



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JOÃO RAVELLY ALVES DE QUEIRÓS

**VIABILIDADE DE SEMENTES DE CAJUEIRO SUBMETIDAS À TEMPERATURA
CONTROLADA E AO ARMAZENAMENTO EM LONGO PRAZO**

FORTALEZA - CE
2019

JOÃO RAVELLY ALVES DE QUEIRÓS

VIABILIDADE DE SEMENTES DE CAJUEIRO SUBMETIDAS À TEMPERATURA
CONTROLADA E AO ARMAZENAMENTO EM LONGO PRAZO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho.

Coorientadora: Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro.

FORTALEZA - CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Q41v Queirós, João Ravelly Alves de.
Viabilidade de sementes de cajueiro submetidas à temperatura controlada e ao armazenamento em longo prazo / João Ravelly Alves de Queirós. – 2019.
39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho.

Coorientação: Profa. Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro.

1. Conservação de germoplasma. 2. Estocagem de sementes. 3. Perda de vigor. I. Título.

CDD 570

JOÃO RAVELLY ALVES DE QUEIRÓS

VIABILIDADE DE SEMENTES DE CAJUEIRO SUBMETIDAS À TEMPERATURA
CONTROLADA E AO ARMAZENAMENTO EM LONGO PRAZO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Aprovada em: 28/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro (Coorientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical

Dr. Carlos Farley Herbster Moura
Embrapa Agroindústria Tropical

Dra. Ariana Veras de Araújo
Embrapa Agroindústria Tropical / Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, João Batista e Maria
Ileuda, que abdicaram de muitos de seus
planos e sonhos para que eu pudesse
realizar os meus.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Agroindústria Tropical, por ter disponibilizado condições físicas e materiais para a realização de todos os experimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de iniciação científica.

Ao Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho, pela paciência e disponibilidade em ajudar a sanar as dúvidas em todos os momentos.

À Dra. Ana Cacília Ribeiro de Castro, pela orientação técnica e todos os ensinamentos durante o período de execução dos estágios e desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

À equipe de funcionários da Embrapa, que se mostraram sempre disponíveis em me ajudar, em especial: Edilson Sousa da Silva (Carioca), João José da Silva Oliveira (Dão), Francisco Justino de Souza e Davi Souza Costa, pelo auxílio nas atividades de campo, preparo de mudas, substratos, guarda e envio das sementes.

Aos pesquisadores da Embrapa, Dr. Fernando Antônio Souza de Aragão, pelo apoio com as análises estatísticas; Dr. Juliano Gomes Pádua, pelo envio das sementes da Coleção de Base da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Dr. Carlos Farley Herbster Moura, pela disponibilidade em ajudar sempre que necessário, e a Dra. Ariana Veras de Araújo, por todo apoio dado desde o primeiro contato no laboratório até a participação de banca examinadora, sempre com dedicação e parceria.

Aos colegas estagiários, pela ajuda inestimável na montagem, condução e avaliação dos experimentos, muitas horas de dedicação, compartilhamento dos mais sinceros sentimentos de tristezas a alegrias. Agradeço em especial a Luciana Benigno, a Helísia Pessoa, a Adélia Carol e a Polliany Alves, por todo apoio durante a manutenção e coleta de dados, e a Laíza Ribeiro, por ajudar em muitos momentos que eu precisava de um ouvido amigo.

Aos professores que contribuíram para minha formação, desde aqueles que estiveram presente durante meu fundamental até os da graduação, pois sem seus esforços em sempre buscar o meu aprendizado esses resultados alcançados estariam comprometidos. Agradeço em especial o Prof. Dr. Vicente Vieira Faria, que me orientou durante monitoria e me apresentou a Embrapa para execução de minhas atividades de estágio; a Profa. Dra. Maria Izabel Gallão por auxiliar o

aprendizado de técnicas laboratoriais, e a Profa. Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola, por toda paciência e empenho com a minha formação, orientando e ajudando nas mais diversas atividades acadêmicas.

Aos colegas de turma, pelo companheirismo e apoio para enfrentar as dificuldades vividas ao longo do curso, o que tornou esses anos de formação acadêmica muito mais agradáveis, em especial à Lara Andrade, Natanael Costa, Laís Belmino, Raquel Freire e Thabata Cavalcante, que juntos vivemos os mais intensos momentos e formamos a turminha do “Ubuntu”.

À família, em especial meus pais João Batista e Maria Ileuda, que dedicaram suas vidas e sacrificaram seus sonhos em prol das minhas realizações e fizeram dos meus sonhos os deles. Agradeço ainda às minhas irmãs, Thayla e Hegly Alves, pela participação durante minha criação, apoiando e ensinando sempre, e a meus sobrinhos, Ian de Queirós e Kiara Alves, motivos pelos quais insisto nas minhas lutas por um mundo mais justo e ético.

À minha namorada, Jéssica Carvalho, por estar ao meu lado em todos os momentos, principalmente naqueles em que pude acreditar estar sozinho e sem chances de vencer e ela me ajudar a encontrar resoluções.

À todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho e minha formação. Obrigado.

“Não necessariamente somos nós
Que escolhemos onde perdurar
Mas atuamos para um bem maior
Na terra
Somos nós que escolhemos o bem propagar
E não importa de onde vem a voz
A terra agradecerá.”

(Ponta do anzol – Scalene)

RESUMO

O conhecimento sobre a resposta das sementes ao armazenamento é fundamental para o planejamento das estratégias de conservação ex situ de recursos genéticos, implantação de critérios de qualidade e a padronização dos procedimentos de rotina em um banco genético. Entretanto, informações técnicas sobre conservação em longo prazo e tempo de armazenamento das sementes de cajueiro são escassas. O objetivo desse trabalho foi determinar o potencial germinativo de sementes de cajueiro conservadas sob temperatura controlada. Foram realizados dois experimentos, no primeiro foram determinadas a viabilidade de sementes da cultivar CCP 06, colhidas de 8 safras 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, armazenadas sob temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$). No segundo foi determinada a viabilidade de sementes das cultivares CCP 09, CCP 76, Embrapa 50 e Embrapa 51 e as variedades CP 77, CP 96, CP 138; armazenadas por cerca de 20 anos sob temperatura controlada (-20°C) e baixa umidade e sementes da cultivar CCP 06 conservadas em temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$). Foram mensurados comprimento, largura, espessura e massa das sementes, bem como variáveis morfométricas como comprimento e a massa seca das plântulas. Porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência também foram determinados. No primeiro experimento as plântulas começaram a emergir aos 15 dias após a semeadura (DAS) e não houve diferença nas porcentagens de emergência entre as safras, que variou de 96,6% (2014 e 2018) a 86,6% (2013). Apesar da massa inicial das sementes diferiram em cada safra, isso não influenciou a emergência ou mesmo o comprimento e a massa seca das plântulas aos 40 DAS. Houve diferenças entre os índices de velocidade de emergência entre as sementes das diferentes safras. No segundo experimento a emergência das plântulas teve início aos 12 DAS e ocorreram diferenças entre as porcentagens de emergência. As cultivares CCP 06 e o CCP 76 obtiveram as maiores taxas de emergência. Constatou-se uma correlação inversa entre a massa da semente e a porcentagem de emergência onde, quanto maior a semente, menor a porcentagem de emergência. Em análise dos componentes principais, a porcentagem de emergência exerceu maior influência na diversidade encontrada. Portanto, sob condições de armazenamento e temperatura controladas, as sementes do CCP 06 permanecem viáveis por mais de 8 anos, mantendo taxas satisfatórias de emergência (maior 80%) e de velocidade de

emergência (menor que 18 dias), possibilitando a padronização de protocolos de qualidade na conservação de sementes usadas nas atividades de coleta e multiplicação do banco de germoplasma do cajueiro. A conservação de sementes em câmara fria a -20°C de temperatura e baixa umidade é uma estratégia possível de conservação genética em longo prazo para germoplasma de cajueiro.

Palavras-chave: Conservação de germoplasma. Estocagem de sementes. Perda de vigor.

ABSTRACT

The knowledge about seed storage response is fundamental for planning ex situ conservation strategies for genetic resources, the implementation of quality criteria and the standardization of routine procedures in a genetic bank. However, technical information on cashew seed long-term conservation and seed storage is scarce. The aim of this work was to determine the germination potential of cashew seeds conserved under controlled temperature. Two experiments were performed: in the first experiment, the seed viability of the cultivar CCP 06, harvested over eight crop seasons: 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 2018 and stored under controlled temperature ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) were determined. In the second experiment the seed viability of the cultivars (CCP 09, CCP 76, Embrapa 50 and Embrapa 51) and varieties (CP 77, CP 96, CP 138) stored for about 20 years under controlled temperature (-20°C) and low humidity and seeds of cultivar CCP 06 preserved at controlled temperature ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) were evaluated. Initially were measured seed length, width, thickness and mass, as well morphometric variables such as length and seedling dry mass. Emergence percentage and emergency speed index was also determined. In the first experiment, seedlings started to emerge at 15 days after sowing (DAS) and there was no difference in emergence percentages between seasons, which ranged from 96.6% (2014 and 2018) to 86.6% (2013). Although seed initial mass differed in each crop season, this did not influenced in the emergence, or even in the seedling length and dry mass at 40 DAS. There were differences between the emergence speed indices among the seeds between the crop seasons. In the second experiment, seedling emergence started at 12 DAS and there were differences between emergence percentages. The cultivars CCP 06 and CCP 76 had the highest emergence rates. An inverse correlation was found between seed mass and emergence percentage, where bigger seeds will have smaller emergence percentage. In the analysis of the main components, the emergence percentage exerted the greatest influence on the diversity found. Therefore, under controlled storage and temperature conditions, CCP 06 seeds remain viable for more than 8 years, maintaining satisfactory emergence rates (greater than 80%) and emergence rates (less than 18 days), allowing standardization of protocols of quality in the conservation of seeds used in the collection and multiplication of the cashew

germplasm bank. Seed storage at -20°C and low humidity is a possible long-term genetic conservation strategy for cashew germplasm.

Keywords: Germplasm conservation. Seed storage. Loss of vigor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fotomicrografia de flores hermafrodita (A) e masculina (B) de cajueiro em corte frontal plano.....	15
Figura 2 – Divisões anatômicas do caju e da castanha em corte sagital, evidenciando estruturas do fruto verdadeiro (endocarpo, mesocarpo e epicarpo) e da semente (amêndoa, tegumento e embrião).....	16
Figura 3 – Diversidade de cores e formatos de pseudofrutos e frutos de caju coletados no Banco Ativo de Germoplasma de Cajueiro da Embrapa Agroindústria Tropical.....	17
Figura 4 – Entrada da Estação Experimental de Pacajus Embrapa Agroindústria Tropical.....	18
Figura 5 – Organograma de medições em castanhas quanto a medidas de comprimento, espessura e largura.....	20
Figura 6 – Segmentação da plântula colhida aos 40 DAS em partes radicular e aérea no ponto de inserção dos cotilédones.....	21
Figura 7 – Malformações observadas durante a emergência das plântulas como deterioração da gema apical (A), desenvolvimento aéreo tortuoso (B), folhas atrofiadas (C1), enrugadas (C2) e degradadas (D).....	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Correlação entre a massa da semente (MS) e a porcentagem de emergência (%Emr) de plântulas de cajueiro, por genótipo, armazenadas por vinte anos a temperatura controlada -20°C.....	30
--	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Dados de colheita e entrada das sementes das cultivares CCP 09, CCP 76, Embrapa 50 e Embrapa 51 e das variedades CP 77, CP 96, CP 138. enviadas para coleção de base da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN) acompanhados de resultado de porcentagem de emergência em teste realizado após tratamento padrão de recepção e armazenamento de amostra..... 22
- Tabela 2 – Valores médios para massa (MS), comprimento (CS), largura (LS) e espessura (ES) das sementes de cajueiro por safra, armazenadas em condições de temperatura controlada a $\pm 18^{\circ}\text{C}$ 24
- Tabela 3 – Valores médios para porcentagem de emergência (%E), altura da plântula (AP), número de folhas (NF), massa seca das partes aérea (MSPA) e radicular (MSPR) e índice de velocidade de emergência para as plântulas por safra de sementes de cajueiro armazenadas em condições de temperatura controlada a $\pm 18^{\circ}\text{C}$ 25
- Tabela 4 – Valores médios para massa de semente (MS) de cajueiro por genótipo armazenadas em condições de temperatura controlada a $\pm 18^{\circ}\text{C}$ e a -20°C 26
- Tabela 5 – Valores médios para porcentagem de emergência (%E), altura da plântula (AP), número de folhas (NF), massa seca das partes aérea (MSPA) e radicular (MSPR) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de cajueiro armazenadas a condições de temperatura controladas..... 28
- Tabela 6 – Taxa de emergência por genótipos obtida durante o experimento e registradas durante recepção no CENARGEM em 2000..... 29
- Tabela 7 – Valores de correlação entre porcentagem de emergência e as variáveis morfométricas das amostras de sementes de referência, largura (LS), espessura (ES) e comprimento (CS) das sementes,

massa da amêndoa (MA), massa do pericarpo (MP) e diâmetros do pericarpo para o hilo (DH) e parte oposta ao hilo (DC) de sementes de cajueiro armazenadas a temperaturas controladas..... 30

Tabela 8 – Análise de componentes principais entre a porcentagem de emergência de sementes de cajueiro armazenadas por vinte anos a 20°C e as variáveis morfométricas das sementes de referência de cajueiro por genótipo..... 31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Prof.	Professor
Dr. (a)	Doutor (a)
Ce	Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
CP	Cajueiro de Pacajus
CCP	Clone de cajueiro de Pacajus
DAS	Dias após a semeadura
LCC	Líquido da castanha de caju
CEP	Campo experimental de Pacajus
COLBASE	Coleção de base genética vegetal
CENARGEN	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
MS	Massa da semente
CS	Comprimento da semente
LS	Largura da semente
ES	Espessura da semente
%E	Porcentagem de emergência
AP	Altura da plântula
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSPR	Massa seca da parte radicular
NF	Número de folhas
IVE	Índice de velocidade de emergência
%Emr	Porcentagem de emergência
MA	Massa da amêndoa
MP	Massa do pericarpo
DH	Diâmetro do pericarpo para o hilo
DC	Diâmetro do pericarpo para região oposta ao hilo
PC	Componente principal
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

LISTA DE SÍMBOLOS

±	Mais ou menos
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
h	Horas
S	Coordenada sul
W	Coordenada oeste
≥	Maior que
g	Unidade de medida gramas
mm	Unidade de medida milímetro
l	Unidade de volume litro
-	Negativo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Importância econômica	14
1.2	Produtos.....	14
1.3	Aspectos botânicos.....	15
1.4	Diversidade genética.....	17
1.5	Conservação dos recursos genéticos do cajueiro.....	18
1.6	Conservação de sementes de cajueiro.....	19
2	Objetivos	20
3	Metodologia	20
3.1	Experimento 1	20
3.2	Experimento 2	22
4	Resultados e Discussão	24
4.1	Experimento 1	24
4.2	Experimento 2	26
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância econômica

O Cajueiro é uma espécie de grande importância em aspectos ambientais, sociais e econômicos, sendo responsável pela geração de empregos em torno do cultivo e manejo das plantas, coleta de frutos e pseudofrutos e no processamento (CASTRO et al., 2013).

O Nordeste brasileiro concentra a maior produção do cajueiro, destacando-se os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, sendo o Ceará o estado que mais produziu amêndoa de castanha de caju em 2018, com uma produção de 83.019 toneladas. Para o ano de 2019 existe uma expectativa de redução na produção de cerca de 20%, mas que não afetará na colocação do estado como maior produtor (CONAB, 2019).

1.2 Produtos

Do cajueiro tudo se aproveita, mas a amêndoa é o principal produto. É consumida torrada, assada ou caramelizadas e como ingrediente de diversos produtos industrializados. Do pericarpo da castanha é possível extrair o líquido da castanha de caju (LCC) rico em fenóis insaturados de cadeia longa (KUMAR et al., 2002), usado na indústria química e de lubrificantes. Do LCC podem ser isolados ácidos como os anacárdicos, cardol e cardanol que possuem atividades antioxidantes, larvicida e antiacetilcolinesterase (OLIVEIRA et al., 2011).

O pseudofruto do cajueiro (caju) é consumido in natura ou na forma de suco, suco clarificado (cajuína), doces e polpas, sendo uma importante fonte de vitamina C, flavonoides, carotenoides (SILVEIRA et al., 2012), além de ser rico em minerais e fibras, atuando inclusive na redução do índice glicêmico das refeições, importante no controle de enfermidades como a diabetes (KAPRASOB et al., 2019).

O bagaço, subproduto do processamento do pseudofruto, é usado como ração para animais de criação, como ovinos (DANTAS FILHO et al., 2007), na produção de etanol combustível (LIMA et al., 2012) e como fonte de fibra para alimentação humana.

Da planta, além da madeira, ainda é possível a extração da goma, de potencial uso na indústria farmacêutica, no envelopamento de componentes para ingestão oral, dada a sua alta especificidade em degradação a nível intestinal (SILVA et al., 2019) e como veículo de fármacos, emulsificante, agente anti-inflamatório e

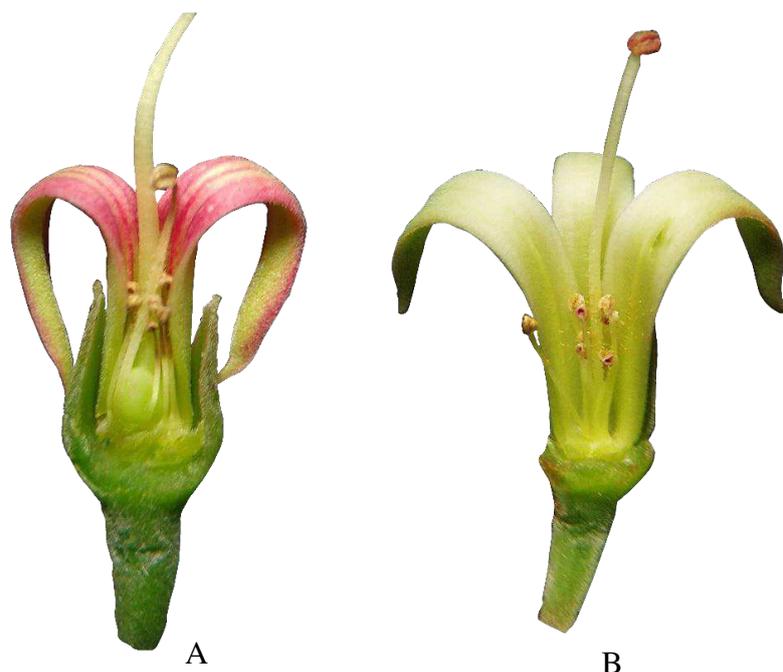
protetor gástrico (RIBEIRO et al., 2016). Galhos e cascas também são aproveitados na geração de energia (combustão).

1.3 Aspectos botânicos

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), assim como a mangueira (*Mangifera indica* L.) e a cajazeira (*Spondias mombin* L.), pertencem à família *Anacardiaceae*, constituída por 82 gêneros e 800 espécies (BFG, 2015), caracterizando-se como uma das mais importantes famílias botânicas de árvores frutíferas da região tropical.

O Cajueiro é uma planta perene, com folhas simples, pecioladas e coriáceas. É uma espécie andromonóica, com flores completas (hermafroditas) (FIGURA 1A) e estaminadas (masculinas) (FIGURA 1B) numa mesma inflorescência (panícula). As flores estaminadas podem ter até 10 estames, sendo um sempre maior e as flores completas, além dos estames, possuem pistilo, que em geral é mais comprido que o estame (MELO et al., 2013). A coloração das flores tem relação com o período de abertura das pétalas, onde as recém-abertas apresentam coloração branco-esverdeada e, após 24h, já se apresentam com uma coloração arroxeada (SERRANO; OLIVEIRA, 2013).

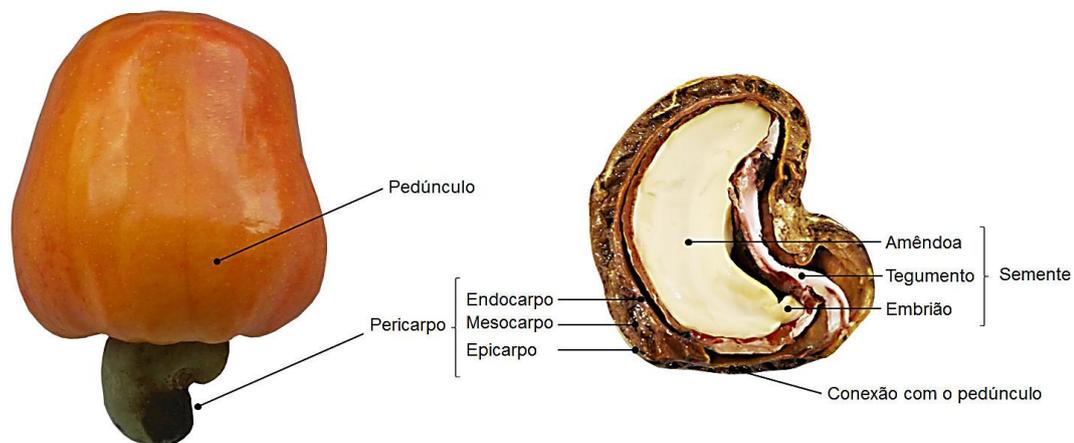
Figura 1 - Fotomicrografia de flores hermafrodita (A) e masculina (B) de cajueiro em corte frontal plano.



O fruto verdadeiro é um aquênio reniforme, de coloração marrom-acinzentada, onde constam o pericarpo, e a amêndoa (semente). O pericarpo, por sua vez, é constituído por três camadas o epicarpo (camada mais externa), o mesocarpo (camada intermediária) e o endocarpo (camada mais interna) (FIGURA 2). O mesocarpo possui aspecto esponjoso e em seus alvéolos se concentra o LCC. (SERRANO; OLIVEIRA, 2013).

Popularmente conhecido como caju, esta fruta caracteriza-se por ser o conjunto entre o pedúnculo intumescido (pseudofruto, hipocarpo) e a castanha (fruto verdadeiro) (FIGURA 2), sendo o pseudofruto responsável por cerca de 90% da massa do caju, podendo apresentar coloração com ampla diversidade de intensidade e tons de cor variando entre vermelho a amarelo (FIGURA 3) (SERRANO; OLIVEIRA, 2013).

Figura 2 - Divisões anatômicas do caju e da castanha em corte sagital, evidenciando estruturas do fruto verdadeiro (endocarpo, mesocarpo e epicarpo) e da semente (amêndoa, tegumento e embrião).



A semente do cajueiro (amêndoa) origina-se do desenvolvimento do óvulo da flor após o processo de fecundação, sendo dividida em tegumento, que é a película da amêndoa, o embrião e a amêndoa, que é a reserva nutritiva cotiledonar do embrião, rica em óleo composto por ácidos graxos insaturados. O embrião é formado por duas partes: a radícula, responsável pela formação do sistema radicular da nova planta, e o caulículo, que dará origem as primeiras folhas embrionárias (SERRANO; OLIVEIRA, 2013).

O cajueiro é uma planta alógama, ou seja, possui fecundação cruzada, e a dispersão de pólen é feita fundamentalmente pelo vento, por anemofilia, mas

também realizadas por insetos, como abelhas. A polinização ocorre nos horários em que as flores estão abertas, entre as 6h estendendo-se até às 16h (MELO et al., 2013). A frutificação tem início cerca de sete dias após a fecundação da flor e o período de surgimento do maturí, como é denominada a fase inicial da castanha, até sua completa maturação, pode variar de 52 a 60 dias (MELO et al., 2013).

A floração do cajueiro, de maneira geral, inicia-se logo após o período chuvoso e dura entre 5 a 7 meses, começando em julho e estendendo-se até dezembro, podendo variar conforme o sistema de cultivo ser em sequeiro ou irrigado e a genótipo (SERRANO; OLIVEIRA, 2013).

1.4 Diversidade Genética

O gênero *Anacardium* tem como centro de origem a América do Sul e como centro de diversidade primário a região amazônica e secundário os cerrados no Planalto Central brasileiro. No Brasil ocorrem nove espécies, distribuídas em quase todos os estados brasileiros, exceto Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BFG, 2015) e o *Anacardium occidentale* é a única espécie cultivada.

Para a espécie *Anacardium occidentale*, o Nordeste brasileiro é ponto de maior diversidade (FIGURA 3) e dispersão, sendo encontrada desde regiões mais secas do sertão às zonas costeiras, fazendo parte da vegetação de dunas, praia e na formação de restingas (PAIVA; BARROS, 2004).

Figura 3 - Diversidade de cores e formatos de pseudofrutos e frutos de caju coletados no Banco Ativo de Germoplasma de Cajueiro da Embrapa Agroindústria Tropical.



O cajueiro pode ser classificado quanto ao porte como cajueiro comum (gigante) ou cajueiro-anão (anão precoce), sendo o comum o de maior ocorrência natural e de cultivos mais antigos e o anão presente em pomares formados por mudas clonadas e melhoradas.

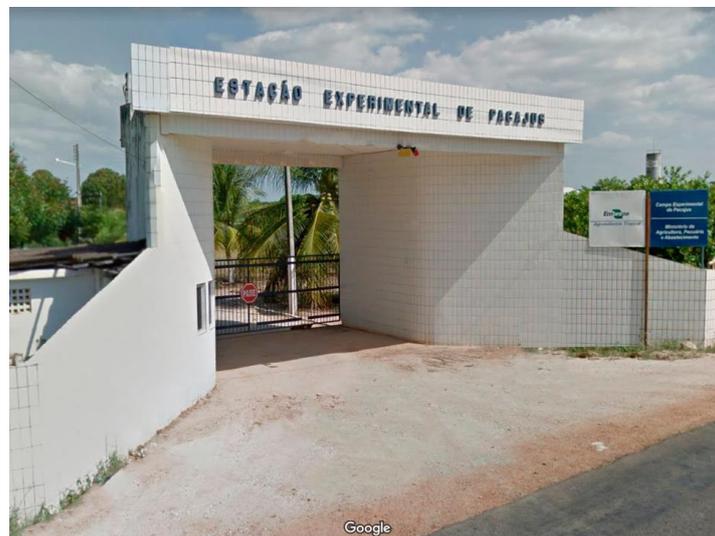
Em decorrência da demanda comercial para características específicas para o pedúnculo e para a amêndoa, principalmente com o aumento da cajucultura como força econômica regional e mundial, programas de melhoramento lançaram genótipos para atender a demanda de mercado. Dentre das cultivares mais difundidas se destacam o CCP 76 (caju de mesa e amêndoa) e o CCP 06 (porta-enxerto).

1.5 Conservação dos recursos genéticos do Cajueiro

Devido à importância e a preocupação de preservar esses recursos genéticos, a Embrapa Agroindústria Tropical conserva um banco de germoplasma do cajueiro, com 746 genótipos em forma de plantas em campo, sendo os pomares mais antigos formados por pés francos e um pomar renovado com mudas clonadas.

O banco se localiza no município de Pacajus (FIGURA 4), Estado do Ceará, com coordenadas geográficas de 4° 10' S, 38° 27' W e altitude de 60 metros acima do nível do mar. As principais atividades do banco são: coleta, intercâmbio, caracterização, conservação e documentação o que proporciona a conservação (CASTRO et al., 2013).

Figura 4 – Entrada da Estação Experimental de Pacajus - Embrapa Agroindústria Tropical.



Fonte: Google StreetView

A coleta de germoplasma de cajueiro distingue-se quanto ao tipo de material coletado, que pode ser vegetativo, ou seja, garfos para enxertia (semente assexuada) ou constituído por sementes (PAIVA; BARROS, 2004). Os genótipos introduzidos por material vegetativo devem ser enxertados rapidamente e quando as mudas estão formadas são transplantadas no campo.

1.6 Conservação de sementes de cajueiro

A viabilidade de sementes de cajueiro até os seis meses, conservadas em temperatura ambiente ($\pm 26^{\circ}\text{C}$) em local seco e ventilado é de 95%, mas se mantem viáveis por até cinco anos, se armazenadas em ambiente com temperatura controlada (-20°C) e baixa umidade (COELHO; BARROS, 2005).

As sementes dos genótipos conservados e sementes usadas para preparação de porta-enxertos devem ser mantidas em câmara com temperatura controlada, entretanto ainda não foi estabelecida uma rotina de conservação de sementes dos genótipos em longo prazo.

A obtenção de porta-enxerto depende da germinação de sementes armazenadas e da garantia de sua germinação. Essas sementes são colhidas periodicamente durante a safra em campos de cultivo do CCP 06. É realizada a colheita de sementes que se encontram sob a copa e, raramente, de sementes retiradas diretamente da planta. Elas são despedunculadas, secas a sombra e então armazenadas em caixas plásticas abertas sob temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) visando reduzir perdas de viabilidade, uma vez que há ocorrência de perda gradativa de viabilidade conforme as condições de armazenamento em temperatura ambiente (COELHO; BARROS, 2005).

Outros controles de armazenamento de sementes de cajueiro, quanto aos cuidados com o controle de infestação por patógenos nas castanhas, manejo e tratamento durante e após a colheita e antes, durante e após a sementeira, ainda não foram estabelecidos.

Além das condições ambientais, fatores associados a planta, como o tamanho da semente, podem afetar a taxa de germinação. Em condições de ambiente, quanto maior a semente, mais rápida será a perda do poder germinativo, sementes maiores (≥ 15 g), por exemplo, não ultrapassam 20% de germinação após um ano de armazenamento (COELHO; BARROS, 2005).

2 Objetivos

Determinar a viabilidade e o vigor de sementes de cajueiro armazenadas em condição de temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) e durante vinte anos em câmara fria a -20°C .

3 Metodologia

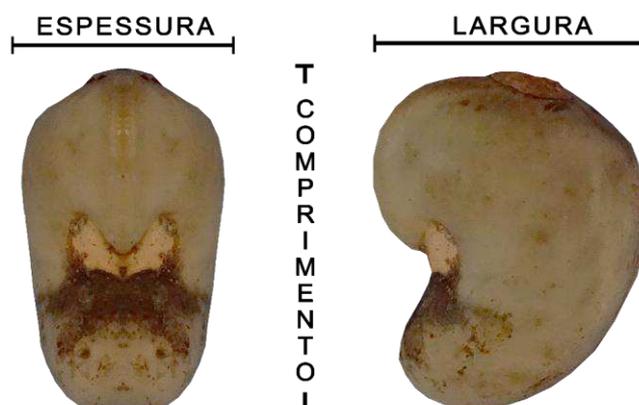
Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical (CEP) localizado no município de Pacajus-Ce e no Laboratório de Melhoramento e Recursos Genéticos Vegetais da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Fortaleza-CE. As plântulas foram mantidas em casa de vegetação (80%) sob temperatura ambiente variando entre $23,1^{\circ}\text{C}$ a $35,1^{\circ}\text{C}$, com média de $30,2^{\circ}\text{C}$.

3.1 Experimento 1

Foram utilizadas sementes do genótipo CCP 06, colhidas em 8 safras (2011 a 2018). As sementes foram retiradas de pseudofrutos colhidos do jardim clonal do CEP, eram mantidas em local seco e sombreado por 3 dias e em seguida eram armazenadas em caixas plásticas abertas e conservadas na câmara fria do CEP com refrigeração média de $\pm 18^{\circ}\text{C}$.

As sementes armazenadas de cada safra foram transportadas para o laboratório, etiquetadas, fotografadas e em seguida mensuradas quanto a: largura (mm), espessura (mm), comprimento (mm) e massa (g) (FIGURA 5).

Figura 5 - Organograma de medições em castanhas quanto a medidas de comprimento, espessura e largura.

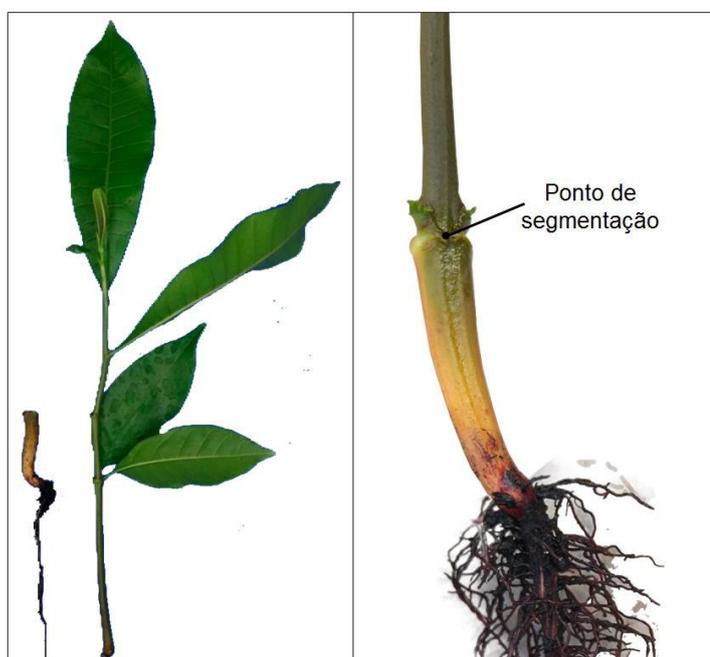


Após as medições, as sementes foram semeadas em tubetes de 0,28L contendo substrato comercial. Os tubetes foram distribuídos aleatoriamente em grades e mantidos em telado com duas regas manuais diárias. Por fim, os tubetes foram cobertos com telas para evitar a perda de substrato até a emergência.

A partir dos cinco dias após a semeadura (DAS) foram realizadas avaliações diárias quanto à emergência, número de plântulas emergidas, número de folhas e altura (medida entre os cotilédones e a última folha recém-expandida). Este acompanhamento possibilitou também a determinação do Índice de velocidade de emergência (MANGURE, 1962).

Após 40 DAS, as plântulas foram retiradas dos tubetes, destorroadas e levadas ao laboratório, onde foram fotografadas e em seguida segmentadas em duas partes: aérea e radicular. As partes segmentadas devidamente identificadas foram levadas para estufa de secagem com circulação de ar forçado a 65° C por 96h, até massa constate e pesadas em balança semianalítica.

Figura 6 - Segmentação da plântula colhida aos 40 DAS em partes radicular e aérea no ponto de inserção dos cotilédones.



O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema 8x4x15, oito safras (de 2011 a 2018), quatro repetições de quinze sementes. Os dados foram submetidos a análise de variância, e então os valores médios foram analisados por teste de Scott-Knott com confiabilidade ao nível de 5%.

3.2 Experimento 2

Neste experimento foram utilizadas sementes da cultivar CCP 06 das safras de 2011, 2013 e 2018 oriundas do CEP, sendo as de 2011 as mais antigas e as de 2018 as mais recentes armazenada no banco de semente e as de 2013 como as que tiveram menor porcentagem de emergência em relação ao experimento anterior, ambas conservadas sob temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$).

Também foram usadas sementes das cultivares CCP 09, CCP 76, Embrapa 50 e Embrapa 51 e das variedades CP 77, CP 96, CP 138. O armazenamento dessas sementes entre a colheita e o envio ao CENARGEN foi também realizado sob temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$). Estas sementes oriundas do CEP foram enviadas em 2000 para a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), Brasília-DF e lá foram conservadas na câmara fria (-20°C) da coleção de base (COLBASE). Antes de serem armazenadas na câmara fria, as sementes foram mantidas em câmara de secagem a 15°C e 15% de umidade relativa, por duas semanas e em seguida a taxa de germinação foi determinada (TABELA 1).

Tabela 1. Dados de colheita e entrada das sementes das cultivares CCP 09, CCP 76, Embrapa 50 e Embrapa 51 e das variedades CP 77, CP 96, CP 138 enviadas para coleção de base da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN) acompanhados de resultado de porcentagem de emergência em teste realizado após tratamento padrão de recepção e armazenamento de amostra.

Data de Colheita	Entrada na Colbase	Cultivar /variedade	Porte	Taxa de emergência
24/04/1997	17/04/2000	CP 09	Anão	74%
04/04/1996	17/04/2000	CP 76	Anão	100%
08/01/1994	17/04/2000	CP 77	Comum	77%
08/01/1994	17/04/2000	CP 96	Comum	89%
02/03/2000	17/04/2000	CP 138	Comum	34%
Desconhecido	17/04/2000	Embrapa 50	Médio	Não realizado
Desconhecido	17/04/2000	Embrapa 51	Médio	Não realizado

Tanto as sementes obtidas do CEP, quanto as obtidas do CENARGEN foram encaminhadas para o Laboratório, em seguida foram identificadas e pesadas em balança semianalítica. Após as medições, foram postas em bandeja plástica contendo água para embebição por 24h (ARAUJO et al., 2009).

As sementes embebidas foram semeadas em tubetes de 0,28L contendo substrato comercial. Os tubetes foram distribuídos aleatoriamente em grades e mantidos em telado com irrigação por aspersão acionada em três períodos de 10 minutos diariamente. Por fim as bandejas foram cobertas com telas para se evitar a perda de substrato até a emergência.

Cinco amostras (sementes de referência) de cada uma das cultivares (CCP 06, CCP 76, CCP 09, Embrapa 50, Embrapa 51) e variedades (CP 96, CP 77, CP 138) foram cortadas com auxílio de guilhotina e mensuradas quanto a: largura (mm), espessura (mm), altura (mm) e massa da semente (g); diâmetro (mm) e massa do pericarpo (g) (hilo e posição oposta), e massa da amêndoa (g), para fins de comparação com a taxa de emergência.

Cinco dias após a semeadura (DAS) foram realizadas observações diárias quanto a ocorrência de emergência e aos 40 DAS foram avaliadas o número de plântulas emergidas, altura das plântulas (medida entre os cotilédones e a última folha recém-expandida), número de folhas, além do aspecto geral das plântulas quanto ao crescimento, estabelecimento e ocorrência de deformações (BRASIL, 2009).

Após as avaliações, as plântulas foram retiradas dos tubetes, destorroadas, segmentadas em parte aérea e parte radicular. As partes devidamente identificadas foram colocadas em sacos de papel e armazenadas em estufa de secagem com circulação de ar forçada a 65°C por 96h até massa constante e em seguida pesadas em balança semianalítica.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema 9x7x10, sendo nove genótipos, sete repetições de 10 sementes; exceto para o Embrapa 50, com 5 repetições de dez sementes, devido a disponibilidade de sementes.

Com os dados foi realizada análise de variância e então os valores médios foram analisados por teste de Scott-Knott com confiabilidade ao nível de 5%, foi realizada correlação entre a massa das sementes e a porcentagem de emergência, além disso, com os valores mensurados para as sementes seccionadas

foi realizada análise de componentes principais em relação à porcentagem de emergência.

4 Resultados e Discussão

4.1 Experimento 1

Em relação às características morfométricas das sementes, foi possível observar diferenças para massa, comprimento, largura e espessura da semente (TABELA 2). Para a massa da semente, observar-se uma variação de 4,87 g a 6,96 g. As sementes formaram 3 grupos, sendo um agrupamento com as sementes das safras de 2011, 2012, 2013 e 2014, outro com as sementes das safras 2016, 2017 e 2018 e outro com as sementes de 2015. O comprimento das sementes variou entre 27,79 mm e 31,92 mm e permitiu a formação de 5 grupos. As características largura e espessura variaram de 21,06 mm a 24,35 mm e de 16,08 mm a 17,92 mm, respectivamente, formando também 3 grupos. As maiores sementes foram àquelas obtidas nos anos 2011, 2012, 2013 e 2014 e as menores sementes, no ano de 2015. As sementes maiores estão relacionadas com o vigor e a qualidade das sementes, pois representam maior quantidade de reservas (RUPPIN et al., 2019).

Tabela 2- Valores médios para massa (MS), comprimento (CS), largura (LS) e espessura (ES) das sementes de cajueiro por safra, armazenadas em condições de temperatura controlada a $\pm 18^{\circ}\text{C}$.

Safra	MS (g)	CS (mm)	LS (mm)	ES (mm)
2011	6,55 c	30,63 d	23,80 c	17,61 c
2012	6,96 c	31,92 e	24,35 c	17,91 c
2013	6,64 c	31,58 e	24,14 c	17,83 c
2014	6,77 c	30,94 d	24,08 c	17,92 c
2015	4,87 a	27,79 a	21,06 a	16,08 a
2016	5,88 b	29,48 b	22,90 b	17,10 b
2017	6,16 b	30,08 c	22,99 b	17,71 c
2018	6,23 b	30,07 c	23,35 b	17,29 b
Média	6,26	30,31	23,33	17,43
CV (%)	4,36	1,65	1,98	2,05

Variáveis seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Essas variações podem estar relacionadas a fatores ambientais durante a formação dessas sementes como disponibilidade de nutrientes; água, condicionada pelos índices pluviométricos; temperaturas médias e umidade relativa (BEZERRA et al., 2007).

A emergência das sementes teve início a partir dos 15 DAS, estendendo-se até os 24 DAS e não foram observadas diferenças nas porcentagens de emergência, nas alturas das plântulas, nas massas seca da parte aérea e radicular. Houve diferenças apenas no número de folhas e índice de velocidade de emergência das plântulas de cada safra (TABELA 3).

Em relação à emergência, percebeu-se que o armazenamento de até 8 anos, sob temperatura controlada ($\pm 18^{\circ}\text{C}$), independente das diferenças morfométricas das sementes de cada safra, não interferiu no desempenho e na qualidade fisiológica da semente, denotando uma tolerância ao armazenamento para estas condições.

Tabela 3 - Valores médios para porcentagem de emergência (%E), altura da plântula (AP), número de folhas (NF), massa seca das partes aérea (MSPA) e radicular (MSPR) e índice de velocidade de emergência para as plântulas por safra de sementes de cajueiro armazenadas em condições de temperatura controlada a $\pm 18^{\circ}\text{C}$.

Safra	%E	AP (cm)	MSPA (g)	MSPR (g)	NF	IVE
2011	93,33 a	25,38 a	3,39 a	1,69 a	9,58 a	0,85 b
2012	89,99 a	24,56 a	3,53 a	1,74 a	10,55 b	0,81 a
2013	86,66 a	24,03 a	3,44 a	1,70 a	9,23 a	0,74 a
2014	96,66 a	25,30 a	3,42 a	1,73 a	9,33 a	0,83 b
2015	94,99 a	22,60 a	3,23 a	1,66 a	8,92 a	0,90 b
2016	93,33 a	23,84 a	3,37 a	1,71 a	9,31 a	0,85 b
2017	94,99 a	24,45 a	3,42 a	1,70 a	9,50 a	0,86 b
2018	96,66 a	24,75 a	3,39 a	1,69 a	9,23 a	0,87 b
Média	93,33	24,36	3,40	1,70	9,46	0,84
CV(%)	5,16	5,32	4,21	3,06	5,98	6,59

Variáveis seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

O número de folhas por plântula variou entre 10,55 (2012) a 8,92 (2015), e só houve diferença nessa variável entre as sementes de 2012 e as demais. Observou-se também que as plântulas com maior número de folhas (2012) também estavam entre as de menor índice de velocidade de emergência (IVE), este que

variou de 0,74 a 0,90. Para IVE foram formados dois grupos, sendo 0,81 (2012) e 0,74 (2013) os menores valores obtidos para IVE.

As diferenças no desenvolvimento das plântulas sofrem influências diversas, desde interferências diretas à semente antes e depois da colheita, como condições de cultivo irrigado ou sequeiro (OLIVEIRA et al., 2006), condições de armazenamento, até fatores genéticos, como ação de efeitos aditivos (EMYGDIO et al., 2000).

4.2 Experimento 2

A massa das sementes armazenadas das diferentes genótipos utilizadas apresentaram diferenças e foi observada uma variação de 5,96g (CCP 06 da safra de 2018) a 11,04g (CP 77). As sementes de menor massa foram as do genótipo CCP 06 para as três safras (TABELA 4). Em relação a genótipo CCP 06, a diferença observada entre safras pode estar relacionada com as condições ambientais no ano de cultivo, já as diferenças entre genótipos, decorre de características intrínsecas ao genótipo (PAIVA; BARROS, 2004).

Tabela 4 - Valores médios para massa de semente (MS) de cajueiro das cultivares CCP 09, CCP 76, Embrapa 50 e Embrapa 51 e das variedades CP 77, CP 96, CP 138, armazenadas em condições de temperatura controlada a $\pm 18^{\circ}\text{C}$ e a -20°C .

Cultivar/variedade	Temperatura de armazenamento	Local de armazenamento	MS (g)
CCP 06 (2011)	$\pm 18^{\circ}\text{C}$	Pacajus	6,37 b
CCP 06 (2013)	$\pm 18^{\circ}\text{C}$	Pacajus	6,69 b
CCP 06 (2018)	$\pm 18^{\circ}\text{C}$	Pacajus	5,96 a
CCP 09	-20°C	CENARGEN	8,08 c
CCP 76	-20°C	CENARGEN	7,84 c
CP 77	-20°C	CENARGEN	11,04 f
CP 96	-20°C	CENARGEN	8,76 d
CP 138	-20°C	CENARGEN	8,88 d
Embrapa 50	-20°C	CENARGEN	9,24 e
Embrapa 51	-20°C	CENARGEN	9,43 e
Média			8,20
CV (%)			4,18

Variáveis seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A emergência das sementes teve início aos 12 DAS e se estendeu até os 36 DAS. Foram observadas algumas plântulas malformadas (FIGURA 7), fato que pode estar associado ao dano gerado pelo tempo de armazenamento ou injúria por frio (HONG et al., 1996). Deterioração da gema apical (FIGURA 7A) e desenvolvimento aéreo tortuoso (FIGURA 7B) foram as duas principais malformações observadas, porém folhas atrofiadas (FIGURA 7C-1), enrugadas (FIGURA 7C-2), que não concluíram seu processo de abertura e degradadas (FIGURA 7D) ocorreram em menor proporção.

Figura 7 - Malformações observadas durante a emergência das plântulas como deterioração da gema apical (A), desenvolvimento aéreo tortuoso (B), folhas atrofiadas (C1), enrugadas (C2) e degradadas (D).



Foram observadas diferenças em todas as variáveis avaliadas (TABELA 5). Quanto à porcentagem de emergência, notou-se uma variação de 10% (CP 77) até 97,14% (CCP 06, safra de 2011). As sementes com maior porcentagem de emergência foram as da cultivar CCP 06 de todas as safras, fato esperado uma vez que não foram armazenadas em longo prazo e CCP 76. Percebe-se que mesmo após 20 anos de armazenamento as sementes de CCP 76 se mantiveram viáveis, tanto quanto um genótipo de alta taxa de germinação, como o CCP 06 (SERRANO et al., 2013).

Após a emergência, de modo geral, as plântulas se desenvolveram adequadamente, e em relação às variáveis morfométricas (altura da plântula; número de folhas; massas secas das partes aérea e radicular), as plântulas do CCP 06, CCP 76 e Embrapa 51 obtiveram maior desenvolvimento em todas as variáveis,

já as plântulas com menor altura (CCP 09, CP77, CP 9 e Embrapa 50) tendiam a um menor desenvolvimento, mas nem sempre houve diferença significativa.

Quanto ao índice de velocidade de emergência, observou-se uma variação de 0,08 (CP 77) a 0,65 (CCP 06, safra 2011), e a formação de quatro grupos. Os genótipos CP 77, CCP 09 e CP 96 apresentam os menores valores, indicando um baixo vigor relativo (MANGURE, 1962), enquanto que o CCP 76, mesmo com os processos de manipulação e armazenamento, apresentou elevado vigor, uma vez que sua porcentagem de emergência, altura da plântula e número de folhas não diferiram das sementes do CCP 06 da safra 2018, que esperava-se um vigor elevado por características intrínsecas a esse genótipo.

Tabela 5 - Valores médios para porcentagem de emergência (%E), altura da plântula (AP), número de folhas (NF), massa seca das partes aérea (MSPA) e radicular (MSPR) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de cajueiro armazenadas a condições de temperatura controladas.

Cultivar/variedade	%E	AP (cm)	NF	MSPA (g)	MSPR (g)	IVE
CCP 06 (2011)	97,14 e	23,54 b	10,12 a	1,88 b	0,69 b	0,65 d
CCP 06 (2013)	91,43 e	21,21 b	9,94 a	1,79 b	0,71 b	0,58 d
CCP 06 (2018)	88,57 e	21,34 b	9,82 a	1,57 b	0,60 b	0,52 d
CCP 09	28,57 b	15,95 a	8,82 a	0,82 a	0,43 a	0,16 a
CCP 76	84,29 e	27,41 b	10,35 a	1,85 b	0,63 b	0,55 d
CP 77	10,00 a	13,86 a	8,75 a	1,09 a	0,40 a	0,08 a
CP 96	40,00 c	12,30 a	12,26 b	1,32 a	0,53 b	0,21 a
CP 138	42,86 c	19,42 b	11,98 b	1,58 b	0,56 b	0,32 b
Embrapa 50	60,00 d	18,05 a	11,43 b	1,67 b	0,59 b	0,34 b
Embrapa 51	60,00 d	19,42 b	9,83 a	1,51 b	0,61 b	0,42 c
Média	60,29	19,25	10,37	1,52	0,58	0,40
CV(%)	24,17	25,30	13,02	24,78	23,20	25,29

Variáveis seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A variação quanto a velocidade de emergência foi de 15,02 dias (CCP 06, safra 2011) a 22,58 dias (CP 77). As sementes com maior vigor, em função da velocidade de germinação, foram as das cultivares CCP 06 (safras 2011, 2013), CCP 76 e Embrapa 51 e as sementes com menor vigor foram as das variedades CP 77 e CP 96 com 20,61 dias. A velocidade de emergência está diretamente associada ao vigor de uma planta, onde lotes de alto vigor apresentam maior velocidade de emergência (PEREIRA NETO, 2004), mensurado pelo menor valor de VE.

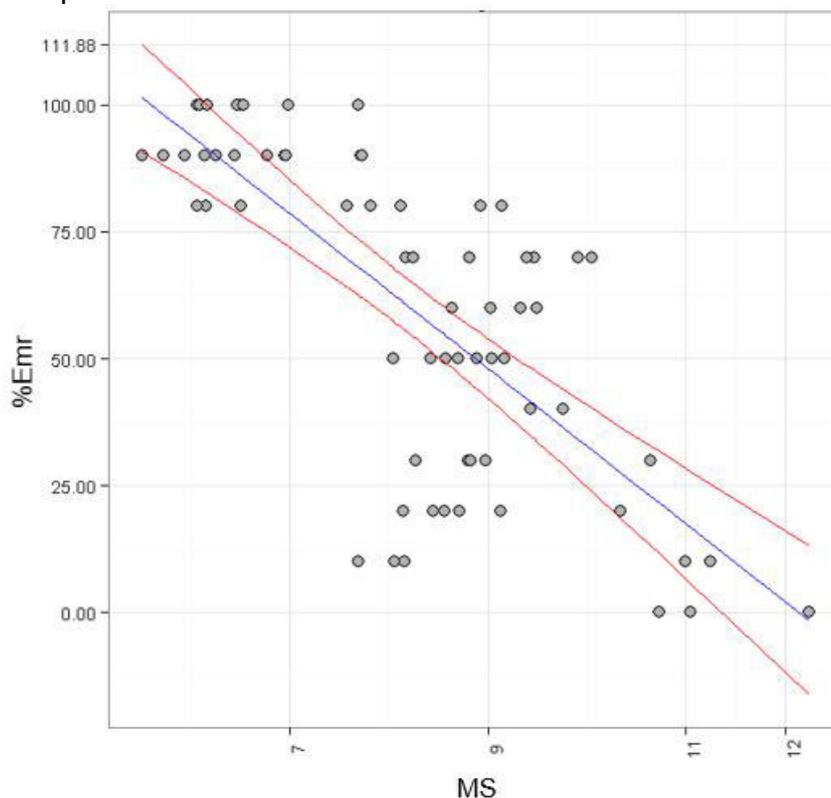
Comparando-se as taxas de emergência obtidas durante essa semeadura e os dados registrados no ano 2000 (data de entrada das sementes na Colbase-CENARGEN), observamos que houve uma perda de viabilidade para todos os Cultivares ou variedades, exceto para o CP 138 que teve sua taxa sutilmente elevada (TABELA 6). O CCP 76 apresentou taxas elevadas mesmo após os vinte anos de armazenamento a -20°C. Vale salientar que os testes de germinação inicial e após não seguiram uma mesma metodologia

Tabela 6 – Taxas de emergência por genótipos obtidas durante o experimento e registradas durante recepção no CENARGEN em 2000.

Cultivar/variedade	Taxa de emergência inicial	Taxa de emergência após tempo de armazenamento
CCP 09	74%	28,57%
CCP 76	100%	84,29%
CP 77	77%	10,00%
CP 96	89%	40,00%
CP 138	34%	42,86%

Com relação a massa da semente e a porcentagem de emergência, observou-se uma forte correlação inversa, onde com o aumento da massa da semente havia uma diminuição na porcentagem de emergência (GRÁFICO 1). O tamanho da semente por si só não determina a viabilidade desta após o armazenamento (HONG et al., 1996), a relação maior massa x menor taxa de emergência já foi observada em outras espécies, como em gabioba (DRESCH et al., 2013) mas também de forma contrária como na espécie jatobá, cujas sementes médias a grandes apresentam melhor taxa de emergência (PAGLIARINI et al., 2014).

Gráfico 1 - Correlação entre a massa da semente (MS) e a porcentagem de emergência (%Emr) de plântulas de cajueiro, por genótipo, armazenadas por vinte anos a temperatura controlada -20°C.



A partir da correlação entre emergência das plântulas e as variáveis morfométricas das amostras de sementes de referência, evidenciou-se que as genótipos com sementes maiores obtiveram menor percentual de emergência (CP 77, 10%), principalmente para as variáveis altura da sementes e massa da amêndoa, que obtiveram os maiores valores de correlação negativa, -0,934 e -0,915, respectivamente (TABELA 7).

Tabela 7 - Valores de correlação entre porcentagem de emergência e as variáveis morfométricas das amostras de sementes de referência, largura (LS), espessura (ES) e comprimento (CS) das sementes, massa da amêndoa (MA), massa do pericarpo (MP) e diâmetros do pericarpo para o hilo (DH) e parte oposta ao hilo (DC) de sementes de cajueiro armazenadas a temperaturas controladas.

	LS	ES	CS	MS	MA	MP	DH	DC
Correlação	-0,852	-	-	-	-	-	-	-
Probabilidade	0,015	0,065	0,002	0,018	0,004	0,045	0,448	0,136

A casca da semente e o fruto seco que a reveste, são importantes na proteção do embrião (MOHAMED-YASSEEN et al., 1994), e benéfica para a preservação dos organismos vegetais, mas pode dificultar a germinação de semente por ser uma barreira física e conseqüentemente prejudicar a produção de mudas (ANDRADE et al., 2010). A correlação negativa entre a massa do pericarpo e a porcentagem de emergência, pode estar relacionada a menor absorção de água no início dos processos germinativos devido resistência física do pericarpo (ARAUJO et al., 2009).

A partir da análise de componentes principais entre a porcentagem de germinação e as variáveis morfométricas das sementes de referência, observou-se que o componente principal 1 representou 80% da variabilidade dos dados e o 2, 9,2%; totalizando 89,2% somente nesses dois componentes (TABELA 8).

Tabela 8 - Análise de componentes principais entre a porcentagem de emergência de sementes de cajueiro armazenadas por vinte anos a -20°C e as variáveis morfométricas das sementes de referência de cajueiro por genótipo.

	PC 1	PC 2
Autovalor	8,7996	1,0125
Proporção	0,8	0,092
Cumulativa	0,8	0,892
Variável		
% Emergência	-0,296	0,190
Largura da semente	0,317	-0,059
Espessura da semente	0,317	0,057
Comprimento da semente	0,323	-0,258
Massa da semente	0,330	-0,111
Massa da amêndoa	0,324	-0,192
Diâmetro do pericarpo (hilo)	0,175	0,818
Diâmetro do pericarpo (cont.)	0,280	0,382
Massa do pericarpo	0,323	-0,050

Para o componente principal 1 podemos destacar que a porcentagem de emergência exerce forte influência na distinção da variabilidade presente na amostragem, principalmente pelo caráter negativo, mais uma vez evidenciando uma relação inversamente proporcional entre ela e fatores de tamanho de sementes, assim, sementes maiores dariam menor percentual de emergência.

Além do percentual de emergência, a altura e a massa da semente e as massas da amêndoa e do pericarpo exercem influência positiva na distinção da variabilidade, enquanto que o diâmetro do pericarpo próximo ao hilo exerce força para o componente principal 2, e esta é positiva.

5 Conclusão

O armazenamento de sementes da cultivar CCP 06 sob refrigeração a +18°C é uma ferramenta viável para conservação de material propagativo por um período de no mínimo 8 anos, com manutenção de taxa de germinação alta.

A conservação de sementes em câmara fria a -20°C de temperatura e baixa umidade é uma estratégia possível de conservação genética em longo prazo para germoplasma de cajueiro.

O protocolo de conservação em longo prazo em condições de câmara de conservação deve ser ajustado para que se possa aumentar os limites de conservação para sementes de acessos com maior massa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. A. et al. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 293–299, 2010.
- ARAUJO, J. R. G. et al. Embebição e posição da semente na germinação de clones de porta-enxertos de cajueiro-anão-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 552–558, 2009.
- BEZERRA, M. A. et al. Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 449-461, 2007.
- BFG - The Brazil Flora Group (2015) **Growing Knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil**. Rodriguésia, v. 66, p. 1085-1113.
- BRASIL, M. D.A. P. E A. **Regras para Análise de Sementes**. 1. ed. Brasília: [s.n.].
- CASTRO, A.C.R. et al. Introdução, coleta e conservação de recursos genéticos do cajueiro. IN: **Agronegócio Caju: Práticas e Inovações**. Ed. ARAUJO, J.P.P. p. 248-262, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2013.
- CONAB. **Castanha de Caju - Análise Mensal - Agosto/2019** Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-castanha-de-caju/item/download/28638_7c8df6b911d06c7012e848947b09d48d>
- COELHO, P.A.; BARROS, L. M. Coleta de germoplasma de Cajueiro. IN: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005.
- DANTAS FILHO, L. A. et al. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 147–154, 2007.
- DRESCH, D. M. et al. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 262–271, 2013.
- EMYGDIO, B. M. et al. Variabilidade genética para velocidade de germinação em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 6, n. 1, p. 77–82, 2000.
- HONG, T. D. et al. Seed Storage Behaviour: a Compendium. Handbooks for Genebanks: N°. 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996.
- KAPRASOB, R. et al. Beneficial lactic acid bacteria based bioprocessing of cashew

- apple juice for targeting antioxidant nutraceutical inhibitors as relevant antidotes to type 2 diabetes. **Process Biochemistry**, v. 82, p. 40–50, 2019.
- KUMAR, P. P. et al. Process for isolation of cardanol from technical cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut shell liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 16, p. 4705–4708, 2002.
- LIMA, F. DOS S. et al. Chemical composition of the cashew apple bagasse and potential use for ethanol production. **Advances in Chemical Engineering and Science**, v. 2, n. 4, p. 519–523, 2012.
- MANGURE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176–177, 1962.
- MELO, D. S. et al. **Hibridação artificial em cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013 (Comunicado Técnico, 210).
- MOHAMED-YASSEEN, Y. et al. The role of seed coats in seed viability. **The Botanical Review**, v. 60, n. 4, p. 426–439, 1994.
- OLIVEIRA, M. S. C. et al. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **Acta Tropica**, v. 117, n. 3, p. 165–170, 2011.
- OLIVEIRA, V. H. et al. Effect of irrigation frequency on cashew nut yield in Northeast Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 108, n. 4, p. 403–407, 2006.
- PAGLIARINI, M. K. et al. Influência do tamanho de sementes e substratos na germinação e biometria de plântulas de jatobá. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 5, p. 33–38, 2014.
- PAIVA, J. R.; et al. Recursos genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 43 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 65), 2003.
- PAIVA, J. R.; BARROS, L. M. Clones de Cajueiro: obtenção, características e perspectivas. **Documentos EMBRAPA 82 - Agroindustria Tropical**, n. 1, p. 26, 2004.
- PEREIRA NETO, L. G. **Germinação de sementes de soja armazenadas em bancos de germoplasma**. 2004. 89 p. Dissertação (Mestrado em em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- RIBEIRO, A. J. et al. Gums' based delivery systems: Review on cashew gum and its derivatives. **Carbohydrate Polymers**, v. 147, p. 188–200, 2016.
- RUPPIN, N. W. et al. Caracterização morfológica de sementes de diferentes

cultivares de soja armazenadas sob condições não controladas. **Caderno de Ciências Agrárias**, p. 1–8, 2019.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In: **Agronegócio caju: práticas e inovações**. 1. ed. Fortaleza: [s.n.]. v. 16p. 77–165, 2013.

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, p. 1237-1245, 2013.

SILVA, E. DE L. V. et al. Nanostructured polymeric system based of cashew gum for oral admnistration of insulin. **Matéria**, , v. 24, n. 3, p. 8, 2019.

SILVEIRA, M. S. et al. Cashew apple juice as substrate for lactic acid production. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 3, p. 947–953, 2012.