



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA O**  
**MELHORAMENTO GENÉTICO**

**WELLINGTON QUADROS TANNO**

**ARARAS**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA O  
MELHORAMENTO GENÉTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

**WELLINGTON QUADROS TANNO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. RODRIGO GAZAFFI**

**COORIENTADOR: PROF DR. VICTOR AUGUSTO FORTI**

**ARARAS**

**2020**

Tanno, Wellington Quadros

Armazenamento de Sementes de Cana-de-Açúcar Para o Melhoramento Genético / Wellington Quadros Tanno. -- 2020. 62 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador: Rodrigo Gazaffi, Victor Augusto Forti

Banca examinadora: Mauro Alexandre Xavier, Germán Serino, Rodrigo Gazaffi

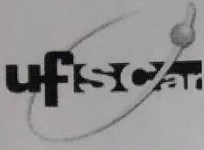
Bibliografia

1. Germinação. 2. Emergência. 3. Câmara fria. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

**DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)**

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Helena Sachi do Amaral – CRB/8 7083

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados

**Folha de Aprovação**

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Wellington Quadros Tanno, realizada em 28/02/2020:

Prof. Dr. Rodrigo Gazaffi  
UFSCar

Prof. Dr. Mauro Alexandre Xavier  
IAC

Prof. Dr. Germán Serino  
Chacra Experimental

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Germán Serino e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ao) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Prof. Dr. Rodrigo Gazaffi

**Dedico**

*A Erika, Anita e Matheus, os grandes amores da minha vida.*

*Ao Sr. Moacir e a D. Inês Carlos, pois sem eles essa conquista não seria possível.*

*Ao meu pai, o agrônomo que me inspirou nessa profissão (in memoriam).*

*A minha mãe que sempre esteve ao meu lado.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por colocar essas pessoas na minha vida:

À Erika, por todo o apoio, incentivo e força emocional, que me fez acreditar na minha capacidade de chegar até aqui. Pelo apoio em tantos momentos difíceis desta caminhada. Por cuidar dos nossos filhos enquanto estive fora e pela paciência em me ouvir na volta para casa. Meu muito obrigado!

Aos meus orientadores prof. Rodrigo Gazaffi e prof. Victor Augusto Forti pela amizade, confiança, orientação e oportunidade de realização deste estudo. Vocês são os verdadeiros mestres!

Ao prof. Hermann Paulo Hoffmann pelos conselhos, apoio e confiança.

Ao Danilo Eduardo Cursi pelas diversas contribuições neste projeto.

À toda equipe do PMGCA/UFSCar, principalmente ao Carlão, Cruz, Zé Ciofi, Plínio, Fernandinho, Sandro e Chapola que tão gentilmente me apoiaram e também ao João e ao Cido da seção de genética pelos auxílios oferecidos.

Ao prof. Alfredo pela cessão dos equipamentos do LAGEM.

À prof. Teca, ao Cidinho e a Silvia pela cessão dos equipamentos do laboratório de análises tecnológicas DTAiSER.

Ao prof. Fernando Sala, pela cessão da câmara fria do GEHORT.

Aos colegas de turma, professores e funcionários da pós-graduação CCA/UFSCAR.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

E a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente dessa conquista meu muito obrigado!

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
2.1 Geral.....	8
2.2 Específico .....	8
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
3.1 Cana-de-açúcar (Saccharum spp.).....	9
3.2 Programas de melhoramento e sementes de cana-de-açúcar .....	10
3.3 Armazenamento de sementes.....	14
3.4 Testes de germinação e emergência .....	16
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
4.1 Semente de cana-de-açúcar .....	18
4.2 Armazenamento de sementes.....	20
4.3 Teste de germinação .....	21
4.4 Teste de emergência .....	22
4.5 Análise estatística.....	22
<b>5. RESULTADOS</b> .....	24
5.1 Teor de água das sementes .....	24
5.2 Teste de germinação e emergência.....	28
5.3 Condição de armazenamento .....	28
5.4 Variabilidade dos cruzamentos .....	32
5.5 Efeito do armazenamento nas sementes .....	33
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	45
<b>8. LITERATURA CITADA</b> .....	46

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise de variância para as variáveis: teor de água das sementes, teste de germinação e teste de emergência .....	26
<b>Tabela 2</b> Teste de médias para o teor de água das sementes .....	27
<b>Tabela 3.</b> Teste de médias para a taxa de germinação dos cruzamentos submetidos a duas condições de armazenamento .....	30
<b>Tabela 4.</b> Teste de médias para a taxa de emergência dos cruzamentos submetidos a duas condições de armazenamento .....	31
<b>Tabela 5.</b> Modelos de regressão para as taxas de germinação .....	36
<b>Tabela 6.</b> Modelos de regressão as taxas de emergência .....	37



## ÍNDICES DE FIGURAS

- Figura 1.** Diferentes fases da panícula, gineceu e estigmas, anteras em deiscência de pólen, galpão de cruzamentos múltiplos, cruzamento bi-parental, campânulas de cruzamento bi-parental, processo de maturação de sementes, embalagem das sementes. 13
- Figura 2.** Escala de notas para o teste de emergência adotado pela RIDESA. .... 19
- Figura 3.** Equipamento para deslinteramento de sementes, sementes com línter, insuflador para remoção do línter, sacos para embalagem das sementes, sementes sem línter..... 21
- Figura 4.** Caixas para o teste de germinação, germinação de sementes. .... 23
- Figura 5.** Caixas com substrato para o teste de emergência, emergência de plântula. .... 23
- Figura 6.** Padrão de germinação e emergência de plântulas ao longo de oito meses de armazenamento. .... 38

## **ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO**

**Autor: WELLINGTON QUADROS TANNO**

**Orientador: Prof. Dr. RODRIGO GAZAFFI**

**Co-orientador: Prof. Dr. VICTOR AUGUSTO FORTI**

### **RESUMO**

A cana-de-açúcar é uma importante cultura para o Brasil, cuja área de produção se estende por aproximadamente 10 milhões de hectares, fazendo o país como o maior produtor mundial. O melhoramento genético é responsável pela produção e liberação de novas cultivares, mais adaptadas aos ambientes de produção, assim como tolerante às principais causas de estresse bióticos e abióticos. O início deste processo está baseado na geração de variabilidade genética através de reprodução sexuada e produção de sementes. Técnicas de armazenamento de sementes são fundamentais visando a manutenção da sua qualidade fisiológica ao longo do período necessário para a sua utilização. Deste modo, objetivou-se comparar duas condições de armazenamento de sementes de cana-de-açúcar visando à manutenção do seu potencial fisiológico. Para tanto, utilizaram-se 16 cruzamentos cujas sementes foram armazenadas sob duas condições: câmara fria com controle de temperatura (8°C) e umidade relativa do ar (30%) e outra em sala refrigerada (18°C) sem o controle da umidade relativa do ar. As sementes ficaram armazenadas por um período total de oito meses, sendo as avaliações realizadas bimestralmente visando determinar o potencial fisiológico das sementes com base nos testes de germinação (realizado em papel *germitest*) e emergência (realizado em substrato), além do monitoramento do teor de água das sementes. Os resultados demonstraram que o teste de emergência em substrato apresentou maior taxa de formação de plântulas do que o teste de germinação, entretanto, em ambos os testes houveram interações entre os diferentes cruzamentos, condições e período de armazenamento. Majoritariamente, na condição de câmara fria, as sementes se mantiveram viáveis ao longo do período armazenado, enquanto que na sala refrigerada verificou-se uma sensível redução da sua viabilidade após o quarto mês de armazenamento. Também se notou que os diferentes cruzamentos apresentam variáveis taxas de germinação e/ou emergência, sendo que aqueles com as menores taxas perderam a sua viabilidade após o período armazenado, de forma a se recomendar que somente os lotes com maior potencial fisiológico sejam armazenados.

Palavras chaves: câmara fria; germinação; emergência.

## **SEED STORAGE FOR SUGARCANE BREEDING**

**Author: WELLINGTON QUADROS TANNO**

**Adviser: Prof. Dr. RODRIGO GAZAFFI**

**Co-adviser: Prof. Dr. VICTOR AUGUSTO FORTI**

### **ABSTRACT**

Sugarcane is an important crop for Brazil, whose production area extends over approximately 10 million hectares, making the country the world's largest producer. Sugarcane Breeding is responsible for the production and release of new cultivars, more adapted to production environments, as well as tolerant to the main causes of biotic and abiotic stress. The beginning of this process is based on the generation of genetic variability through sexual reproduction and seed production. Seed storage techniques are necessary to maintain their physiological quality throughout the period necessary for their use. The objective was to compare two conditions of storage of sugarcane seeds to maintain their physiological potential. For this purpose, 16 crosses were used whose seeds were stored under two conditions: cold chamber with temperature control (8°C) and relative humidity (30%) and another in a refrigerated room (18°C) without controlling the relative humidity of the air. The seeds were stored for a total period of eight months, and the evaluations were carried out every two months to determine the physiological potential of the seeds based on the germination tests (carried out on germitest paper) and emergence tests (carried out on substrate), in addition to monitoring the content of seed water. The results showed that the emergence test performed on substrate showed a higher rate of seedling formation than the germination test, however for both tests there were interactions between the different crosses, conditions and storage period. Generally, in the cold chamber condition the seeds remained viable throughout the stored period, and in the refrigerated room it was found that the seeds significantly reduced their viability after the fourth month of storage. It was also noted that the different crosses have variable germination and/or emergence rates. However those with the lowest rates have lost their viability with storage, so it is recommended that only the lots with the greatest physiological potential be stored.

Keywords: cold room; germination; emergence.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao considerar o aumento da demanda mundial por bioenergia aliado às condições edafoclimáticas favoráveis para a produção de cana-de-açúcar no Brasil, assim como as grandes extensões de áreas cultiváveis, o país apresenta papel de destaque no cenário sucroenergético mundial. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma previsão de produção de 622,3 milhões de toneladas em uma área de 8,4 milhões de hectares para a safra 2019/2020, sendo o estado de São Paulo o maior produtor do país, com uma previsão de colheita de 326 milhões de toneladas, considerando uma área plantada de cinco milhões de hectares (CONAB, 2019). A previsão é que em 2030 a produção de cana no país deva atingir 942,6 milhões de toneladas em uma área de 11,8 milhões de hectares (NEVES, 2017).

Vale destacar que a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil apresentou um aumento ao longo das últimas décadas, sendo que na década de 60 a produtividade média do canavial brasileiro de 54,5 toneladas de cana por hectare (KOHLHEPP, 2010) e a previsão para a safra 2019/2020 é de 62,85 toneladas de cana por hectare (CONAB, 2019). Estes números são reforçados por DAL-BIANCO *et al.* (2012) que apresentaram a evolução da produtividade para o período de 1975 e 2010. Dentro deste contexto, houve melhorias tanto em termos de manejo fitotécnicos, mas em especial pela liberação de novas variedades mais adaptadas as diferentes condições de cultivo, períodos de colheita, além de estresses bióticos e abióticos (SANTIAGO *et al.*, 2006; GAZAFFI *et al.*, 2016).

Essencialmente, o processo de melhoramento genético da cana-de-açúcar é iniciado por uma primeira etapa de cruzamento sexuado entre genitores com características de interesse ao melhorista visando à obtenção de uma população segregante, com elevada variabilidade genética. Os indivíduos desta população são produzidos a partir de sementes. A próxima etapa é constituída pela germinação e aclimatação das plântulas para instalação do campo de ensaio. Após avaliação, os melhores indivíduos são selecionados e clonados para próxima etapa, sendo o processo repetido de três a quatro vezes, em função das especificidades de cada programa de melhoramento. Todo processo tem uma duração de 10 a 15 anos (MATSUOKA *et al.*, 1999; LANDELL e BRESSIANI, 2010; GAZAFFI *et al.*, 2010).

Um ponto limitante ao processo é a etapa de armazenamento das sementes, cujas informações são escassas a respeito da cana-de-açúcar. Fato evidenciado pela ausência de especificações de testes para avaliar a qualidade das sementes, as quais são estabelecidas oficialmente pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Nesse contexto, as sementes de cana-de-açúcar possuem algumas particularidades, como o tamanho (massa de 100g = 0,04g), a baixa germinação, que são evidenciadas pelos programas de melhoramento que utilizam uma grande quantidade de sementes para produção de poucas plântulas (CAIEIRO, 2008). Outros pontos que tornam estes estudos mais desafiadores são a pouca disponibilidade de sementes para cada cruzamento e a heterogeneidade genética, isto é, cada semente representa um único genótipo com seu próprio potencial fisiológico.

Ainda, MARCOS FILHO (2005) destaca que a temperatura do armazenamento e o teor de água das sementes são os parâmetros mais importantes de serem controlados no processo de manutenção da qualidade fisiológica das sementes. No entanto, estudos deste tipo são escassos para o contexto da cana-de-açúcar, de forma que os efeitos destes dois parâmetros ainda necessitam ser melhores estudados para mensuração dos seus valores ideais e os seus efeitos nas sementes desta cultura, o que demonstra a necessidade de mais estudos que possam implicar positivamente nas etapas fundamentais de um programa de melhoramento genético, a exploração de diferentes genótipos e a seleção de novas variedades (ROACH, 1969; RAO, 1980, 1982; NAKAGAWA, 1994; CESNIK & MIOCQUE, 2004; CAIERO, 2008; CABRAL *et al.* 2011).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar condições de armazenamento para a conservação de sementes de cana-de-açúcar.

### **2.2 Específico**

1. Testar duas diferentes condições de armazenamento de sementes de cana-de-açúcar visando à manutenção do potencial fisiológico.
2. Avaliar e comparar a qualidade fisiológica das sementes, através de testes de germinação e emergência de plântulas.
3. Estudar a condição mais adequada para o armazenamento de sementes de cana-de-açúcar auxiliando a conservação destas em programas de melhoramento genético.
4. Testar lotes de sementes de diferentes genótipos em condições de armazenamento.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, com capacidade de propagação vegetativa, da família das Poaceae, gênero *Saccharum*. As variedades atuais são derivadas de híbridos interespecíficos, principalmente, entre *S. officinarum* cujos materiais são caracterizados por alto teor de açúcar e baixo teor de fibra versus *S. spontaneum*, *S. robustum*, *S. sinensis*, *S. barberi*, essencialmente, fonte de rusticidade e tolerância a estresses bióticos e abióticos (MATSUOKA *et al.*, 2005; LANDELL E BRESSIANI, 2010).

Por se tratar de uma gramínea, o seu sistema radicular é do tipo fasciculado e a parte aérea é caracterizada por colmos, folhas e inflorescência. O colmo é constituído por nós, internódios e gemas. Dentre as principais características destacam-se o armazenamento de reservas para indução floral e/ou para nutrição das gemas localizadas nos internódios destinadas a propagação vegetativa. Os colmos têm a capacidade de perfilhar, sendo a forma e a coloração variáveis entre os diferentes genótipos. As flores são hermafroditas e terminais, sendo que a indução floral ocorre devido à combinação de redução de fotoperíodo (de 12,75 horas para 12,15 horas de luz), umidade relativa elevada e temperatura entre 18-31°C. No Brasil, estas condições podem ser encontradas no Nordeste brasileiro, especialmente entre meados de fevereiro a março (período de diferenciação) e posteriormente entre os meses de abril a junho tem-se o período de maturidade

floral, época em que a etapa de cruzamento é realizada (MATSUOKA *et al*, 1999; CASAGRANDE, 1991; DEUBER, 1986, ARALDI, 2009).

Ao considerar que a cana-de-açúcar apresenta elevada capacidade de propagação vegetativa, as cultivares são multiplicadas e comercializadas com base na capacidade de clonagem. A principal forma de propagação é através da brotação de gemas consideradas a partir de segmentos de colmos, método utilizado para a produção de campos comerciais. Uma segunda alternativa é o uso da micropropagação que é uma técnica baseada nos princípios de cultura de tecidos e que permite a obtenção plântulas livres de doenças, as quais são utilizadas para formação de viveiros primários para produção de mudas em plantios pré-comerciais (BARBOSA, 2016). Uma terceira alternativa consiste no uso de mudas pré brotadas (MPB), em que os colmos são seccionados de forma que as gemas são individualizadas e colocadas em substrato para brotamento inicial, em viveiros por aproximadamente 60 dias e as mudas são transplantadas ao campo. Nesta abordagem o principal objetivo está em obter mudas saudáveis e redução de falhas em canaviais (LANDELL *et al*, 2012).

### **3.2 Programas de melhoramento e sementes de cana-de-açúcar**

O uso de sementes para a cana-de-açúcar está restrito aos programas de melhoramento genético. Atualmente, há no Brasil quatro programas ativos de melhoramento desta cultura, a saber: CTC (Centro de Tecnologia Canavieira) responsável pela liberação das variedades CTC, cujo financiamento é privado; Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) de financiamento estadual; programa RB coordenado pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA), com financiamento do governo federal (BARBOSA *et al*. 2012; GAZAFFI *et al.*, 2016) e; Vignis e GranBio, programas privados voltado a cana energia.

As sementes de cana-de-açúcar são utilizadas para geração de populações geneticamente heterogêneas, para que posteriormente possa ocorrer as etapas de avaliação, seleção e clonagem dos tipos de maior interesse. Para tanto, duas estratégias de cruzamentos são consideradas, a saber, progênies de irmãos



completos ou biparentais, isto é, situação na qual tanto o genitor masculino quanto o feminino são conhecidos; e as progênes de meios irmãos ou multiparentais, caracterizado pelo conhecimento apenas do genitor feminino e, portanto, na descrição do genitor masculino é empregado o sinal de interrogação “(?)”, ou seja, essa informação é, à princípio, desconhecida. Uma importante diferença entre estas formas de cruzamentos é que há maior variabilidade genética para progênes de meios irmãos, uma vez que vários genitores paternos colaboram para a formação da progênie, porém o conhecimento integral da genealogia é comprometido. Posteriormente, as sementes derivadas de cada cruzamento são semeadas e, após a germinação, as plantas são aclimatadas para a implantação de experimentos em condições de campo (MATUSOKA *et al.*, 2005), em que os melhores indivíduos serão selecionados e clonados. Este processo é repetido de três a quatro vezes, em função da especificidade dos diferentes programas de melhoramento.

O processo de produção de sementes da RIDESA foi parcialmente descrito por MARTINS (2005) e, juntamente aos documentos internos do PMGCA, está especificado a seguir: nos primeiros meses do ano os melhoristas se reúnem e elencam as prioridades de cruzamentos e inserem estas informações em banco de dados que avaliam os impedimentos genéticos para realização de cada cruzamento. A hibridização se inicia em meados de abril e se estende até o mês de junho, nas estações de florescimento e cruzamento. Para a RIDESA estas etapas ocorrem na estação Serra do Ouro (Murici, AL) e estação de Devaneio (Amaraji, PE), sob responsabilidade da Universidade Federal de Alagoas e Universidade Federal Rural de Pernambuco, respectivamente. Nestes locais inicialmente são identificados os clones/variedades que estão com as panículas florais no estágio de serem utilizadas como genitor masculino e feminino (Figuras 1A,1B e 1C). Tal identificação é determinada pelo grau de abertura ou fechamento das anteras e a fertilidade do pólen. A técnica de emasculação pode ser utilizada com o intuito de impedir a autofecundação.

Após essa etapa os colmos são cortados, etiquetados e levados ao galpão de cruzamentos, que podem ser do tipo cruzamentos múltiplos (Figura 1D) ou para as campânulas de cruzamentos do tipo biparentais (Figura 1E, 1F e 1G). Os colmos são mantidos em baldes contendo solução nutritiva ( $\text{SO}_2$  – 150 mg.kg<sup>-1</sup>), ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) – 75 mg.kg<sup>-1</sup>, ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) – 37 mg.kg<sup>-1</sup> e ácido sulfúrico

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) – 37 mg.kg<sup>-1</sup> por dez dias, período o qual irá ocorrer o processo de fecundação. Após esse período os colmos “femininos” são mantidos neste mesmo galpão por sete dias em baldes com a solução nutritiva para que ocorra a maturação das sementes (Figura 1H). Em seguida as panículas são retiradas e embaladas em sacos de papel (Figura 1I) e armazenadas em câmara fria a 4°C e 25% de umidade relativa do ar por aproximadamente 30 dias até serem enviadas aos centros de pesquisa integrantes da RIDESA nas diversas regiões do país. Após, o recebimento das sementes pelos programas de melhoramento de cada IES (instituição de ensino superior) que compõem a RIDESA tem-se a condução das fases de experimentação.

Ao considerar o fluxograma de melhoramento genético em MATUSOKA *et al.* (2005), pode-se afirmar que a etapa de geração de variabilidade é limitante ao fluxograma de um programa de melhoramento, pois nem sempre os cruzamentos desejados são passíveis de serem obtidos, ao longo dos anos. Isto ocorre devido ao fato de que um determinado genitor pode ser requerido em várias vezes, mas a baixa quantidade de panículas não permite atender à demanda para todos os cruzamentos. Outra dificuldade está na falta de sincronização do florescimento entre os diferentes genótipos, uma vez que dentro do período de floração pode haver materiais que florescem de maneira mais precoce e outros mais tardiamente, mesmo que haja um manejo visando concentrar o florescimento entre genitores em dado período. Dado essa informação, esse seria o primeiro motivo de se armazenar as sementes obtidas, pois uma vez conseguido o cruzamento, passa-se a ser um material genético nobre e teoricamente de difícil reobtenção.

Outro motivo que justifique o armazenamento de sementes de cana-de-açúcar está no fato de que após as primeiras fases de seleção, determinados cruzamentos podem se mostrar promissores, com maior chance de gerar novos indivíduos superiores e, portanto, novas variedades, sendo assim, a ressemeadura desses cruzamentos irá gerar uma maior possibilidade de exploração destes cruzamentos. Além disso, reavaliar os cruzamentos em anos atípicos também é favorável ao melhorista, pois assim poderá conhecer melhor o comportamento daquele genótipo em diferentes condições.



**FIGURA 1.** (A) DIFERENTES FASES DA PANÍCULA, (B) GINECEU E ESTIGMAS, (C) ANTERAS EM DEISCÊNCIA DE PÓLENS, (D) GALPÃO DE CRUZAMENTOS MÚLTIPLOS, (E) CRUZAMENTO BI-PARENTAL, (F) CAMPÂNULAS DE CRUZAMENTO BI-PARENTAL, (G E H) PROCESSO DE MATURAÇÃO DE SEMENTES, (I) EMBALAGEM DAS SEMENTES.

No fluxograma atual, a etapa de armazenamento das sementes é realizada somente no período entre a colheita das sementes na estação de cruzamento no Nordeste brasileiro e a semeadura nas demais regiões onde são realizadas as etapas iniciais de semeadura e seleção de novos genótipos, que compreende normalmente o período entre abril a outubro. Destaca-se que em vários cruzamentos a germinação e a formação de plântulas normais tem sido uma dificuldade, o que pode dificultar a exploração da variabilidade genética gerada. Dentre os principais

problemas estão à perda da viabilidade da semente durante o processo de armazenamento e a perda de plântulas nos primeiros estádios de crescimento, uma vez que as quatro primeiras semanas após a germinação são críticas para estabelecimentos das novas plântulas (SILVA, 2010).

### **3.3 Armazenamento de sementes**

Para que o armazenamento de sementes seja adequado devem-se considerar condições específicas para cada espécie de forma que não haja redução significativa do seu potencial de germinação e, assim, sua qualidade possa ser mantida ao longo do tempo desejado (MATSUOKA et al, 2005; CESNIK & MIOCQUE, 2004, FERREIRA & BORGHETTI, 2004 citado por CAIERO, 2008). Conceitualmente, a colheita deve ocorrer após as sementes terem atingido a maturidade fisiológica, assim potencializando o armazenamento. Para a cana-de-açúcar, este processo ainda não é bem conhecido, visto que na ampla literatura pesquisada, não existem informações exatas sobre o momento que a semente desta espécie atinge sua maturidade fisiológica e muitas decisões utilizadas são baseadas em resultados empíricos.

Os fatores ambientais mais importantes para o armazenamento e manutenção da viabilidade das sementes são a umidade relativa e a temperatura do ar. Sementes ortodoxas permitem a manutenção do embrião em baixa atividade metabólica reduzindo-se ambas condições. Contudo, outros aspectos também interferem na germinação das sementes, tais como: vigor da planta mãe; condições climáticas durante a maturação das sementes; grau de maturação no momento da colheita; ataque de pragas e doenças; grau de injúria mecânica e secagem (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar consideram basicamente três processos de armazenamento, a saber: câmaras úmidas, com umidade relativa do ar acima de 60%; câmaras secas, com umidade relativa do ar abaixo de 35% ou em condições de ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa, envoltas por embalagem de papel do tipo Kraft, isso após serem opcionalmente deslindadas, e secas até no máximo 10% de teor de água (CESNIK & MIOCQUE, 2004). A remoção do línter ou deslindamento é um fator que deve ser

considerado visando à redução do volume de semente, a facilitação da estocagem, do manuseio e da semeadura (HOFFMANN *et al*, 1979).

O tempo máximo de armazenamento, teoricamente, é o período máximo no qual a semente mantém seu vigor semelhante ao observado na colheita, porém do ponto de vista biológico, sabe-se que sementes armazenadas perdem vigor em diferentes graus. De maneira geral, pode-se considerar que a longevidade das sementes varia com o genótipo, mas dependem em grande parte do teor de água (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Pode-se considerar que a cada 1% de redução do teor de água da semente dobra-se o período seguro de armazenamento, também denominada “regra de Harrington” (HARRINGTON, 1972). O elevado teor de água da semente é prejudicial para o armazenamento das sementes ortodoxas levando a uma maior deterioração, uma vez que as funções metabólicas da semente são mais estimuladas com a maior disponibilidade de água (MARCOS FILHO, 2005, LABOURIAU, 1983). Vale destacar, também, que as sementes possuem propriedades higroscópicas que se equilibram com a umidade relativa do ar. Alto teor de água nas sementes, aliado as altas temperaturas, acelera o processo de degeneração biológica das sementes, ocasionando perda de vigor e posteriormente sua capacidade de germinação (ALMEIDA *et al*, 1997), justamente, condições que prevalecem em locais com clima tropical.

O conhecimento do teor de água das sementes pode ajudar compreender a sua influência sobre a germinação das sementes e conseqüentemente os teores ideais que estas devem ser armazenadas e quais os níveis letais (FIGLIOLIA *et al*, 1993).

Já a temperatura do ar também apresenta elevada importância no processo de conservação de sementes. No caso das sementes ortodoxas, quanto menor a temperatura durante o armazenamento melhor será a conservação das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Isto ocorre, pois, a temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas das sementes, acelerando a respiração e o desenvolvimento de microrganismos fatores responsáveis pela perda da viabilidade das sementes durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Os efeitos da temperatura sobre a semente, assim com a temperatura ideal para o armazenamento, variam de acordo com a espécie, a época e a maturidade fisiológica da semente (KANO, 1978).

Outro ponto importante é que a temperatura está diretamente relacionada com a umidade relativa do ar, que por sua vez está relacionada diretamente com o teor de água das sementes. Desse modo, o equilíbrio hidroscópico (ponto onde a umidade da semente se equilibra com a umidade do ar) depende da temperatura. Portanto, a temperatura e a umidade relativa do ar devem ser efetivamente controladas durante o armazenamento para garantir a manutenção do potencial fisiológico de sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000, MARCOS FILHO, 2005, PONTES, 2006, BRACCINI, 2001, MIRANDA, 1999).

### **3.4 Testes de germinação e emergência**

Para a avaliação dos atributos de sementes, alguns testes são definidos por bibliografia específica, tal como as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), porém para a cana-de-açúcar não há parâmetros definidos. Uma possível estratégia é considerar espécies semelhantes ou mesmos trabalhos anteriores com cana-de-açúcar, como propostos por CAIERO (2008) e CABRAL et al. (2011).

Dentre os testes de avaliação do potencial fisiológico de sementes tem-se o teste de germinação e o teste de emergência. O teste de germinação auxilia na determinação do potencial de um lote de sementes em produzir plantas normais e assim fornecer informações da quantidade de semente a ser semeada para se obter determinada população de plantas. Além disso, possibilita comparar a viabilidade de diferentes lotes de sementes e identificar possíveis problemas de desempenho e suas causas. Como estes testes são conduzidos em ambientes controlados, os dados obtidos são, em teoria, a máxima germinação que se pode esperar daquele lote de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

O teste de germinação é conduzido em condições de ambiente controlado, por exemplo, com temperatura e umidade constante, permitindo a exploração do potencial fisiológico das sementes, porém não se tem a simulação às condições de campo, o que pode ser obtido ao considerar o teste de emergência. Neste último contempla-se as variações de temperatura entre o dia e a noite, o fotoperíodo e as condições de umidade e de solo que a planta será utilizada (LARÉ et al, 2007). No entanto, o teste de germinação é o mais utilizado para determinar a qualidade

fisiológica das sementes, pois é possível de ser padronizado e replicável em qualquer local de condições similares.

Quanto aos substratos para o teste de germinação, as Regras para Análises de sementes recomendam papel, pano, areia e solo (BRASIL, 2009), entretanto, os mais utilizados são papel e areia por estes possuírem padronização das suas características, tais como: aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos (CAIEIRO, 2008) e também serem meios inertes para a semente.

Devido à escassez de literatura sobre estudos para compreensão do potencial de armazenamento de sementes de cana-de-açúcar, cada programa de melhoramento genético desenvolveu uma metodologia própria, o que torna difícil a comparação entre resultados obtidos. Contudo, compreendendo a importância desta área e a ausência de estudos mais aprofundados para esta cultura, o presente projeto visa estudar diferentes maneiras de armazenamento de sementes visando à manutenção do potencial fisiológico destas ao longo do tempo.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

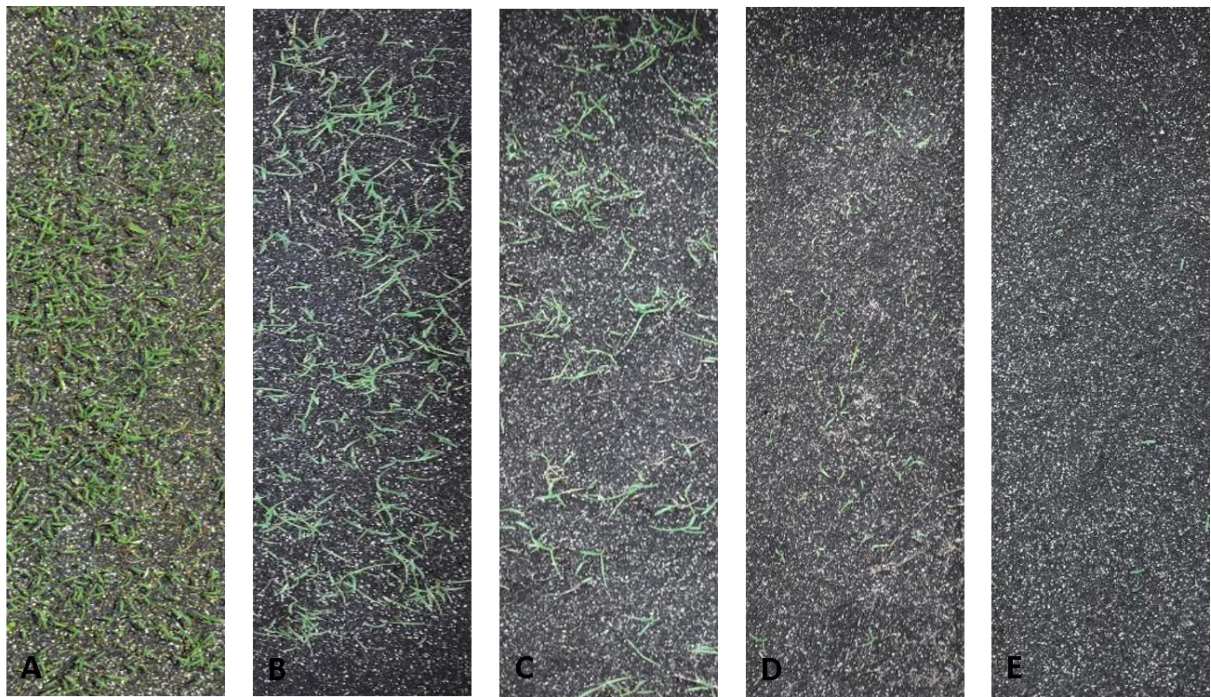
O presente trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias, campus Araras-SP, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em parceria com o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA) que forneceu todo suporte necessário para o desenvolvimento desta pesquisa.

### **4.1 Semente de cana-de-açúcar**

Para a condução do trabalho foi considerado, inicialmente 49 cruzamentos do tipo meios irmãos (multiparentais), isto é, situações em que apenas o genitor feminino é conhecido. Desta forma, o genitor masculino é substituído pelo sinal de interrogação (“?”). As sementes foram obtidas no ano de 2017, na Estação de Floração e Cruzamento de Devaneio, em Amaraji, PE, (Lat.: 08°19,8' S; Long.:35°24' W; Altitude: 514m; Chuva: 2.600 mm; Mín.: 18,2°C; Máx.: 27,9°C) sob responsabilidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), integrante da RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético). A massa dos lotes de sementes, anterior a retirada do línter, para cada cruzamento variava entre 4,8g a 31,8g e a massa de 100 sementes variou de 0,0189g a 0,1781g (Anexo 1). Estas sementes foram geradas na jornada de cruzamentos ocorrida no mês julho e pré-conservadas em câmara fria a 4°C e umidade relativa de 25%, até a recepção pelo programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar (PMGCA), da UFSCar/RIDESA, em fevereiro de 2018.



Com o intuito de selecionar lotes com diferentes potenciais fisiológicos, considerou-se, um ensaio preliminar de emergência, nos moldes adotados pelo PMGCA/UFSCar. Resumidamente, o ensaio consistiu em semear três gramas e meia (3,5g) de sementes em caixas plásticas com dimensões de 40 cm (comprimento) x 30 cm (largura) x 12cm (altura) com substrato a base de fibra de coco, em casa de vegetação com condições controladas de temperatura a 35°C e irrigadas automaticamente para manutenção da capacidade de campo do substrato. Após 14 dias, uma nota foi atribuída assumindo uma escala ordinal de “1” a “5”, sendo nota “1” o maior potencial de emergência (bandeja plenamente coberta por plântulas) até nota “5” (bandeja com ausência total de plântulas (Figura 2). Os lotes de sementes com notas entre "quatro" e "cinco" foram desconsiderados devido à baixa formação de plântulas. Cruzamentos com nota 1 não foram observados. Desta forma, 16 cruzamentos foram selecionados (Anexo 1). A disponibilidade de sementes também foi um fator considerado na escolha dos cruzamentos.



**FIGURA 2.** ESCALA DE NOTAS PARA O TESTE DE EMERGÊNCIA ADOTADO PELA RIDESA. (A) NOTA 1, (B) NOTA 2, (C) NOTA 3, (D) NOTA 4, (E) NOTA 5. FONTE: WELLINGTON QUADROS TANNO.

## 4.2 Armazenamento de sementes

Com a definição dos 16 cruzamentos, foi realizado o beneficiamento das sementes com a remoção do línter com o uso do insuflador (HOFFMANN, 1979) (Figuras 3A, 3B e 3C), seguido pela verificação do teor de água das sementes (BRASIL, 2009) e armazenadas em embalagens de alumínio revestidas com plástico impermeável com zíper, cujas medidas são de 15 cm x 10 cm (Figura 3D). Os saquinhos com as sementes foram mantidos em duas condições, de câmara fria com controle de temperatura (8°C) e umidade relativa do ar (30%) (Figura 3E) e outra apenas com o controle da temperatura (18°C). O período de armazenamento foi de oito meses, sendo as avaliações de testes de germinação e emergência realizadas a cada dois meses (fevereiro/2018, abril/2018, junho/2018, agosto/2018 e outubro/2018) visando o monitoramento do potencial fisiológico das sementes. A determinação do teor de água das sementes foi realizada no início do armazenamento e previamente aos testes de germinação e emergência em cada época. A determinação foi em estufa a 105°C, durante 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 50 sementes por cruzamento. A porcentagem foi calculada na base de massa úmida, pela diferença da massa seca, aplicando-se a fórmula  $\frac{100 (P_i - p_f)}{(P_i - t)}$ , sendo  $P_i$  = massa inicial;  $p_f$  = massa final;  $t$  = tara (BRASIL, 2009). O resultado final foi obtido através da média aritmética das porcentagens de cada uma das subamostras.

Ao considerar que a cada dois meses, amostras de sementes precisariam ser retiradas do armazenamento para verificação do potencial fisiológico, adotou-se a estratégia de individualizar subamostras de cada cruzamento em diferentes embalagens. Assim, evitou-se o manuseio das sementes armazenadas e a possível alteração nas condições de armazenamento, de modo que a retirada da amostra de um período não afetou as condições de armazenamento das demais sementes que foram utilizadas posteriormente.

Vale ressaltar que, considerando no fluxograma do programa de melhoramento genético da UFSCar, o prazo de armazenamento utilizado de oito meses é equivalente ao tempo necessário para a realização da semeadura para o ano subsequente.



**FIGURA 3.** (A) EQUIPAMENTO PARA DESLINTAMENTO DE SEMENTES, (B) SEMENTES COM LÍNTER, (C) INSUFLADOR PARA REMOÇÃO DO LÍNTER, (D) SACOS METALIZADOS PARA EMBALAGEM DAS SEMENTES, (E) SEMENTES SEM LÍNTER. FONTE: WELLINGTON QUADROS TANNO

### 4.3 Teste de germinação

Para o teste de germinação foram consideradas quatro repetições para cada um dos 16 cruzamentos nas duas condições de armazenamento. Cada repetição ou parcela experimental foi composta por uma amostra de 50 sementes.

O teste foi conduzido em caixas plásticas transparentes, com dimensões 11 cm (comprimento) x 11 cm (largura) x 3,5 cm (altura), tendo como substrato papel filtro do tipo *Germitest* (10,5 cm x 10,5 cm). A sementeira ocorreu sobre duas folhas em cada caixa umedecidas com o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. As caixas foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD, sem luz, com temperatura constante de 32°C (CAIEIRO, 2008). A contagem de plântulas, de modo destrutivo, ocorreu ao sétimo, décimo quarto e vigésimo primeiro dia após a instalação do teste, porém, a germinação considerada foi a total, ou seja, a soma das plântulas que germinaram nas três datas de avaliação (CAIEIRO, 2008) (Figuras 4A e 4B).

#### **4.4 Teste de emergência**

Para avaliar a emergência de plântulas foram utilizadas caixas de plástico, de dimensões 40 cm (comprimento) x 30 cm (largura) x 12 cm (altura), contendo substrato a base de fibra de coco. O experimento foi conduzido, com quatro repetições, testando os 16 cruzamentos armazenados, em cada uma das duas condições. Cada parcela foi composta de uma amostra de 100 sementes para cada cruzamento.

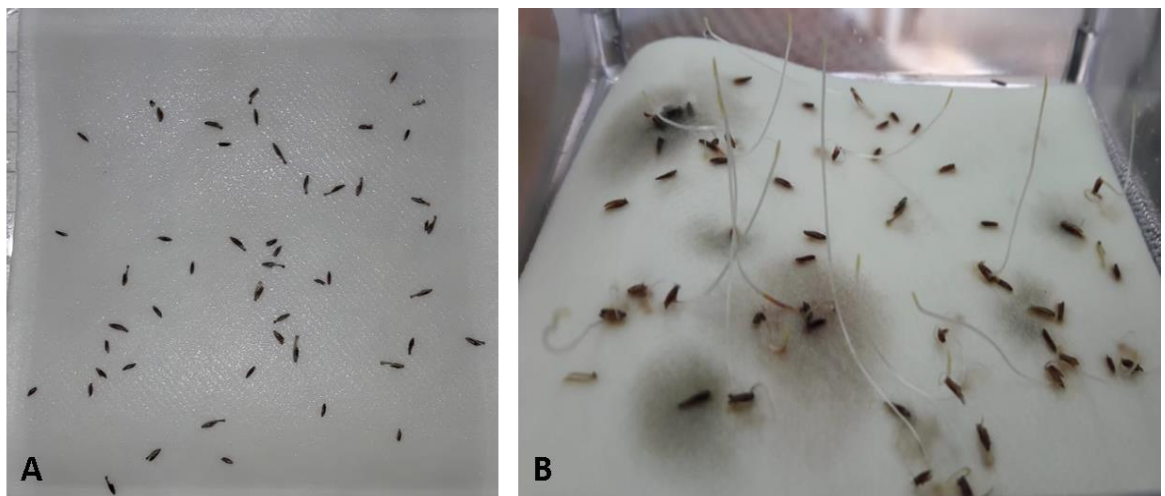
Após a semeadura nas caixas, estas foram mantidas em casa de vegetação com controle parcial da temperatura a 35°C e irrigadas automaticamente para manutenção da umidade próxima a capacidade de campo. A contagem de plântulas foi ao sétimo, décimo quarto e vigésimo primeiro dia após a semeadura, porém, a emergência considerada foi a total, ou seja, a soma das plântulas que emergiram nas três datas de avaliação (Figuras 5A e 5B).

#### **4.5 Análise estatística**

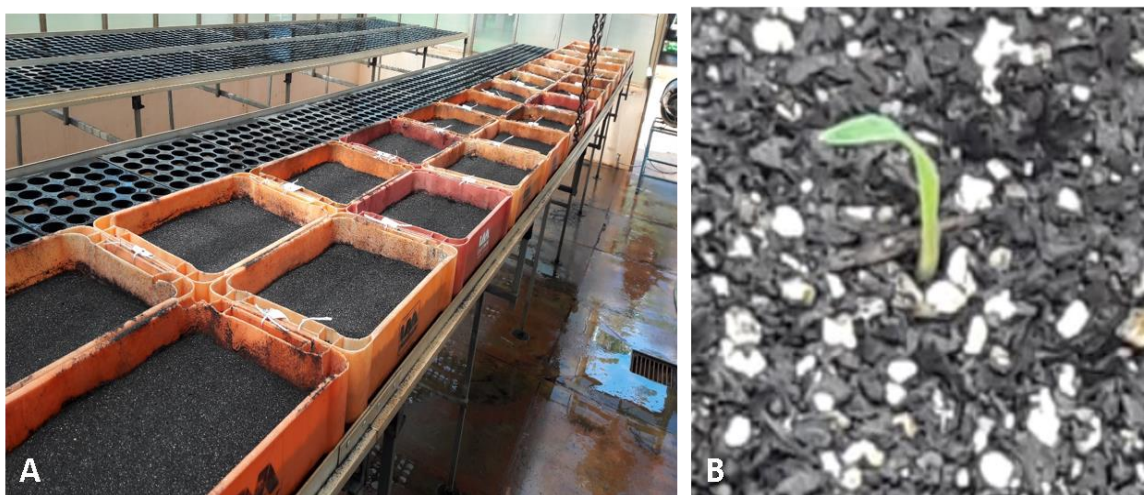
Tanto os experimentos de germinação quanto de emergência foram analisados assumindo um delineamento estatístico de parcela subdividida com três fatores (Zimmermann, 2014). O primeiro fator (nível de parcela) correspondeu aos 16 cruzamentos considerados. O segundo fator (nível de subparcela) considerou-se as duas formas de armazenamento e o terceiro fator (nível de subsubparcela) referiam-se aos diferentes períodos de armazenamento, considerado neste caso como qualitativo. A significância dos fatores e suas respectivas interações foram identificadas, a partir do Teste F, considerando nível de significância de 5%. Os testes de médias foram realizados pelo teste de Scott-Knott a 5% e para o fator quantitativo foram testados diferentes modelos de regressão polinomial visando identificar o modelo mais adequado. As análises estatísticas foram todas realizadas no software R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)).

Vale ressaltar que para o primeiro período de análise (fevereiro/2018), as sementes iniciaram o armazenamento, assim indicando o potencial das sementes antes do período armazenamento nas condições em estudo. Neste caso, optou-se

por duplicar as análises para as taxas de germinação e emergência de forma que dois pontos iniciais foram definidos (D1 e D2). Assim, a possível diferença entre estas duplicatas pode ser atribuída a uma possível heterogeneidade dos lotes. Logo, a estratégia foi definir um ponto inicial (D1) atribuído em termos de inclusão de dados como câmara fria (8°C e 30% UR) e outro (D2) referindo-se como sala refrigerada (18°C), de forma que a estrutura do delineamento foi mantida, mas permitindo que a comparação para o mês de fevereiro fosse função do efeito da duplicata para as demais épocas, testa-se a diferença nas condições de armazenamento.



**FIGURA 4.** (A) CAIXAS PARA O TESTE DE GERMINAÇÃO, (B) GERMINAÇÃO DE SEMENTES. FONTE: WELLINGTON QUADROS TANNO.



**FIGURA 5.** (A) CAIXAS COM SUBSTRATO PARA O TESTE DE EMERGÊNCIA, (B) EMERGÊNCIA DE PLÂNTULA. FONTE: WELLINGTON QUADROS TANNO

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Teor de água das sementes

Os 16 cruzamentos tiveram o teor de água avaliado antes do início do armazenamento. Neste caso observou-se que havia diferença de teor de água entre os cruzamentos ( $F = 4,55$  e  $p\text{-valor} < 0,001$ ). O teste de Skott-Knott apontou dois grupos, um primeiro com maior teor de água compreendido por RB963331 x ? (9,12%), RB057006 x ? (8,98%), RB015894 x ? (8,45%), RB1345 x ? (8,35%), RB131863 x ? (8,18%), RB9229 x ? (8,00%), RB935421 x ? (7,45%) e RB963248 x ? (7,13%) e um segundo com médias menores composto por RB131863B x ? (6,85%), RB985817 x ? (6,60%), RB867515 x ? (6,15%), RB863129 x ? (5,90%), RB985817B x ? (5,85%), RB995025 x ? (5,73%), UFAL x ? (4,95%) e RB985607 x ? (4,73%).

Ao considerar o teor de água após os períodos de armazenamento detectou-se a presença de interação tripla, isto é, as magnitudes entre os teores de água de cada cruzamento se alteravam em função das diferentes épocas e condições de armazenamento (Tabela 1). Neste caso, recomendações gerais não devem ser conduzidas, mas sim respeitando a combinação observada entre os fatores.

Na comparação entre os cruzamentos, nas diferentes épocas e condições de armazenamento foi verificado que os valores de teor de água não diferiram significativamente ao longo dos meses de armazenamento, independente da forma de conservação. Neste caso, isto implica dizer que os cruzamentos que inicialmente

apresentavam dois grupos, após o armazenamento tenderam a homogeneização dos teores de água, ou seja, não variaram entre si, indicando homogeneidade entre os lotes.

Por outro lado, pode-se comparar a alteração do teor de água ao longo do tempo dos diferentes cruzamentos e nas diferentes condições de armazenamento (Tabela 2). Para a condição de câmara fria (8°C; 30%UR), 13 dentre os 16 cruzamentos não apresentaram diferença estatística no teor de água ao longo do armazenamento e em outros três casos (RB985817 x ?, RB985817B x ? e RB995025 x ?) o teor de água aumentou com o passar dos meses. Especificamente, para RB985817 x ? e RB985817B x ?, o teor de água foi mantido até o sexto mês, mas estatisticamente significativo em relação ao último período (oitavo mês). Já para RB995025 x ? o primeiro período de armazenamento diferiu dos demais, isto é, após o quarto mês houve um aumento do teor de água das sementes. Para a situação de sala refrigerada (18°C) o padrão foi alterado, uma vez que, apenas dois cruzamentos não apresentaram aumento do teor de água (RB985607 x ? e RB935421 x ?) e 13 de 16 cruzamentos apresentaram elevação significativa do teor de água ao longo do período de armazenamento. Alguns padrões foram observados: i) os valores dos teores de água para os cruzamentos RB015894 x ?, RB963248 x ? e RB057006 x ? diferiram do período do segundo mês para os demais; ii) para RB995025 x ? e RB963331 x ? o segundo e quarto meses diferiram de sexto e oitavo; iii) RB867515 x ?, RB863129 x ?, UFAL x ?, RB9229 x ? e RB985817B x ? diferiram do oitavo mês em relação aos demais; iv) para RB1345 x ?, RB131863B x ? e RB131863 x ?, o padrão de aumento foi mais pronunciado, distinguindo as médias em três grupos. O cruzamento RB985817 x ? indicou valores de teor de água mais elevado para o quarto e oitavo mês em relação ao segundo e sexto mês, de forma que a interpretação para este material deve ser realizado com mais cautela, por ser um comportamento mais errático.

Por fim, a comparação entre condições de armazenamento pode ser realizada (Tabela 2). Para 29 dentre as 64 comparações realizadas, foram detectadas diferenças entre os teores de água das sementes, em todos os casos a conservação na sala refrigerada apresentou valores consistentemente maiores do que na câmara fria. Novamente, alguns padrões foram possíveis de serem determinados, tais como: i) cruzamentos RB015894 x ?, RB1345 x ? e RB985607 x ? apresentaram diferenças

em todas as épocas de conservação; ii) RB963331 x ? e RB963248 x ? não diferiram com dois meses de armazenagem, mas apresentaram aumento no teor de água e que se manteve após o quarto mês; iii) RB867515 x ?, RB863129 x ?, RB995025 x ?, UFAL x ?, RB131863B x ? e RB9229 x ? diferiram apenas após o oitavo mês de armazenamento; iv) RB985817 x ? e RB131863 x ? não diferiram os teores de águas entre as duas formas de armazenamento; v) RB057006 x ?, RB935421 x ? e RB985817B x ? apresentaram comportamento mais inconsistente, pois as alterações dos teores de água não apresentou alteração em função com as épocas de armazenamento. De forma geral verifica-se que quanto maior o tempo de armazenamento maior é a capacidade da câmara fria em manter um menor teor de água das sementes.

**TABELA 1.** ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS: TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES, TESTE DE GERMINAÇÃO E TESTE DE EMERGÊNCIA

FV	Teor de água				Germinação				Emergência			
	GL	QM	F	p-val	GL	QM	F	p-val	GL	QM	F	p-val
Cruzamentos (C)	15	3,33	2,72	0,028	15	172,47	13,00	<0,001	15	778,40	47,62	<0,001
Resíduo i	16	1,22			48	13,27	-	-	48	16,30	-	-
Armazenamento (A)	1	226,10	225,00	<0,001	1	2685,50	213,73	<0,001	1	13059,00	622,65	<0,001
Interação CxA	15	5,20	4,40	0,003	15	37,10	2,96	0,0022	15	125,00	5,96	<0,001
Resíduo ii	16	1,18			48	12,60	-	-	48	21,00	-	-
Época (T)	3	14,80	40,50	<0,001	4	506,80	78,54	<0,001	4	2599,60	189,67	<0,001
Interação CxT	45	0,45	1,24	0,188	60	30,00	4,65	<0,001	60	144,70	10,56	<0,001
Interação AxT	3	14,60	14,61	<0,001	4	95,90	14,86	<0,001	4	789,30	57,59	<0,001
Interação CxAxT	45	2,53	2,53	<0,001	60	12,80	1,98	<0,001	60	52,00	3,80	<0,001
Resíduo iii	96	0,37			384	6,50	-	-	384	13,70	-	-



**TABELA 2.** TESTE DE SKOTT-KNOTT (5%) PARA O TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES NOS DIFERENTES TIPOS E ÉPOCAS DE ARMAZENAMENTO. LETRAS IGUAIS NÃO APRESENTAM DIFERENÇA ESTATÍSTICA. LETRAS MINÚSCULAS TESTAM DIFERENÇAS ENTRE CONDIÇÕES SALA REFRIGERADAS (18° C) VERSUS CÂMARA FRIA (8°C E 30% UR) AVALIADA PARA CADA COMBINAÇÃO ENTRE 16 CRUZAMENTOS E AS DUAS ÉPOCAS DE ARMAZENAMENTO. LETRAS MAIÚSCULAS INDICAM O TESTE DE MÉDIAS PARA A DIFERENÇA ENTRE OS TEORES DE ÁGUA AO LONGO DAS ÉPOCAS DE ARMAZENAMENTO, CONSIDERANDO OS DIFERENTES CRUZAMENTOS E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO.

Cruzamento	Armazenamento	Época							
		2 meses		4 meses		6 meses		8 meses	
RB015894 x ?	SR	7,15	a B	8,95	a A	8,2	a A	8,5	a A
	CF	3,15	b A	3,5	b A	3,4	b A	3,4	b A
RB1345 x ?	SR	5,35	a C	6,65	a B	6,55	a B	6,5	a A
	CF	2,55	b A	2,3	b A	3,1	b A	3,1	b A
RB985607 x ?	SR	5,45	a A	5,2	a A	5,35	a A	6,3	a A
	CF	1,85	b A	2,2	b A	2,25	b A	2,95	b A
RB963331 x ?	SR	5,5	a B	6,8	a B	7,1	a A	6,95	a A
	CF	3,55	a A	3,2	b A	4,1	b A	3,8	b A
RB963248 x ?	SR	4,55	a B	5,5	a A	6,25	a A	6,4	a A
	CF	2,9	a A	2,95	b A	2,95	b A	3,3	b A
RB867515 x ?	SR	4,65	a B	4,8	a B	5,05	a B	6,25	a A
	CF	2,65	a A	2,75	a A	2,85	a A	3,4	b A
RB863129 x ?	SR	4,2	a B	4,3	a B	4,55	a B	6,75	a A
	CF	3,9	a A	4,1	a A	3,95	a A	3,9	b A
RB995025 x ?	SR	4,2	a B	4,45	a B	5,85	a A	6,55	a A
	CF	2,65	a B	4,5	a A	3,9	a A	3,55	b A
UFAL x ?	SR	4,15	a B	4,25	a B	4,9	a B	5,8	a A
	CF	4,6	a A	3,65	a A	3,25	a A	3,35	b A
RB131863B x ?	SR	3,8	a C	5	a B	5,4	a B	6,65	a A
	CF	4,5	a A	3,65	a A	3,5	a A	4,1	b A
RB9229 x ?	SR	2,9	a B	5,4	a B	6,3	a B	6,4	a A
	CF	3,45	a A	3,9	a A	4,05	a A	3,8	b A
RB057006 x ?	SR	4,5	a B	6,65	a A	6,35	a A	6,85	a A
	CF	4	a A	3,95	b A	4,4	a A	3,65	b A
RB935421 x ?	SR	4,5	a A	6,1	a A	5,85	a A	6,6	a A
	CF	4,15	a A	3,55	b A	4,6	a A	4,7	a A
RB985817B x ?	SR	6,2	a B	5,75	a B	5,9	a B	5,15	a A
	CF	3,45	b A	3,5	a A	3,45	b A	6,1	a A
RB985817 x ?	SR	4,1	a B	5,35	a A	4,25	a B	5,55	a A
	CF	3,15	a B	3,7	a B	4,3	a B	5,5	a A
RB131863 x ?	SR	3,1	a C	4,9	a B	6,1	a A	6,2	a A
	CF	4,55	a A	3,5	a A	4,3	a A	4,3	a A

## 5.2 Teste de germinação e emergência

Ao considerar as análises estatísticas para o teste de germinação e o teste de emergência foram observados resultados coincidentes, isto é, em ambos os casos detectou-se a presença de interação tripla entre os fatores cruzamentos, condição e tempo de armazenamento (Tabela 1) indicando que recomendações gerais não devem ser estabelecidas, mas sim cada fator seja interpretado a partir dos demais.

## 5.3 Condição de armazenamento

Uma primeira interpretação pode ser realizada em função das diferenças entre os cruzamentos antes do período de armazenamento. Para melhor compreender o potencial de cada cruzamento, foram realizados experimentos em duplicatas (D1 e D2) para ambos os testes, cujos resultados encontram-se nas Tabelas 3 e 4. Ao considerar o teste de germinação observou-se que dentre os 16 cruzamentos não foram detectadas diferenças significativas considerando o teste de Skott-Knott a 5%, mas ao considerar o teste de emergência 12 cruzamentos não apresentaram diferença entre as duplicatas. Isto indicou que majoritariamente o material utilizado neste estudo não apresentava heterogeneidade devido a questões de amostragem. Para o teste de emergência, os quatro cruzamentos que apresentaram diferenças entre as duplicatas foram RB935421 x ?, RB867515 x ?, RB963248 x ? e RB131863B x ?, cujas interpretações devem ser feitas com cautela.

Após o início do armazenamento, avaliações no segundo, quarto, sexto e oitavo meses foram conduzidas, nas quais identificaram-se superioridade nos valores de germinação das sementes armazenadas na câmara fria. Com dois meses, as diferenças entre câmara fria e sala refrigerada foram detectadas em cinco cruzamentos (RB9229 x ?; RB963331 x ?; RB867515 x ?; RB963248 x ?; RB863129 x ?), assim como no quarto mês de armazenamento (RB935421 x ?; RB995025 x ?; RB867515 x ?; RB015894 x ? e UFAL x ?). Para o sexto mês de armazenamento as diferenças foram detectadas para sete cruzamentos (RB995025 x ?; RB9229 x ?; RB963331 x ?; RB867515 x ?; UFAL; RB057006 x ? e RB863129 x ?). O oitavo mês permitiu maior distinção entre as duas condições, uma vez que nove cruzamentos apresentaram diferenças estatísticas quando comparada a germinação das

sementes armazenadas nos dois locais (RB995025 x ?; RB9229 x ?; RB963331 x ?; RB867515 x ?; RB057006 x ?; RB985607 x ?; RB963248 x ?; RB1345 x ? e RB863129 x ?). Destaca-se que o cruzamento RB867515 x ? foi o único que indicou valores estatisticamente distintos para as duas condições de armazenamento. Majoritariamente quanto maior o tempo de armazenamento a quantidade de cruzamentos que indicam diferenças entre câmara fria e sala refrigerada aumenta.

Para quatro cruzamentos (RB131863B x ?; RB985817B x ?; RB985817 x ? e RB131863 x ?) não foram detectadas diferenças de germinação entre o local armazenado, isto porque, em ambas as condições, baixas taxas de germinação eram observados não permitindo tal inferência, por exemplo, o cruzamento RB131863 x ? avaliado na câmara fria antes do armazenamento já apresentou uma taxa de germinação de sementes de 4,5%, e sucedeu com 4,0% (segundo mês), 3,5% (quarto mês), 2,0% (sexto mês) e 1,75% (oitavo mês), enquanto que na sala refrigerada (18°C) a germinação foi de 7,0% (pré armazenamento), 4,0% (segundo mês), 2,5% (quarto mês), 2,0% (sexto mês) e 0,5% (oitavo mês). Padrão similar ocorreu também com os cruzamentos RB985817; RB985817B e RB131863B.

Ao comparar o teste de emergência com o teste de germinação foi observado que os valores observados no primeiro caso foram superiores, porém o teste também indicou que a câmara fria apresentou valores de emergência superiores que a sala refrigerada. Isto ocorreu também no cruzamento RB015894 x ?, que aos dois meses de armazenamento apresentou valores de emergência de 36% (câmara fria) e 17% (sala refrigerada) e com o passar do tempo os valores foram para 17% contra 9,5%, ao seis meses, 21% contra 6% e aos oito meses 21% contra 5%. Nesse caso, ambos os locais de armazenamento promoveram a redução da germinação, porém a câmara fria (8°C e 30% UR) manteve um nível mais elevado de germinação quando comparado a sala refrigerada. Este padrão também é verificado nos outros cruzamentos. Para situações em que os locais de armazenamento não diferiram (RB995025 x ?, RB1345 x ?, RB985817 x ?, RB985817B x ? e UFAL x ?), destaca-se o cruzamento RB985817 x ? que não diferiu no segundo, quarto e oitavo meses e UFAL x ? que não diferiu para o segundo e oitavo mês, os demais a não diferença ocorreu apenas em um dos meses de armazenamento. Assim, o teste de emergência indicou com melhor consistência a superioridade da câmara fria (8°C e 30% UR) em manter a qualidade da semente do que a sala refrigerada (18°C).

**Tabela 3.** Teste de médias (Skott-Knott, com 5% de nível de significância) para a taxa de germinação dos cruzamentos submetidos a duas condições de armazenamento (CF: câmara fria, 8°C e 30% UR e SR: sala refrigerada, 18° C) ao longo de oito meses. Pré armazenamento indica teste de germinação realizado duas vezes (D1 e D2) para compreensão da homogeneidade dos lotes. Letras minúsculas comparam médias de uma dada coluna, isto é, comparação entre cruzamentos. Letras maiúsculas indicam comparação entre condições (CF vs SR).

Cruzamento	Pré armazenamento		2 meses		4 meses		6 meses		8 meses	
	D1	D2	CF	SR	CF	SR	CF	SR	CF	SR
RB935421x?	19,5 a <b>A</b>	15,3 a <b>A</b>	9,3 a <b>A</b>	7,8 A <b>A</b>	12,3 a <b>A</b>	3,3 a <b>B</b>	3,0 b <b>A</b>	1,8 a <b>A</b>	4,5 b <b>A</b>	0,5 a <b>A</b>
RB995025x?	13,3 b <b>A</b>	15,0 a <b>A</b>	15,3 a <b>A</b>	12,8 A <b>A</b>	10,8 a <b>A</b>	3,5 a <b>B</b>	9,8 a <b>A</b>	2,3 a <b>B</b>	9,0 a <b>A</b>	2,5 a <b>B</b>
<i>RB9229x?</i>	10,8 b <b>A</b>	11,8 b <b>A</b>	15,0 a <b>A</b>	8,5 A <b>B</b>	9,0 a <b>A</b>	3,8 a <b>A</b>	12,0 a <b>A</b>	1,0 a <b>B</b>	10,5 a <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>
<i>RB963331x?</i>	11,5 b <b>A</b>	10,5 b <b>A</b>	14,3 a <b>A</b>	4,8 B <b>B</b>	5,3 b <b>A</b>	1,0 a <b>A</b>	7,8 a <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>	7,3 a <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>
<i>RB867515x?</i>	7,0 c <b>A</b>	2,5 c <b>A</b>	12,0 a <b>A</b>	1,0 B <b>B</b>	9,8 a <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>	6,8 a <b>A</b>	1,3 a <b>B</b>	7,3 a <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>
RB015894x?	6,5 c <b>A</b>	9,0 b <b>A</b>	4,8 b <b>A</b>	1,0 B <b>A</b>	12,8 a <b>A</b>	2,8 a <b>B</b>	5,8 a <b>A</b>	3,3 a <b>A</b>	5,8 a <b>A</b>	0,8 a <b>A</b>
UFAL	3,5 c <b>A</b>	6,0 c <b>A</b>	3,8 b <b>A</b>	2,5 B <b>A</b>	7,8 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>	6,5 a <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>	5,3 a <b>A</b>	0,3 a <b>A</b>
RB057006x?	9,5 c <b>A</b>	6,3 c <b>A</b>	3,3 b <b>A</b>	0,3 B <b>A</b>	5,3 b <b>A</b>	0,8 a <b>A</b>	10,0 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>	7,3 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
RB985607x?	7,5 c <b>A</b>	8,5 b <b>A</b>	8,5 b <b>A</b>	3,3 B <b>A</b>	5,3 b <b>A</b>	0,8 a <b>A</b>	6,3 a <b>A</b>	1,0 a <b>A</b>	8,3 a <b>A</b>	1,5 a <b>B</b>
<i>RB963248x?</i>	6,5 c <b>A</b>	1,8 c <b>A</b>	7,3 b <b>A</b>	0,5 B <b>B</b>	3,0 b <b>A</b>	0,3 a <b>A</b>	5,8 a <b>A</b>	0,5 a <b>A</b>	7,3 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
RB1345x?	6,3 c <b>A</b>	6,3 c <b>A</b>	4,5 b <b>A</b>	0,0 B <b>A</b>	3,5 b <b>A</b>	0,0 a <b>A</b>	0,0 b <b>A</b>	0,0 a <b>A</b>	7,0 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
<i>RB863129x?</i>	5,8 c <b>A</b>	3,3 c <b>A</b>	8,0 b <b>A</b>	2,3 B <b>B</b>	6,3 b <b>A</b>	1,5 a <b>A</b>	8,3 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>	6,5 a <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
RB131863Bx?	8,8 c <b>A</b>	5,8 c <b>A</b>	4,3 b <b>A</b>	2,5 B <b>A</b>	3,0 b <b>A</b>	1,0 a <b>A</b>	2,3 b <b>A</b>	0,3 a <b>A</b>	1,0 b <b>A</b>	0,3 a <b>A</b>
RB985817Bx?	8,0 c <b>A</b>	4,3 c <b>A</b>	6,5 b <b>A</b>	1,8 B <b>A</b>	3,5 b <b>A</b>	1,8 a <b>A</b>	3,5 b <b>A</b>	1,0 a <b>A</b>	1,8 b <b>A</b>	0,0 a <b>A</b>
RB985817x?	6,0 c <b>A</b>	4,8 c <b>A</b>	5,3 b <b>A</b>	3,8 B <b>A</b>	3,3 b <b>A</b>	1,0 a <b>A</b>	3,0 b <b>A</b>	0,5 a <b>A</b>	2,0 b <b>A</b>	0,5 a <b>A</b>
RB131863x?	4,5 c <b>A</b>	7,0 c <b>A</b>	4,0 b <b>A</b>	4,0 B <b>A</b>	3,5 b <b>A</b>	2,5 a <b>A</b>	2,0 b <b>A</b>	2,0 a <b>A</b>	1,8 b <b>A</b>	0,5 a <b>A</b>

**Tabela 4.** Teste de médias (Skott-Knott, com 5% de nível de significância) para a taxa de emergência dos cruzamentos submetidos a duas condições de armazenamento (CF: câmara fria, 8°C e 30% UR e SR: sala refrigerada, 18° C) ao longo de oito meses. Pré armazenamento indica teste de germinação realizado duas vezes (D1 e D2) para compreensão da homogeneidade dos lotes. Letras minúsculas comparam médias de uma dada coluna, isto é, comparação entre cruzamento. Letras maiúsculas indicam comparação entre condições (CF vs SR).

Cruzamento	Pré armazenamento		2 meses		4 meses		6 meses		8 meses	
	D1	D2	CF	SR	CF	SR	CF	SR	CF	SR
RB057006x?	37,5 a <b>A</b>	40,8 a <b>A</b>	19,8 c <b>A</b>	6,0 B <b>B</b>	20,3 a <b>A</b>	3,8 a <b>B</b>	30,3 a <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>	17,3 B <b>A</b>	1,0 a <b>B</b>
RB935421x?	34,3 a <b>A</b>	43,5 a <b>B</b>	24,5 b <b>A</b>	15,8 A <b>B</b>	21,3 a <b>A</b>	6,5 a <b>B</b>	15,8 c <b>A</b>	4,5 a <b>B</b>	21,3 A <b>A</b>	4,0 a <b>B</b>
RB015894x?	29,3 b <b>A</b>	31,5 b <b>A</b>	36,0 a <b>A</b>	17,0 A <b>B</b>	17,3 a <b>A</b>	9,5 a <b>B</b>	21,0 b <b>A</b>	6,0 a <b>B</b>	20,8 A <b>A</b>	4,8 a <b>B</b>
RB995025x?	24,8 c <b>A</b>	29,0 b <b>A</b>	31,5 a <b>A</b>	16,8 A <b>B</b>	17,5 a <b>A</b>	6,5 a <b>B</b>	10,3 c <b>A</b>	4,8 a <b>A</b>	15,3 B <b>A</b>	4,8 a <b>B</b>
RB867515x?	23,0 c <b>A</b>	6,0 d <b>B</b>	27,3 b <b>A</b>	5,8 B <b>B</b>	19,3 a <b>A</b>	4,8 a <b>B</b>	17,8 b <b>A</b>	6,3 a <b>B</b>	17,3 B <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>
RB131863x?	21,0 c <b>A</b>	7,0 d <b>A</b>	20,3 c <b>A</b>	5,5 B <b>B</b>	15,5 a <b>A</b>	3,0 a <b>B</b>	13,5 c <b>A</b>	1,5 a <b>B</b>	12,5 B <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>
RB9229x?	19,3 d <b>A</b>	21,0 c <b>A</b>	19,8 c <b>A</b>	8,5 B <b>B</b>	19,8 a <b>A</b>	2,5 a <b>B</b>	12,0 c <b>A</b>	4,0 a <b>B</b>	13,8 B <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
RB131863Bx?	18,5 d <b>A</b>	20,3 c <b>B</b>	14,8 d <b>A</b>	13,5 A <b>B</b>	10,8 b <b>A</b>	8,5 a <b>B</b>	10,3 c <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>	10,0 C <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
RB985817Bx?	16,8 d <b>A</b>	16,0 c <b>A</b>	13,5 d <b>A</b>	12,3 A <b>A</b>	11,3 b <b>A</b>	5,8 a <b>B</b>	8,8 c <b>A</b>	2,5 a <b>B</b>	8,8 C <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>
RB985817x?	15,5 d <b>A</b>	13,8 d <b>A</b>	11,3 d <b>A</b>	13,0 A <b>A</b>	9,8 b <b>A</b>	6,5 a <b>A</b>	9,3 c <b>A</b>	2,3 a <b>B</b>	5,5 C <b>A</b>	1,8 a <b>A</b>
RB963331x?	13,3 d <b>A</b>	12,3 d <b>A</b>	17,8 c <b>A</b>	4,8 B <b>B</b>	21,8 a <b>A</b>	3,3 a <b>B</b>	10,8 a <b>A</b>	1,0 a <b>B</b>	15,5 B <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>
RB1345x?	12,0 e <b>A</b>	11,5 d <b>A</b>	13,5 d <b>A</b>	0,8 B <b>B</b>	6,3 b <b>A</b>	5,5 a <b>A</b>	13,0 c <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>	6,3 C <b>A</b>	0,0 a <b>B</b>
UFAL	9,5 e <b>A</b>	9,8 d <b>A</b>	5,8 e <b>A</b>	4,5 B <b>A</b>	15,3 b <b>A</b>	2,5 a <b>B</b>	12,8 c <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>	6,5 B <b>A</b>	1,0 a <b>A</b>
RB985607x?	9,3 e <b>A</b>	10,3 d <b>A</b>	17,8 c <b>A</b>	3,5 B <b>B</b>	13,3 b <b>A</b>	2,8 a <b>B</b>	8,3 c <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>	14,3 B <b>A</b>	2,0 a <b>B</b>
RB863129x?	7,5 e <b>A</b>	9,5 d <b>A</b>	19,3 c <b>A</b>	3,0 B <b>B</b>	20,0 a <b>A</b>	1,8 a <b>B</b>	21,5 b <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>	14,0 B <b>A</b>	5,8 a <b>B</b>
RB963248x?	4,0 e <b>A</b>	10,0 d <b>B</b>	9,3 e <b>A</b>	2,5 B <b>B</b>	10,8 b <b>A</b>	0,5 a <b>B</b>	12,3 c <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>	10,3 C <b>A</b>	0,3 a <b>B</b>

#### 5.4 Variabilidade dos cruzamentos

A Tabela 3 permite interpretar as diferenças de germinação entre os cruzamentos ao longo do estudo. Antes do armazenamento os 16 cruzamentos estavam agrupados em três categorias, sendo o maior valor de germinação obtido para RB935421 x ? (19,5%), mas com destaque para três outros cruzamentos (RB995025 x ?, RB9229 x ? e RB963331 x ?) que apresentaram valores de germinação acima de 10% para ambas as duplicatas. O menor valor obtido para RB963248 x ? (1,8%). Contudo, ao observar os resultados para teste de emergência (Tabela 4), nota-se que a foi possível detectar quatro ou cinco grupos em função da duplicata, isto é, o teste de emergência permitiu uma maior discriminação entre os cruzamentos.

Após, dois meses de armazenamento o teste de germinação apontou redução dos grupos formados tanto para câmara fria quanto sala refrigerada. Nota-se que na condição de câmara fria os valores de germinação variaram de 15,3% (RB995025 x ?) a 3,3% (RBRB057006 x ?) e para sala refrigerada 12,8 (RB995025 x ?) a 0,0% (RB1345 x ?), porém para a segunda condição apenas três cruzamentos apresentaram valores acima de 5,0% de germinação, justamente os cruzamentos classificados no teste estatístico com a letra “a”. Com quatro meses para a câmara fria os valores de germinação variaram 12,8% (RB015894 x ?) a 3,0% (RB963248 x ? e RB131863B x ?), sendo os cruzamentos classificados em dois grupos, mas para a sala refrigerada os valores variaram de 3,8% (RB9229 x ?) a 0,0% (UFAL x ? e RB1345 x ?) reduzindo para apenas um grupo estatístico. Este padrão foi mantido após o sexto e oitavo mês de armazenamento, pois na câmara fria os valores máximos foram de 12% (RB9229 x ?) e 10,5% (RB9229 x ?), respectivamente, e na sala refrigerada os máximos valores foram de 3,3% (RB015894 x ?) e 2,5% (RB995025 x ?), respectivamente. Assim, pode-se notar que no armazenamento em câmara fria (8°C e 30% UR), mesmo com o decréscimo na germinação de todos os lotes de sementes, vislumbrou-se uma possível manutenção do potencial de germinação das sementes e ainda uma diferenciação estatística entre dois grupos, um superior (representados pela letra “a”) e outro inferior (representados pela letra “b”). Já para as sementes armazenadas em sala refrigerada (18°C) houve um decréscimo mais acentuado dos valores de germinação ao longo do período estudado, cujo destaque pode ser atribuído a partir do quarto mês de

armazenamento, em que o teste estatístico das médias revelou não haver diferença entre os cruzamentos, ou seja, a germinação estava tão baixa que todos os cruzamentos se equipararam.

Para complementar estes resultados, no teste de emergência após o segundo mês de armazenamento na câmara fria houve a manutenção dos cinco grupos estatísticos, porém, após o segundo período armazenamento, houve uma redução desta variabilidade para apenas dois grupos indicados pelas letras “a” e “b”. Ainda, com o avançar o período de armazenamento (seis e oito meses) houve a identificação de três grupos estatísticos. Vale ressaltar que este aumento de dois para três grupos ocorreu devido à redução diferencial da emergência das sementes que estavam na câmara fria. Ao considerar o oitavo mês de armazenamento em câmara fria, percebe-se que os genótipos que apresentam os menores valores de emergência são os mesmo que já iniciavam o estudo com uma baixa taxa de emergência, por exemplo, RB963248 x ?, sempre esteve classificado no grupo de menor emergência. Ainda, os cruzamentos com maiores taxas de emergência nos dois últimos períodos já tinham as taxas de emergência de plântulas mais elevadas quando comparadas com as demais. Assim, a câmara fria (8°C e 30% UR) permitiu a manutenção da variabilidade de forma que os cruzamentos que ao final apresentavam maior ou menor potencial de emergência já refletiam esta variabilidade antes da conservação. Por outro lado, a condição de sala refrigerada apresentou resultados distintos em relação à câmara fria, pois a variabilidade inicial foi drasticamente reduzida após dois meses de armazenamento, somente dois grupos foram identificados e após quatro meses não foram obtidas diferenças significativas. Esta tendência se manteve após as demais etapas de armazenamento com os valores médios de emergência tendendo a se aproximar da perda completa da capacidade de emergência, demonstrando à ineficiência de conservação de sementes na sala refrigerada (18°C).

## **5.5 Efeito do armazenamento nas sementes**

. Neste trabalho também foi possível estudar a evolução das taxas de germinação para as condições de câmara fria e sala refrigerada ao longo do tempo (Figura 6 e Tabelas 5 e 6). Os resultados tanto para o teste de germinação quanto

para o teste de emergência foram similares, isto é, para a condição de câmara fria, os valores obtidos foram superiores em relação à sala refrigerada, em consequência maior variação nos dados foi detectada. Na sala refrigerada a redução dos valores de germinação e emergência ocorreram em especial após o segundo e o quarto mês, ocorrendo uma estabilização no patamar devida à drástica redução dos valores de emergência inviabilizando a conservação por maior período de tempo.

Uma análise mais detalhada pode ser considerada nos ajustes dos modelos de regressão (Tabelas 5 e 6). Ao considerar o teste de germinação para os cruzamentos mantidos na câmara fria, em seis situações (RB131863 x ?, RB863129 x ?, RB963248 x ?, RB985607 x ?, RB985817 x ? e UFAL x ?) não foram verificados efeitos de redução significativa dos valores de germinação ao longo do tempo, por exemplo, O cruzamento RB985607 x ?, por exemplo, apresentou média de 7,15% (maior valor dentre os seis cruzamentos) de germinação ao longo de todo o período, assim como RB131863 x ? (menor valor dentre os seis cruzamentos) que apresentou média de 3,15% de germinação. Os demais cruzamentos apresentaram redução significativa na germinação das sementes, cujos modelos mais adequados foram de regressão linear para três cruzamentos (RB131863B x ?, RB985817B x ?, RB995025 x ?), regressão de terceiro grau em três situações (RB057006 x ?, RB1345 x ? e RB867515 x ?) e regressão de quarto grau para quatro cruzamentos (RB015894 x ?, RB9229 x ?, RB935421 x ? e RB963331 x ?). A presença de regressões com maior grau é consequência da maior variação dos dados conservados na câmara fria. Já ao considerar na condição de sala refrigerada (18°C), quatro cruzamentos apresentaram efeitos de regressão não significativos, a saber: RB863129 x ?, RB867515 x ?, RB963248 x ? e RB985817B x ?. Por outro lado, em cinco cruzamentos os modelos que melhores explicaram os dados foram de regressão linear (RB9229 x ?, RB985817 x ?, RB131863 x ?, RB131863B x ? e UFAL), em cinco outros cruzamentos foram considerados regressões de segundo grau (RB057006 x ?, RB1345 x ?, RB935421 x ?, RB963331 x ? e RB985607 x ?) e para os dois últimos cruzamentos foram considerados uma regressão de terceiro grau (RB015894 x ?) e quarto grau (RB995025 x ?).

Avaliando os resultados do teste de emergência das sementes armazenadas na câmara fria observou-se que em oito cruzamentos foram adotados modelos de regressão linear (RB131863 x ?, RB131863B x ?, RB867515 x ?, RB9229 x ?,



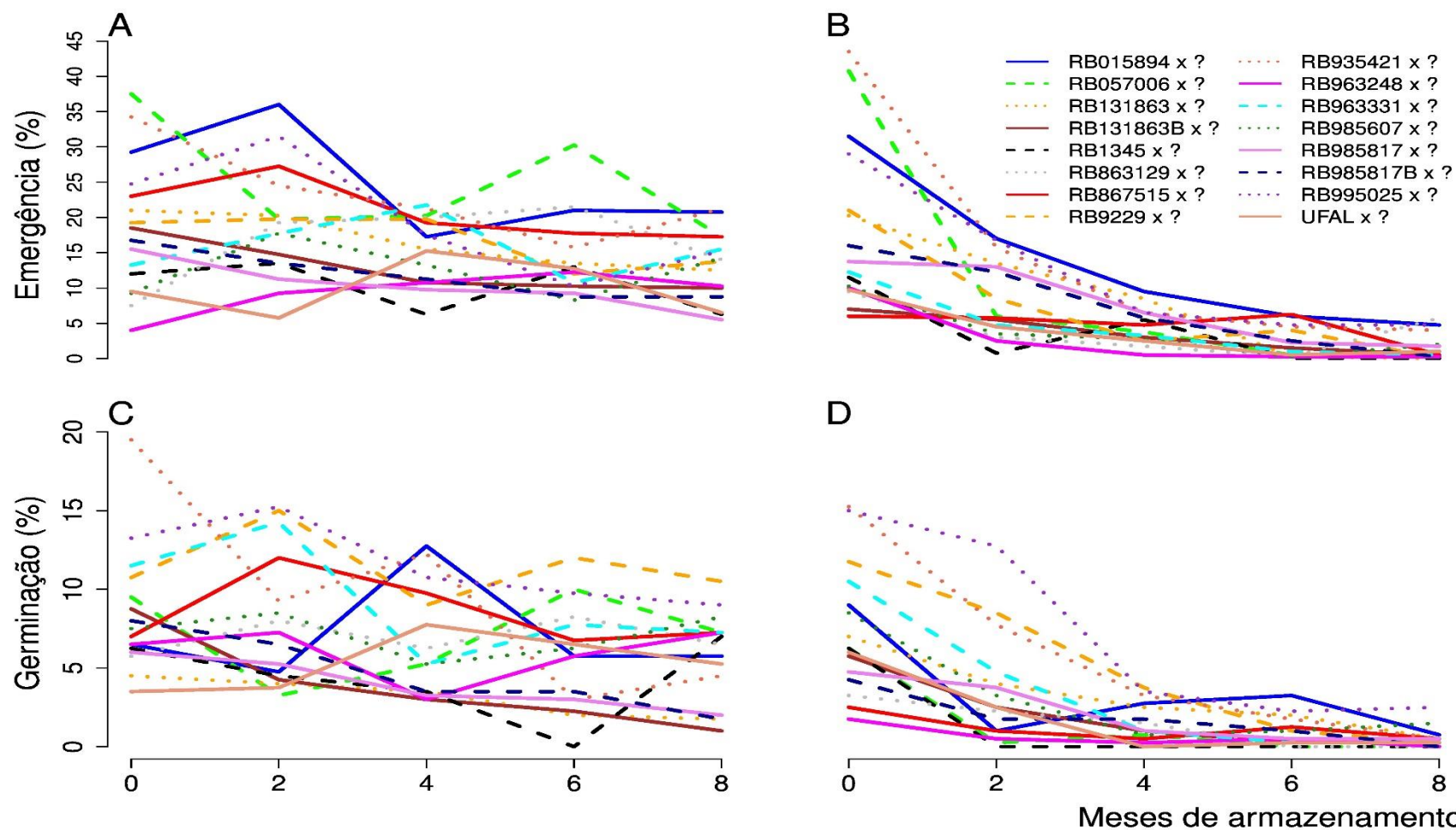
RB935421 x ?, RB963248 x ?, RB985817 x ? e RB985817B x ?), para três cruzamentos (RB863129 x ?, RB985607 x ? e RB995025 x ?) os modelos adotados foram de segundo grau, um cruzamento foi modelado com equação de terceiro grau (RB057006 x ?) e quatro cruzamentos apresentaram uma redução de quarto grau (RB015894 x ?, RB1345 x ?, RB963331 x ? e UFAL x ?). Para a condição de sala refrigerada dois cruzamentos (RB131863B x ? e RB867515 x ?) não foram significativos, pois estes já apresentavam baixa taxa de emergência, 7% e 6%, respectivamente. Para todos os demais cruzamentos a influência da época levou a uma redução significativa do potencial de emergência de plântulas, sendo que em sete cruzamentos, o modelo de regressão foi linear (RB131863 x ?, RB963248 x ?, RB963331 x ?, RB985607 x ?, RB985817 x ?, RB985817B x ? e UFAL), quatro de segundo grau (RB015894 x ?, RB863129 x ?, RB9229 x ? e RB995025 x ?), um de terceiro grau (RB935421 x ?) e por último, dois de quarto grau (RB057006 x ? e RB1345 x ?).

**TABELA 5.** MODELOS DE REGRESSÃO E OS RESPECTIVOS COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R<sup>2</sup>) OBTIDOS PARA AS TAXAS DE GERMINAÇÃO DE CADA CRUZAMENTO E CADA CONDIÇÃO DE ARMAZENAMENTO (CF: CÂMARA FRIA, 8°C E 30% UR; SR: SALA REFRIGERADA, 18° C)

Cruzamento	Condição	Grau	Equação	R <sup>2</sup>
RB935421x?	CF	4	$Y = 19,5 - 37,5x + 41,60x^2 - 16,38x^3 + 2,02x^4$	72,31
	SR	2	$Y=15,01 - 7,98x+1,11x^2$	76,55
RB995025x?	CF	1	$Y = 14,4 - 1,40x$	22,10
	SR	4	$Y=15 + 11,63x - 20,85x^2 + 7,88x^3 - 0,90x^4$	76,42
RB9229x?	CF	4	$Y=10,75 + 23,98x - 29,76x^2 + 11,40x^3 - 1,36x^4$	38,13
	SR	1	$Y=11,15 - 3,05x$	81,43
RB963331x?	CF	4	$Y = 11,50 + 25,82x - 34,80x^2 + 13,31x^3 - 1,57x^4$	47,20
	SR	2	$Y=10,42 - 6,64x+1,04x^2$	91,05
RB867515x?	CF	3	$Y = 7,03 + 10,01x - 6,07x^2 - 0,90x^3$	28,92
	SR	NS	-	-
RB015894x?	CF	4	$Y=6,5 - 26,56x + 38,68x^2 - 15,81x^3 + 1,95x^4$	37,19
	SR	3	$Y=8,87 - 13,35x + 7,07x^2 - 1,06x^3$	71,49
UFAL	CF	NS	-	-
	SR	1	$Y=4,55 - 1,38x$	50,02
RB057006x?	CF	3	$Y = 9,57 - 13,85x + 8,57x^2 - 1,31x^3$	23,06
	SR	2	$Y=5,54 - 4,35x + 0,77x^2$	69,56
RB985607x?	CF	NS	-	-
	SR	2	$Y=8,29 - 5,70x + 1,02x^2$	69,93
RB963248x?	CF	NS	-	-
	SR	NS	-	-
RB1345x?	CF	3	$Y = 6,02 + 2,4x - 3,8x^2 + 0,81x^3$	46,10
	SR	2	$Y=5,54 - 4,82x + 0,89x^2$	80,11
RB863129x?	CF	NS	-	-
	SR	NS	-	-
RB131863Bx?	CF	1	$Y = 7,35 - 1,75x$	60,48
	SR	1	$Y=4,6 - 1,33x$	62,17
RB985817Bx?	CF	1	$Y = 7,75 - 1,55x$	53,82
	SR	NS	-	-
RB985817x?	CF	NS	-	-
	SR	1	$Y=4,45 - 1,18x$	67,51
RB131863x?	CF	NS	-	-
		1	$Y=6,2 - 1,5x$	56,53

**Tabela 6.** Modelos de regressão e os respectivos coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos para as taxas de emergência de cada cruzamento e cada condição de armazenamento (CF: câmara fria a 8°C e 30% UR; SR: sala refrigerada a 18° C)

Cruzamento	Condição	Grau	Equação	$R^2$
RB935421x?	SR	3	$Y=43,42-38,85x+12,91x^2-1,42x^3$	94,99
	CF	1	$Y=30,35-3,48x$	42,72
RB995025x?	SR	2	$Y=29,16-15,48x+2,36x^2$	91,39
	CF	2	$Y=28,36-4,95x+0,23x^2$	39,78
RB9229x?	SR	2	$Y=20,00-11,65x+1,75x^2$	84,87
	CF	1	$Y=20,65-1,88x$	18,36
RB963331x?	SR	1	$Y=9,80-2,725x$	71,65
	CF	4	$Y=13,25-11,40x+27,74x^2-13,73x^3+1,89x^4$	63,49
RB867515x?	SR	ns	--	-
	CF	1	$Y=25,10-2,10x$	28,10
RB015894x?	SR	2	$Y=31,01-15,16x+2,17x^2$	91,39
	CF	4	$Y=29,25+51,13x-70,90x^2+26,63x^3-3,10x^4$	70,17
UFAL	SR	1	$Y=8,0-2,15x$	59,54
	CF	4	$Y=9,5-27,17x+34,61x^2-12,58x^3+1,40x^4$	58,25
RB057006x?	SR	4	$Y=40,75-71,73x+50,53x^2-15,15x^3+1,59x^4$	95,16
	CF	3	$Y=37,84-37,99x+21,98x^2-3,43x^3$	72,12
RB985607x?	SR	1	$Y=7,70-1,98x$	46,20
	CF	2	$Y=11,66+1,62x-0,39x^2$	2,25
RB963248x?	SR	1	$Y=7,05-2,18x$	55,30
	CF	1	$Y=6,20-1,55x$	37,51
RB1345x?	SR	4	$Y=11,50-37,46x+39,65x^2-14,67x^3+1,73x^4$	90,76
	CF	4	$Y=12+26,02x-38,78x^2+16,35x^3-2,09x^4$	46,73
RB863129x?	SR	2	$Y=9,49-7,81x+1,70x^2$	66,20
	CF	2	$Y=8,00+12,31x-2,69x^2$	55,52
RB131863Bx?	SR	ns	--	-
	CF	1	$Y=17,15-2,15x$	29,70
RB985817Bx?	SR	1	$Y=15,6-4,13x$	84,39
	CF	1	$Y=15,95-2,08x$	68,02
RB985817x?	SR	1	$Y=14,4-3,48x$	74,66
	CF	1	$Y=14,65-2,20x$	54,73
RB131863x?	SR	1	$Y=19,25-5,38x$	76,48
	CF	1	$Y=21,30-2,38x$	28,60



**Figura 6.** Gráficos indicando padrão de germinação e emergência ao longo de oito meses de armazenamento. Painel A: teste de emergência com cruzamentos mantidos na câmara fria (8°C e 30% UR); Painel B: teste de emergência com cruzamentos mantidos na sala refrigerada (18° C); Painel C: teste de germinação com cruzamentos mantidos na câmara fria (8°C e 30% UR); Painel D: teste de germinação com cruzamentos mantidos na sala refrigerada (18° C).

## 6. DISCUSSÃO

Devido ao fato da cana-de-açúcar ser uma cultura cuja comercialização está estruturada na sua capacidade de clonagem, o interesse pela utilização de sementes está restrito aos programas de melhoramento genético, especificamente no processo de geração de populações de melhoramento (CHEAVEGATTI-GIANOTTO *et al.*, 2011). CHASE & SENDDULSKY (1991) já citavam que o fato das sementes de cana-de-açúcar apresentar baixa taxa de germinação também seria consequência do próprio processo de melhoramento que orientou a obtenção de genótipos com menor facilidade para florescimento, uma vez que em condições comerciais trata-se de algo indesejado. Neste contexto, dentre nosso conhecimento, estudos envolvendo teste de germinação em cana-de-açúcar são escassos (CAIERO, 2008; CABRAL *et al.*, 2011; PIERRE *et al.*, 2014), principalmente com aplicação para viabilidade de armazenamento ao longo do tempo.

O número de cruzamentos amostrados neste estudo, também, deve ser destacado, pois dentre nosso conhecimento é o maior dentre os trabalhos considerados. Neste estudo 16 cruzamentos foram submetidos ao armazenamento, enquanto CAIERO (2008) considerou em seu trabalho dez cruzamentos, sendo cinco relativos à quantificação da qualidade física e fisiológica e outros cinco para determinar as condições de armazenamento e avaliação da qualidade sanitária das sementes. Já CABRAL *et al.* (2011) estudaram apenas quatro cruzamentos visando identificar o potencial de armazenamento das sementes durante seis meses. PIERRE *et al.* (2014) utilizaram oito cruzamentos visando estudar os limites abiótico

para germinação de sementes de cana-de-açúcar. Nossa opção em utilizar cruzamentos de meios irmãos foi baseada no princípio de representar a rotina do programa de melhoramento, pois apesar de cruzamento de irmãos completos serem mais desejáveis devido ao maior controle dos parentescos, o uso de meios irmãos é mais prático e conseqüentemente tem-se em maior quantidade.

A maior restrição observada foi o estabelecimento de materiais homogêneos, pois diferentemente de outras espécies onde se tem linhas puras ou híbridos, a cana-de-açúcar não apresenta lotes homogêneos, uma vez que, conceitualmente, cada semente origina um indivíduo com genótipo único. Além disso, sementes de cana-de-açúcar apresentam características de amplas variedades morfológicas e fisiológicas que por sua vez, impossibilitam a formação de um padrão de germinação (WIELEWICK 2006). Neste caso, considerou-se que grupos de sementes que derivavam de um mesmo cruzamento formaria um grupo de sementes dito homogêneo para fins deste estudo, permitindo a comparação entre eles (ROACH, 1969). Este raciocínio tem como suporte o mesmo princípio das metodologias que consideram princípio de seleção de famílias, cuja aplicação é importante em especial nas etapas iniciais de melhoramento (CURSI, 2016). Ainda, os genitores maternos RB985817 e RB131863 surgem duas vezes, por exemplo, RB985817 x ? e RB985817B x ?. Neste caso, como o processo de cruzamento e formação de sementes ocorreram em diferentes semanas, de forma que as condições climáticas não eram necessariamente similares e estas variações podem ter influenciado na formação dos indivíduos, de forma que foi preferível tratar como amostras independentes, isto é, lotes distintos. Outro fator limitante no trabalho foi a quantidade disponível de sementes para cada lote, por exemplo, os valores extremos de massa de cada lote foram 31,3 a 4,8 gramas, o que foi impeditivo para contemplar outras condições de armazenamento ou mesmo estender o estudo para um maior número de meses de armazenamento.

Ao contextualizar o período de armazenamento utilizado neste trabalho com a literatura, MARCOS FILHO (2005) comenta que a perda do potencial de germinação ocorre em função da deterioração das sementes que ocorre a partir da maturidade fisiológica, além de fatores como temperatura e umidade relativa do ar, por exemplo, com 28°C as sementes chegam a perder 90% de sua viabilidade em 80 dias (RAO, 1980), mas RAO (1982) comenta que a redução da temperatura e umidade relativa

do ar permite a extensão da viabilidade, mas sem definir o período de tempo. A escolha dos locais de armazenamento do presente estudo tem como referência CESNIK & MIOCQUE (2004), pois conservação em câmara fria (8° C e 30% UR) e sala refrigerada (18° C) já tinham sido descritos pelos autores como situações passíveis de serem encontradas em condições práticas nos programas de melhoramento e que também a forma de conservação inadequada provocava uma queda pronunciada na germinação, o que foi comprovado neste estudo. Conceitualmente, segundo CESNIK & MIOCQUE (2004) o armazenamento deveria ocorrer após uma pré secagem em estufa até as sementes atingirem 10% de teor de água. No presente estudo, nenhuma das amostras apresentava teor de água superior a 10% (Tabela 2).

No presente estudo foram considerados dois tipos de testes para avaliação, um teste de germinação conduzido em BOD, utilizando papel *germitest* umedecido como substrato e temperatura constante de 32°C, o qual é tido como uma condição ideal e reproduzível, e o teste de emergência em substrato comercial realizado em casa de vegetação, sem controle pleno de temperatura. Na estufa para o teste de emergência a temperatura mínima foi controlada com a presença de aquecedor a gás que era acionado quando a temperatura estivesse abaixo de 35° C e a temperatura máxima acima deste valor acionava o sistema de ventilação da estufa para que o excesso de calor fosse dissipado, certamente propiciando temperaturas maiores do que as utilizadas no teste de germinação. Também, destaca-se que havia amplitude térmica entre dia e noite.

A opção pelo teste de emergência foi de avaliar o potencial fisiológico dos cruzamentos para emergir plântulas em condições de substrato, situação encontrada em condições práticas. A interpretação conjunta entre o teste controlado de germinação e o mais próximo a condições de ambiente natural permitiu que os testes se complementassem conforme exposto por NAKAGAWA (2011) e principalmente se validassem sob os aspectos de consistência de resultados. Assim, foi notado que os valores do teste de emergência foram maiores do que o teste de germinação. Uma possível hipótese que pode contextualizar estas diferenças estaria relacionada com as temperaturas utilizadas no estudo, isto é, para o teste de emergência a temperatura foi constante no limite da BOD utilizada (32°C) e para o teste de emergência houve momentos onde a temperatura máxima ultrapassou este

limite. Isto pode indicar que temperaturas maiores podem ser mais favoráveis a germinação das sementes de cana-de-açúcar. Por exemplo, PIERRE et al. (2014) testaram seis temperaturas (18° C, 24° C, 27° C, 30° C, 36° C, 42° C) para verificar a capacidade de germinação de sementes de cana-de-açúcar e os valores ótimos detectados foram entre 27° C e 36° C. Portanto, o limite máximo está acima do teste de germinação e próximo ao observado no teste de emergência desse estudo. Outro fator que pode ser sugerido seria um possível efeito na presença de amplitude térmica entre dia e noite, o que poderia ser uma influência positiva para a germinação de sementes (SILVA et al. 2016).

De maneira geral, os resultados e conclusões obtidos com o teste de germinação também foram verificados com o teste de emergência, o que é desejável, pois mostrou estabilidade da resposta dos diferentes cruzamentos nas condições de armazenamento e tempo. Para ambos os casos houve a presença de interação tripla significativa entre cruzamentos, época e forma de armazenamento (Tabela 1, 3, 4, 5 e 6) mostrando que o processo de armazenamento necessita ser interpretado com cautela, por exemplo, neste tipo de estudo é fundamental que seja priorizado um número representativo de cruzamentos para que não haja viés nas conclusões obtidas. Outra questão que foi respondida neste trabalho foi a superioridade da conservação das sementes quando utilizada a câmara fria (8°C e 30% UR) em relação à condição de sala refrigerada (18° C). Este resultado pode ser observado sob vários aspectos, por exemplo, a câmara fria permitiu a manutenção da variabilidade genética existente entre os diferentes cruzamentos, o que não ocorreu na sala refrigerada (18°C); a melhor eficiência da conservação em câmara fria pode ser visualizada na Figura 6, sendo que para a sala refrigerada (18°C) há uma drástica redução dos valores de germinação e emergência nos primeiros períodos e a câmara fria consegue manter elevadas taxas. Ainda, a comparação direta entre as condições de armazenamento foi realizada (Tabela 3 e 4) sendo possível de concluir que predominantemente as taxas médias de germinação e/ou emergência obtidas após uso da câmara fria (8°C e 30% UR) são consistentemente superiores, se comparados com a sala refrigerada (18°C). A ausência de diferenças, quando verificadas, está diretamente relacionada com a baixa taxa de germinação e/ou emergência dos cruzamentos que já eram baixas devido as suas próprias características, justificando a necessidade de testar o maior número de cruzamentos



possíveis para conclusões mais consistentes. Por fim, a comparação entre formas de armazenamento torna-se mais pronunciada em função do tempo, o que também é corroborado ao observar os padrões de regressão entre época de armazenamento e taxa de germinação, para cada cruzamento, uma vez que para câmara fria houve mais polinômios de graus elevados do que para sala refrigerada, em que os resultados estão melhores caracterizados para o teste de emergência. Vale ressaltar que a queda ocorre para ambos os casos, mas é muito mais pronunciada para a situação de sala refrigerada, o que é corroborado por CAIEIRO (2008) que estudando três diferentes temperaturas de armazenamento, reportou que apenas para a situação de semente congeladas a  $-18^{\circ}$  C que não houve redução significativa da germinação.

Ao comparar os resultados para os testes de germinação e/ou emergência com o teor de água verifica-se que os resultados são condizentes, isto é, a maior conservação ocorreu na condição que propiciou menor teor de água nas sementes, no caso, a câmara fria. Nota-se que neste estudo as sementes foram armazenadas em embalagens de alumínio, revestidas em plástico, ditas como impermeáveis, porém o resultado do teor de água indicou que em casos que não haja controle de umidade relativa do ar é possível que as sementes entrem em equilíbrio higroscópico com o ambiente e aumentando o teor de água das sementes. Isto, provavelmente, ocorreu devido ao zíper da embalagem não permitir uma vedação adequada, o que ainda permite certa troca de ar e conseqüentemente a alteração do teor de água. Para contornar esta situação, a solução seria a embalagem a vácuo seguida por vedação a quente, porém não testamos esta possibilidade por não caracterizava o objetivo primário do estudo. Ao considerar apenas estudos com cana-de-açúcar, CAIEIRO (2008) estudou dois tipos de embalagens (papel e polietileno) e concluindo que a temperatura seria um fator mais determinante do que a embalagem propriamente em si. Desta forma, considera-se que o controle da umidade do ar deve ser considerado mesmo em situações em que embalagens ditas como impermeáveis forem utilizadas. Vale também destacar que CABRAL (2007) encontrou teores de água de até 17,6% nas sementes de cana-de-açúcar. Para o presente estudo, o maior teor de água não passou de 10%. Dentre as possíveis explicações destaca-se o fato das sementes estudadas por CABRAL (2007) terem

vido avaliadas após a colheita, o que não foi a situação encontrada neste trabalho devido a própria logística da RIDESA.

Pelo exposto, acredita-se que dentre o cenário de escassez de resultados de armazenamento de sementes de cana-de-açúcar, este trabalho tem como contribuição elucidar a capacidade que diferentes cruzamentos apresentam ao serem conservados em diferentes condições ao longo do período de um ciclo de melhoramento, contudo, acredita-se que este trabalho ainda pode ser expandido considerando outras formas de conservação como a câmara fria com temperaturas e/ou umidade relativa mais baixa ou mesmo congelamento de sementes ou mesmo expandido o período de armazenamento para um período maior de tempo.

## 7. CONCLUSÕES

- Para o armazenamento de sementes a melhor condição é a câmara fria (8°C a 30% de umidade relativa).
- Sementes armazenadas em câmara fria (8°C a 30% de umidade relativa) por um período de oito meses se mantém aptas para a reutilização pelo programa de melhoramento;
- Os lotes de sementes apresentam variáveis taxas de germinação e emergência, sendo indicado o armazenamento somente dos lotes que apresentam taxas mais elevadas.

## 8. LITERATURA CITADA

ALMEIDA, F. de A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB. 1997. 291p.

BARBOSA, V. F. A de M. Plantio de cana-de-açúcar. In: SANTOS, F., BORÉM, A. **Cana-de-açúcar do plantio a colheita**. Viçosa. UFV, 2016. 290 p.

BARBOSA, M.H.P.; RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S.; BARBOSA, G.V.S.; OLIVEIRA, R.A.; PETERNELLI, L.A.; DAROS, E. **Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the Brazilian experience in network research with RIDESA**. Crop Breeding and Applied Biotechnology S2, v.12, p.87-98, 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, SNDA, DNPV. 2009. 398p.

CABRAL, F. F., SILVA, C. B. da, FERREIRA, V. M., ARAÚJO NETO, J. C. de, BARBOSA, G. V. de S. Fertilidade de cruzamentos, potencial fisiológico e armazenamento de sementes de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de**

**Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 1, p66-82, 2011.

CAIEIRO, J. L. **Avaliação da qualidade de sementes de cana-de-açúcar, como suporte ao melhoramento genético**. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Departamento de Fitotecnia. Universidade do Paraná. Curitiba

CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. **Sementes. Ciência, Tecnologia e Produção**. 4. ed. Jaboticabal. Funep, 2000. 587p.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal, FUNEP, 1991. 157p.

CATUNDA, P. H., VIEIRA, H. D., SILVA, R.F., POSSE, S. C. P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 25. n. 1., p. 65-71, 2003

CESNIK, R., MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília. Embrapa. 2004. 307p.

CHASE, A.; SENDULSKY, T. **Primeiro livro de gramíneas: noções sobre a estrutura com exemplos da flora brasileira**. São Paulo: Instituto de botânica. 1991. 125p.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. ABREU, H. M. C., ARRUDA, P., BESPALHOK FILHO, J. C., BURNQUIST, W. L., CRESTE, S., CIERO, L., FERRO, A. A., FIGUEIRA, A. V. O., FILGUEIRAS, T. S., GROSSI-DE-SÁ, M. F., GUZZO, E. C., HOFFMANN, H. P., LANDELL, M. G. A., MACEDO, N., MATSUOKA, S., REINACH, F. C., ROMANO E., SILVA, W. J, SILVA FILHO, M. C., ULIAN, E. C. Sugarcane

(*Saccharum X officinarum*): A Reference Study for the Regulation of Genetically Modified Cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, vol. 4. 2011. p. 62 – 89.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. v.6 – Safra 2019/20. n.2 – Segundo levantamento. Agosto 2019. Disponível em <http://www.conab.gov.br>.

CURSI, D E. **Análise comparativa de diferentes métodos de seleção em fases iniciais do melhoramento da cana-de-açúcar**. 2016. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Departamento de Genética. ESALQ/USP.

DAL-BIANCO, M., CARNEIRO, M. S., HOTTA, C. T., CHAPOLA, R. G., HOFFMANN, H. P., GARCIA, A. A. F., SOUZA, G. M. Sugarcane improvement: how far can we go? **Current Opinion in Biotechnology**. Vol. 23, Abril 2012, p. 265-270.

DEUBER, R. Florescimento e maturação da cana-de-açúcar. **Anais do III Seminário de Tecnologia Agrônômica**. COPERSUCAR. Piracicaba, 1986. p. 585-593.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.(ed.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

GAZAFFI, R; OLIVEIRA, K. M.; SOUZA, A.P.; GARCIA, A. A. F. Sugarcane: Breeding and genetic mapping. In: **SUGARCANE BIOETHANOL: R&D for productivity and sustainability**. 1<sup>st</sup> ed. São Paulo: BLUCHER, 2010, v1, p.333-344.

GAZAFFI, R., CURSI, D. E., CHAPOLA, R. G., SANTOS, J. M., FERNANDES JUNIOR, A. R., CARNEIRO, M. S., BARBOSA. G. V. S., HOFFMANN, H. P. RB varieties: a major contribution to the sugarcane industry in Brazil. **Proceedings of the International Sugar Cane Technologists**. Vol. 29, p. 1677-1682. 2016

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic, 1972. v. 3, p. 145-245.

HOFFMANN, H. P., RUSCHEL, R., PIMENTA, T. G., CESNIK, R., VIEIRA, M. A. S., MARCOS FILHO, J. Eficiência da limpeza de sementes de cana-de-açúcar pelo uso do insuflador. **Anais do 1º Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Alcooleiros e Açucareiros do Brasil**. Maceió. 1979. p. 141-143.

KOHLHEPP, G. **Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil**. Estudos Avançados vol. 24 n. 68 São Paulo, 2010

LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. Instituto Venezuelano de Investigaciones Científicas. Caracas. Venezuela. **Monografia apresentada em The General Secretariat of the Organization of American States**. Washington D. C. 1983. 61p.

LANDELL, M. G. A., CAMPANA, M. P., FIGUEIREDO, P. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com o uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Instituto Agrônomo, 2012. 16p. (Documentos IAC, n. 109).

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. **Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal**. In: DINARDO-MIRANDA, L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. A. (Org.). Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo, 2010. p.101-156.

LARÉ, C. F., ZEPKA, A. P. S., MORAES, D. M. Testes de germinação e emergência em sementes de maracujá submetidos a envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 708-710, 2007

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

MARTINS, G. O. **Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar no Estado de Alagoas**. Dissertação (Trabalho de conclusão do curso em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Alagoas. CCA/UFAL. Rio Largo. 2005

MATSUOKA, S., GARCIA, A. A. F., CALHEIROS, G. G. Hibridação em cana-de-açúcar. In. BORÉM, A. **Hibridação Artificial de Plantas**. Viçosa. UFV, 1999. 546p.

MATSUOKA, S., GARCIA, A.A.F., ARIZONO, H., Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A., MIRANDA, G.V., **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa. UFV, 2005. 525p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado na avaliação de plântulas. In. CABRAL, F. *et al.* Fertilidade de cruzamentos, potencial fisiológico e armazenamento de sementes de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 1, p66-82, 2011.

NEVES, M. F., Gerardi, F., Kalaki, R. B., Gali, R. **O Setor Sucroenergético em 2030: dimensões, investimentos e uma agenda estratégica**. Confederação Nacional da Indústria CNI, Brasília. 100p. 2017.



PIERRE, J. S., RAE, A. L., BONNETT, G. D. Abiotic limits for germination of sugarcane seed in relation to environmental spread. **Tropical Plant Biology**. 2014. p. 100-110.

RAO, P. S. Fertility, seed storage and seed viability in sugarcane. In. "**Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists**", 1980. P.1236-1240.

RAO, P. S. Sugarcane Seed Storage for Breeding and Genetic Conservation. **Trabajo presentado ante el Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar – Variedades**. Florida International University. Miami. USA. 1982.

ROACH, B. T. Improvements in Fertility of Crosses at Macknade. Sugarcane Breeder's Newsletter. International **Society of Sugar Cane Technologists** (ISSCT). V. 23. Pag 22-24, 1969.

SANTIAGO, A. D.; IVO, W. M. P. M.; BARBOSA, G. V. S.; ROSSETO, R. **Impulsionando a produtividade e a produção da cana-de-açúcar no Brasil**. In. Anais do International Workshop on Tropical Agriculture Development. Brasília. Julho 2006.

SANTANA, D. G., ANASTÁCIO, M. R., LIMA, J. A., MATTOS, M. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n. 3, p.134-140, 2010.

SILVA, M. de A., CAPUTO, M. M., PERECIN, D., BRESSIANI, J. A. Comparação de ambientes na germinação de cariopses de cana-de-açúcar. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 34. p.1604-1609, 2010.

SILVA, F. J., HISATUGO, E. H., SOUZA, J. P. Efeito da luz na germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de distintas procedências. **Hoehnea**.n.43, 195-202, São Paulo, 2016

SOUZA, G.de F. M. V., SANTOS, C. M. dos, SANTANA, D. G., SÁ JUNIOR, A. de. Armazenamento de sementes de sorgo submetidas a diferentes graus de umidade de colheita. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 745-752. 2009

WIELEWICKI, A. P., CRISTINA LEONHARDT, C., SCHLINDWEIN, G., MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 3, p.191-197, 2006

Zimmermann, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2 ed. Brasília, EMBRAPA, 2014. 582 p.

## APÊNDICES

**Anexo 1.** Caracterização do conjunto de 49 cruzamentos multiparentais utilizados preliminarmente para a definição dos cruzamentos que foram submetidos ao experimento de armazenamento de sementes.

Identificação	Peso do lote de sementes (g)	Peso 100 sementes (g)	Nota	Selecionado para armazenamento
RB0315x?	31,3	0,0461	4	-
RB015084x?	30,3	0,0782	4	-
RB995520x?	29,7	0,0493	4	-
RB97324x?	27,7	0,0737	4	-
RB12576x?	22,9	0,0317	4	-
RB985817x?	22,6	0,0390	3	selecionado
RB116482x?	22,3	0,0368	4	-
RB995025x?	21,0	0,0754	3	selecionado
RB11312x?	20,6	0,0405	4	-
RB92122x?	20,0	0,0450	4	-
RB135215x?	20,0	0,0410	4	-
RB985817Bx?	19,4	0,0282	3	selecionado
RB015894x?	17,6	0,0278	2	selecionado
RB987213x?	16,7	0,0461	4	-
RB995037x?	16,3	0,0189	4	-
UFAL	15,8	0,0399	3	selecionado
RB966790x?	15,7	0,0364	4	-
RB9229x?	14,4	0,0255	3	selecionado
RB865486x?	12,4	0,0206	4	-
RB985607x?	12,2	0,0360	3	selecionado
RB135015x?	9,5	0,0782	4	-

RB09584x?	8,6	0,0493	4	-
RB057540x?	8,6	0,0737	3	-
RB075314x?	8,6	0,0317	3	seleccionado
RB057006x?	8,2	0,0390	2	seleccionado
RB867515 x?	7,8	0,0368	2	seleccionado
RB963331x?	7,8	0,0754	2	seleccionado
RB111999Bx?	7,8	0,0961	4	-
RB133414x?	7,8	0,1282	4	-
RB995027x?	7,7	0,0993	4	-
RB935421x?	7,6	0,1237	2	seleccionado
RB911327x?	7,6	0,0817	4	-
RB995027x?	7,6	0,0890	3	-
RB023244x?	7,4	0,0868	3	-
RB045672x?	7,4	0,1254	4	-
RB055578x?	7,3	0,0905	4	-
RB97563x?	7,2	0,0950	3	-
RB99579x?	7,2	0,0910	3	-
RB147016x?	6,8	0,0782	3	-
RB121423x?	6,8	0,0778	4	-
RB117043x?	6,7	0,0961	3	-
RB97673x?	6,7	0,0689	4	-
RB963248x?	6,6	0,0899	3	seleccionado
RB99862x?	6,4	0,0864	2	-
RB131863Bx?	6,0	0,0755	3	seleccionado
RBB131863x?	5,8	0,0706	2	seleccionado
RB1345x?	5,0	0,0860	3	seleccionado
RB997226x?	5,0	0,0500	2	-
RB1322x?	4,8	0,1461	2	-