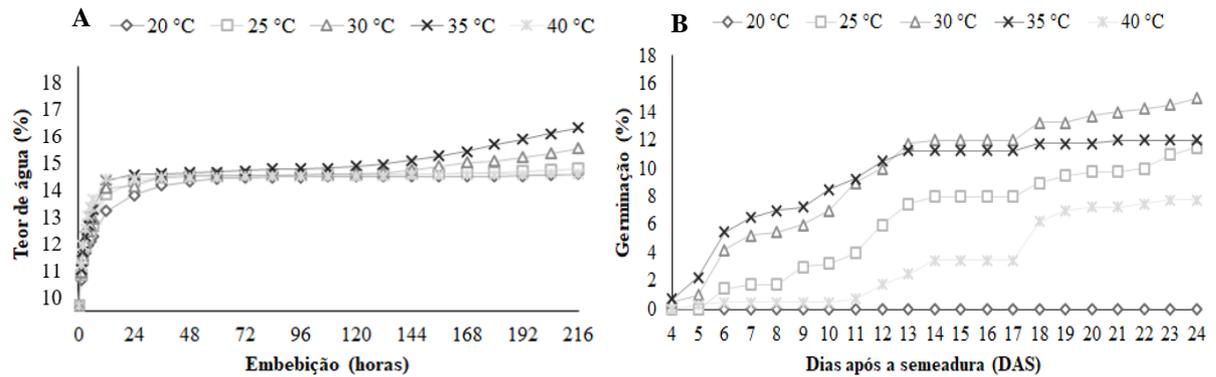
O embrião é cotiledonar de cor semi-transparente, branca ou creme, possui dois cotilédones dobrados, paralelos, lisos, crassos, estendidos e truncados nas extremidades, e que devido ao formato da semente tem tamanhos diferentes, sendo o dorsal maior (Figura 5-C e D). O eixo hipocótilo-radícula, pouco desenvolvido, é ligeiramente curvado e delimitado pelo nó cotiledonar, tem um tamanho reduzido, correspondendo a aproximadamente 1/3 ou menos do comprimento da semente, e localiza-se na região basal da semente ou extremidade menor (Figura 5-E e F). Na Figura 5-F, visualiza-se uma camada de tecido meristemático (procâmbio) a partir do corte longitudinal paradérmico na região central e bilateral que se segue por todo o embrião, o qual atua na formação do xilema e floema, que é responsável pelo transporte da seiva bruta e elaborada nas plantas vasculares.

### 3.4 Absorção de água e germinação

O teor de água inicial das sementes de *C. tapia* após o beneficiamento e período de secagem natural durante três dias foi de 10,2%, valor esperado para sementes intermediárias, as quais não toleram dessecação abaixo de 10,0-12,5% (HONG; ELLIS, 1996). Pelos dados da Figura 6, verificou-se a evolução do processo de embebição de água pelas sementes em diferentes temperaturas por um período de 216 horas e a curva de germinação.

A curva de absorção de água de *C. tapia* tem comportamento trifásico para as sementes incubadas nas temperaturas de 20 a 35 °C (Figura 6-A). Nas primeiras 12 horas, percebeu-se rápido aumento no teor de água das sementes em todos os tratamentos, caracterizado pela fase I, a qual é marcada pela rápida absorção de água, podendo ser visualizada em sementes viáveis ou não, devido a diferença do potencial matricial presente entre a sementes e o substrato (BEWLEY; BLACK, 1994). A fase II, a partir das 12 horas, pode ser visualizada nas sementes acondicionadas nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C, em que, a absorção de água foi mais lenta e contínua, se estendendo até o momento da germinação, entretanto, nas sementes submetidas à temperatura de 40 °C não foi possível diferenciar a segunda e a terceira fases.

A terceira fase da germinação iniciou-se a partir das 96 horas da embebição, marcada pela retomada do crescimento do eixo embrionário, com destaque para a protrusão da raiz primária de pelo menos uma semente nas temperaturas de 20, 25, 30, e 35 °C e a germinação permaneceu baixa (<8) durante as 216 horas. As sementes submetidas à temperatura de 40 °C não entraram em divisão celular, conseqüentemente, não alongou seus meristemas e ocasionou a deterioração das mesmas (HOLANDA; MEDEIROS-FILHO; DIOGO, 2015).



**Figura 6.** Curva de embebição de água (A) e germinação (B) de sementes de *Crateva tapia* em diferentes temperaturas.

Pelos dados da Figura 6-B se observa não haver o desenvolvimento de plântulas normais na temperatura de 20 °C durante esse período, de forma que as temperaturas de 30 e 35 °C foram mais favoráveis à germinação das sementes dessa espécie. Na temperatura de 40 °C a germinação foi baixa e tardia, ocorrendo a formação de plântulas normais a partir do 15º dia. Desse modo, constata-se que a germinação foi afetada pela temperatura, indicando que ela interfere na velocidade das reações bioquímicas que são responsáveis por regular todo processo metabólico na semente. Portanto, a temperatura é um fator limitante que influencia a germinação da semente, assim como a água e o oxigênio (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Alguns autores mencionaram a inibição da germinação de sementes em temperaturas mais baixas ou elevadas, como 25 °C em *C. tapia* que obteve 42% de germinação (GALINDO et al., 2012), nula a 40 °C nas espécies *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg, *Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg e *Myrciaria peruviana* var. *trunciflora* (WAGNER-JÚNIOR et al., 2007), também nula a 45 °C em *Dalbergia nigra* (Vell.) [MATOS; BORGES; SILVA, 2015].

No resumo da análise de variância (Tabela 3) é possível observar que houve efeito significativo para as variáveis porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, como para o comprimento e a massa seca de raízes e parte aérea de plântulas de *C. tapia* até 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente a porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CRA), massa seca de parte aérea (MSPA) e raízes (MSRA) de *Crateva tapia* submetidas a diferentes temperaturas

FV	GL	Quadrados Médios				
		G	PC	IVG	CR	CPA
		%			cm	
Temp.	2	508,0833**	306,583**	0,44066**	0,00352**	0,00905**
Resíduo	9	6,61111	3,75000	0,00579	0,00037	0,00092
Total	11	-	-	-	-	-
CV (%)	-	9,95	19,53	9,13	18,31	11,61
FV	GL	MSR	MSPA	DURAS	ANORMAIS	
		g			%	
		Temp.	2	0,00001**	0,00004**	14,33333 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	5,30555	0,00001	7,88889	3,19444	
Total	11	-	-	-	-	
CV (%)	-	9,18	14,60	23,09	54,99	

Em que:\*\*significativo até 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

Na temperatura de 30 °C ocorreu o maior valor médio de germinação (50%), índice de velocidade de germinação (1,15), comprimento das raízes e parte aérea (0,013 e 0,031 cm, respectivamente), bem como a massa seca de raízes e parte aérea (0,004 e 0,010 g, respectivamente) de *C. tapia*, enquanto para a primeira contagem, a maior média ocorreu na temperatura de 35 °C (Tabela 4). A temperatura de 30 °C também ocasionou elevada porcentagem de germinação (52%) nas sementes de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum, enquanto na temperatura de 15 °C inibiu a germinação (BONAMIGO et al., 2019). Semelhante a esse resultado, em *C. tapia* também a germinação foi afetada quando as sementes foram submetidas às temperaturas mais extremas (20 e 40 °C).

Em relação às variáveis porcentagem de sementes duras e plântulas anormais, ambas não diferiram estatisticamente entre si, sendo que na temperatura de 20 °C foi constatado 100% de sementes duras e na de 40 °C, 69% de sementes duras e 31% de plântulas anormais (Tabela 4).

A porcentagem de germinação das sementes de *C. tapia* foi baixa quando comparada aos valores obtidos por Galindo et al. (2012) em que as sementes da mesma população tiveram

germinação entre 84 e 95%. Essa diferença pode estar ligada a diversos fatores, tais como tamanho da semente, estado nutricional da planta, fatores ambientais e variação interanual.

**Tabela 4.** Germinação (G), primeira contagem (PC), sementes duras (SD), plântulas anormais (PA), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raízes (CR) e de parte aérea (CP), massa seca de raízes e da parte aérea de *Crateva tapia* em função da temperatura

Temp. (°C)	G	PC	SD	PA	IVG
	%				
25	30 c	1 c	14 a	4 a	0,49 c
30	50 a	10 b	10 a	3 a	1,15 a
35	34 b	19 a	13 a	4 a	0,85 b
CV (%)	9,95	19,53	23,09	54,99	9,13
	CR	CPA	MSR	MSPA	
	cm		g		
25	0,011 ab	0,022 b	0,001 b	0,004 b	
30	0,013 a	0,031 a	0,004 a	0,010 a	
35	0,007 b	0,025 b	0,001 b	0,005 b	
CV (%)	18,31	11,61	9,18	14,60	

Médias seguidas pela mesma letra em colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

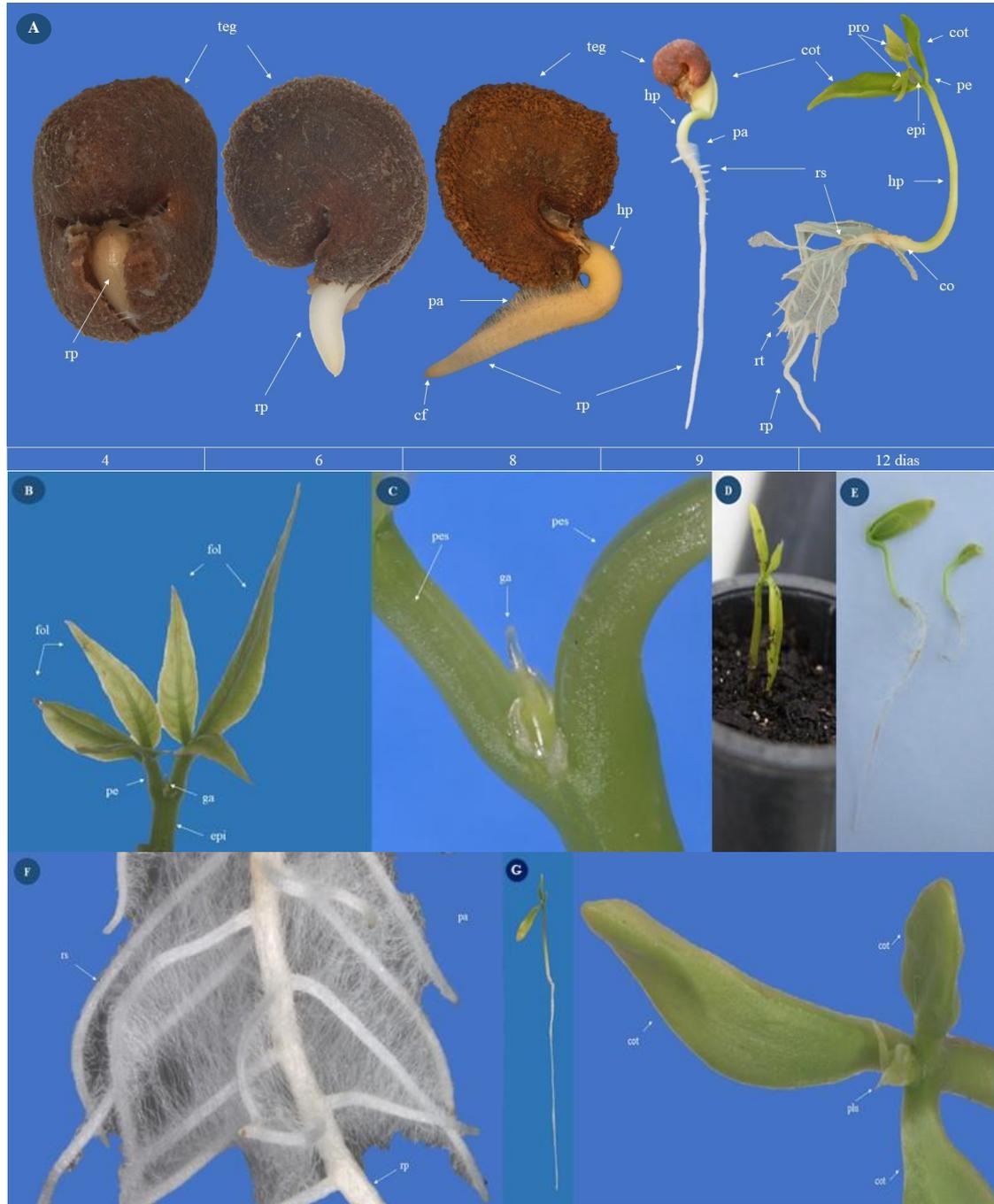
Geralmente, a qualidade fisiológica das sementes em espécies florestais está relacionada com o tamanho, por isso em um mesmo lote, os menores valores de germinação e vigor são obtidos de sementes menores, e essa constatação é normalmente associada ao local em que a população está inserida (SILVA et al., 2017; SANTOS et al., 2019). Alguns trabalhos corroboram com essa informação, a exemplo das sementes de *Macrolobium acaciifolium* (Benth.), cujo lote que tinha sementes maiores produziu plântulas mais vigorosas (SANTOS; ALMEIDA; WITTMANN, 2020).

### 3.5 Morfologia da germinação, plântula normal, anormal e planta jovem

A germinação das sementes de *C. tapia* é epígea-fanerocotiledonar, iniciando após 96 horas de embebição, configurada pela emissão da raiz primária, a qual se rompe na região hilar, tendo uma coloração branca inicialmente, formato curto, largo e imberbe, cuja coifa é branca ou hialina (Figura 7-A). Do sexto ao sétimo dia após a semeadura nota-se o prolongamento das células epidérmicas denominadas de pelos absorventes ou zona pilífera, o hipocótilo esverdeado e curvado é cilíndrico, imberbe e espesso.

A partir do nono dia foi possível observar a presença de raízes secundárias, aos dez dias o hipocótilo tornou-se mais verticalizado em relação ao eixo longitudinal, elevando os

cotilédones acima do substrato, permitindo a completa soltura do tegumento. O colo se tornou mais perceptível, devido ao engrossamento entre a raiz primária e o hipocótilo, e esse adquiriu uma coloração esbranquiçada.



**Figura 7.** Aspectos da germinação e plântula normal de *Crateva tapia* nos períodos de 4 a 12 dias após a sementeira (A), detalhe ampliado dos protófilos (B), gema apical (C), cotilédones (D), plântulas de uma mesma semente (E), raízes (F) e plântula tricotiledonar (G).

Cf - coifa, cot - cotilédones, co - coifa, epi - epicótilo, fol - folíolos, ga - gema apical, hp - hipocótilo, pa - pelos absorventes, pe - pecíolo, pec - pecíolo sucado, pro - protófilo, teg - tegumento, rp - raiz primária, rs - raiz secundária, rt - raiz terciária.

Os cotilédones são carnosos, verdes, com pecíolos sulcados, um maior, que fica dobrado na região dorsal da semente, e o menor, na região ventral (Figura 7D), sendo que em duas plântulas foram observados três cotilédones, provavelmente, resultado de uma mutação que pode estar relacionada ao seu estado ancestral (Figura 7G).

A presença de vários cotilédones é comum em sementes de Gymnospermae, porém incomum nas Angiospermae. Para tanto, no trabalho de Gurgel (1951) a espécie *Syzygium jambos* L., cujas sementes são poliembriônicas, facilmente verifica-se três ou quatro cotilédones em um dos embriões, alguns de tamanhos diferentes, como encontrado em *C. tapia*. Os cotilédones têm peculiaridades importantes que podem auxiliar nos estudos das relações taxonômicas e filogenéticas entre grupos vegetais, além de ajudar na identificação das espécies (SMITH, 1983).

Aos 11 dias o epicótilo estava com 1,0 cm, o tegumento se despreendeu dos cotilédones, a raiz principal estava com 6,5 cm e com a presença de raízes secundárias e terciárias denotando uma raiz axial. Aos 13 dias, o epicótilo estava com 2,1 cm, a raiz principal com 8,5 cm e os cotilédones tornaram-se perpendiculares, evidenciando os protófilos e a gema apical com extremidades hialinas (Figura 7-C). Visualizou-se em uma semente de *C. tapia* dois embriões, os quais deram origem a uma plântula normal forte, e a outra contendo todas as suas estruturas essenciais, porém seus cotilédones tinham tamanhos reduzidos (Figura 7E).

Em *C. tapia*, aos 12 dias após a semeadura, as anormalidades verificadas nas plântulas foram diversas (Figura 8), como tegumento aderido aos cotilédones, ausência de raiz primária e parte aérea ausente ou hipertrofiada, cotilédones com manchas escuras amarronzadas e raízes necrosadas. As anormalidades se caracterizam quando as plântulas têm inexistência ou deformação de alguma estrutura fundamental durante o desenvolvimento inicial da germinação (SANTOS-MOURA et al., 2019).

A identificação das anormalidades em plântulas é uma variável importante porque indica o efeito negativo sobre o potencial fisiológico do lote de sementes (CARVALHO et al., 2015). Além disso, geralmente, essas plântulas não têm capacidade para prosseguir com seu desenvolvimento e originar plantas normais em condições adequadas (BRASIL, 2009).



**Figura 8.** Aspectos das plântulas anormais de *Crateva tapia* aos 12 dias após a sementeira.

As anormalidades em plântulas ocorrem devido a danos na semente, má formação dos embriões (NASSIF; CICERO, 2006), presença de patógenos nas sementes e condições ambientais desfavoráveis durante a maturação (REGO, 2019). No ciclo de vida dos vegetais, a fase pós-seminal constitui uma das mais críticas, sendo responsável por determinar sua propagação em campo (OLIVEIRA; IWAZAKI; OLIVEIRA, 2014).

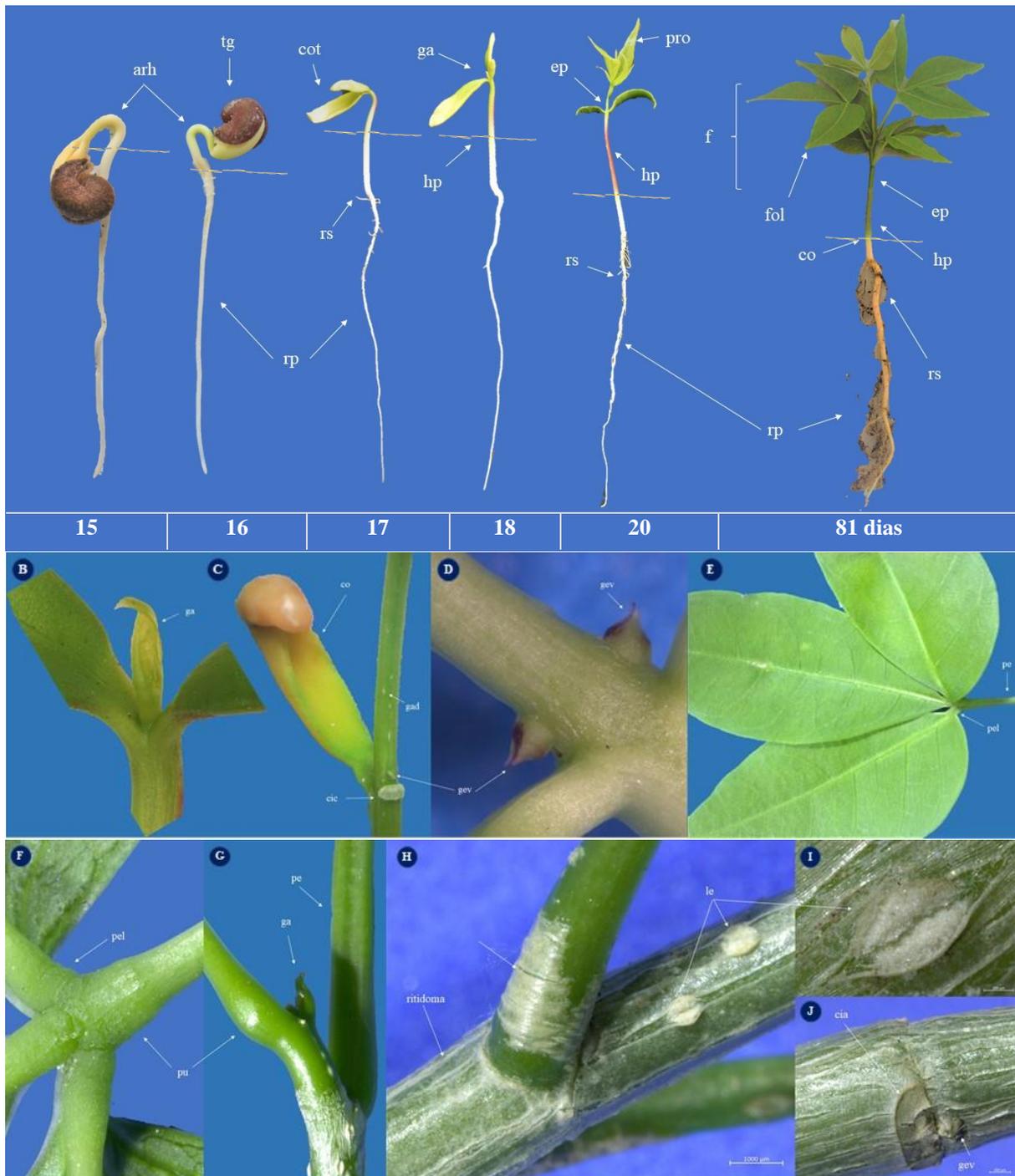
Na distinção de plântulas normais e anormais deve-se levar em consideração o desenvolvimento padrão da espécie em estudo (PINHEIRO et al., 2019). Na espécie *Hyptis cana* Pohl., as plântulas com protófilos de coloração escura, sem raízes ou com apenas parte deteriorada foram consideradas anormais (VUADEN et al., 2005).

### 3.6 Aspectos morfológicos da planta jovem

A emergência da plântula de *C. tapia* até o estágio de planta jovem ocorreu aos 81 dias após a sementeira, aos 15 dias se notou a alça cotiledonar saindo do substrato e aos 16 dias observou-se tegumento aderido aos cotilédones emergindo do solo. Com 17 dias os cotilédones foram liberados do tegumento e começaram a se expandir, sendo aos 18 dias observado um dos cotilédones ereto e o outro com a extremidade aderida ao solo e evidenciando a plúmula. Aos 20 dias após a sementeira a plântula estava completamente formada com raízes, hipocótilo, cotilédones distendidos, epicótilo e um par de folhas trifolioladas (Figura 9-A).

Aos 76 dias, a planta jovem estava com a raiz principal bem desenvolvida, com aproximadamente 16 cm de comprimento, a raiz axial estava sinuosa, cilíndrica, amarelada a ferrugíneo-clara, passando a lenhosa e coifa hialina. As raízes secundárias são finas, sinuosas, cilíndricas, tenras, abundantes e bem distribuídas ao longo da raiz primária; as raízes terciárias são menos abundantes. As raízes têm pêlos absorventes simples, brancos, somente vistos em lupa, o colo é cilíndrico e glabro de coloração esbranquiçada ou esverdeada. O hipocótilo estava com 6,5 cm e o epicótilo 2,0 cm de comprimento, com cinco folhas alternadas, a terceira folha centralizada e com os prótófilos emergindo do meristema apical.

O caule jovem é reto, cilíndrico, alguns com a periderme verde-escuro e outros avermelhado e glabro, com algumas lenticelas esbranquiçadas e os cotilédones entraram em abscisão aos 81 dias, ficando amarelados, deixando uma cicatriz bem evidente (Figura 9-C). Na região axilar do caule encontra-se uma gema vegetativa dormente, pequena, verde, triangular, quase imperceptível (Figura 9-D), que em estágio mais avançado de desenvolvimento, a coloração dessa gema fica ferrugínea. A senescência dos cotilédones em *C. tapia* contraria a informação proposta por Smith (1983) de que o tempo de vida de cotilédones carnosos é menor, em torno de duas ou três semanas.



**Figura 9.** Aspectos da plântula e planta jovem de *C. tapia*. Desenvolvimento da plântula até a planta jovem (A), gema apical (B), cotilédones (C), gema vegetativa (D), folíolos (E), pulvino (F), pecíolo (G) ritidoma (H), lenticelas (I), cicatriz cotiledonar (J).

Arh - arco hipocotiledonar, cot - cotilédones, cic - cicatriz do cotilédone, eof - eófilo, ep - epicótilo, f - folhas, fol - folíolos, ga - gema apical, gev - gema vegetativa lateral, hp - hipocótilo, le - lenticelas, pa - pelos absorventes, pe - pecíolo, pel - peciolulo, pes - pecíolo sulcado, pu - pulvino, rp - raiz primária, rs - raiz secundária.

O par de folíolos perpendiculares é assimétrico em relação aos lóbulos do limbo, o folíolo central tem formato elíptico, mais largo no meio estreitando-se para as extremidades

(Figura 9-E). A porção marginal tem reentrâncias onduladas sutis, com ápice cuspidado e base acuneada com pulvínulo na face abaxial, cujo pecíolo é curto e sulcado, com discreto pulvino na base em ambas as extremidades (Figura 9-G) e a gema apical é esverdeada com as extremidades hialinas.

As folhas de *C. tapia* são compostas, trifolioladas, de morfologia completa formadas por bainha, pecíolo e limbo, com os folíolos peninérveos de consistência herbácea, superfície glabra, inerte, lisa e borda hialina. Dentre as Capparaceae brasileiras, essa característica das folhas trifolioladas ocorre apenas em *C. tapia* (SOARES NETO; JARDIM, 2015).

Aos 86 dias após a sementeira a planta jovem estava com 25 cm de comprimento total, da coifa até os primórdios foliares, o colo com uma circunferência de 3,72 cm e com um bom desenvolvimento foliar, visualizando-se 6 ramificações. As lenticelas mais visíveis localizadas na extensão da periderme, ritidomas longitudinais marcantes (caracterizado por fissuras longitudinais ou transversais que formam diversas placas no caule), as gemas vegetativas dormentes persistem e ficam secas próximas a cicatriz dos cotilédones (Figura 9-J).

#### 4 CONCLUSÕES

Os frutos de *Crateva tapia* são anfisarcídios e variam em tamanho, massa fresca, assim como número de sementes;

As sementes de *C. tapia* variam em tamanho pequeno, tem formato reniforme, coloração marrom e bitegmentadas, cujo embrião é cotiledonar com o eixo hipocótilo-radícula pouco diferenciado;

O processo de embebição das sementes de *C. tapia* segue o padrão trifásico nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C e a embebição em temperatura de 30 °C é mais favorável ao processo germinativo;

A germinação das sementes de *C. tapia* é epígea-fanerocotiledonar, as plântulas têm raízes axial de coloração branca contendo pelos absorventes e a planta jovem tem desenvolvimento relativamente rápido.

#### 5 REFERÊNCIAS

ACCHILE, S. et al. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de absorção de água de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Scientific Eletronic Archives**, Rondonópolis, v. 10, n. 5, p. 26-34, out. 2017.

ALBUQUERQUE, K. S. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 12-19, jan./mar. 2009.

ARAÚJO, R. F. et al. Curva de embebição de sementes de pimentas biquinho e malagueta sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 51-56, dez. 2018.

ASSIS, J. P. et al. Análise biométrica de sementes de feijão bravo (*Capparis flexuosa*) planta medicinal em Mossoró-RN. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 9, n. 1, p. 94-98, jan./mar. 2013.

BAO, F.; LIMA, L. B.; LUZ, P. B. Caracterização morfológica do ramo, sementes e plântulas de *Matayba guianensis* Aubl. e produção de mudas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 63-71, fev. 2014.

BARROS NETO, J. J. S. et al. Sementes estudos tecnológicos. In: **Água na semente: importância para a tecnologia de armazenagem**. ALMEIDA, F. A. C.; QUEIROGA, V. P.; MELO, B. A. 1.ed. Aracaju: IFS, 2014. 285 p.

BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFB, 2004. 443 p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BONAMIGO, T. et al. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schtdl.) K. Schum, **Agrarian**, Dourados, v. 12, n. 43, p. 24-32, set. 2019.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 15-21, out./dez. 2010.

BRANDÃO, A. A. et al. Caracterização biométrica de frutos de macaúba em diferentes estádios de maturação, provenientes de duas regiões do Estado de Minas Gerais. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 7, n. 2, p. 15-23, maio/ago. 2014.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, I. R. et al. Associações fenotípicas entre caracteres fisiológicos da soja contrastante ao hábito de crescimento. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 3, p. 30-40, dez. 2015.

CUNHA-SILVA, G. R.; RODRIGUES, C. M.; MIRANDA, S. C. Dados biométricos de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) YT Lee & Langenh e *H. martiana* Hayne. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 121-127, ago. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

GALINDO, E. A. et al. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 138-145, mar. 2012.

GURGEL, J. T. A. Poliembriõnia em mirtáceas frutíferas. **Bragantia**, Campinas, v. 11, n. 4-6, p. 141-163, jun. 1951.

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

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. Instituto Plantarum de Estudos da Flora: São Paulo. 2007. 416 p.

GLÓRIA, B. A. **Morfologia vegetal**. Centro acadêmico “Luiz de Queiroz”. Departamento editorial Piracicaba - SP, 1993. 107 p.

HOLANDA, A. E. R.; MEDEIROS-FILHO, S.; DIOGO, I. J. S. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth. - Fabaceae). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, n. 1, p. 22-27, mar. 2015.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 64 p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**: ecophysiology and stress physiology of functional groups. Berlin: Springer, 2003. 533 p.

LEONHARDT, C. et al. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da bacia hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 1, p. 5-14, jan. 2008.

LOIOLA, M. I. B.; SOUZA, S. S. G. Ampliando o conhecimento sobre a flora fanerogâmica do Ceará. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, Santa Teresa, v. 36, p. 137-148, out. 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

MACEDO, M. C. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v. 31, n. 2, p. 202-211, abr./jun. 2009.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 211-215, jan. 2001.

MATOS, A. C. B; BORGES, E. E. L.; SILVA, L. J. Fisiologia da germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. sob diferentes temperaturas e tempos de exposição. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 115-125, abr. 2015.

MENDONÇA, A. V. R. et al. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 375-387, abr./jun. 2016.

NASSIF, S. P.; CICERO, S. M. Avaliação de sementes de acerola por meio de raios-X. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz da Almas, v. 28, n. 3, p. 542-545, dez. 2006.

OLIVEIRA, J. H. G.; IWAZAKI, M. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia das plântulas, anatomia dos cotilédones e eófilos de três espécies de *Mimosa* (Fabaceae, Mimosoideae). **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 777-789, set. 2014.

OLIVEIRA, A. K. M. et al. Germinação de sementes de *Aspidosperma subincanum* Mart. ex A. DC em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 642-648, jan. 2015.

PEREIRA, S. A.; PEREIRA, S. A. N. Fruit and seed biometry and seedling morphology of *Parkia discolor* (Spruce ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 2, p. e410206, jan. 2017.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PINHEIRO, R. A. et al. Efeito de preparados homeopáticos no vigor de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 2, p. 379-386, jun. 2019.

REGO, C. H. Q. **Avaliação da morfologia interna e do vigos de sementes de feijão-caupi por meio de técnicas de análise de imagens**. 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP. Piracicaba, São Paulo, 2019.

RODRIGUES, R. S.; FEITOZA, G. V.; FLORES, A. S. Taxonomic relevance of seed and seedling morphology in two Amazonian species of entada (Leguminosae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 1, p. 19-24, marc. 2014.

RODRIGUES, J. K.; MENDONÇA, M. S.; GENTIL, D. F. O. Aspectos biométricos, morfoanatômicos e histoquímicos do pirênio de *Bactris maraja* (Arecaceae). **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 75-85, jan./mar. 2015.

SAMPAIO, M. F. et al. Curva de absorção em sementes de coração de coração de negro (*Poecilanthe parviflora* Benth.) para três grupos de tamanhos de sementes. **Revista Farociência**, Porto Velho, v. 2, n. 1, p. 28-37, mar. 2015.

SANTANA, S. H.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P. Biometria de frutos e sementes e germinação de melão-de-são-caetano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 15, n. 2, p. 169-175, dec. 2013.

SANTOS, L. R.; ALMEIDA, M. C.; WITTMANN, F. Biometria e germinação de sementes de *Macrobium acaciifolium* (Benth.) Benth. de várzea e igapó da Amazônia Central. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 75, p.e2020004, fev. 2020.

SANTOS, J. C. C. et al. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em sementes de *Hymenaea courbaril*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 957-979, jul./set. 2019.

SANTOS, J. C. C. et al. Aspectos biométricos e morfológicos de frutos e sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 3, p. 219-224, mai. 2018.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a diferentes métodos de extração da mucilagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 36, n. 3, p. 686-692, jul. 2014.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Morphology of seeds, seedlings, and young plants of *Dimorphandra gardneriana* Tul. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 3, p.1063-1078, mai. 2019.

SARMENTO, M. B. Biometria de frutos e sementes e crescimento pós-seminal de *Acca sellowiana* (O. Berg. Burret) Myrtaceae. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 1, p. 1-8, jan./ abr. 2018.

SOARES NETO, R. L. et al. Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 671-684, jul./set. 2014.

SOARES NETO, R. L.; JARDIM, J. G. Capparaceae no Rio Grande do Norte, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, p. 847-857, jul./set. 2015.

SOARES NETO, R. L. et al. A Well-known “Mussambê” is a new species of *Tarenaya* (Cleomaceae) from South America. **Systematic Botany**, Kent, v. 44, n. 3, p. 689-691, ago. 2019.

SILVA, R. M. et al. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex. Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 3, p. 85-91, jul./set. 2017.

SMITH, D. L. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 86, n. 4, p. 325-355, maio. 1983.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica - organografia**: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. 3.ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ, 1995. 114 p.

VUADEN, E. R. et al. Germinação e morfologia de sementes e de plântulas de hortelã-do-campo *Hyptis cana* Pohl. (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 1-5, dez. 2005.

XAVIER, M.E.V. et al. Potencial antioxidante e alelopático de *Crataeva tapia* L. **Diversitas Jornal**, Santana do Ipanema, v. 4, n. 1, p. 306-318, fev. 2019.

WAGNER-JÚNIOR, A. et al. Efeito da temperatura na germinação de sementes de três espécies de jaboticabeira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 54, n. 314, p. 345-350, jan. 2007.

ZHANG, F. et al. Structural studies of the interaction of *Crataeva tapia* bark protein with heparin and other glycosaminoglycans. **Biochemistry**, Washington, v. 52, p. 2148-2156, mar. 2013.

**CAPÍTULO IV**

**Satélite, cromossomo B ou disploidia ascendente? Análise cariotípica em *Crateva tapia* L.  
(Capparideae, Capparaceae)**

**Satélite, cromossomo B ou disploidia ascendente? Análise cariotípica em *Crateva tapia* L.  
(Capparideae, Capparaceae)**

**RESUMO**

A planta arbórea *Crateva tapia* é conhecida por fornecer sombra nas estações mais quentes, produção de medicamentos naturais e ração animal. Para esta espécie são conhecidas contagens para um único indivíduo incluindo apenas o uso de coloração convencional. O objetivo deste trabalho foi investigar a ocorrência de possíveis variações cariotípicas intraespecíficas em diferentes populações de *Crateva tapia* (Capparaceae). O cariótipo dos indivíduos é marcado pela ocorrência de cromossomos pequenos e parcialmente simétricos, sendo encontradas também estruturas semelhantes a pequenos cromossomos CMA+ parcialmente heterocromáticos. A hipótese de cromossomos Bs seria aceitável para esta estrutura, uma vez que ocorre em outra espécie do gênero, no entanto, em *Neocalyptrocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis existem RONS extensivamente alongados, mas com constrições secundárias que nem sempre são visualizadas. Ainda pode-se pensar em disploidia ascendente porque esse evento corresponde a um dos atributos ligados à evolução de grupos de plantas. Na análise das células meióticas foram encontrados 13 cromossomos bivalentes, considerando que esses cromossomos geralmente não se emparelham durante a meiose e se destacam como regiões diferenciadas. Além disso, podem variar em número e na composição da heterocromatina entre diferentes indivíduos. A análise da distribuição do DNAr identificou a ocorrência de dois sítios 5S na região proximal e dois sítios 35S na região subterminal, um padrão comum para a maioria das espécies diplóides de Angiospermas. Os grupos de plantas que sofrem eventos de disploidia nos sítios DNAr tendem a marcar resquícios de rearranjos estruturais, o que não ocorreu em *C. tapia*. Em relação ao padrão de heterocromatina, foram observadas bandas CMA+/DAPI- localizadas nas regiões terminal (seis) e proximal (quatro), além das bandas DAPI+/CMA- localizadas na região proximal (quatro), diferindo do padrão de bandas heterocromáticas encontradas na análise citogenética da maioria de grupos de plantas, que consiste principalmente em duas bandas terminais CMA+. Portanto, o número de cromossomos da espécie é  $2n = 26$  e as estruturas semelhantes a pequenos cromossomos correspondem a satélites e RONS alongados nos indivíduos analisados.

**Palavras-chave:** CMA/DAPI; *Crateva*; FISH; heterocromatina; meiose.

**Satellite, B chromosome or ascending dysploidy? Karyotype analysis in *Crateva tapia* L.  
(Capparideae, Capparaceae)**

**ABSTRACT**

The tree plant *Crateva tapia* is known for providing shade in the warmer seasons, production of natural medicines and animal feed. For this species it is known counts for a single individual including only the use of conventional staining. The objective of this work was to investigate the occurrence of possible intraspecific karyotypic variations in different populations of *Crateva tapia* (Capparaceae). The karyotype of individuals is marked by the occurrence of small and partially symmetrical chromosomes. Structures similar to small partially heterochromatic CMA+ chromosomes were also found. The hypothesis of Bs chromosomes would be acceptable for this structure, since it occurs in another species of the genus. However, in *Neocalyptrocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis, there are extensively stretched RONS, but with secondary constrictions that are not always visualized. One could still think of ascending dysploidy, since this event corresponds to one of the attributes linked to the evolution of groups of plants. In the analysis of meiotic cells, 13 bivalent chromosomes were found, considering that these chromosomes generally fail to pair during meiosis and stand out as differentiated regions. In addition, they may vary in number and in the composition of heterochromatin between different individuals. Analysis of the distribution of DNAr shows the occurrence of two 5S sites in the proximal region and two 35S sites in the subterminal region, a common pattern for most diploid species of Angiosperms. Groups of plants that undergo dysploidy events the DNAr sites tend to mark remnants of structural rearrangements, which did not occur in *C. tapia*. Regarding the heterochromatin pattern, CMA+/DAPI- bands located in the terminal (six) and proximal (four) regions were observed, in addition to the DAPI+/CMA- bands located in the proximal region (four), differing from the heterochromatic bands pattern most found in cytogenetic analysis of plant groups, which consists mainly of two CMA+ terminal bands. Therefore, the chromosome number of the species is  $2n = 26$  and the structures similar to small chromosomes correspond to satellites and RONS stretched in the analyzed individuals.

**Keywords:** CMA/DAPI; *Crateva*; FISH; heterochromatin; meiosis.

## 1 INTRODUÇÃO

*Crateva* L., um dos 25 gêneros de Capparaceae, possui 12 espécies de distribuição Pantropical, com quatro espécies referidas para o Novo Mundo (CORNEJO; ILTIS, 2008; SOARES NETO et al., 2014). O gênero é considerado monofilético e tem estreita relação com *Euadenia* Oliv. ex Benth. & Hook.f., com o qual forma a tribo Capparideae, composta por espécies de hábito arbóreo e características florais semelhantes, mas de distribuição geográfica distintas, sendo *Crateva* pantropical (exceto na Austrália) e *Euadenia* endêmica da África central e ocidental (HALL; SYTSMA; ILTIS, 2002; HALL, 2008).

*Crateva tapia*, espécie conhecida localmente como trapiá, é a única espécie brasileira do gênero. São plantas arbóreas (4-8 m), com folhas tri-folioladas, flores brancas, verdes a avermelhadas, com numerosos estames e frutos do tipo anfisarco amarelo (SOARES NETO et al., 2014; CARVALHO; DAMASCENO-JUNIOR; FARINACCIO, 2016). Apresenta ampla distribuição nos biomas Caatinga, Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Cerrado, e ocupa diversos habitats, como matas ciliares, zonas litorâneas, matas secas, manguezais e afloramentos rochosos (LOIOLA; SOUZA, 2014; BFG, 2015). A espécie possui diversas propriedades medicinais, como antioxidante, antitumoral e anti-inflamatória, sendo também recomendada para arborização e recuperação de áreas degradadas, e seus frutos podem ser usados na alimentação (LORENZI, 2008; ZHANG et al., 2013; CABRAL et al., 2015; NUNES et al., 2018; XAVIER et al., 2019).

A família Capparaceae, de forma geral, é cariológicamente pouco estudada, com registros cromossômicos em apenas 38 espécies (LYSAK, 2018) das mais de 480 espécies da família (CORNEJO; ILTIS, 2012; SOARES NETO et al., 2014). O número cromossômico  $2n = 26$  predomina entre os gêneros, embora haja registros de  $2n = 28$  em *Buchholzia* Engl. e  $2n = 18, 28, 38, 40$  e  $44$  em *Capparis* L. *sl.* *Crateva* possui contagem cromossômica para apenas duas espécies, *Crateva nurvala* B. -Ham. e *Crateva religiosa* G. Forst., ambas com  $2n = 26$  (KUMAR, 1987; RICE et al., 2015). Registros de poliploidia e disploidia não são conhecidos para o gênero, embora a ocorrência de cromossomos Bs (0-3) seja descrita para *C. nurvala* (GILL; BIR; SINGHAL, 1981).

Variações cariotípicas intraespecíficas envolvendo número cromossômico (disploidia, poliploidia), padrão de heterocromatina ou ocorrência de cromossomos Bs são descritas na literatura (BOGUNIĆ et al., 2011; RAMSEY; RAMSEY, 2014; NASCIMENTO et al., 2019). Essas variações podem estar correlacionadas a fatores ecológicos, distribuição geográfica, modelos evolutivos e variações morfológicas dos indivíduos, embora também possam ser

tratados como fenômenos aleatórios (FELIX et al., 2008; NÓBREGA et al., 2017; FARHAT et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019).

No presente trabalho tivemos como objetivo investigar a ocorrência de variações cariotípicas intraespecíficas em diferentes populações de *Crateva tapia*, sobretudo envolvendo número cromossômico e distribuição de bandas heterocromáticas reveladas pela dupla coloração CMA/DAPI. Análises de células meióticas e distribuição de sítios de DNAr foram usados para complementar as discussões de possíveis variações cromossômicas intraespecífica em populações da espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Amostragem

Na análise citogenética foram amostrados 10 indivíduos de seis diferentes populações de *C. tapia* oriundas dos municípios de Cuité de Mamanguape (quatro indivíduos), Umbuzeiro (um indivíduo), Esperança (dois indivíduos), Juarez Távora (um indivíduo) e Remígio (dois indivíduos), municípios da Paraíba, Nordeste do Brasil (Figura 1). Exsiccatas do material vegetal foram depositadas no herbário Professor Jayme Coelho de Moraes (EAN) da Universidade Federal da Paraíba.

### 2.2 Análises Mitóticas e dupla coloração CMA/DAPI

Na análise citogenética adotou-se os procedimentos descritos por Guerra e Souza (2002). Sementes de cada indivíduo foram postas para germinar em placas de Petri, com suas raízes primárias extraídas quando atingiram um tamanho aproximado de 1,0 cm, sendo analisadas dez 10 raízes por árvore matriz. As pontas de raízes foram pré-tratadas com 8-hidroxiquinoleína (8-HQ) 0,002 M por 24 horas a 10 °C, fixadas em etanol absoluto/ácido acético glacial (v/v) 3:1 por 30 minutos e estocadas em freezer a -20 °C. Para o preparo das lâminas as raízes foram digeridas em solução contendo 2% de celulase e 20% de pectinase a 37 °C por 30 minutos. O material foi esmagado em ácido acético 60% e congelado em nitrogênio líquido para remoção da lamínula e aderência do material à lâmina. As lâminas foram coradas com DAPI (2 µg/mL):glicerol (1:1, v/v) para seleção das melhores lâminas. Posteriormente, as lâminas foram descoradas em etanol-ácido acético (3:1) por 30 minutos e mantidas em etanol absoluto a temperatura ambiente por duas horas.

As lâminas foram envelhecidas, a temperatura ambiente, por três dias e na sequência, coradas por uma hora com 10 µL cromomicina A3 (CMA) (0,1 mg/mL) e depois com 10 µL de 4'-6-diaminidino-2-fenilindol (DAPI) (1 µg/mL) por 30 minutos. As lâminas foram montadas em glicerol/tampão McIlvaine (pH 7,0) (1:1, v/v) e logo após estocadas por três dias no escuro para estabilização dos fluorocromos (GUERRA; SOUZA, 2002).

### 2.3 Análises Meióticas

Botões florais de *C. tapia* foram fixados em etanol absoluto/ácido acético glacial (v/v) 3:1 por 30 minutos e estocadas em freezer a -20 °C. Os botões foram lavados em água destilada por cinco minutos e hidrolisadas em HCl 5N por cinco minutos. O material foi esmagado em ácido acético a 45% e a lamínula removida em nitrogênio líquido. As lâminas foram coradas com DAPI (2 µg/mL):glicerol (1:1, v/v) para seleção das melhores lâminas. Posteriormente, as lâminas foram descoradas em etanol-ácido acético (3:1) por 30 minutos e mantidas em etanol absoluto a temperatura ambiente por duas horas (GUERRA; SOUZA, 2002) e os cromossomos corados com CMA/DAPI, conforme descrito acima.

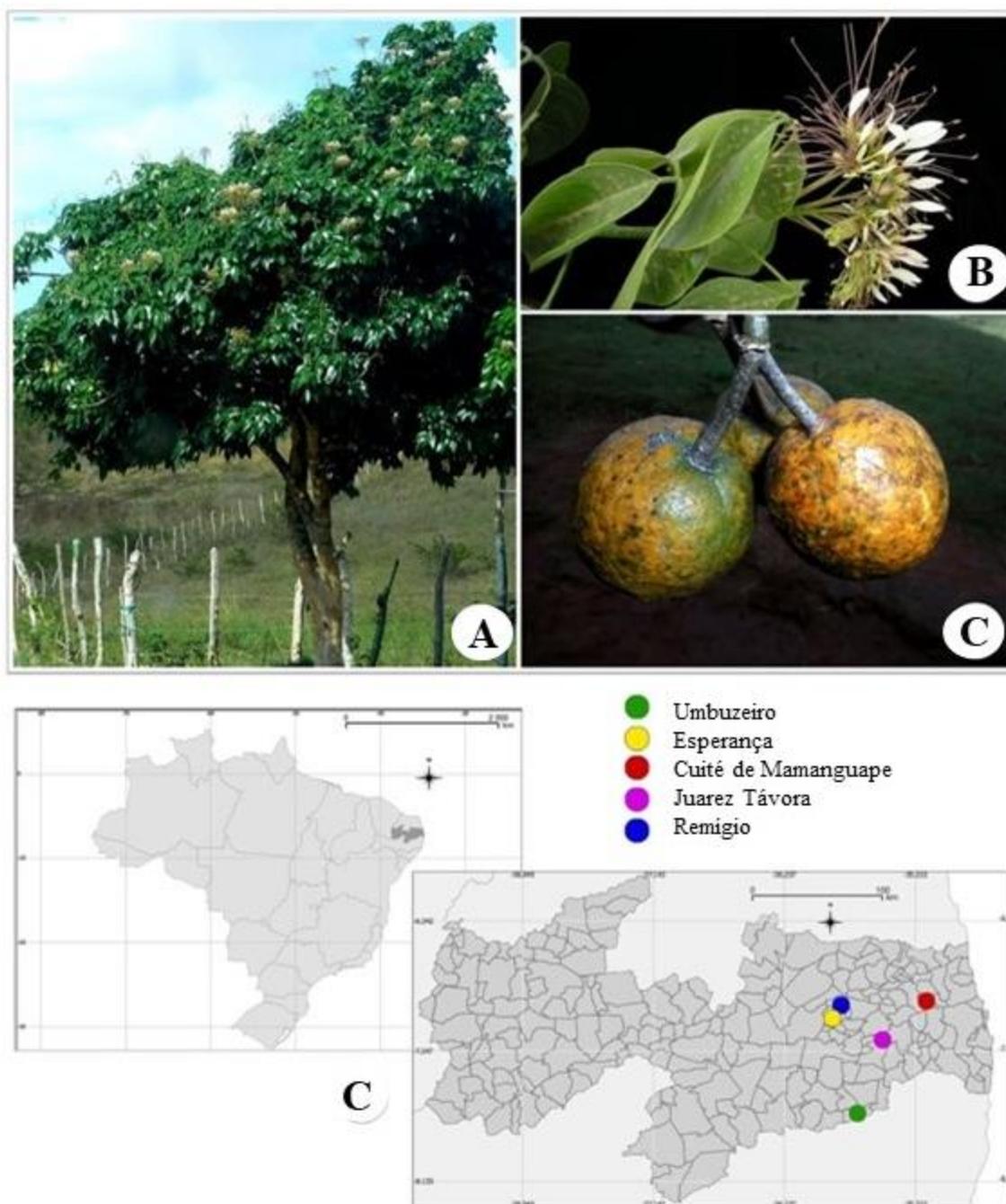
### 2.4 Hibridização *in situ* fluorescente

A hibridização *in situ* fluorescente (FISH) foi desenvolvida por meio de uma solução contendo 60% (v/v) de formamida, 5% (p/v) de dextran sulfato em 2XSSC, e DNA marcado na concentração final de 1,2-3,0 µg/µl. A solução de hibridização e as preparações citológicas foram desnaturadas a 70 °C por 10 min e hibridizadas por 18-20 horas a 37 °C em câmara úmida. As sondas de DNAr 5S e 35S foram marcadas com Cy3-dUTP e com digoxigenina 16-dUTP, respectivamente. A sonda de DNAr 35S foi detectada com anticorpo primário antidigoxigenina produzido em ovelha conjugado com FITC (isotiocianato de fluoresceína; Roche) e o sinal amplificado com anticorpo secundário contra anti-digoxigenina de ovelha produzido em coelho conjugado com FITC (Dako). As lâminas foram montadas em Vectashild contendo DAPI na concentração final de 2 µg/ml (PEDROSA-HARAND; VALEJJOS; BACHMAIR, 2003).

### 2.5 Análise dos dados

As células foram fotografadas em fotomicroscópio Zeiss, com câmera de vídeo Axio Cam MRC5 usando o software Axiovision® v.4.8 (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Jena,

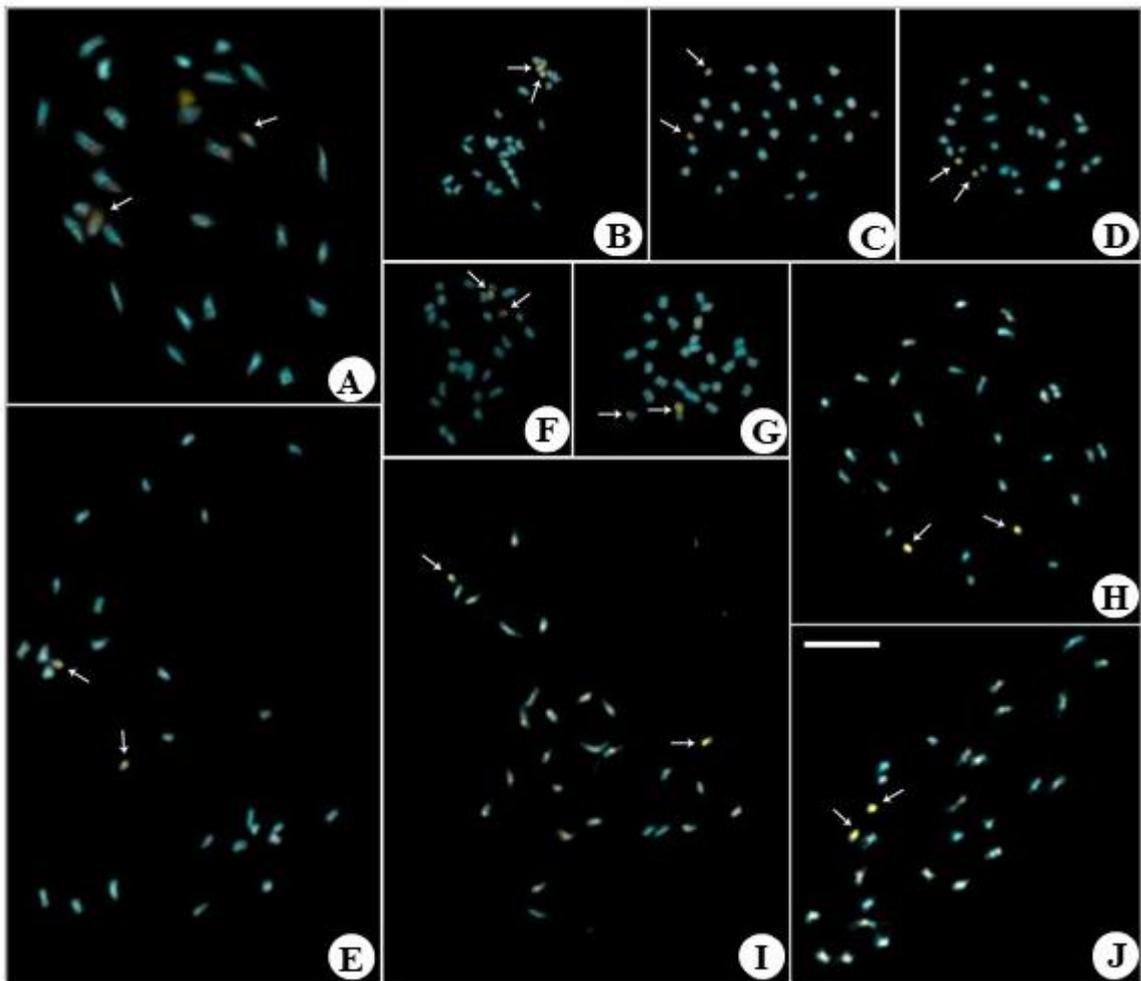
Germany). As imagens foram editadas com o uso do software Adobe Photoshop CS3 Extended Version 10.0. As dimensões cromossômicas foram realizadas com o auxílio do software DRAWID versão 0.26 (<http://drawid.xyz/>; KIROV et al., 2017) e a morfologia cromossômica determinada de acordo com Guerra (1986).



**Figura 1.** Características morfológicas de *Crateva tapia*: A. Detalhe do hábito arbóreo, B. Detalhe da inflorescência, C. Detalhe do fruto; D. Localização geográfica das populações amostradas.

### 3 RESULTADOS

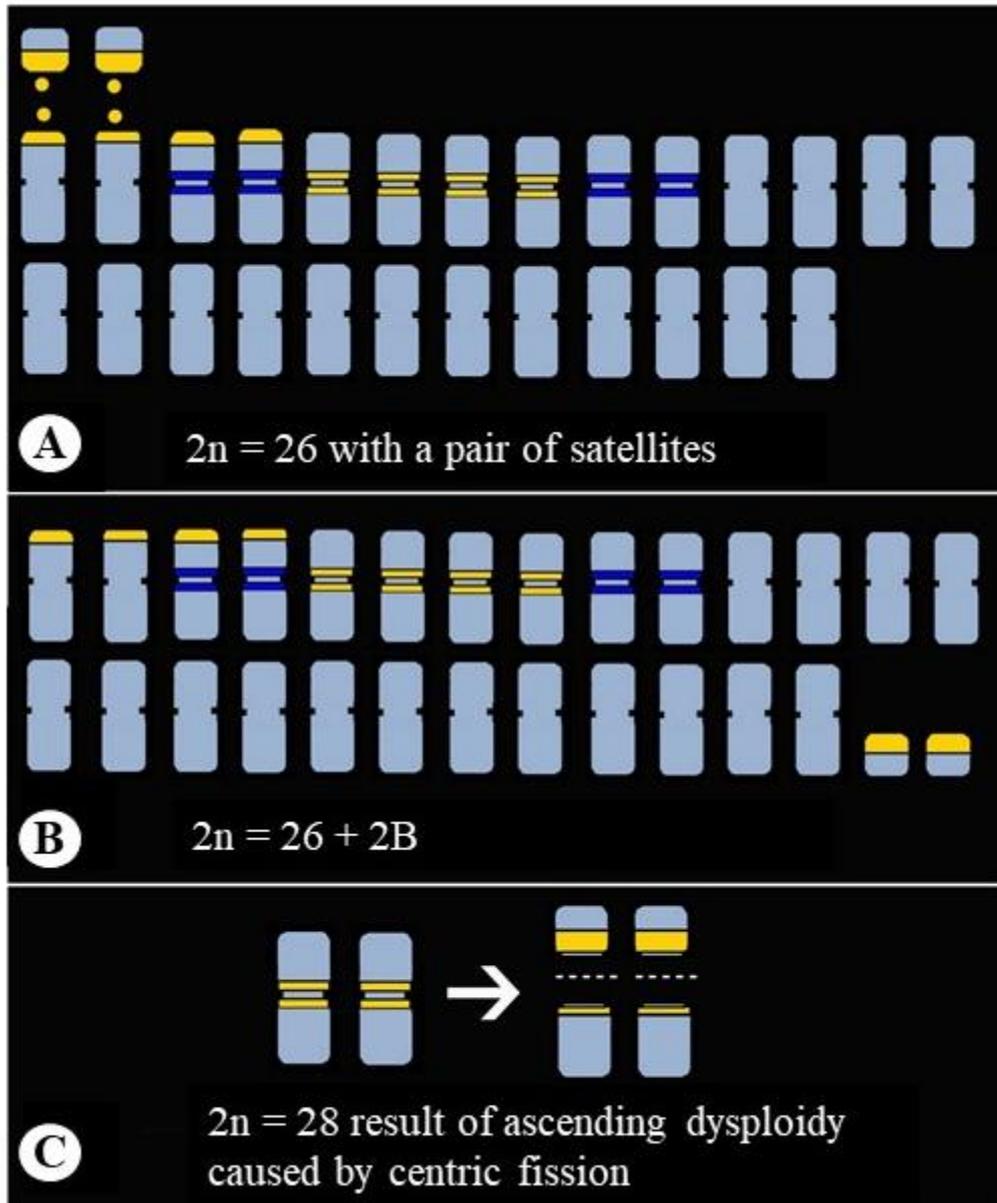
O cariótipo dos indivíduos analisados de *C. tapia* apresentaram-se relativamente simétricos, com cromossomos pequenos (tamanho médio de 1,40  $\mu\text{m}$ ), metacêntricos a submetacêntricos. Em todos os indivíduos frequentemente foi observado a ocorrência de estruturas semelhantes a pequenos cromossomos ( $\sim 1,10 \mu\text{m}$ ), parcialmente heterocromático CMA<sup>+</sup> (Figura 2, setas). Essas estruturas podem ser interpretadas como satélites de RONS distendidas ( $2n = 26$ ), como cromossomos Bs ( $2n = 26 + 2B$ ) ou mesmo como cromossomos As resultantes de fissão cêntrica e displóidia ( $2n = 26 \rightarrow 2n = 28$ ) (Figura 3).



**Figura 2.** Células mitóticas em indivíduos de diferentes populações de *Crateva tapia*: A-D. Cuité de Mamanguape, E. Umbuzeiro, F-G. Remígio, H. Esperança, I. Juarez Távora, J. Esperança, estado da Paraíba. Setas indicam estruturas semelhantes a pequenos cromossomos. Barra de escala em J corresponde a 10  $\mu\text{m}$ .

Em relação ao padrão de bandas heterocromáticas foi verificada a ocorrência de regiões ricas em pares de base GC (CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup>) localizadas na região terminal, um total de seis bandas (duas grandes e quatro pequenas), e na região proximal de alguns pares cromossômicos.

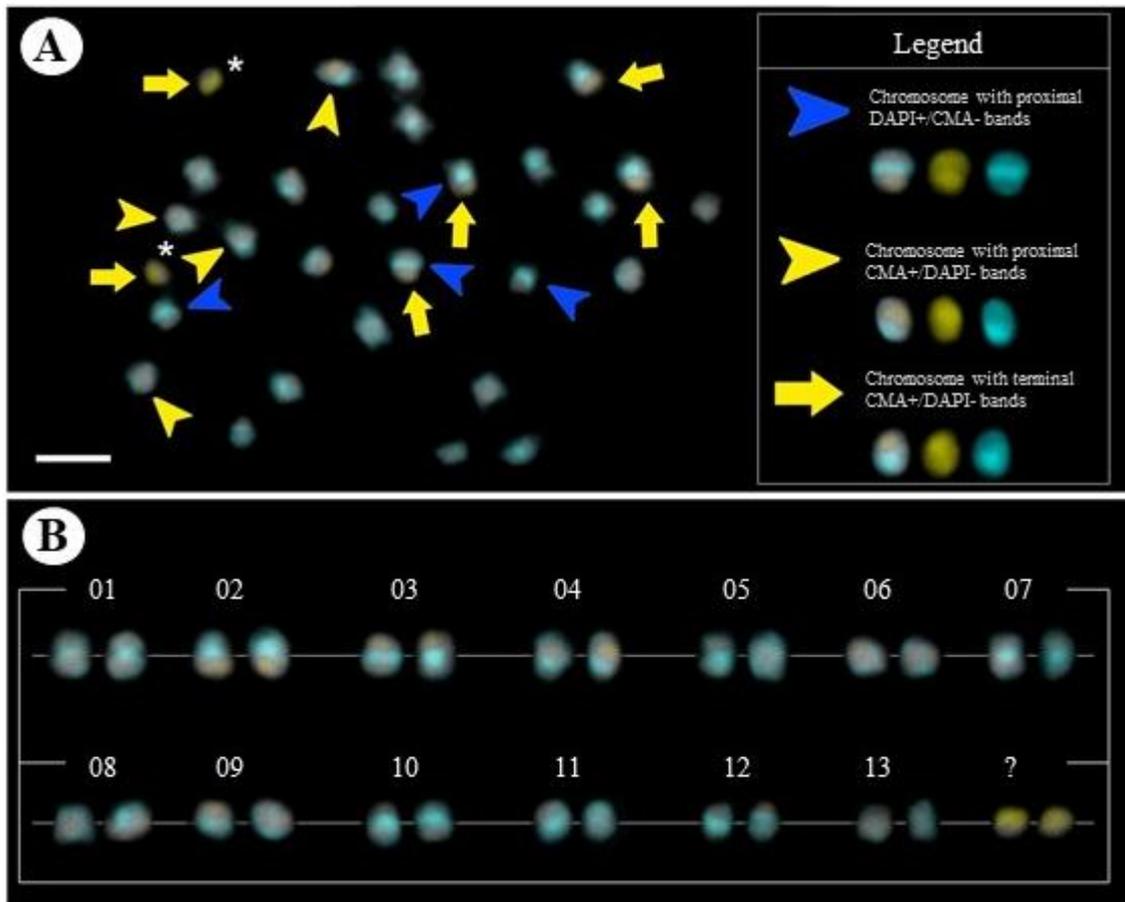
Regiões ricas em pares de base AT (DAPI<sup>+</sup>/CMA<sup>-</sup>) localizadas na região proximal de alguns indivíduos, também foram observadas (Figura 4). O padrão de bandas foi constante em relação as bandas CMA grandes, mas variou, provavelmente em decorrência das limitações da técnica, em relação as bandas CMA e DAPI pequenas, bandas que sempre foram mais bem visualizadas nas células prometáfásicas.



**Figura 3.** Diferentes hipóteses cariológicas para as estruturas semelhantes a pequenos cromossomos parcialmente heterocromáticos CMA<sup>+</sup> de *Crateva tapia* e possíveis números cromossômicos para a espécie conforme cada hipótese. Tamanho e morfologia dos cromossomos não foram considerados.

Análises da meiose em células mãe de grãos de pólen revelaram meiose regular, com ocorrência de 13 bivalentes na metáfase I e 13 cromossomos em "X" nos dois polos da metáfase II (Figura 5 A-B).

Análises da distribuição dos sítios de DNAr em células mitóticas revelaram a ocorrência de dois sítios de DNAr 5S na região proximal e dois sítios de DNAr 35S na região subterminal correspondente às RONs. Os sítios de DNAr 35S foram colocalizados com bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> terminais grandes, enquanto os sítios DNAr 5S colocalizaram com pequenas bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> proximais pequenas (Figura 5 C-D).



**Figura 4.** Distribuição da heterocromatina (A) e cariograma (B) em *Crateva tapia* (Indivíduo da população de Cuité de Mamanguape). Asteriscos (\*) em A apontam estruturas semelhantes a pequenos cromossomos parcialmente heterocromáticos CMA<sup>+</sup>. Barra de escala em A corresponde a 2,5  $\mu$ m.

#### 4 DISCUSSÃO

Registros de números cromossômicos para *Crateva* reportaram  $2n = 26$  para *C. nurvala* e *C. religiosa* (KUMAR, 1987; RICE et al., 2015), além da ocorrência de cromossomos Bs (26 + 0-3Bs) em *C. nurvala* (GILL; BIR; SINGHAL, 1981). Em *C. tapia* observou-se a presença

de estruturas semelhantes a pequenos cromossomos quase totalmente heterocromáticos CMA<sup>+</sup>/DAPI, e diferentes fenômenos cariológicos podem explicar a ocorrência dos mesmos (Figura 4).

Essas estruturas podem corresponder a satélites com constrictões secundárias extensamente distendidas formadas por regiões organizadoras de nucleólos (RONS) [Figura 4A]. As RONS são constituídas especialmente por sequências de DNA repetitivo e podem variar em forma e tamanho entre diferentes espécies, dentro de uma mesma espécie, ou entre células de um mesmo indivíduo (MCSTAY, 2016). Análises citogenéticas em algumas Capparaceae, como *N. longifolium*, apresentam visualmente um cariótipo formado por  $2n = 18$  com um par de cromossomos pequenos em relação aos demais (CORDEIRO et al., 2017). Contudo, conforme esses autores, a análise empregando fluorocromos CMA/DAPI revela que os pequenos cromossomos constituem em regiões organizadoras de nucleólos (RONS) extensamente distendidas, mas com constrictões secundárias nem sempre visualizadas, constituindo na realidade  $2n = 16$ .

Outra hipótese para esta estrutura no cariótipo de *C. tapia* seria considerar os mesmos como cromossomos B (Figura 4B). Cromossomos B tendem a ter tamanho menor quando comparados aos cromossomos do complemento A, além de serem comumente heterocromáticos (CAMACHO; SHARBEL; BEUKEBOOM, 2000; BANAEI-MOGHADDAM et al., 2014). Em muitos casos, cromossomos B tendem a ocorrer de forma interespecífica, conforme verificado em *Picea* A. Dietr. (Pinaceae) [LOCKWOOD et al., 2013], *Calochortus* Pursh (Liliaceae) [D'AMBROSIO et al., 2017] e *Anthurium* Schott (Araceae) [NASCIMENTO et al., 2019]. O registro de cromossomos B em *C. nurvala* (GILL; BIR; SINGHAL, 1981) não descarta a ocorrência deste fenômeno em outras espécies do gênero, incluindo *C. tapia*.

A terceira hipótese seria considerar esta estrutura como cromossomos do complemento A ( $2n = 28$ ). A justificativa para seu pequeno tamanho seria o resultado de eventos de fissão cêntrica entre dois cromossomos metacêntricos portadores de bandas CMA<sup>+</sup> proximais (Figura 4C). Este fenômeno resultaria em uma disploidia ascendente de  $2n = 26$  para  $2n = 28$ . De forma geral, a disploidia está entre os atributos mais importantes do cariótipo vinculados à evolução dos grupos de plantas (STEBBINS, 1971; GUERRA, 2008; SCHUBERT; LYSAK, 2011). A disploidia ascendente, embora menos comum, pode ser encontradas em determinados grupos das famílias Asteraceae (VILATERSANA et al., 2000), Orchidaceae (OLIVEIRA et al., 2015; MORAES et al., 2016) e Bignoniaceae (CORDEIRO et al., 2020).

Análises de células meióticas de *C. tapia* demonstram meiose regular, onde se observa a ocorrência de 13 cromossomos bivalentes na Prófase I, assim como distribuição

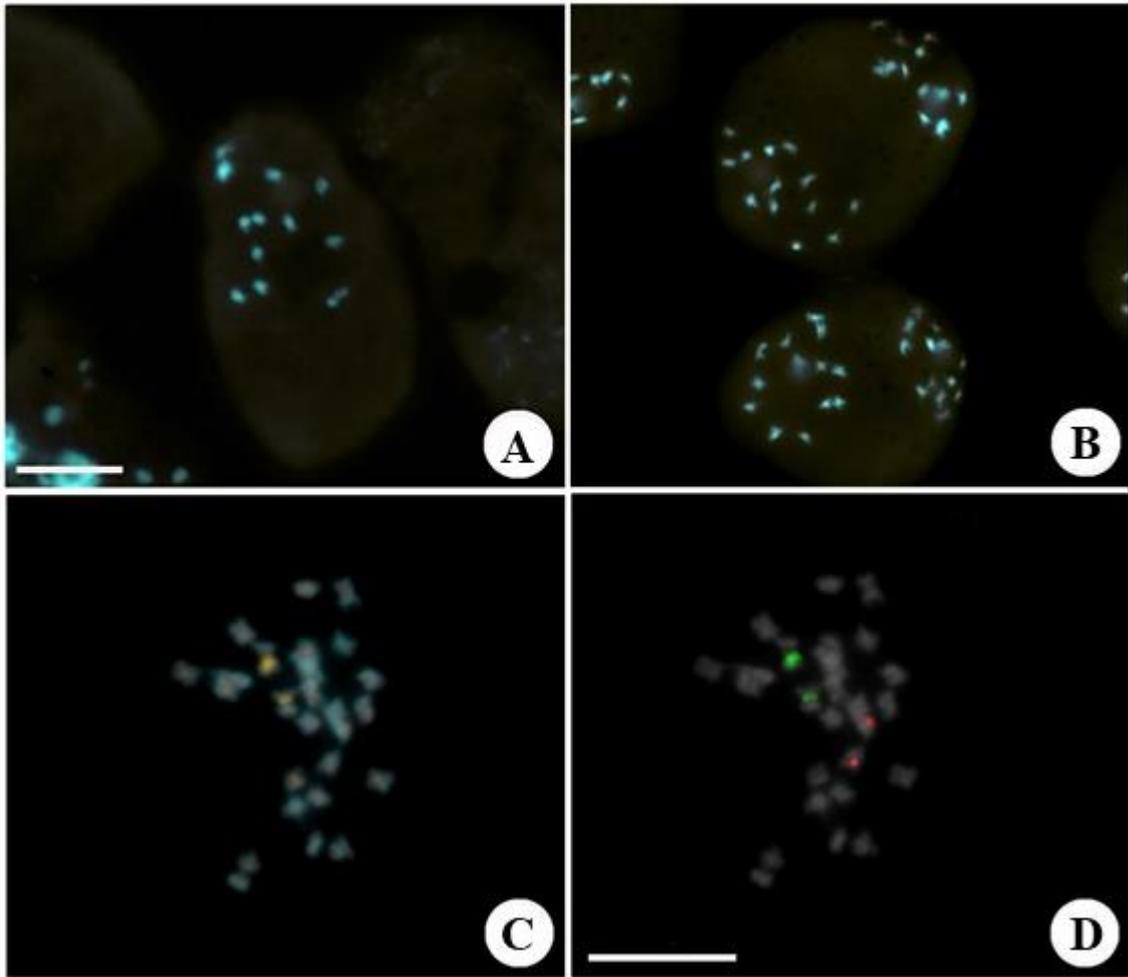
cromossômica regular de 13:13 na Telófase I. A regularidade no pareamento cromossômico na anáfase I ajuda a descartar a hipótese de cromossomo B para a espécie, tendo em vista que estes tipos de cromossomos geralmente falham em parear durante a meiose e se apresentam como cromossomos tardios ou se destacam como regiões diferenciadas (HOUBEN; CARCHILAN, 2012). Além disso, cromossomos B tendem a aparecer de forma variável, seja em relação ao número ou mesmo na composição de heterocromatina entre diferentes indivíduos (HOUBEN; CARCHILAN, 2012; NASCIMENTO et al., 2019), fato não observado entre diferentes indivíduos de *C. tapia*.

A análise da distribuição de sítios de DNAr 35S e 5S, assim como a ocorrência de 13 cromossomos bivalentes em células meióticas, também elimina a hipótese de disploidia ascendente causada por fissão cêntrica ( $2n = 28$ ). Em muitos grupos de plantas que passam por eventos de disploidia, sítios de DNAr tendem a marcar resquícios de rearranjos estruturais (pontos de quebra, translocação, inversão) [GUERRA, 2008; SOUZA et al., 2012; SOUSA; CUSIMANO, RENNER, 2014]. Em *C. tapia*, contudo, o uso da FISH revelou um padrão comum para a maioria das espécies diploide de Angiospermas, dois sítios 35S e 5S, (revisado por OVALLE, 2011), sem evidências de variações estruturais. Assim,  $2n = 26$  é confirmado como número diploide de *C. tapia*.

A hipótese mais aceita, conforme a análise conjunta de células meióticas e distribuição de sítios de DNAr 35S e 5S, seria considerar as estruturas semelhantes a pequenos cromossomos parcialmente heterocromáticos  $CMA^+$  em *C. tapia* como um par de satélites com constrições secundárias não visualizadas. A ocorrência deste mesmo fenômeno em *N. longifolium* (CORDEIRO et al., 2017) demonstra que variações cariotípicas como cromossomos B e disploidia em *Crateva*, ou mesmo para Capparaceae, merecem ser adequadamente analisadas, pois podem corresponder a outros elementos não perceptíveis usando análises convencionais.

O padrão de heterocromatina em *C. tapia* aparece marcado pela presença de bandas heterocromáticas ricas em GC (seis terminais e quatro proximais) e AT (quatro proximais) em todos os indivíduos das populações analisadas. Na citogenética vegetal, o padrão de bandas heterocromática mais comum é constituído especialmente por duas bandas  $CMA^+$  terminais correspondentes às regiões organizadoras de nucléolos (RONs) [GUERRA, 2000; CORDEIRO et al., 2017]. Comumente, diversos grupos de plantas podem apresentar diferenças no padrão de bandas heterocromáticas entre diferentes espécies do mesmo gênero (variação interespecífica) ver, por exemplo, Almeida et al. (2016), Hizume; Yamasaki, Kan (2016), Cordeiro et al. (2020). Não raramente, diferentes indivíduos de uma mesma espécie ou de

diferentes populações também podem apresentar variações no padrão de bandas CMA/DAPI (variação intraespecífica), como nos trabalhos desenvolvidos por Dematteis; Fernández; Acosta, (2006) e Nascimento et al. (2019). Em *C. tapia*, contudo, não foram verificadas variações intraespecíficas no padrão de bandas CMA/DAPI entre os indivíduos das populações analisadas, embora em células de prometáfase ocasionalmente se observe algumas regiões pericentroméricas mais fortemente coradas com DAPI ou CMA.



**Figura 5.** Análises de células meióticas em *Crateva tapia* (A e B) e análises de células mitóticas com uso do bandeamento CMA/DAPI (C) e FISH (D). A. Profase I mostrando 13 bivalentes; B. Telófase I mostrando 13:13 cromossomos; C. Bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup> (amarelo); Sítios de DNAr 35S (verde) e 5S (vermelho). Barras de escala em B e D correspondem a 10  $\mu$ m.

## 5 CONCLUSÕES

O cariótipo de *C. tapia* é marcado por cromossomos pequenos e relativamente simétricos;

*C. tapia* é caracterizada pela ocorrência de bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> localizadas na região terminal (seis) e proximal (quatro), e bandas DAPI<sup>+</sup>/CMA<sup>-</sup> localizadas na região proximal (quatro);

As análises de células meióticas confirmaram a ocorrência de 13 cromossomos bivalentes em *C. Tapia* e análises da distribuição de DNAr confirmaram a ocorrência de dois sítios 5S e dois sítios 35S, sem evidências de rearranjos estruturais;

O número cromossômico da espécie é  $2n = 26$  e as estruturas semelhantes a pequenos cromossomos correspondem a satélites e RONS distendidas nos indivíduos analisados.

## 6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. M. et al. A New Species of *Ameroglossum* (Scrophulariaceae) growing on inselbergs in Northeastern Brazil. **Systematic Botany**, Ohio, v. 41, n. 2, p. 423-429, jun. 2016.

ALVES, E. U. et al. Drying on the germination and vigor of *Crataeva tapia* L. seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 9, p. 1-9, ago. 2017.

BANAEI-MOGHADDAM, A.M. et al. Genes on B chromosomes: old questions revisited with new tools. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1849, n. 1, p. 64-70, jan. 2014.

BFG (Brazilian Flora Group). Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, jan. 2015.

BOGUNIĆ, F. et al. Different karyotype patterns among allopatric *Pinus nigra* (Pinaceae) populations revealed by molecular cytogenetics. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 13, n. 1, p. 194-200, jan. 2011.

CABRAL, D. L. V. et al. Modulatory activity and chemical profile of a hidroalcoholic extract of *Crataeva tapia* L. African Journal of Microbiology Research, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 326-331, fev. 2015.

CAMACHO, J. P. M.; SHARBEL, T. F.; BEUKEBOOM, L.W. B-chromosome evolution. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, Londres, v. 355, n. 1394, p. 163-178, fev. 2000.

CARVALHO, R.; DAMASCENO-JUNIOR, G. S.; FARINACCIO, M. A. Capparaceae do chaco brasileiro. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 8-19, dez. 2016.

CORDEIRO, J. M. P. et al. Heterochromatin and numeric chromosome evolution in Bignoniaceae, with emphasis on the Neotropical clade *Tabebuia* alliance. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 43, n. 1, e20180171, p. 1-11, feb. 2020.

CORDEIRO, J. M. P. et al. IAPT/IOPB chromosome data 24. **Taxon**, Viena, v. 66, n. 1, p. 275-277, fev. 2017.

CORNEJO, X.; ILTIS, H. H. Capparaceae. In: **Flora de Jalisco y áreas colindantes**, fascículo 25, p.71, 2012.

CORNEJO, X.; ILTIS, H. H. A Revision of the American species of the genus *Crateva* (Capparaceae). **Harvard Papers in Botany**, Cambridge, v.13, n. 1, p. 121-135, jun. 2008.

D'AMBROSIO, U. et al. B-chrom: a database on B-chromosomes of plants, animals and fungi. **New Phytologist**, Cambridge, v. 216, n. 3, p. 635-642, jul. 2017.

DEMATTEIS, M.; FERNÁNDEZ, A.; ACOSTA, A. D. Heterochromatin variation in *Ozioroë argentinensis* (Hyacinthaceae) revealed by florescent banding. **Caryologia**, Oxford, v. 59, p. 104-111, jan. 2006.

FARHAT, P. et al. Genome size variation and polyploidy in the geographical range of *Juniperus sabina* L. (Cupressaceae). **Botany Letters**, [S.l.], v. 166, n. 2, p. 134-143, dez. 2019.

FELIX, W. J. et al. Intrapopulational chromosome number variation in *Zephyranthes sylvatica* Baker (Amaryllidaceae: Hippeastreae) from Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 371-375, abr/jun. 2008.

GILL, B. S.; BIR, S. S.; SINGHAL, V. K. In: LÖVE, A. (edt.). Chromosome number reports LXXI. **Taxon**, Viena, v. 30, n. 2, p. 513-514, mai. 1981.

GUERRA, M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. **Cytogenetic and Genome Research**, Basel, v. 120, n. 3-4, p. 339-350, mai. 2008.

GUERRA, M.; SOUZA, M. J. **Como observar cromossomos**: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. 131 p.

GUERRA, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 4, p. 1029-1041, dez. 2000.

GUERRA, M. Reviewing the chromosome nomenclature of Levan et al. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 4, p.741-743, 1986.

HALL, J. C. Systematics of Capparaceae and Cleomaceae: evaluation of the generic delimitations of Capparis and Cleome using plastid DNA sequence data. **Botany**, Ottawa, v. 86, n. 7, p.682-696, jul. 2008.

HALL, J. C., SYTSMA, K. J.; ILTIS, H. H. Phylogeny of Capparaceae and Brassicaceae based on chloroplast sequence data. **American Journal of Botany**, Lancaster, v. 89, n. 11, p. 1826-1842, nov. 2002.

HIZUME, M.; YAMASAKI, Y.; KAN, M. Fluorescent chromosome banding patterns in six species of *Abies*, Pinaceae. **Cytologia**, Tóquio, v. 81, n. 1, p. 61-67, mar. 2016.

HOUBEN, A.; CARCHILAN, M. Plant B chromosomes: what makes them different? In: BASS, H. W.; BIRCHLER, J. A. **Plant cytogenetics**: genome structure and chromosome function. Springer: New York, 2012. p. 59-77.

KIROV, I. et al. DRAWID: user-friendly java software for chromosome measurements and idiogram drawing. **Comparative Cytogenetics**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 747-757, nov. 2017.

KUMAR, V. Chromosome atlas of flowering plants of the Indian subcontinent. **Botanical Survey of India**, Calcutta, v. 26, 1987, 464 p.

LOCKWOOD, J. D. et al. A new phylogeny for the genus *Picea* from plastid, mitochondrial, and nuclear sequences. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 717-727, dec. 2013.

LOIOLA, M. I. B; SOUZA, S. S. G. Ampliando o conhecimento sobre a flora fanerogâmica do Ceará. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, v. 36, p. 137-148, out. 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 384 p.

LYSAK, M. Brassicales: an update on chromosomal evolution and ancient polyploidy. **Plant Systematics and Evolution**, Nova Iorque, v. 304, p. 757-762, abr. 2018.

MCSTAY, B. Nucleolar organizer regions: genomic ‘dark matter’ requiring illumination. **Genes & Development**, Cold Spring Harbor, v. 30, n. 14, p. 1598-1610, jul. 2016.

MORAES, A. P. et al. Detecting mechanisms of karyotype evolution in *Heterotaxis* (Orchidaceae). **Plos One**, São Francisco, v. 11, n. 11, nov. p.1-18, 2016.

NASCIMENTO, S. et al. Chromosomal variability in Brazilian species of *Anthurium* Schott (Araceae): heterochromatin, polyploidy, and B chromosomes. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 42, n. 3, p. 635-642, nov. 2019.

NÓBREGA, S. R. et al. Chromosome variations and diversity of *Epidendrum ibaguense* Lindl. (Orchidaceae) on the Tepequém’s Tepuy, Roraima, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, gmr16039754, p. 1-7, sep. 2017.

NUNES, E. N. et al. Local botanical knowledge of native foodplants in the semiarid region of Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [S.l.], v. 14, n. 49, p. 1-13, jul. 2018.

OLIVEIRA, I. G. et al. Chromosomal evolution in Pleurothallidinae (Orchidaceae: Epidendroideae) with an emphasis on the genus *Acianthera*: chromosome numbers and

heterochromatin. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 178, p. 102-120, apr. 2015.

OVALLE, F. R. **Análise da distribuição dos sítios de DNA ribossomal 5S e 45S em cariótipos de espécies vegetais**. 2011. 203 f. Tese. (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

PEDROSA-HARAND, A.; VALEJJOS, E.; BACHMAIR, A. Integration of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) linkage and chromosomal maps. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 106, n. 2, p. 205-212, feb. 2003.

RAMSEY, J.; RAMSEY, T. S. Ecological studies of polyploidy in the 100 years following its discovery. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v. 369, n. 1648, p. 1-20, aug. 2014.

RICE, A. et al. The Chromosome Counts Database (CCDB) a community resource of plant chromosome numbers. **New Phytologist**, Cambridge, v. 206, n. 1, p. 19-26, apr. 2015.

SCHUBERT, I.; LYSAK, M. A. Interpretation of karyotype evolution should consider chromosome structural constraints. **Trends in Genetics**, [S.l.] v. 27, n. 6, p. 207-216, jun. 2011.

SOARES NETO, R. L. et al. Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae. **Rodriguésia**, v. 65, n. 3, p. 671-684, jul./set. 2014.

SOUSA, A.; CUSIMANO, N.; RENNER, S. S. Combining FISH and model-based predictions to understand chromosome evolution in *Typhonium* (Araceae). **Annals of Botany**, London, v. 113, n. 4, p. 669-680, mar. 2014.

SOUZA, L. G. R. et al. Cytogenetic and molecular evidence suggest multiple origins and geographical parthenogenesis in *Nothoscordum gracile* (Alliaceae). **Annals of Botany**, London, v. 109, n. 5, p. 987-999, feb. 2012.

STEBBINS, G. L. **Chromosomal evolution in higher plants**. London: Edward Arnold. v. 48. 1971. 216 p.

VILATERSANA, R. et al. Karyology, generic delineation and dysploidy in the genera *Carduncellus*, *Carthamus* and *Phonus* (Asteraceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 134, n. 3, p. 425-438, nov. 2000.

XAVIER, M. E. V. et al. Potencial antioxidante e alelopático de *Crataeva tapia* L. **Diversitas Jornal**, Santana do Ipanema, v. 4, n. 1, p. 306-318, fev. 2019.

ZHANG, F. et al. Structural Studies of the interaction of *Crataeva tapia* bark protein with heparin and other glycosaminoglycans. *Biochemistry*, [S.l.], v. 52, n.12, p. 2148-2156, mar. 2013.

## 7 CONCLUSÕES GERAIS

Em *Crateva tapia* L. há variabilidade entre árvore matriz e progênie, alta variabilidade no tamanho e massa fresca de sementes;

O maior tamanho e massa fresca de frutos foi obtido nas árvores matrizes M4 e M7 provenientes do município de Esperança-PB, a maior quantidade média de sementes e elevada qualidade fisiológica destas são daquelas da árvore matrizes M7;

Os frutos de *C. tapia* são anfisarcídios, com pericarpo suculento, coloração amarela externamente e branca internamente;

As sementes de *C. tapia* são exalbuminosas, de formato reniforme, coloração marrom e bitegmentadas, cujo embrião é cotiledonar com o eixo hipocótilo-radícula pouco diferenciado;

O processo de embebição das sementes de *C. tapia* segue o padrão trifásico nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C e a embebição das sementes em temperatura de 30 °C é mais favorável ao processo germinativo;

A germinação das sementes de *C. tapia* é epígea-fanerocotiledonar, as plântulas têm raízes axial de coloração branca contendo pelos absorventes e a planta jovem tem desenvolvimento relativamente rápido;

O cariótipo de *C. tapia* é marcado por cromossomos pequenos e relativamente simétricos;

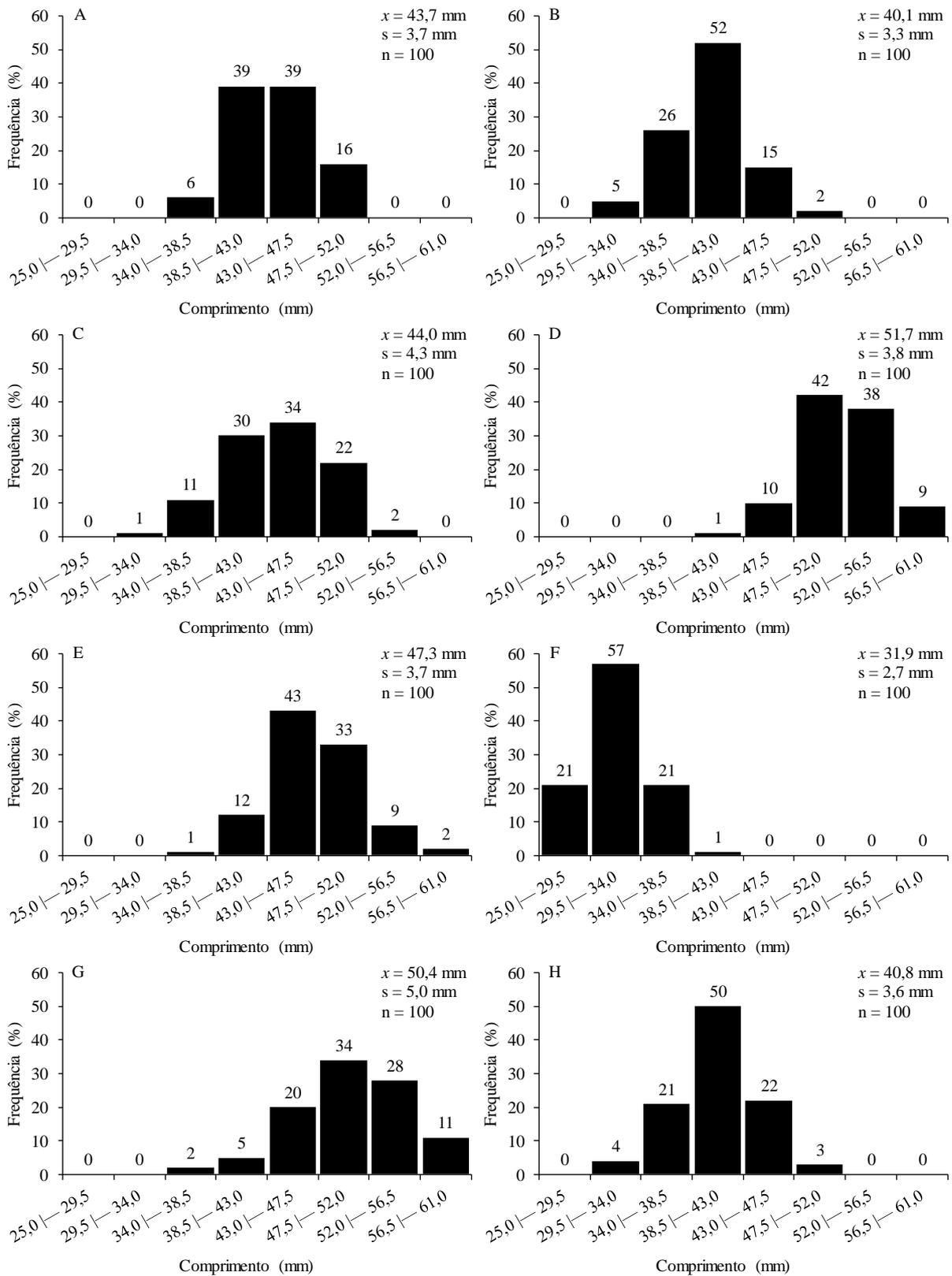
O padrão de heterocromatina é caracterizado pela ocorrência de bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> localizadas na região terminal ou proximal, além de bandas DAPI<sup>+</sup>/CMA<sup>-</sup> localizadas na região proximal;

Análises de células meióticas confirmaram a ocorrência de 13 cromossomos bivalentes em *C. tapia*. Análises da distribuição de DNAr revela a ocorrência de dois sítios 5S e dois sítios 35S, sem evidências de rearranjos estruturais;

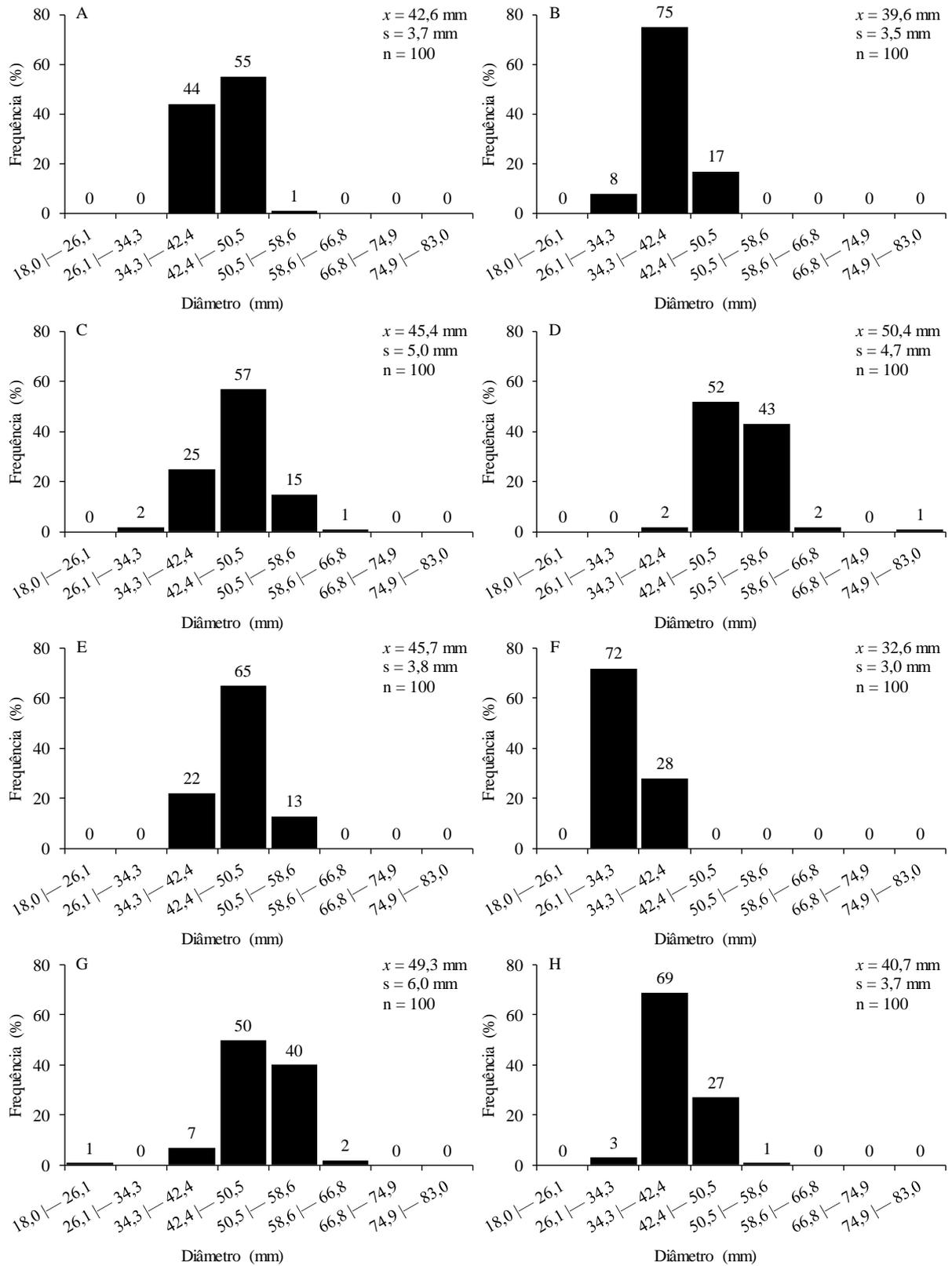
O número cromossômico da espécie é  $2n = 26$  e as estruturas semelhantes a pequenos cromossomos correspondem a satélites e RONS distendidas nos indivíduos analisados.

**ANEXOS**

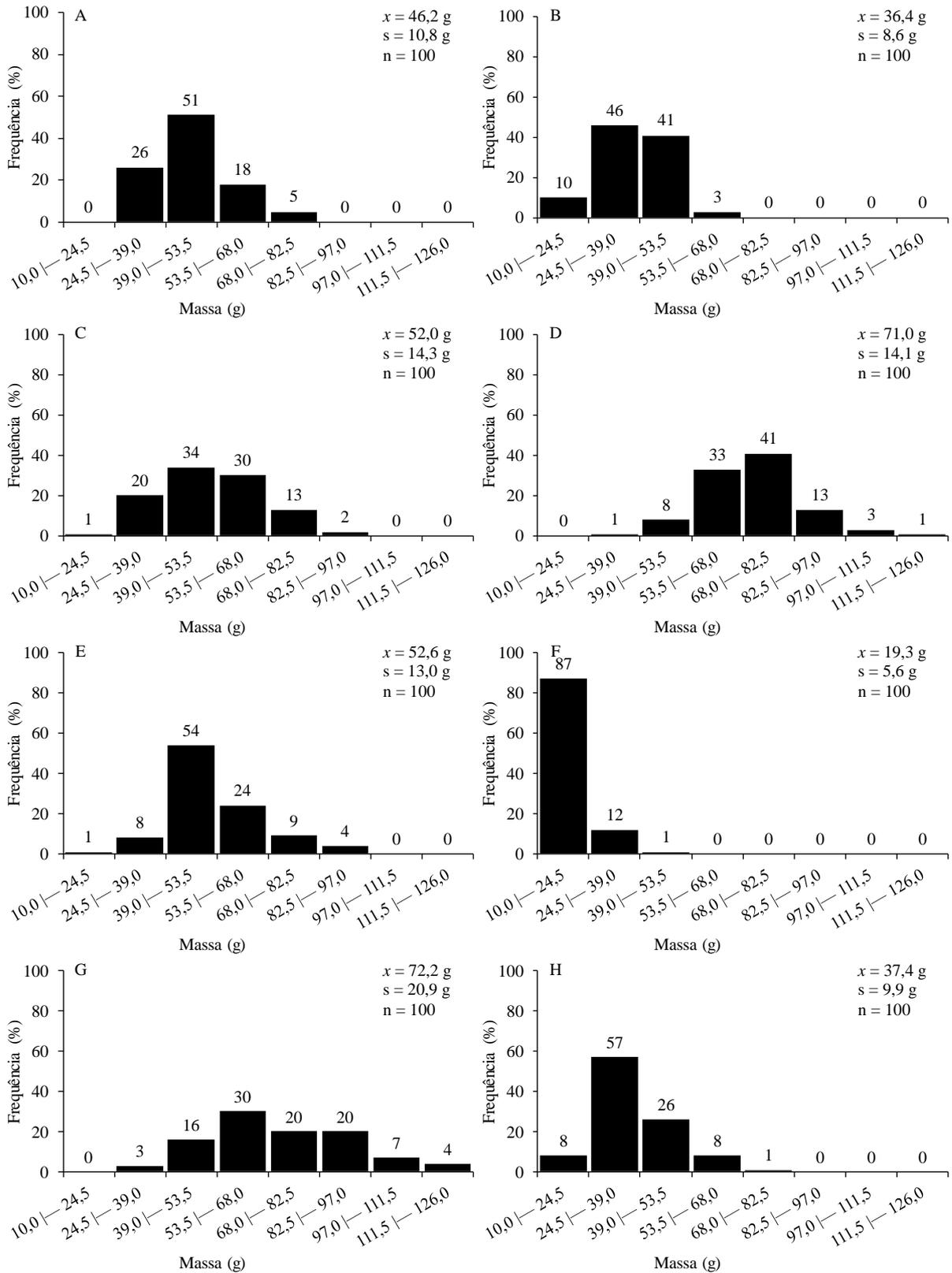
**ANEXO A – BIOMETRIA DE FRUTOS DE ÁRVORES MATRIZES DE *Crateva tapia***



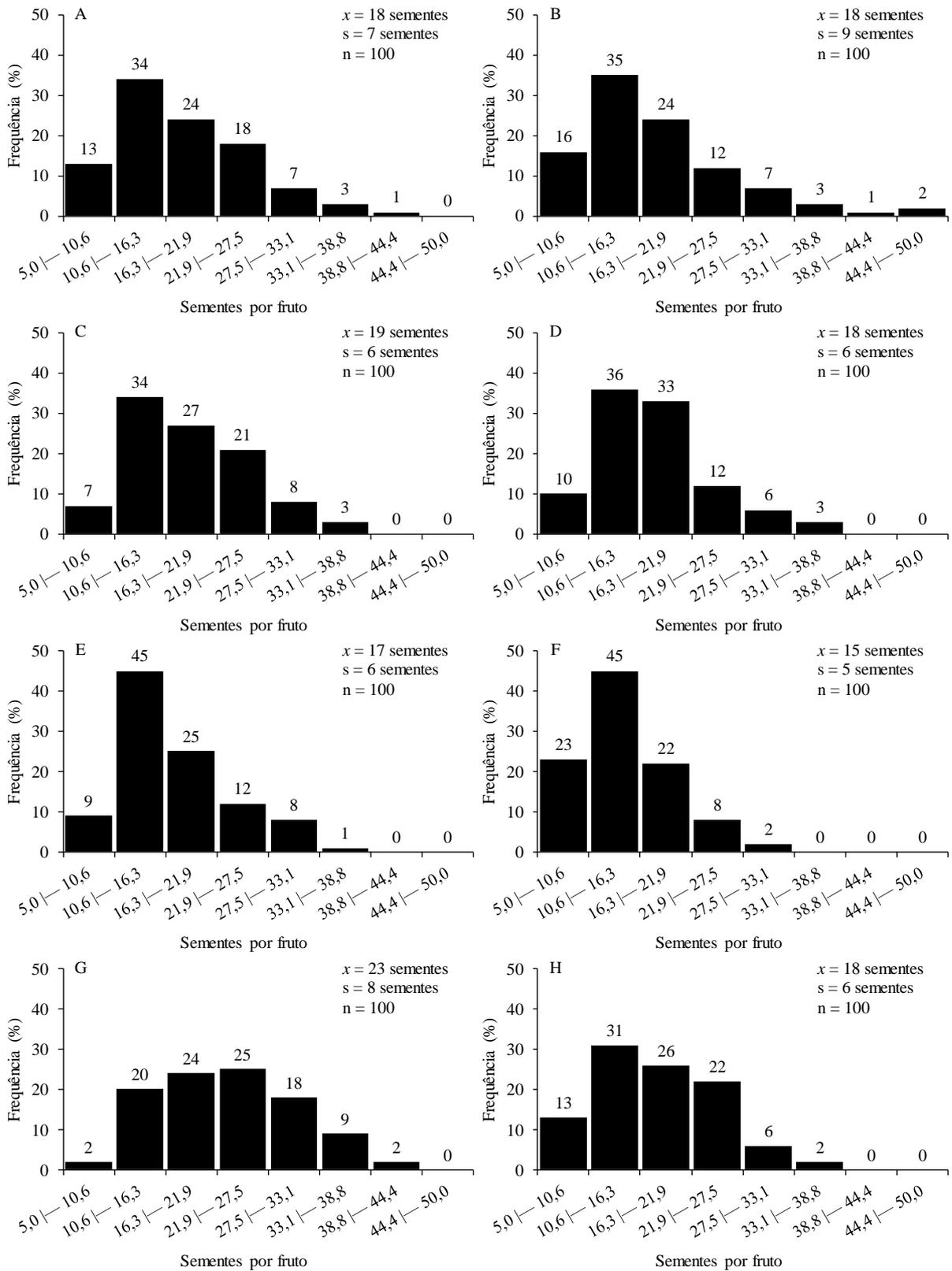
**Figura 1.** Classes de frequência, média (x) e desvio padrão (s) do comprimento de frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*.



**Figura 2.** Classes de frequência, média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão ( $s$ ) do diâmetro de frutos de árvores matrizes de *Cratogeomys merriami*

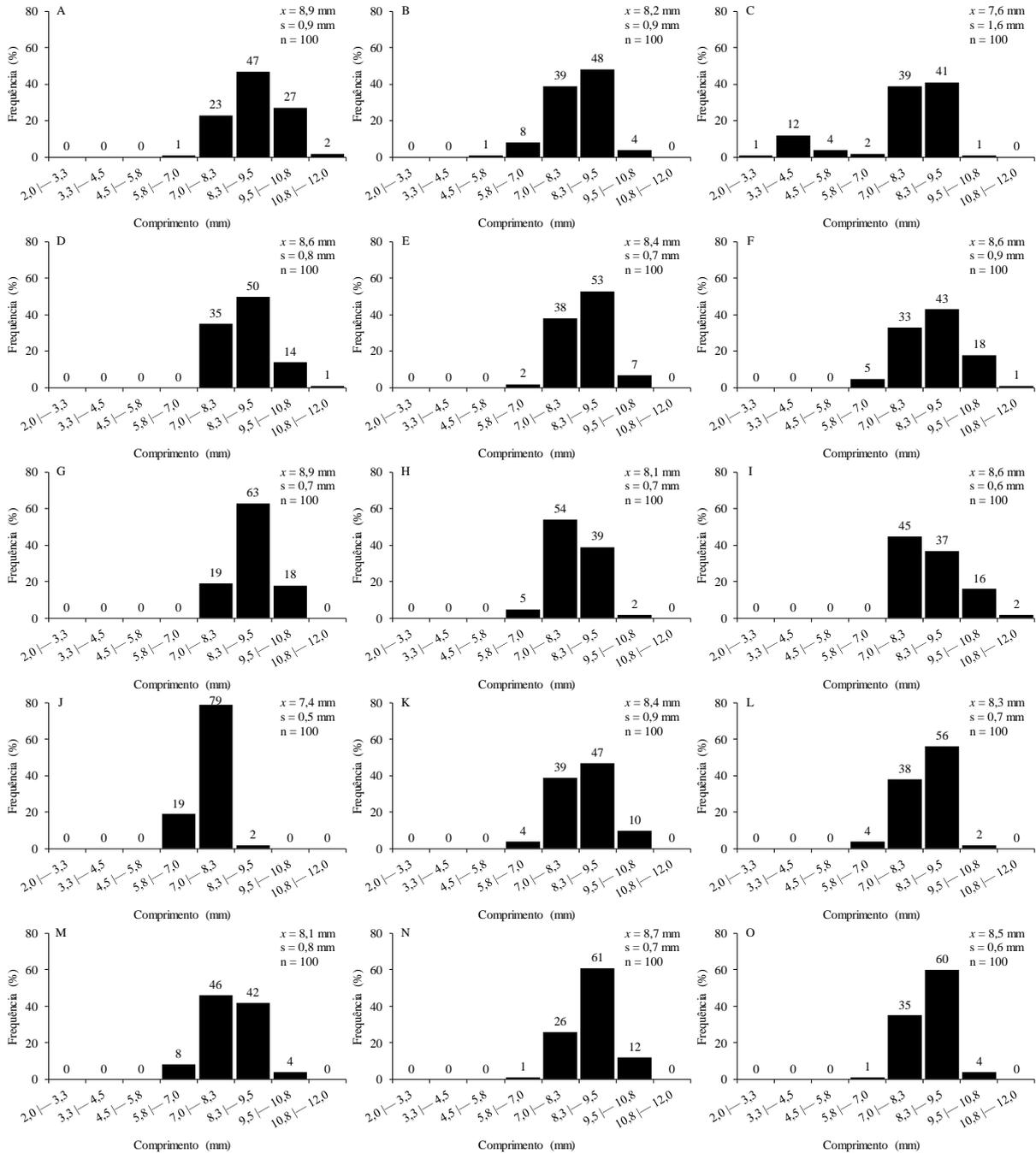


**Figura 3.** Classes de frequência, média ( $x$ ) e desvio padrão ( $s$ ) da massa de frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*

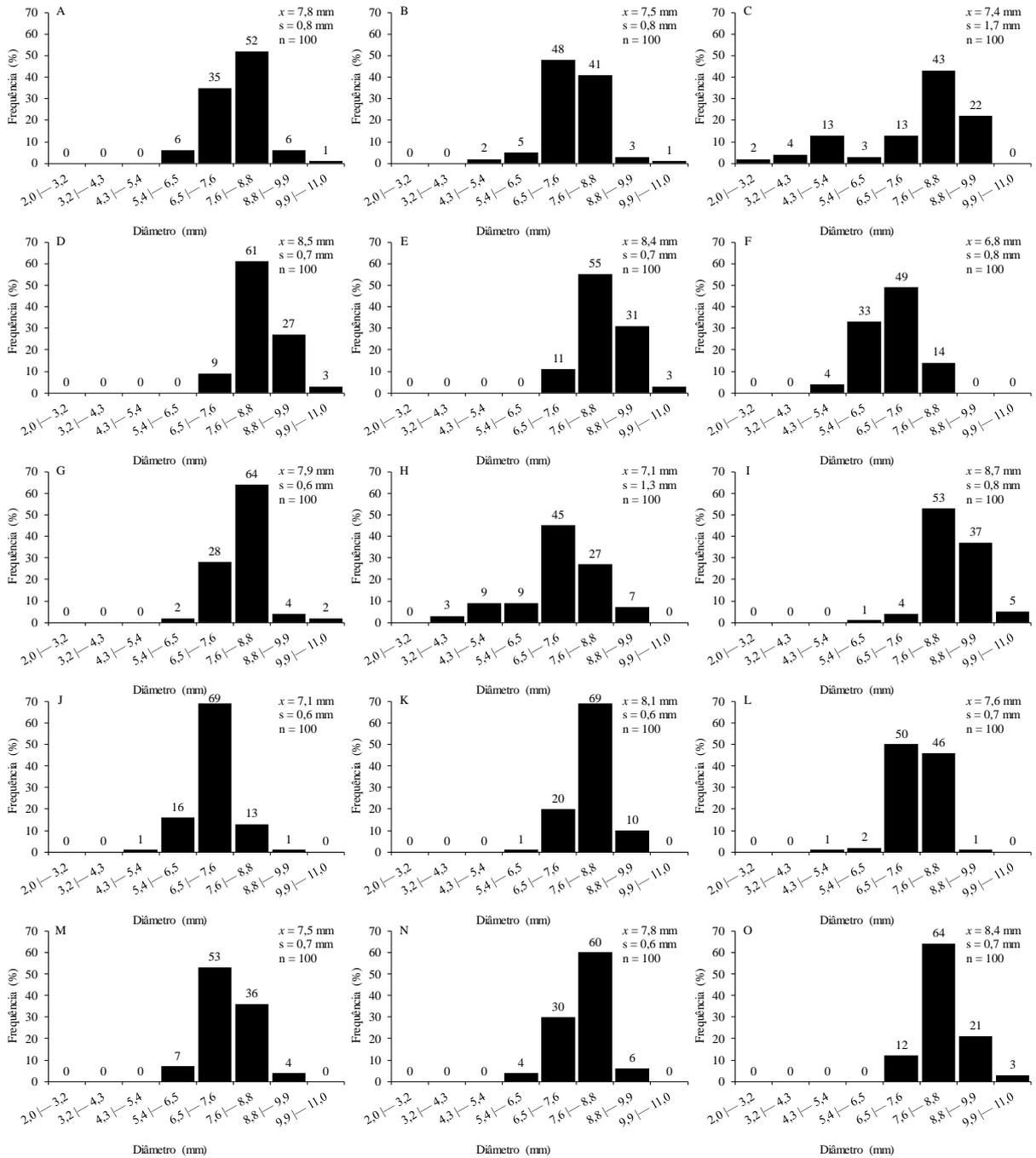


**Figura 4.** Classes de frequência, média (x) e desvio padrão (s) do número de sementes em frutos de árvores matrizes de *Crateva tapia*

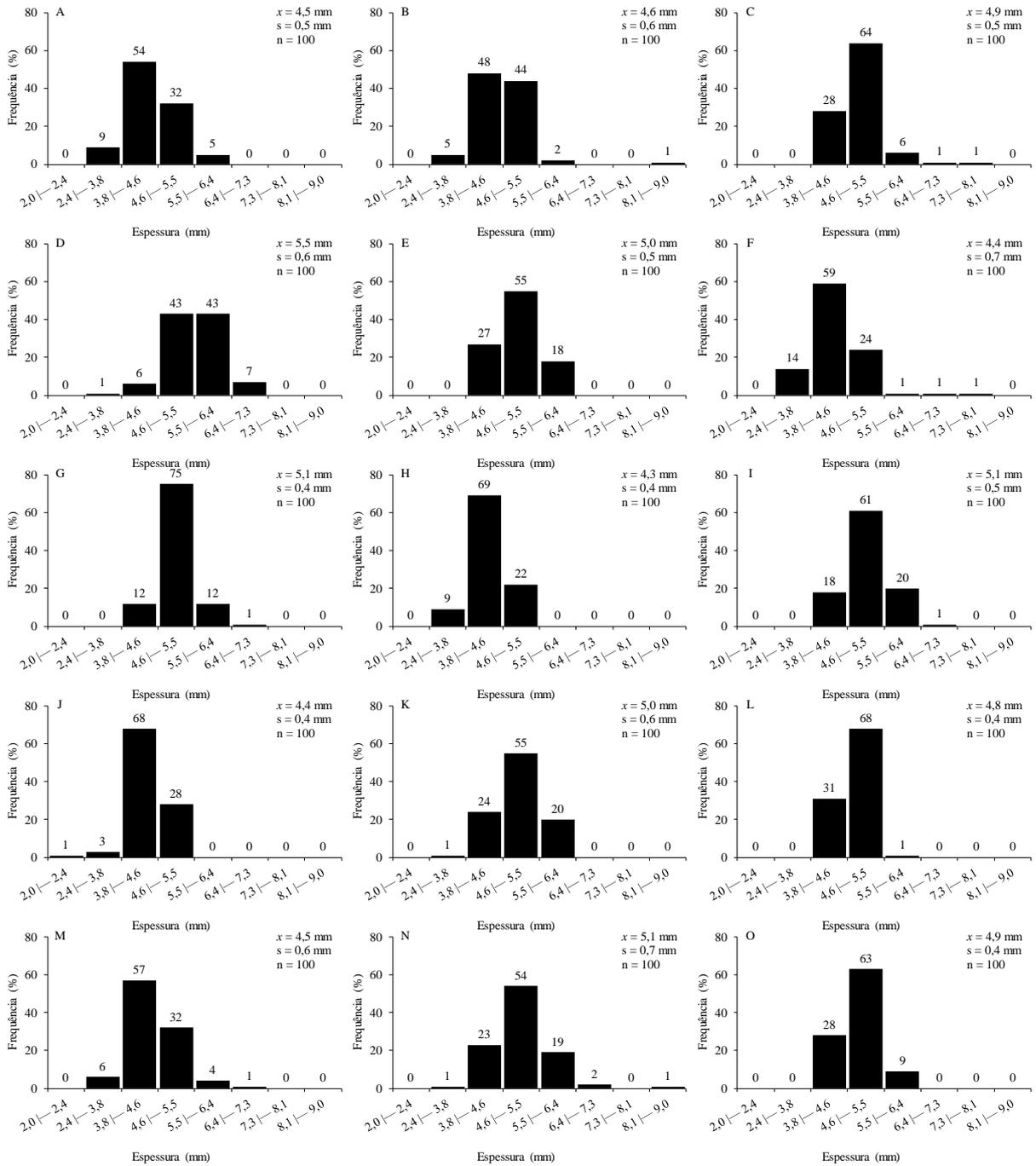
## ANEXO B - BIOMETRIA DE SEMENTES DE ÁRVORES MATRIZES DE *Crateva tapia*



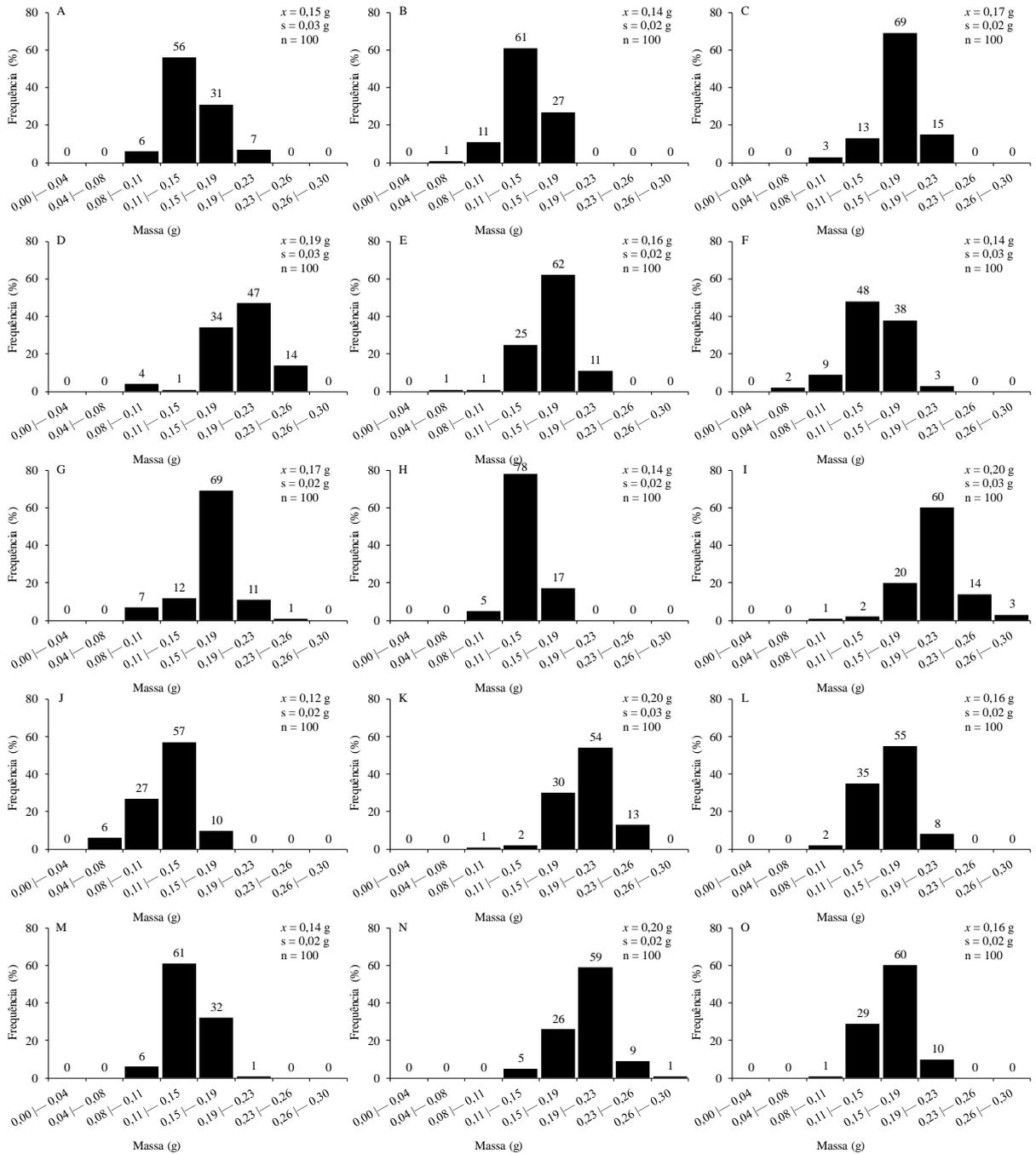
**Figura 1.** Classes de frequência, média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão ( $s$ ) do comprimento de sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*



**Figura 2.** Classes de frequência, média (x) e desvio padrão (s) do diâmetro de sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*



**Figura 2.** Classes de frequência, média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (s) da espessura de sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*



**Figura 4.** Classes de frequência, média (x) e desvio padrão (s) da massa de sementes de árvores matrizes de *Crateva tapia*