



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHAREL EM AGRONOMIA

QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHETO EM DIFERENTES ETAPAS DE BENEFICIAMENTO E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

Discente: Jonathas Lourenço Resende dos Santos

Rio Verde, GO
2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

AGRONOMIA

**QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHETO EM DIFERENTES ETAPAS DE
BENEFICIAMENTO E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO**

JONATHAS LOURENÇO RESENDE DOS SANTOS

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Dr. Osvaldo Resende
Coorientadora: Dra. Lilian Moreira Costa

Rio Verde, GO
2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S237q Santos, Jonathas Lourenço Resende
Qualidade de sementes de milho em diferentes etapas de beneficiamento e submetidas ao armazenamento / Jonathas Lourenço Resende Santos; orientador Dr. Osvaldo Resende; co-orientadora Dr^a Lillian Moreira. -- Rio Verde, 2022.
42 p.

TCC (Graduação em Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Pennisetum glaucum L.. 2. qualidade fisiológica. 3. danos mecânicos. I. Resende, Dr. Osvaldo, orient. II. Moreira, Dr^a Lillian, co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional | - Tipo: |

Nome Completo do Autor: Jonathas Lourenço Resende dos Santos

Matrícula: 2017102200240251

Título do Trabalho: Qualidade de sementes de milho em diferentes etapas de beneficiamento e submetidas ao armazenamento

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

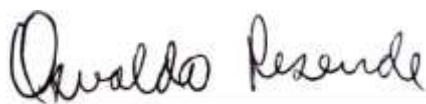
- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde-GO, 05/04/2022.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

A handwritten signature in black ink, reading "Oivaldo Resende". The signature is written in a cursive style with a large initial 'O'.

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO
DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO
FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2022 - CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao primeiro dia do mês de abril de 2022, às 08 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Osvaldo Resende (Orientador), Lílían Moreira Costa (membro), Wellytton Darci Quequeto (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Qualidade de sementes de milho em diferentes etapas de beneficiamento e submetidas ao armazenamento” do(a) estudante Jonathas Lourenço Resende dos Santos, Matrícula nº 2017102200240251 do Curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Osvaldo Resende

Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Lílían Moreira Costa

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Wellytton Darci Quequeto

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Wellytton Darci Quequeto, 2018202320140132 - Discente**, em 01/04/2022 10:32:25.
- **Lílian Moreira Costa, 2019102320140085 - Discente**, em 01/04/2022 10:30:08.
- **Osvaldo Resende, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/04/2022 10:28:23.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/04/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 373844

Código de Autenticação: 4fd279438a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

Aprovação da banca examinadora

JONATHAS LOURENÇO RESENDE DOS SANTOS

**QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHETO EM DIFERENTES
ETAPAS DE BENEFICIAMENTO E SUBMETIDAS AO
ARMAZENAMENTO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 01 de Abril de 2022, pela

Banca Examinadora constituída pelos membros:

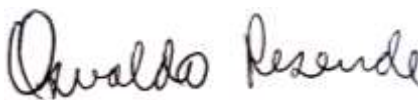


Me. Wellytton Darci Quequeto



Dr^a. LÍlian Moreira Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano -
Campus Rio Verde



Prof. Dr.: Osvaldo Resende
Orientador
Intituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

Rio Verde, GO
2022

DEDICAÇÃO

Com gratidão dedico esse trabalho a Deus, aos meus pais pelo apoio durante os anos que estive em graduação, aos meus orientadores: professor Dr. Osvaldo Resende e Dr^a. Lilian Moreira pelas orientações tanto nos testes em laboratório, como no desenvolvimento deste trabalho, e a todos que ajudaram nos testes em laboratório principalmente a Erica Cabral que me auxiliou durante este processo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo sucesso neste trabalho e pela força nos momentos de dificuldade durante a execução deste projeto e em minha jornada durante a graduação. A minha mãe Valneides Alves Resende por me orientar e ter paciência comigo nos momentos de dificuldade, ao meu Pai Francisco José dos Santos que mesmo distante me deu apoio não só financeiramente mais me orientando na minha jornada. A minha irmã Nayra Fernanda e meu cunhado Wellington Paiva por sempre me ajudarem a serem uma pessoa melhor.

Agradeço ao meu orientador Dr. Osvaldo Resende pela paciência e empenho em me ajudar na conclusão deste trabalho.

Agradeço a Dra. Lílían Moreira pelas orientações e ajuda nos testes em laboratório como também no desenvolvimento e conclusão deste trabalho, agradeço pelos ensinamentos e pela paciência e dedicação.

Agradeço aos colegas que ajudaram nos testes em laboratório em especial a Erica Cabral que me auxiliou em todos os testes e a Adrielle Borges pela ajuda nas análises químicas, e também ao Weder Nunes pela ajuda na execução da estatística deste trabalho.

Agradeço as sementes Goiás por fornecer as sementes de milho para execução deste trabalho que não seria possível sem as mesmas.

Gratidão ao laboratório de Sementes e ao laboratório de pós-colheita de produtos vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, pela disponibilização dos equipamentos, reagentes e utilização do laboratório durante o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

SANTOS, Jonathas Lourenço Resende. **Qualidade de sementes de milho em diferentes etapas de beneficiamento e submetidas ao armazenamento**. 2022, p.42 Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

O beneficiamento é indispensável pois retira materiais indesejados e reduz o teor de água das sementes para que possam ser armazenadas por longos períodos, mas quanto mais as sementes são submetidas a equipamentos nesse processo, maiores as chances de ocorrer danos mecânicos e interferir na qualidade final do produto. Apesar dos equipamentos atuais utilizarem novas tecnologias no beneficiamento de sementes, torna-se necessário avaliar a qualidade química e fisiológica das sementes de milho após estas etapas. Assim, o objetivo com este trabalho foi armazenar por seis meses as sementes de milho após a passagem em diferentes etapas de beneficiamento (equipamentos) na Unidade Beneficiadora de Sementes, analisando as sementes quanto à qualidade fisiológica e química. Inicialmente, as sementes passaram por uma pré-limpeza sendo posteriormente submetidas ao processo de beneficiamento. No pré-processamento as sementes passaram pelas seguintes etapas: 1 - tulha, 2 - secador, 3 - silo pulmão, 4 - mesa densimétrica 3, 5 - máquina de pós-limpeza e 6 - mesas densimétricas 1 e 2, totalizando 6 equipamentos, sendo que o último equipamento (mesa densimétrica 1 e 2) foi considerado como um só tratamento, sendo considerado como um só equipamento para a retirada das amostras, a exemplo do tratamento 4 (mesa densimétrica 3). Após a passagem em cada um dos equipamentos foram coletadas três amostras das sementes contendo aproximadamente dois kg, totalizando 18 amostras. As sementes foram analisadas quanto ao teor de água, condutividade elétrica, germinação, primeira contagem, comprimento de plântula, massa seca de plântula, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas em campo, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, proteínas, carboidratos, cinzas e lipídeos. Foi possível concluir que o beneficiamento de sementes de milho é indispensável para a obtenção de lotes de maior qualidade, possibilitando assim o armazenamento por maiores períodos, minimizando as perdas de qualidade. As etapas de beneficiamento analisadas não influenciaram na qualidade dos lotes de sementes em relação as análises químicas e fisiológicas. O tempo de armazenamento influenciou negativamente alguns tratamentos principalmente em relação aos testes de comprimento de plântulas e condutividade elétrica, o índice de velocidade de germinação obteve maiores valores na época 1 de armazenamento (3 meses).

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum L.*, qualidade fisiológica, danos mecânicos.

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

b.u.	base úmida
T.A	Teor de Água
U.R	Umidade Relativa do ar
UBS	Unidade de Beneficiamento de Sementes
CC	Câmara Climatizada
TG	Teste de Germinação
GE	Germinação
GT	Germinação Total
PN	Plântulas Normais
CP	Comprimento de plântula
MSC	Massa seca de plântula
CE	Condutividade elétrica
IVG	Índice de velocidade de germinação
EPA	Emergência de plântulas em areia
IVE	Índice de velocidade de emergência
EA	Envelhecimento acelerado
G-EA	Germinação após envelhecimento acelerado
TA-EA	Teor de água após envelhecimento acelerado
PNEA	Plântulas normais após envelhecimento acelerado
PR	Proteínas
CR	Carboidratos
CZ	Cinzas
LI	Lipídeos
CV	Coeficiente de variação
RAS	Regras de Análise de Sementes
mL	Mililitro
μS	micro simens
cm	centímetros
h	horas

g ----- gramas

% ----- Porcentagem

°C ----- graus Celsius

± ----- Para mais e/ou para menos

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1.	MILHETO.....	11
2.2.	QUALIDADE DE SEMENTES.....	12
2.3.	BENEFICIAMENTO	13
3.	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1.	AValiação DE QUALIDADE FISIOLÓGICA.....	17
3.1.1.	TEOR DE ÁGUA (TA)	17
3.1.2.	TESTE DE GERMINAÇÃO (TG).....	17
3.1.3.	PLÂNTULAS NORMAIS (PN).....	18
3.1.4.	COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS NORMAIS (CP).....	18
3.1.5.	MASSA SECA DE PLÂNTULAS NORMAIS (MS)	18
3.1.6.	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)	18
3.1.7.	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)	19
3.1.8.	EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM AREIA (EPA) E PLÂNTULAS NORMAIS EMERGIDAS (PNE)	19
3.1.9.	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE)	20
3.1.10.	ENVELHECIMENTO ACELERADO (EA)	20
3.2.	DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL	20
3.2.1.	PROTEÍNA (PR).....	20
3.2.2.	CARBOIDRATOS (CR)	21
3.2.3.	CINZAS (CZ).....	21
3.2.4.	LIPÍDEOS (LP).....	22
3.3.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Segundo Marcante, Camacho & Paredes (2011), o milheto (*Pennisetum glaucum L.*) vem sendo cada vez mais cultivado por ser uma planta que não tem muita exigência em fertilidade do solo, tolerante ao déficit hídrico pelo seu sistema radicular vigoroso e profundo, uma excelente opção para produção de palhada no sistema de plantio direto com alta produção de matéria seca por hectare.

Além de ser uma planta com alta absorção de nutrientes do solo o que proporciona uma boa reciclagem de nutrientes que ficam disponíveis na palhada para as próximas culturas, com essas características vem se mostrando uma boa opção para produção de alimentos tanto humana como animal, podendo ser usada para silagem, produção de grãos e pastejo animal, sendo uma forrageira que se sobressai em relação a outras plantas de cobertura.

Segundo os dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) para o ano de 2018 a produção mundial de milheto foi de 31.019.370 toneladas, e ocupou uma área de 33.560.087 ha (FAO, 2020). Entretanto a FAO não os dados da produção brasileira de milheto, e fontes brasileiras como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) não apresentam informações sobre cultivo de milheto apesar de ser uma cultura com área plantada significativa, além de demonstrar grande potencial de ampliação (FIRMIANO, 2021).

De acordo com Ternus et al. (2016) para que se tenha um rendimento satisfatório em qualquer empreendimento agrícola que se baseia na exploração de alguma cultura de valor comercial, é necessária a utilização de sementes de qualidade com potencial de produzir plantas com alto vigor produtivo e uniformes em um menor tempo possível.

Alguns fatores podem interferir na qualidade das sementes como: região de plantio, pré-colheita, secagem, beneficiamento, etc. Dentro dos processos se torna crucial a utilização de técnicas e procedimentos que mantenham os atributos de qualidade, além de reconhecer que esses fatores podem ser responsáveis por desencadear outros tipos de problemas no produto final armazenado caso não sejam analisados minuciosamente (KASEKE et al., 2020).

Para Peske et al. (2012) depois de serem colhidas as sementes podem apresentar diversos materiais indesejados, sendo necessária a remoção destes para que possa ocorrer o processo de secagem, armazenamento e depois a semeadura, sendo evitada também a disseminação de plantas daninhas para locais indesejados. Com base nisso o processo de beneficiamento é indispensável para a garantia de sementes de qualidade. Entretanto de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) quanto mais as sementes são submetidas a

equipamentos durante as etapas de beneficiamento, maiores as chances de ocorrer algum tipo de dano mecânico. As características da semente como o teor de água, o número de impactos, são fatores ligados aos danos mecânicos que podem interferir na qualidade do produto final.

As unidades de beneficiamento de sementes evoluíram ao longo do tempo e apresentam atualmente equipamentos mais precisos. Entretanto, apesar de todas as tecnologias envolvidas no processo de beneficiamento atual, existe a necessidade de quantificar a qualidade das sementes de milheto após as etapas de beneficiamento.

O objetivo com este trabalho foi armazenar por seis meses as sementes de milheto após a passagem em diferentes etapas de beneficiamento (equipamentos) na Unidade Beneficiadora de Sementes, analisando as sementes quanto a qualidade fisiológica e química.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum* L.) possui características favoráveis como cultura e adaptação aos solos do Cerrado, pois possui sistema radicular profundo e tolerância ao estresse hídrico. Devido às suas características agrônômicas de alta resistência à seca, adaptação aos solos de baixa fertilidade, crescimento rápido e boa produção de biomassa, esta cultura tem-se apresentado como uma das melhores opções para a cobertura do solo em áreas de semeadura direta no Brasil (TRINDADE et al., 2017).

As sementes de milheto são produzidas em panículas cujo comprimento varia de 15 a 60 cm. A semente é relativamente pequena, atingindo cerca de um terço do tamanho da semente de sorgo. A massa oscila entre 6 e 20 g para cada 1.000 sementes. Outra característica bastante variável na semente desse cereal é sua cor, que varia do branco-cremoso ao marrom escuro. Não há presença de tanino no milheto e o espigamento do milheto ocorre aproximadamente aos 60 dias depois do plantio (CATELAN, 2010).

O milheto pode ser cultivado antes (primavera) ou depois da cultura de verão, geralmente, milho ou soja. Cultivo após a cultura de verão, na situação “safrinha” tem por objetivo a produção de grãos, consequentemente, produção de palha para o período subsequente de outono/inverno. É comum a rebrota das sementes com as primeiras chuvas de verão para que ocorra nova formação de biomassa verde seguida de outra dessecação da gramínea para o plantio direto da soja ou do algodão sobre a palhada (OLIVEIRA et al., 2020). O milheto pode ter um efeito supressor sobre a germinação de algumas espécies de

plantas daninhas, o que seria um importante benefício adicional em relação à cobertura de solo (OLIVEIRA et al., 2017).

De acordo com Oliveira et al. (2020) é uma planta que possui alta capacidade de ciclagem de nutrientes quando cultivado como planta de cobertura, reforçando a importância do milheto como uma boa opção para rotação de cultura, especialmente com milho, reduzindo assim os custos de produção com fertilizantes. Em média, o milheto apresenta 69% de carboidratos, 5% de lipídeos, 2,5% de fibra bruta, 2,5% de matéria mineral e em média 12% de proteína (TARIQ et al., 2011; ASMARE et al., 2017).

Na Ásia e África o milheto é amplamente utilizado na alimentação humana, referindo-se a esses locais responsáveis por 96% da produção mundial, sendo usada sua farinha para produção de pães caseiros, os grãos cozidos podem ser consumidos de forma similar ao arroz, e em alguns locais na África a farinha consumida é fermentada e usada na fabricação de bebidas (ASSIS et al., 2017).

2.2. Qualidade de Sementes

O uso de sementes vigorosas assegura o estabelecimento de uma população adequada de plantas, mesmo sob condições estressantes (FRANÇA NETO et al., 2011). O vigor de uma semente está relacionado a sua capacidade de alta porcentagem de germinação em um curto período de tempo, com um número elevado de plantas saudáveis e normais. O estabelecimento do estande constitui um dos pilares que sustenta a obtenção de produções elevadas por unidade de área. E neste sentido, não há dúvidas na importância do uso de lotes com potencial fisiológico elevado, entretanto deve-se ressaltar vários fatores, como temperatura, umidade e aspectos fitossanitários, além da qualidade de sementes, bem como o manejo na semeadura que podem afetar a produção de uma cultura (CAVALCANTE & TERNUS, 2018).

Sementes de alto vigor propiciam a germinação e a emergência de plântulas em campo de maneira rápida e uniforme, resultando na produção de plantas de alto desempenho, que têm um potencial produtivo mais elevado. Plantas de alto desempenho apresentam uma taxa de crescimento maior, têm uma melhor estrutura de produção, com um sistema radicular mais profundo e produzem um maior número de vagens e de sementes, o que resulta em maiores produtividades. Esse potencial para maiores produtividades é ainda maior em situações de estresse, como, por exemplo, numa situação de seca, uma vez que o sistema radicular mais

profundo dessas plantas terá condições de supri-las com água e nutrientes, assegurando a produção (FRANÇA NETO et al., 2011).

Um sério problema de qualidade de sementes está relacionado com a ocorrência de danos mecânicos, principalmente na operação de trilha na colheita mecanizada. O bom manejo dessa operação resulta na produção de sementes de qualidade, com baixos índices de danos mecânicos. É essencial que os mecanismos de trilha estejam bem ajustados, visando à obtenção de uma trilha adequada com os menores índices de danos mecânicos. Esse tipo de dano pode também ocorrer durante a operação de beneficiamento, devido ao número excessivo de quedas, à utilização de elevadores desajustados ou inadequados para semente, como os de descarga centrífuga e o transporte da mesma em cintas com alta velocidade (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Após atingir o potencial fisiológico, que é onde a semente atinge o seu nível mais elevado de qualidade, começam diversas reações bioquímicas em seu metabolismo, e a qualidade começa a se perder, ou seja, as células são consumidas e morrem, a partir desse momento essas reações metabólicas devem ser amenizadas o mais rápido possível (SANTOS & BALDONI, 2018). O principal passo a ser realizado afim de reduzir a deterioração, é a redução da umidade, para estabilizar o metabolismo ao mínimo necessário à sobrevivência da semente, este e outros processos de beneficiamento, devem ser feitos o mais rápido possível, para garantir a manutenção da qualidade alcançada (PESKE et al., 2003).

2.3. Beneficiamento

As sementes depois de serem colhidas apresentam materiais diversos que precisam ser retirados, materiais que dificultam o processo de secagem, armazenamento e semeadura, uma vez processado o material através do beneficiamento pode obter-se um material com alta qualidade física e sanitária. O beneficiamento compreende um conjunto de operações no qual as sementes são submetidas, desde recebimento, secagem, limpeza, tratamento e embalagem até a distribuição final ao produtor (PESKE & BAUDET, 2012).

A escolha de equipamentos adequados para o beneficiamento das sementes, assim como o layout da UBS e a velocidade de operação dos equipamentos de transporte são fatores fundamentais que devem ser corretamente dimensionados para evitar ou minimizar os impactos de sementes contra estruturas de descarga e equipamentos. A detecção de pontos

que necessitam de maior atenção operacional ou as características estruturais dos equipamentos de beneficiamento, é importante para assegurar a prevenção da qualidade das sementes (CONRAD, 2016).

A qualidade final do lote de sementes depende do cuidado em manter, durante o beneficiamento, a qualidade obtida em campo, minimizando as injúrias que possam ocorrer durante o beneficiamento (NERLING, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram analisadas sementes de milho obtidas da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da empresa Sementes Goiás Ltda., localizada no município de Rio Verde, sudoeste de Goiás, na rodovia GO 174, Km 03 à esquerda, Zona Rural. Foram utilizadas sementes de milho proveniente da fazenda Cajamar, localizada na cidade de Paraúna – GO produzidas no ano agrícola de 2020 em campo de produção de sementes. Após a colheita mecanizada as sementes foram encaminhadas para a UBS.

Foi feita a secagem das sementes com intenção principal de se fazer o armazenamento por longos períodos sem que as sementes perdessem sua qualidade comercial. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) o processo de secagem ocorre em duas fases, na primeira fase a água é transferida da superfície da semente para o ar que a envolve, é o chamado processo de evaporação, a segunda fase ocorre quando a água transloca do interior da semente para a superfície.

Conforme o ar vai ficando saturado a taxa de secagem tende a diminuir até atingir um nível que não existe mais transferência de vapor, a partir desse momento é atingido o ponto de equilíbrio entre a umidade relativa (UR) do ar e o teor de água da semente. A secagem somente será reiniciada quando a UR diminuir, essa diminuição pode ser feita de duas formas, renovando o ar ambiente com ar desumidificado ou aumentando a temperatura do ar

Durante o processo de beneficiamento as sementes passaram pelas seguintes etapas e equipamentos (Figura 1): Máquina de pré-limpeza para realizar a secagem de maneira segura 1: tulha, 2: secador, 3: silo pulmão, 4: mesa densimétrica 3, 5: máquina de pós-limpeza e 6: mesa densimétrica 1 e 2, totalizando 6 equipamentos, sendo que o último equipamento (mesa densimétrica 1 e 2) foi considerado como um só tratamento para a retirada das amostras, a exemplo do tratamento 4 (mesa densimétrica 3). Após a passagem por cada uma das etapas

foram coletadas três amostras das sementes contendo aproximadamente dois kg, tendo-se um total de 18 amostras. A mesa densimétrica (Figura 6) foi um dos últimos equipamentos no qual as sementes passaram, com o objetivo de separar pela massa específica. A mesa densimétrica possui uma superfície porosa em que se tem uma passagem de ar para eliminar sementes chochas, mal formadas, deterioradas, atacadas por insetos ou microrganismos, além de outras impurezas. Após a coleta das amostras, as sementes foram condicionadas em caixas de papel duplex e armazenadas em câmara climatizada (CC - com temperatura média de 13,0 °C) durante 6 meses. A temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento foram monitoradas por meio de sensores instalados no interior do armazém. As análises foram feitas a cada três meses de armazenamento, aos 0, 3 e 6 meses armazenadas. O armazenamento das sementes foi realizado entre os meses de agosto de 2020 e fevereiro de 2021. Os testes fisiológicos e de composição proximal foram realizados no Laboratório de Pós Colheita de Produtos Vegetais (LPCPV) do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

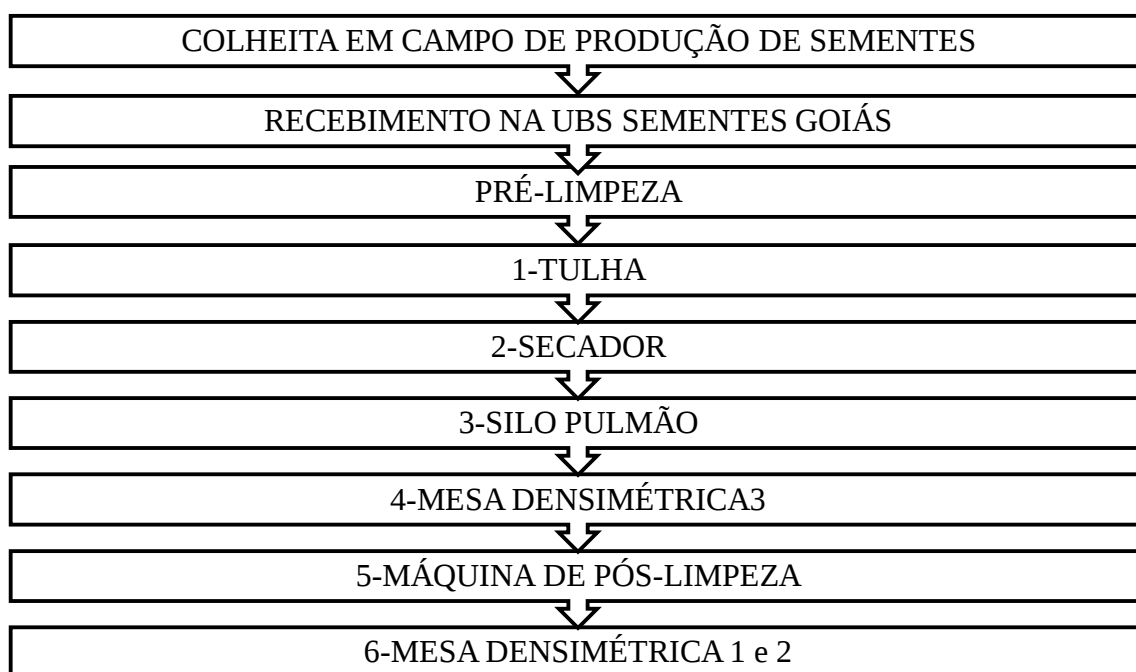


Figura 1. Descrição dos pontos de amostragem durante o beneficiamento de sementes de milho.



Figura 2. Máquina de Pré-limpeza. Fonte: Autor



Figura 3. Secador de Grãos. Fonte: Autor



Figura 4. Silo Pulmão. Fonte: Autor



Figura 5. Máquina de Pós-limpeza. Fonte: Autor



Figura 6. Mesa Densimétrica regulada no processo de beneficiamento. Fonte: Autor.

3.1. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA

3.1.1. Teor de água (TA)

O teor de água foi determinado através do método padrão da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 h com três repetições de aproximadamente 15,0 g (BRASIL, 2009) adaptado. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

3.1.2. Teste de germinação (TG)

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes. Utilizou-se como substrato papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca e mantido a 25 °C em câmara germinadora tipo B.O.D. com fotoperíodo de 12 X 12 (12 horas sem luz e 12 horas com luz), conforme as Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL,

2009). Foram avaliados no terceiro dia após a semeadura a porcentagens da primeira contagem da germinação (1ª G) e ao sétimo dia a segunda contagem de germinação, sendo considerado germinados todas as sementes com radícula igual ou superior a 1 mm. Logo após somou-se a primeira contagem com a segunda contagem, obtendo assim a porcentagem de germinação (%G).

3.1.3. Plântulas normais (PN)

Foi realizado a contagem para calcular a porcentagem de plântulas normais juntamente com o teste de germinação (primeira contagem) ao terceiro dia após a semeadura, especificando as plântulas com sistema radicular e partes aérea desenvolvido, além de tamanho mínimo de 1 cm (BRASIL, 2009).

3.1.4. Comprimento de plântulas normais (CP)

Após a contagem de plântulas normais foi retirado, aleatoriamente, 20 plântulas para medir o comprimento (cm) com o auxílio de uma régua milimetrada, o resultado foi a média ponderada, calculada por meio do somatório das plântulas entre as repetições de cada tratamento (NAKAGAWA 1999).

3.1.5. Massa seca de plântulas normais (MS)

Após a determinação do comprimento de plântulas normais foi colocado o material em sacos de papel HD Strong (sacos de pipoca), e levado para a estufa de circulação de ar forçado regulada a 65 °C, durante 72 horas. Posteriormente, o material seco foi resfriado em dessecadores e pesado em balança com precisão de 0,001 g e o resultado foi a média ponderada em gramas (g) entre as repetições de cada tratamento (NAKAGAWA, 1999).

3.1.6. Condutividade elétrica (CE)

Realizado com quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento, em que foram pesadas em balança com resolução de 0,01 gramas e colocadas para embeber em copos

plásticos de 200 mL contendo 75 mL de água deionizada, para posteriormente serem colocadas em câmara climática do tipo B.O.D., a temperatura constante de 25 °C por 24 horas (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). Após este período, foi realizado a leitura da condutividade elétrica com condutivímetro (modelo CD-850) com resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.1.7. Índice de velocidade de germinação (IVG)

O teste foi realizado conforme a RAS (BRASIL, 2009). Calculado pelo somatório de sementes germinadas diariamente, a partir do 1º dia de semeadura nos dias decorridos até três dias consecutivo sem germinação, através da fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \dots + \frac{G_n}{D_n}$$

Em que:

IVG = Índice de velocidade de germinação;

G_1 = Número de plântulas germinadas na primeira contagem;

D_1 = Número de dias para a primeira contagem;

G_n = Número de plântulas germinadas na última contagem;

D_n = Número de dias para a última contagem.

3.1.8. Emergência de plântulas em areia (EPA) e plântulas normais emergidas (PNE)

O teste de emergência em areia foi realizado com quatro amostras de 50 sementes por lote, sendo semeadas em canteiro com camada de areia, em que o substrato foi umedecido a cada 3 horas por aspersor automático. A avaliação final foi efetuada ao decimo quinto dia após a semeadura com a porcentagem das plântulas emergidas e em conjunto com a EPA foi calculado a porcentagem de plântulas normais, considerando plântulas com sistema radicular e parte aérea desenvolvida, além de tamanho mínimo de 9 cm (BRASIL, 2009) (NAKAGAWA, 1999).

3.1.9. Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi realizado em conjunto com o teste de emergência de plântulas, seguindo a prática de Nakagawa (1994), com contagem diária ao surgimento da parte aérea da com tamanho de 1 cm acima do nível do substrato (areia) a cada 24 horas durante 15 dias. Posteriormente, empregou-se a fórmula de Maguire (1962) para calcular o índice de velocidade de emergência.

3.1.10. Envelhecimento Acelerado: % de germinação (G-EA), plântulas normais (PNEA) e teor de água (TA-EA).

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com três subamostras de uma camada uniforme de sementes, colocadas sobre tela de arame em caixas de plástico (Gerbox), contendo ao fundo 40 mL de água destilada, e mantidas em B.O.D por 48 h, a 41 °C (MIRANDA et al., 2001). Após o período de envelhecimento foi realizado o teste de germinação conforme a RAS, em que no sétimo dia foi avaliado a porcentagem de germinação e porcentagem de plântulas normais. Foi determinado também o teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado (BRASIL, 2009).

3.2. DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL

3.2.1. Proteína (PR)

O teor de proteína foi determinado através do método de Kjeldahl (IAL, 1985) em que foram usados 0,5 g da amostra sólida e colocou-se em tubo de digestão, acrescentando aproximadamente 2g de mistura catalítica + 7 mL de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) nos tubos. Passaram-se os tubos para o bloco digestor, aqueceu inicialmente a 50 - 100 °C e houve aumento da temperatura de 50 °C a cada 20 minutos até atingir de 350 a 400 °C, observando sempre o comportamento da amostra para a mesma não supitar, fazendo com que a amostra digerida apresentasse uma solução com coloração verde e translúcida. Posteriormente, houve o resfriamento da amostra até a temperatura ambiente adicionando 10 mL de água destilada em cada tubo e os mesmos foram levemente agitados até atingirem coloração azul clara. Na destilação, foram adicionados 20 mL de solução de NaOH 40% ao destilador e acoplado para recolhimento de 125 mL do destilado, um Erlenmeyer com 40 g de ácido bórico mais 8 mL de

indicador misto, e por fim foi realizada a titulação com HCl 0,1 N padronizado, com o teor obtido pela equação x abaixo:

$$\text{Proteína (g 100g}^{-1}\text{)} = [(\text{mL(HCL)} \times \text{F} \times \text{N} \times 0,014 \times \text{F} \times 100)]$$

Em que:

mL HCL = Volume de HCL gasto na titulação;

N = Normalidade do HCL titulado (0,1)

F= Fator de correção da normalidade do ácido

f = Fator de conversão de N em proteína que utiliza-se 6,25 de acordo com a RDC Nº 360 (BRASIL, 2003).

Para obtenção dos resultados foi utilizado o fator 6,5 que converte o resultado obtido pela destilação de nitrogênio em proteína, expressos em % em relação á massa da amostra seca.

3.2.2. Carboidratos (CR)

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença (somatório das porcentagens do teor de água, proteínas, lípideos, proteína e cinzas subtraídas de 100). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ como mostra a equação X abaixo (método 926.08, AOAC, 2006).

$$\text{Teor de carboidrato (g 100 g}^{-1}\text{)} = 100 - (\text{Teor de água} + \text{Proteína} + \text{Lípideos} + \text{Cinzas})$$

3.2.3. Cinzas (CZ)

Foram pesados 3 g de amostra seca em balança analítica na forma de triplicata, colocadas em cadinhos de porcelana devidamente secos e levadas para mufla modelo EDGCON 1P (550 °C) por 8 horas, posteriormente transferidas para o dessecador onde deixou-se esfriar por 20-30 minutos e pesadas em balança analítica sendo o método descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008) utilizando para cálculo a equação x.

$$\text{Cinzas (g 100 g}^{-1}\text{)} = \frac{C \times 100}{M}$$

C = Massa de cinzas (g)

M = Massa de amostra (g)

3.2.4. Lipídeos (LI)

O teor de lipídeos foi obtido através do método de Soxhlet descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), foram pesados 3 g de cada amostra em triplicata e colocadas no papel filtro e conduzidas ao aparelho de Soxhlet. Os balões utilizados foram marcados e levados a estufa em temperatura de 105 °C durante 1 hora, em seguida levados ao dessecador por 20 min, pesados e anotados o valor de cada um. Adicionou-se aproximadamente 1 volta e meia do éter de petróleo (hexano) e acoplou ao destilado do aparelho sob aquecimento, mantendo por 8 horas o processo de extração. Após esse processo para evaporar o restante do solvente, o balão foi levado ao aparelho rotaevaporador e posteriormente a estufa á 105 °C para a retirada do solvente residual, sendo resfriado em dessecador por 20 min e pesado. Os valores foram representados em g 100 g⁻¹ de lipídeos conforme equação x.

$$\text{Lipídeos (g 100 g}^{-1}\text{)} = \left[\left(\frac{100 \times m \times M}{P \text{ amostra (g)}} \right) \right]$$

m = Massa de lipídeos (g)

M = Massa da matéria seca

3.3. Análise estatística

O experimento seguiu no delineamento inteiramente casualizado e as análises dos resultados foram feitas utilizando um esquema fatorial 6 x 3, sendo seis tratamentos e 3 épocas de armazenamento, realizados em três repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias quando significativas comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR® versão 5.7.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ambiente climatizado de armazenamento das sementes a média geral da temperatura foi de 14,36 °C e a umidade relativa do ar foi de 62,5% (Figura 7). No mês de setembro foi registrada a menor temperatura no armazenamento (13,2 °C) e a média máxima mensal foi 15,5 °C no mês de novembro. A média máxima registrada para a umidade relativa do ar no

armazenamento foi de 65,0% no mês de novembro e a média mínima de 59,0 e 62,0% nos meses de setembro e agosto, respectivamente.

As alterações de temperatura observadas dentro do armazém, eventualmente ocorreram por consequência das mudanças climáticas no ambiente externo, sendo que no período que apresentou a maior temperatura, ocorreu o pico do processo de expedição das sementes na empresa, alcançando assim uma maior movimentação dentro do armazém, onde as amostras estavam armazenadas. O teor de água nas sementes durante o processo de armazenamento variou de 7,62% (b.u.) para o primeiro mês de armazenamento e 11,79% (b.u.) para o último mês de armazenamento. Esse aumento no teor de água das sementes pode ser devido as condições de armazenamento, em que houve um acréscimo gradativo na temperatura e um decréscimo seguido de alta na umidade relativa (UR), conforme apresentado na Figura 7.

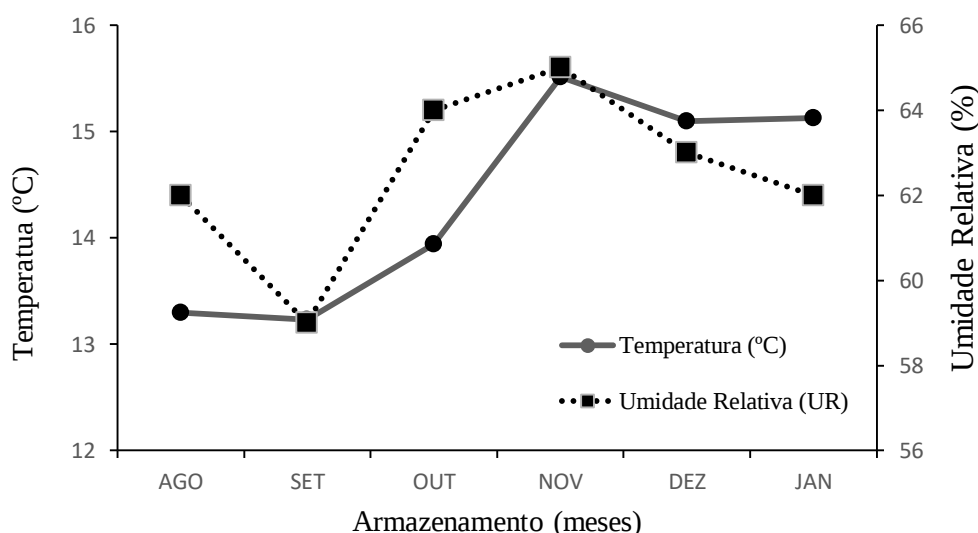


Figura 7 - Média de temperatura e umidade relativa do ar no armazém refrigerado onde foram armazenadas por seis meses as sementes de milho.

Encontram-se na Tabela 1 a análise de variância e coeficiente de variação correspondente as variáveis analisadas em função do beneficiamento de sementes de milho durante seis etapas de processamento, bem como seis meses de armazenamento em ambiente refrigerado, e suas possíveis interações, os testes de teor de água, plântulas normais e comprimento de plântulas normais apresentaram interação significativa a 5% de significância pelo teste F, a condutividade elétrica foi significativa a 1% pelo teste F. Os testes de germinação, massa seca e índice de velocidade de germinação não foram significativos na

interação entre o armazenamento e as etapas de beneficiamento. Sendo que o baixo coeficiente de variação baixos mostra que os valores em todos os tratamentos não sofreram variação significativa em relação as médias obtidas em cada teste, se mantendo dentro de um mesmo padrão.

Tabela 1 - Resumo da ANAVA referente as análises de qualidade fisiológica (vigor) em laboratório: teor de água % b.u. (TA), Germinação % (primeira contagem de germinação -1ª G e germinação total -%G), plântulas normais % (PN), comprimento de plântulas normais cm (CPN), Massa Seca g (MS), condutividade elétrica $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (CE) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas

F.V.	G.L.	Quadrado Médio							
		TA	Germinação		PN	CPN	MS	CE	IVG
			1ª %G	%G					
EB	5	0,30**	7,06**	5,78**	243,32**	2,79**	0,12 ^{NS}	34,84**	43,74**
A	2	67,93**	153,10**	70,17**	1469,80**	198,34**	0,14 ^{NS}	842,43**	334,46**
EB x A	10	0,32**	1,30 ^{NS}	1,01 ^{NS}	230,96**	3,58**	0,14 ^{NS}	6,39*	16,15 ^{NS}
Erro	36	0,07	1,40	1,32	37,44	0,52	0,14	2,94	7,74
C.V.(%)		2,65	1,23	1,18	10,01	6,42	9,37	4,01	7,76

F.V.= Fontes de Variação. EB= Etapas do Beneficiamento. A= Armazenamento. G.L.= Grau de Liberdade. C.V.= Coeficiente de Variação. ^{NS} Não Significativo, ** Significativo a 5%, * Significativo a 1%, de probabilidade pelo teste F.

O teor de água (Tabela 2) aumentou em função das épocas de armazenamento, para os tratamentos não houve diferença, somente o tratamento 1 da época 0 obteve um maior valor em relação aos outros tratamentos na mesma época. O nível de água nas sementes é em função da umidade relativa do ar e temperatura. O teor de água de equilíbrio é específico de acordo com a composição química da semente. Dos compostos orgânicos presentes nestes produtos, as proteínas são as mais higroscópicas, sendo em menor teor as celuloses e o amido, os lipídeo são essencialmente hidrofóbicos. Então, para uma mesma umidade relativa do ar, uma semente com elevado teor de proteína ou amido e baixo teor de lipídeo, poderá apresentar um teor de água de equilíbrio mais elevado que outras, com composição predominantemente oleaginosa (PUZZI, 2000; POPINIGIS, 1977).

Para Almeida et al. (2016) as alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas de sementes de sorgo podem ter relação com a dormência, gerando plântulas anormais, principalmente quando atingem baixos teores de águas, inferiores a 11% (b.u).

Tabela 2 - Valores médios do teor de água (%; b.u.) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
0	8,94 Ca	7,69 Cb	7,68 Cb	7,62 Cb	7,80 Cb	7,69 Bb
3	10,77 Ba	10,72 Ba	10,55 Ba	10,85 Ba	10,73 Ba	11,09 Aa
6	11,68 Aa	11,61 Aa	11,79 Aa	11,61 Aa	11,47 Aa	11,43 Aa

Letras iguais maiúsculas na mesma coluna, e letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os resultados das Tabelas 3 e 4 estão apresentados separados quanto aos tratamentos e época de armazenamentos equivalentes aos 0, 3 e 6 meses, foram assim mostrados pelo fato de que não houve interação entre os fatores de tratamento e tempo de armazenamento (Tabela 1), sendo que na primeira contagem de germinação os tratamentos 2, 4, 5 e 6 apresentaram melhores resultados, e os valores de germinação com contagem aos 7 dias após a semeadura também obtiveram melhores resultados nos mesmos tratamentos citados para primeira contagem da germinação.

Lopes et al. (2011) destaca que danos mecânicos podem interferir na germinação das sementes, mostrando nos resultados do seu trabalho que os valores mais elevados de germinação foram obtidos na etapa de colheita manual de sementes de soja (80%), que foi significativamente maior que as etapas em que as sementes passaram por equipamentos de beneficiamento: limpeza, pré-limpeza, mesa densimétrica e ensaque, sendo que o último obteve a menor germinação (19,50%). Considerando que um dos principais requisitos para a comércio de sementes é o teste de germinação, sendo o mesmo como determinante na comercialização junto à pureza, existe uma discrepância entre os valores em que a semente pode oferecer no campo quando relacionado com seu potencial germinativo (CAVALCANTE & TERNUS, 2018), com isso torna-se indispensável a realização dos testes de vigor. Os valores da porcentagem da primeira contagem de germinação e germinação total se mantiveram dentro do padrão estabelecido pela Instrução Normativa Nº 30 de 21 de maio de 2008 que é de no mínimo 75% (BRASIL, 2008).

Tabela 3 - Valores médios da primeira contagem da porcentagem de germinação (1ª %G) e porcentagem de germinação total (%G) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Etapas do Beneficiamento	Germinação	
	1ª %G	%G
1	95,11 b	96,56 b
2	95,78 ab	97,17 ab
3	95,22 b	96,33 b
4	97,00 a	97,83 ab
5	96,17 ab	97,33 ab
6	97,22 a	98,44 a

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4 - Valores médios da primeira contagem da porcentagem de germinação (1ª %G) e porcentagem de germinação total (%G) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses.

Armazenamentos (meses)	Germinação	
	1ª %G	%G
0	92,72 b	95,00 b
3	97,94 a	98,50 a
6	97,58 a	98,33 a

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A avaliação de plântulas normais (Tabela 5) demonstrou que houve uma queda no número de plântulas consideradas normais em função do tempo de armazenamento, sendo os melhores resultados no início do armazenamento (época 0). Com relação aos tratamentos pode-se destacar os tratamentos 3, 5 e 6 em que a porcentagem de plântulas normais foram as menores em relação ao tempo de armazenamento. Para França Neto et al. (2011) é muito importante o uso de sementes vigorosas para assegurar o estabelecimento de uma população adequada de plantas de modo rápido e uniforme.

O comprimento de plântulas (Tabela 5) se manteve igual para todas as etapas do beneficiamento isoladamente em cada época de armazenamento, com exceção do tratamento 6 na época 0 que diferiu dos demais. Os melhores resultados com plântulas maiores foram obtidos na época 0. Em trabalho realizado com sementes de feijão carioca Queiróz et al. (2011) constaram uma redução média do vigor expresso pelo comprimento de plântulas de 28,36 cm do início do beneficiamento para 21,14 cm, ou seja, de 7,22 cm, sendo esta

diminuição com caráter acumulativo devida aos impactos sucessivos das sementes na linha de beneficiamento, em que, em resumo, o comprimento de plântulas diminui na medida em que as sementes são submetidas a um número maior de etapas do processo de beneficiamento. De acordo com Félix et al. (2017) em trabalho feito com armazenamento de sementes de *Adonidia merrillii*, constataram que o comprimento de plântulas apresentou diminuição em função do período armazenado, sendo resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 5 - Valores médios de Plântulas Normais e Comprimento de Plântulas Normais de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
Plântulas Normais (%)						
0	75,83 Aa	72,67 Aa	73,83 Aa	77,00 Aa	73,50 Aa	51,50 Ab
3	72,17 Aa	65,00 Aab	64,17 Aabc	51,00 Bbc	49,67 Bc	57,33 Aabc
6	52,00 Babc	62,67 Aa	45,50 Bbc	57,67 Bab	41,17 Bc	57,67 Aab
Comprimento de Plântulas Normais (cm)						
0	16,44 Aa	15,78 Aa	15,29 Aa	16,17 Aa	15,39 Aa	11,74 Ab
3	10,01 Ba	9,06 Ba	9,32 Ba	9,17 Ba	8,95 Ba	9,79 Ba
6	10,01 Ba	9,06 Ba	9,32 Ba	9,17 Ba	8,95 Ba	9,79 Ba

Letras iguais maiúsculas na mesma coluna, e letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A massa seca das plântulas (Tabela 6) não teve alterações no decorrer dos meses de armazenamento nem das etapas do beneficiamento avaliados, se mantiveram dentro de um mesmo padrão. Plantas com elevada massa de matéria seca possui uma qualidade fisiológica melhor, pois sua capacidade de fixação de carbono é melhor e produz mais matéria seca. De acordo com Barbieri et al. (2013) foi possível observar que sementes com qualidade fisiológica mais alta são melhores em produção de matéria seca, e plântulas de alto vigor produzem mais matéria seca do que plantas de vigor médio.

O maior peso de massa seca observado nas plântulas selecionadas como vigorosas pode estar relacionado à sua capacidade de desenvolver um sistema radicular maior e mais vigoroso. O desenvolvimento mais acentuado do sistema radicular nas plântulas de *Amburana cearensis*, oriundas de sementes mais vigorosas poder ser vantajoso na adaptação e sobrevivência da espécie quando esta iniciar o processo de germinação (SEEDS, 2013).

Tabela 6 - Valores médios de massa seca das plântulas normais (MS), de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

MS (g)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
	0,112 a	0,125 a	0,116 a	0,117 a	0,121 a	0,113 a
	Armazenamento (meses)					
	0	1		2		
	0,124 a	0,110 a		0,110 a		

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para os valores de condutividade elétrica (Tabela 7) quanto maiores, mais danificadas estão as sementes e maiores as quantidades de íons lixiviados das membranas celulares, assim menor a qualidade fisiológica. Os valores demonstram que a condutividade elétrica foi influenciada negativamente com o tempo tendo maiores valores após 6 meses de armazenamento, significando maior lixiviação de íons celulares em função do longo período armazenado. Com relação as etapas do beneficiamento se mantiveram iguais estatisticamente apesar de maiores valores na época 2 (6 meses).

De acordo com Ullmann et al. (2015) por meio do teste de condutividade elétrica é possível fazer uma separação assertiva de diferentes níveis de vigor das sementes avaliado de forma indireta, determinando também a quantidade de íons lixiviados pelo rompimento das membranas celulares. Para Drumond et al. (2019) o aumento crescente na condutividade elétrica compromete a qualidade fisiológica e vigor das sementes, consequentemente seu desempenho em campo, o que demonstra uma desordem das membranas celulares deixando as sementes mais suscetíveis a danos externos.

Tabela 7 - Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
0	44,79 Ba	43,42 Ba	42,26 Bab	39,08 Bbc	38,04 Bc	36,42 Bc
3	38,94 Ca	38,08 Ca	38,30 Ca	34,99 Ca	36,31 Ba	35,36 Ba
6	52,63 Aa	49,92 Aa	50,27 Aa	49,53 Aa	49,78 Aa	49,61 Aa

Letras iguais maiúsculas na mesma coluna, e letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De acordo com as médias para IVG (Tabelas 8) no terceiro mês de armazenamento foi a que obteve melhor resultado. Este fato pode ser atribuído a fatores intrínsecos das sementes que com uma menor quantidade de substâncias de reserva, que provavelmente foram consumidas durante o processo vital de germinação ao longo do tempo de armazenamento das sementes (SILVA et al., 2015). Já nos beneficiamentos 3, 4, 5 e 6 obtiveram melhores resultados e não se diferenciaram.

Em análises de IVG com sementes de milho, Nerling et al. (2015) constataram um aumento gradual no tamanho da radícula conforme as sementes passaram por diferentes etapas de beneficiamento, chegando ao ponto de as sementes prontas para ensaio apresentarem maiores índices de vigor, considerando a eliminação de sementes mal formadas e quebradas principalmente pela mesa densimétrica, corroborando os dados deste trabalho. Para Silva et al. (2017) o comprimento da raiz primária é inibido de acordo com a quantidade de água no substrato a qual a semente foi submetida em diferentes temperaturas que a mesma estiver. Kerbauy (2008) afirma que quanto menos água as sementes absorvem, menor o tamanho as plântulas irão ter e consequentemente menor acúmulo de matéria seca.

Tabela 8 - Valores médios de Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de milho beneficiado e armazenadas por seis meses

IVG (adimensional)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
	33,37 bc	32,94 c	36,13 abc	37,99 a	37,75 a	37,01 ab
	Armazenamento (meses)					
	0		3		6	
	32,01 c		40,52 a		35,07 b	

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 9 é possível verificar que houve interação significativa entre o tempo de armazenamento e os equipamentos utilizados durante o beneficiamento para a emergência em areia (EA), ou seja, o tempo influenciou na qualidade dos resultados obtidos em cada etapa de beneficiamento. O IVE também demonstrou essa mesma interação da emergência em areia. Para a germinação (G-EA) e teor de água (TA-EA) após o envelhecimento acelerado houve resultados significativos somente para os meses de armazenamento onde o mesmo influenciou os resultados, os tratamentos individualmente não foram significativos e a interação entre armazenamento e equipamentos foram significativos a 1% pelo teste F.

Tabela 9 - Resumo da ANAVA referente as análises de qualidade fisiológica (vigor) em areia: emergência em areia % (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais emergidas na areia (PNE) e envelhecimento acelerado (% de germinação (G-EA), porcentagens de plântulas normais após envelhecimento acelerado (PNEA) e teor de água após envelhecimento acelerado %b.u. (TA-EA)) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

F.V.	G.L.	Q. M.					
		Vigor em areia			Envelhecimento acelerado		
		EA	IVE	PNE	G-EA	PNEA	TA-EA
EB	5	14,57*	5,69*	332,61**	14,36 ^{NS}	19,39 ^{NS}	0,56 ^{NS}
A	2	2549,12**	3149,85**	1113,16**	1132,67**	1222,8**	27,11**
EB x A	10	27,20**	13,84**	110,86**	6,69 ^{NS}	76,14 ^{NS}	1,01*
Erro	36	4,92	2,23	3,91	6,60	41,30	0,38
C.V. (%)		2,51	2,73	5,36	2,76	9,39	2,77

F.V.= Fontes de Variação. EB= Etapas do Beneficiamento. A= Armazenamento. G.L.= Grau de Liberdade. Q.M.= Quadrado Médio. C.V.= Coeficiente de Variação.

^{NS} Não Significativo, ** Significativo a 5%, * Significativo a 1%, de probabilidade pelo teste F.

A avaliação de emergência em campo (Tabela 10) considerada um teste de vigor que visa avaliar a emergência das plântulas no menor tempo possível de maneira uniforme com o maior número de plântulas consideradas normais, apresentou que não houve diferença para as etapas de beneficiamento aos três meses de armazenamento com exceção do tratamento 4, sendo essa época a que obteve melhores resultados de emergência de plântulas em campo. Já a época 0 de armazenamento a porcentagem de emergência foi a menor para todas as etapas de beneficiamento.

De acordo com Cavalcante e Ternus (2018) a baixa emergência em campo pode estar relacionada com problemas de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento das sementes. Para Ternus et al. (2017) sementes vigorosas proporcionam melhores condições intrínsecas para que as plântulas em campo possam se estabelecer de maneira satisfatória. O teste padrão de germinação não é suficiente para a identificação precisa de lotes em diferentes níveis de vigor. Deste modo, os testes de vigor tornam-se ferramentas cada vez mais rotineiras pela indústria de sementes para a determinação do potencial fisiológico e, dentre os testes mais utilizados, está o teste de emergência à campo (TERNUS et al., 2016).

Para o índice de velocidade de emergência (IVE), (Tabela 10), os menores resultados médios foram na época 0 de armazenamento para todos as etapas de beneficiamento, já aos 3 e 6 meses não houve diferença relevante dos resultados. O método de condução do teste de IVE é apresentado como conceito mais antigo de vigor de sementes (AOSA, 1983), sendo que para Krzyanowski et al. (1999) os lotes de sementes que apresentam maior velocidade de emergência são considerados os mais vigorosos, ou seja, é necessária uma relação direta entre a velocidade de desenvolvimento e o vigor das sementes.

As plântulas maiores são consideradas as mais vigorosas pela sua capacidade de usar suas reservas para gerar plântulas normais de maneira uniforme quando usadas sementes de qualidade na germinação em campo. A época 0 de armazenamento foi a que se obteve o número mais baixo de comprimento de plântulas acima de 9 centímetros, sendo que os tratamentos 5 e 6 foram os piores resultados obtidos em todas as épocas de armazenamento.

Tabela 10 - Valores médios da Emergência em areia, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Plântulas Normais Emergidas de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
Emergência (%)						
0	72,00 Bb	73,00 Cb	78,50 Ca	79,50 Ca	73,00 Bb	72,50 Bb
3	95,50 Aab	99,00 Aa	98,33 Aa	92,00 Bb	94,33 Aab	97,33 Aab
6	93,67 Aab	92,83 Bb	93,33 Bab	98,50 Aa	95,83 Aab	93,17 Aab
IVE (adimensional)						
0	39,10 Bbc	38,49 Cbc	41,04 Bab	43,50 Ca	37,20 Bc	37,84 Bbc
3	62,23 Aab	64,56 Aa	63,83 Aa	59,38 Bb	61,32 Aab	63,08 Aa
6	61,87 Aab	61,36 Bb	61,64 Aab	65,07 Aa	63,35 Aab	61,59 Aab
Plântulas Normais Emergidas (%)						
0	32,50 Bb	44,50 ABa	33,50 Bb	26,50 Cc	15,50 Cd	14,50 Bd
3	42,17 Ab	48,33 Aa	38,17 Ac	51,50 Aa	33,00 Bc	38,83 Ab
6	39,67 Aab	44,33 Ba	40,17 Aab	42,00 Bab	37,83 Ab	41,00 Aab

Letras iguais maiúsculas na mesma coluna e letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a germinação após o envelhecimento acelerado (Tabela 11) não houve diferença de resultados com relação aos tratamentos (Etapas do Beneficiamento) avaliados se mantendo com porcentagem alta de germinação acima de 80% mesmo nas condições adversas que as sementes foram submetidas durante o processo de envelhecimento acelerado, no qual as sementes passam por um estresse de alta temperatura e alta umidade do ar, simulando assim o

processo de armazenamento por longos períodos a qual a semente pode passar por situações estressantes de variações de temperatura e umidade do ar que gera como consequência em alguns casos a perda do vigor da semente que vai perdendo suas reservas aos poucos por conta da respiração acelerada nessas condições. As épocas isoladas 1 e 2 foram as que obtiveram os melhores resultados. Outro fator a ser considerado é que o ambiente imposto as sementes pelo envelhecimento acelerado favoreceram a proliferação de fungos nas mesmas, o que pode ter diminuído um pouco sua capacidade de germinação tendo-se assim resultados diferentes das sementes conduzidas em germinação normal que não passaram por processo de envelhecimento.

Todos os tratamentos se mantiveram estatisticamente iguais durante o período armazenado, sendo que as épocas 1 e 2 obtiveram melhores resultados de plântulas avaliadas como normais. Um pouco mais da metade das plântulas avaliadas tiveram bons resultados sendo consideradas normais se mantendo acima de 60%.

Tabela 11 - Valores médios de Germinação após o Envelhecimento Acelerado (GEA) e Plântulas normais após o Envelhecimento Acelerado (PNEA) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Etapas do Beneficiamento	GEA	PNEA
	%	
1	93,06 a	66,83 a
2	93,28 a	69,72 a
3	91,06 a	66,50 a
4	93,28 a	69,11 a
5	92,83 a	68,72 a
6	95,00 a	69,94 a
média	93,09	68,47

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 12 - Valores médios de Germinação após o Envelhecimento Acelerado (GEA) e Plântulas normais após o Envelhecimento Acelerado (PNEA) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	GEA	PNEA
	%	
0	83,94 b	59,92 b
3	97,86 a	76,36 a
6	97,50 a	69,14 a

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O teor de água após o envelhecimento acelerado (Tabela 13) demonstrou a absorção de água nas sementes em função do tempo de exposição a alta temperatura e umidade do ambiente, sendo que com relação aos tratamentos para mês 0 de armazenamento não houve diferença dos resultados, no mês 3 também não diferiu em relação aos tratamentos e no mês 6 os tratamentos (Etapa do Beneficiamento) 2, 3, 4, 5 e 6 tiveram os maiores valores de teor de água, demonstrando o aumento na deterioração das sementes em função das altas umidades e temperaturas no armazenamento que aumenta a respiração e consumo das próprias reservas das sementes diminuindo seu vigor. Para Scappa Neto et al. (2001) os equipamentos utilizados para realização do teste de envelhecimento quando em temperatura de 41 °C a umidade relativa dentro das caixas plásticas de envelhecimento é sempre superior a 90%.

Tabela 13 - Valores médios de Teor de água (% b.u.) após o Envelhecimento Acelerado de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	Etapas do Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
0	24,39 Aa	23,53 Aa	23,45 Aa	24,09 Aa	23,59 Aa	23,15 Aa
3	20,60 Ba	20,72 Ba	21,14 Ba	22,05 Ba	21,62 Ba	21,49 Ba
6	21,17 Bb	22,36 Aab	22,92 Aa	22,02 Bab	22,45 ABab	22,21 ABab

Letras iguais maiúsculas na mesma coluna, e letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. % b.u.: porcentagem em base úmida.

Na Tabela 14 está apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis: proteínas, carboidratos, cinzas e lipídeos. Para as variáveis proteínas, carboidratos e lipídeos não houve efeito dos tratamentos, e para cinzas houve a 1% de significância. O tempo isoladamente causou efeitos nos testes de carboidratos, cinzas e lipídeos a 5% de significância e para proteínas a 1% de significância. A interação entre tratamentos e o tempo de armazenamento se mostrou significativa apenas para carboidratos, cinzas e lipídeos a 1% de significância.

Tabela 14 - Resumo da ANAVA referente as análises de composição proximal: proteínas % (PR), carboidratos % (CR), cinzas % (CZ), lipídeos % (LI) de sementes de milho beneficiadas e armazenadas

F.V.	G.L.	Quadrado Médio			
		PR	CR	CZ	LI
EB	5	0,25 ^{NS}	1,26 ^{NS}	0,11*	0,59 ^{NS}
A	2	122,18*	443,00**	0,97**	3,40**
EB x A	10	0,55 ^{NS}	2,76*	0,08*	1,60**
Erro	36	0,30	0,99	0,04	0,50
C.V. (%)		3,69	1,48	10,22	11,96

F.V.= Fontes de Variação. EB= Etapas do Beneficiamento. A= Armazenamento. G.L.= Grau de Liberdade. C.V.= Coeficiente de Variação.

^{NS} Não Significativo, ** Significativo a 5%, * Significativo a 1%, de probabilidade pelo teste F.

Nas sementes as reservas têm basicamente duas funções que se relacionam com a manutenção do embrião e com o desenvolvimento até a formação de uma plântula que tenha capacidade de se manter autotrófica. Há uma enorme variação na composição de sementes, entre espécies, mesmo dentro da própria família, mas as substâncias armazenadas em grande quantidade constituem os carboidratos, lipídeos e as proteínas (Bewley & Black, 1995). Carboidratos e lipídeos servem como fonte de energia e carbono para a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas, enquanto as proteínas armazenam principalmente nitrogênio e enxofre, essenciais para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e compostos secundários na plântula em crescimento.

Na Tabela 15, é possível observar que as proteínas encontradas no milho não apresentaram interação significativa dos tratamentos com o período de armazenamento, sendo mostrado os valores isolados. Para os tratamentos não houve diferença entre os resultados, para os meses de armazenamento 3 e 6 os teores de proteínas foram melhores. Em trabalho realizado com milho por Tiwari et al. (2014), foi determinado 12,2% de proteínas na farinha de milho. Sousa (2019) encontrou um teor de 12,15%, sendo esses valores próximos dos resultados encontrados nesse trabalho. Os valores de proteína podem variar um pouco com relação a outros trabalhos por ser a farinha analisada de sementes de milho que tendem a possuir um pouco mais de reservas nutricionais para garantir uma germinação eficaz em campo.

A farinha de milho, possui teor de proteína superior, quando comparada às farinhas de trigo e arroz. Ainda em relação a farinha de arroz, utilizada na elaboração de produtos sem glúten, assim como para a farinha de trigo, a farinha de milho apresenta superávit proteico. É consenso na literatura que a proteína representa um dos principais indicadores de qualidade de uso final da farinha (BATISTA & BARBOSA, 2021).

Tabela 15 - Valores médios dos teores de proteína de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Proteína %	Média Geral Tratamentos		
	14,84		
	Armazenamento (meses)		
	0	3	6
	11,83 b	16,28 a	16,41 a

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os lipídeos (Tabela 16) não apresentaram diferença dos resultados tanto com relação aos tratamentos como também para os meses de armazenamento. Quando comparado a farinha de arroz e trigo o milho possui alto valor lipídico, o que representa para este grão boa quantidade de ácidos graxos insaturados com cerca de 77%, sendo 27% ácido oleico e de 25% a 46% de ácido linoléico, sendo apresentada uma razão de 3,39 entre ácidos graxos saturados e insaturados, considerado um bom valor nutricional (SLAMA et al., 2020; OLIVEIRA, 2013).

As cinzas (Tabela 16) apresentaram interação entre os resultados de cada tratamento com as épocas de armazenamento, sendo que o tratamento 2 teve uma variação maior, somente aos 6 meses de armazenamento foi considerada o melhor resultado para esse tratamento, houve uma variação de 1,33% a 2,40% analisando todas as épocas de armazenamento e todos os tratamentos. Ao comparar valores de cinzas na farinha de milho em outros trabalhos Sousa (2019) apresenta um valor de 1,61% de cinzas para a farinha de milho, Tiwari et al. (2014) encontraram um valor de 1,5% de cinzas para a farinha de milho, valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Segundo Zambiasi (2010) o conteúdo de cinzas nos alimentos é considerado importante pois está relacionado com a presença de certos minerais como ferro, sódio, potássio, magnésio e fósforo, o que lhe proporciona valor nutricional.

Os carboidratos (Tabela 16) nos tratamentos nos meses de armazenamento 0 e 3 não apresentaram diferença, já os tratamentos para o mês 6 somente os tratamentos 5 e 6 diferiram dos demais com resultados inferiores. Para os meses de armazenamento 0 foi considerada com os melhores resultados sem diferença entre elas, e os resultados mais baixos foram em com 6 meses de armazenamento sendo os tratamentos 1, 5 e 6 os resultados mais baixos de carboidratos. De acordo com Dias-Martins et al. (2018) os carboidratos presentes nos cereais são considerados como componentes principais, sendo representados por amido e fibras, sendo que nos grãos de milho é representado em média com 72%.

Tabela 16 - Valores médios dos teores de Carboidratos, cinzas e lipídeos de sementes de milho beneficiadas e armazenadas por seis meses

Armazenamento (meses)	Etapas de Beneficiamento					
	1	2	3	4	5	6
Carboidratos (%)						
0	71,65 Aa	73,77 Aa	73,35 Aa	73,30 Aa	72,39 Aa	72,57 Aa
3	65,55 Ba	65,01 Ba	64,62 Ba	65,36 Ba	65,82 Ba	66,23 Ba
6	63,37 Cab	63,42 Bab	65,57 Ba	63,31 Cab	62,48 Cb	62,36 Cb
Cinzas (%)						
0	1,93 Aa	1,83 Ba	1,90 Aa	1,83 ABa	1,82 Aa	1,80 Aa
3	1,37 Bb	1,75 Bab	1,84 Aa	1,72 Bab	1,86 Aa	1,33 Bb
6	2,11 Aab	2,40 Aa	2,07 Aab	2,19 Aab	1,96 Aab	1,91 Ab
Lipídeos (%)						
0	5,83 Aa	5,18 Aa	5,14 Aa	5,31 Aa	5,85 ABa	6,20 ABa
3	6,24 Aa	5,84 Aa	6,34 Aa	6,21 Aa	5,34 Ba	4,91 Ba
6	6,05 Aab	6,39 Aab	4,98 Ab	6,58 Aab	7,13 Aa	7,41 Aa

Letras iguais maiúsculas na mesma coluna, e letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5. CONCLUSÕES

O teor de água foi influenciado com o tempo de armazenamento tendo um aumento significativo. A germinação se manteve com alta porcentagem durante todo o período de armazenamento para todos os tratamentos. O tempo de armazenamento influenciou negativamente o comprimento de plântulas consideradas normais. A condutividade elétrica foi influenciada negativamente com o tempo, demonstrando maiores valores após 6 meses de armazenamento. No envelhecimento acelerado apesar de valores menores de germinação quando comparados ao teste de germinação padrão não houve diferença significativa entre os tratamentos e época de armazenamento. Já o teor de água após o envelhecimento acelerado demonstrou aumento no teor de água das sementes em todos os tratamentos durante o armazenamento.

O teor de proteína apresentou resultado satisfatório com o tempo de armazenamento apresentando maiores valores para a época 6.

De forma geral, todos os resultados demonstram que o beneficiamento das sementes é indispensável para a obtenção de lotes de maior qualidade, possibilitando assim o armazenamento por longos períodos sem que ocorra perda de sua qualidade comercial, que é fundamental para a obtenção de plântulas vigorosas em campo.

Com relação a tecnologia usada nos equipamentos de beneficiamento não foi possível verificar que os mesmos alteraram a qualidade dos lotes de sementes com danos mecânicos, se mantendo na maioria dos testes químicos e fisiológicos estatisticamente iguais, alguns testes como por exemplo o índice de velocidade de germinação demonstraram a importância do beneficiamento, com resultados melhores nos últimos tratamentos onde as sementes mal formadas e quebradas já foram eliminadas na mesa densimétrica e terão melhor viabilidade para serem comercializadas e se desenvolverem em campo, as diferenças significativas foram expressas na maioria dos resultados nas épocas de armazenamentos analisadas.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, T. T. de, OLIVEIRA, J. A., DA ROSA, S. D. V. F., DA SILVA, A. A., DOS SANTOS OLIVEIRA, A., & DE SOUSA PEREIRA, D. **Alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas durante o desenvolvimento de sementes de sorgo de diferentes concentrações de tanino.** *Acta Agronômica*, v. 65, n. 2, p. 183-189, 2016.

AOSA – ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook.** East Lansing: AOSA: p. 88, 1983.

ASMARE, B.; SOLOMON, D.; TOLEMARIAMBFIREW, T. AAYNALEM, H.; JANE, W. **Effects of altitude and harvesting dates on morphological characteristics, yield and nutritive value of desho grass (*Pennisetum pedicellatum Trin.*) in Ethiopia.** *Agriculture And Natural Resources*, [s.l.], v. 51, n. 3, p.148-153, jun. 2017. Kasetsart University and Development Institute. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anres.2016.11.001>.

ASSIS, R. L.; FREITAS, R. S.; MASON, S. C. **Pearl millet production practices in brazil: a review.** *Experimental Agriculture*, [s.l.], v. 54, n. 5, p.699-718, 20 jul. 2017. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0014479717000333>.

AZI, F., NJOKU, HA, DAVID, EI, ODO, MO, NWOBASI, VN, TU, C., & DONG, M. **Effect of processing aid on chemical and metagenomic composition of fermented African bean (*Pentaclethra macrophylla, Benth*) seeds.** *LWT*, v. 111, p. 429-435, 2019.

BARBIERI, M.; DUTRA, C. B.; BIANCHINI, N. H.; MUNIZ, M. F. B.; DÖRR, A. C. **Análise de desenvolvimento a campo e avaliação de massa seca e massa verde de plantas de aveia preta cv. Comum (*Avena Strigosa Schreb*).** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 11, n. 11, p. 2407-2412, 2013.

BATISTA, B. C.; BARBOSA, K. P. **Caracterização de diferentes tipos de farinha de milheto (*Pennisetum glaucum* (LR Br)) para aplicação na formulação de produtos alimentícios.** 2021.

BEWLEY, D. J.; BLACK, M. **Cellular events during germination and seedling growth.** In: *Seeds, Physiology of Development and Germination*. London: Plenum Press; 135-73. 1985.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008.** Diário Oficial, Brasília, DF, 2008. 16p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 2009. 399p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5. ed. rev. e ampl. Jaboticabal: FUNEP, p. 418, 2012.

CATELAN, F. **Avaliação de grãos de milheto (*Pennisetum glaucum*) na alimentação de coelhos em crescimento.** 2010.

CAVALCANTE, J. A., & TERNUS, R. M. **Qualidade de sementes de milheto para a comercialização no Estado de Santa Catarina.** In *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215 (Vol. 14, No. 3, pp. 144-153), 2018.

CONRAD, V.A.D. **Atributos físicos e fisiológicos em sementes de soja no beneficiamento.** 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA et al. **Culturas perdidas da África: volume I: grãos.** National Academies Press, 1996.

DIAS, M. A. M.; PESSANHA, K. L. F.; PACHECO, S.; RODRIGUES, J. A. S.; CARVALHO, C. W. P. **Potential use of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) in Brazil: Food security, processing, health benefits and nutritional products.** *Food Research International*, 109. p. 175-186. (2018).

DRUMOND, A., SALES, J., ZUCHI, J., CAMELO, G., & SOUZA, M. **Qualidade fisiológica de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) após o beneficiamento.** *Journal of Seed Science*, v. 41, p. 224-232, 2019.

FAOSTAT. **Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Data–Crops Production.** (2017). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/> (Accessed 07.01.2021).

FÉLIX, F. C., DOS SANTOS ARAÚJO, F., DOS SANTOS FERRARI, C., & PACHECO, M. V. **Dessecação e armazenamento de sementes de *Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 1, p. 86-91, 2017.

FIRMIANO, R. S. et al. **USO DO MILHETO COMO ALTERNATIVA PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINATES.** 2021.

FRANÇA-NETO, J. B. **Características fisiológicas da semente: germinação, vigor, viabilidade, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio e dano por percevejo tetrazólio.** In: LORINI, I. (Ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2014/15.** Londrina: Embrapa Soja, 2016. p.31-47. (Embrapa Soja. Documentos, 378).

FRANCA-NETO, J. D. B., KRZYZANOWSKI, F. C., & HENNIG, A. A. (2011). **Sementes de soja de alta qualidade: a base para altas produtividade.** In *Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5.; FORO DE LA SOJA ASIA, 1., 2011, Rosário. Un grano: un universo.[Rosário: Asociación de la Cadena de la Soja Argentina], 2011. 4 p. 1 CD-ROM. MERCOSOJA 2011.

GONG, L., CAO, W., CHI, H., WANG, J., ZHANG, H., LIU, J., & SUN, B. **Whole cereal grains and potential health effects: Involvement of the gut microbiota.** *Food research international*, 103 (2018): 84-102.

IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 3.ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533p.

IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 2008.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 452 p., 2008.

KASEKE, TAFADZWA; OPARA, UMEZURUIKE LINUS; FAWOLE, OLANIYI AMOS. **Fatty acid composition, bioactive phytochemicals, antioxidant properties and oxidative**

stability of edible fruit seed oil: effect of preharvest and processing factors. Heliyon, v. 6, n. 9, p. e04962, 2020.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, p. 218, 1999.

LOPES, M. M. et al. **Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja.** Bioscience Journal, p. 230-238, 2011.

MAGUIRE, J.D. **Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor.** Crop Science, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCANTE, N.C. et al. **Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo.** Bioscience Journal, 27(2), (2011) 196-204.

MIRANDA, D.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado.** Revista Brasileira de Sementes, v.23, n.1, p.226-231, 2001.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas.** In: KRZYŻANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. p.2-1 a 2-24.

NERLING, D. et al. **Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 13, n. 3, p. 238-246, 2014.

OLIVEIRA, M. F. de, ASSIS, R., & NETTO, D. **Milho e os preceitos da Economia Verde.** Embrapa Milho e Sorgo-Documents (INFOTECA-E), 2020.

OLIVEIRA, M. F. de; DAN, H. de A.; ASSIS, R. L. de; BARROSO, A. L. de L.; BRAZ, A. J. B. P.; DAN, L. G. de M.; GUADANIN, E. C. **Produção de biomassa e supressão de plantas daninhas pelo milho antecessor ao cultivo do milho safrinha.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 220).

OLIVEIRA, D. P. L. **Snacks, farinha pré-gelatinizada e massa alimentícia elaborados com grãos de milho [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] e griz de milho (*Zea mays*).** 142 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, (2013).

PESKE, S.T.; BAUDET, L.M.L. Beneficiamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos.** 3. Ed. Pelotas: UFPel, 2012. p. 423-480.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos.** Pelotas – RS. 2003.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos.** 3. ed, p.532, Pelotas: Ed. UFPel, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura, AGIPAN, 1977, 289p.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos.** Campinas. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000, 666p.

QUEIRÓZ, José Ramos de et al. **Simulação de danos mecânicos em sementes de feijão carioca durante o processo de beneficiamento.** 2011.

SANTOS, D. M., & BALDONI, A. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho.** *Revista GeTeC*, 7(19), 2018.

SEEDS, AC Smith. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão)** AC Smith. 2013.

SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D.; VOLPE, C.A. **Efeito do teor inicial de água de sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado.** *Scientia Agrícola*, v.58, p.747-751, 2001.

SILVA, T. C.; ALVES, M. C. S.; TEODORO, M. S.; LACERDA, M. N. **Avaliação e potencial fisiológico de sementes de *Crotalaria juncea* L. em três períodos diferentes de armazenamento.** *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia-GO, v. 11, n. 20, p. 40-52, 2015.

SILVA, G. M.; CRUZ, F. R. S.; ALVES, E. U.; SILVA, R. S.; ALVES, M. M.; SANTOS NETA, M. M. S.; OLIVEIRA, G. M. **Umedecimento do substrato e temperatura no vigor de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.).** Anais do 20 Congresso Brasileiro de Sementes 07 a 10 de agosto de 2017 Foz do Iguaçu-PR. (Org.). Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias et al. - Foz do Iguaçu-PR. Informativo Abrates, Foz do Iguaçu-PR, v. 27, n. 2, 2017.

SLAMA, A. et al. **Ácidos graxos, composição fitoquímica e potencial antioxidante do óleo de milheto.** *J Consum Prot Food Saf* 15, 145 151 (2020).

SOUSA, D. N. et al. **Avaliação do uso da farinha e amido de milheto como depressores na flotação de minerais.** 2019.

TARIQ, M., AYUB, M., ELAHI, M., et al. **Forage yield and some quality attributes of millet (*Pennisetum americanum* L) hybrid under various regimes of nitrogen fertilization and harvesting dates.** *African Journal of Agricultural Research*, [s1], v 6, n 16, p3883-3890, 2011.

TAYLOR, J. R. N. **Millet pearl: overview encyclopedia of food grains** (second edition). Oxford: Academic press (2016): 190-198

TERNUS, R. M.; MENEGHELLO, G.; BREDAS, M. L. E CAVALCANTE, J. A. **O controle externo de qualidade na comercialização de sementes.** *Seed News*, v. 20, n. 2, p. 18-23, 2016.

TERNUS, R. M.; CAVALCANTE, J. A.; WEISS, A. C.; FOLQUINI, P. S.; BLOEMER, J; MENEGHELLO, G. E. **Qualidade de sementes de *Lolium multiflorum* tetraploide comercializadas em Santa Catarina.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.12, n.1, p.07-11, 2017.

TIWARI, A.; JHA, S.; PAL, R.; SETHI, S.; KRISHAN, L. **Pearl Millet Flour, Storage, Phytic Acid, Polyphenol.** *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 38, p. 1215-1223. (2014). Disponível em: <https://doi-org.ez28.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jfpp.12082>.

TRINDADE, J. D. S., SAENZ, E. A. C., DIAS, M., BANYAS, V. L., DIAS, F. J. D. S., & PINHEIRO, A. A. **Produtividade do milheto em três densidades de semeadura e duas alturas de corte.** *Ciência Animal Brasileira*, 18, 2017.

ULLMANN, R., RESENDE, O., CHAVES, T. H., DE OLIVEIRA, D. E., & COSTA, L. M. **Physiological quality of sweet sorghum seeds dried under different conditions of air.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 1, p. 64-69, 2015.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Teste de condutividade elétrica.** In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES. 1999. cap.4. p.1-26.

ZAMBIAZI, R.C. **Análise Físico Química de Alimentos.** Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 202p. 2010. SAS Institute. System for Information, versão 8.0. Cary, (2010).