

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Emergência de Plântulas em Diferentes Substratos e
Profundidades de Semeadura: Nova Metodologia na Avaliação do Vigor
em Sementes de Milheto**

Anna dos Santos Suñé

Pelotas, 2016.

Anna dos Santos Suñé

Emergência de Plântulas em Diferentes Substratos e
Profundidades de Semeadura: Nova Metodologia na Avaliação do Vigor
em Sementes de Milheto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientadora: Prof^a Dr^a Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Coorientador: Prof^a Dr Carlos Eduardo da Silva Pedroso

Pelotas, 2016.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S111e Suñé, Anna dos Santos

Emergência de plântulas em diferentes substratos e profundidades de semeadura: nova metodologia na avaliação do vigor em sementes de milheto / Anna dos Santos Suñé ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, orientadora ; Carlos Eduardo da Silva Pedroso, coorientador. — Pelotas, 2016.

65 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Qualidade fisiológica. 2. Forrageiras. 3. *Pennisetum glaucum* (L.). I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Pedroso, Carlos Eduardo da Silva, coorient. III. Título.

CDD : 633.2

Anna dos Santos Suñé

Emergência de Plântulas em Diferentes Substratos e
Profundidades de Semeadura: Nova Metodologia na Avaliação do Vigor
em Sementes de Milheto

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: Fevereiro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
(UFSM)

Prof^a. Dr. Luís Eduardo Panizzo
(FAEM – UFPel)

Bióloga Dr^a Andreia da Silva Almeida
(PNPD-Institucional/UFPEL)

Eng^a Agr^a Dr^a. Vanessa Nogueira Soares
(Bolsista PVE/CAPES - FAEM – UFPel)

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por guiar e iluminar meu caminho, fazendo acreditar que com a fé tudo é possível.

Aos meus pais, Mário e Maria Alice, por todo amor e dedicação, sacrificando-se dos seus sonhos em favor dos meus. Dedico essa conquista a vocês.

Aos meus irmãos, Mário e Bruna, pela amizade, companheirismo, amor e força, comemorando sempre minhas vitórias.

Ao meu querido cunhado e amado afilhado, Felipe e Fernando, por todo apoio, alegria e amizade. Obrigada por acrescentarem tanto na minha vida.

Aos meus avós e bisavós pelo incentivo, apoio, amor dedicado em todos os momentos. Em especial a ti Boboba, minha estrela guia, por todos os ensinamentos de ir atrás dos meus sonhos, te dedico também esta conquista.

A Prof^a Lilian Vanussa Madruga de Tunes, acima de tudo pela tua amizade e orientação, por dividir comigo teus conhecimentos e experiências, por acreditar e confiar em mim. Obrigada por toda paciência, dedicação e amor, tendo extrema importância nesta conquista profissional e pessoal.

Aos meus colegas Bruna, Daniele, Thais, Patrícia, Ewerton, Otávio, Caio e Tainan pela troca de experiências, pelo convívio e principalmente pela amizade.

Aos queridos estagiários Guilherme, Henrique, Gabriel, Gustavo, Filipe, Douglas e Anita, pela parceria, cumplicidade e comprometimento! Essa conquista também é de vocês.

A equipe do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela cooperação e auxílio sempre que solicitados e, principalmente pela amizade.

A Prof. Carlos Eduardo da Silva Pedroso, pela receptividade, orientação, e profissionalismo. Obrigada pela oportunidade de ser sua co-orientada.

Agradeço a todos que de uma forma ou de outra, fizeram parte da minha caminhada, torcendo pelo meu sucesso. Em especial aos que me brindaram com alegria, companheirismo e amizade sincera. Amigos são os irmãos que podemos escolher. Obrigada, vocês são demais!

Resumo

SUÑÉ, Anna dos Santos. **Emergência de Plântulas em Diferentes Substratos e Profundidades de Semeadura: Nova Metodologia na Avaliação do Vigor em Sementes de Milheto.** 2016. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

A alimentação animal de qualidade exige cuidados com as plantas forrageiras desde a escolha da área até a pós colheita das sementes. Entre as inúmeras forrageiras tropicais produzidas no Rio Grande do Sul, uma das mais utilizadas no estado, é o milheto. Entre as várias características da cultura, chama-se atenção para sua alta resistência ao déficit hídrico e capacidade de rebrote, consequentemente produção de massa seca. Um dos maiores problemas que envolvem a formação de pastagens é a variação da qualidade das sementes de espécies forrageiras existentes no mercado, resultando sementes de baixa qualidade. Assim, objetivo do trabalho foi de determinar uma metodologia de teste de vigor promissora na avaliação de sementes de milheto. O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes LDAS na Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas. Foram utilizados cinco lotes de sementes de milheto. Para a avaliação da qualidade das sementes de milheto foram utilizados os testes de qualidade física e fisiológica como: peso de mil sementes, germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântula, massa seca e emergência de plântulas em diferentes substratos. Pós emergência foi avaliado índice de velocidade de emergência, comprimento total da plântula, matéria de massa seca da plântula e número de folhas. A análise estatística foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, para os testes na nova metodologia foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, utilizando o software SASM_Agri, os resultados dos testes foram comparados pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade. A metodologia inovadora do teste de vigor é promissora para avaliação da qualidade de sementes de milheto. O substrato mais indicado para estratificar lotes de sementes de milheto quanto ao vigor é a areia e a casca de arroz carbonizada com 1,0 cm de profundidade.

Palavras-chaves: Qualidade fisiológica, forrageiras, *Pennisetum glaucum* (L.).

Abstract

SUÑÉ, Anna dos Santos. **Seedling Emergence in Different Substrates and Planting the Depths: New Methodology in Force Assessment in Millet Seeds.** 2016. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

The Forage Crops is the science that cares and is sowing forage feed. Among the many produced tropical forages, one of the most used in Rio Grande do Sul, this millet. Among the characteristics of the culture, it called attention to its high resistance to drought and capacity of regrowth, consequently dry matter production. One of the biggest problems that involve the formation of pastures is the change in quality of forage seeds in the marketplace, resulting in poor quality seeds. The objective of the work, is to establish methodologies to assess accurately the quality of different batches of millet seeds. The work was conducted in the Teaching of LDAS Seed Analysis Laboratory at the Faculty of Agronomy "Eliseu Maciel" (FAEM), Universidade Federal de Pelotas. Five batches of millet seeds were used. For assessing the quality of the millet seed physiological quality tests were used as: thousand seed weight, germination, first count of germination, accelerated aging, seedling emergence, germination speed index, seedling length, dry matter and seedling emergence on different substrates. Post-emergence was evaluated emergency speed index, total length of the seedling, dry mass matter of seedlings and leaf number. For other tests, we used a completely randomized design with four replications. The test results were compared by the Scott -Knott test at 5 % probability. The innovative methodology of force test is promising to evaluate the quality of pearl millet seeds. The substrate most suitable to layer lots of millet seeds as the force is sand and carbonized rice husk with 1.0 cm deep. The test methodology is correlated with the existing emergency speed index tests and emergency field.

Keywords: Physiological quality, forage, *Pennisetum glaucum* (L.).

Lista de Figuras

Figura 1.	Pastagem de milheto.....	14
Figura 2.	Apresentação do ciclo de crescimento da planta de milheto....	15
Figura 3.	Campo de pastagem de milheto.....	16
Figura 4.	Montagem do teste de determinação do teor de água.....	32
Figura 5.	Montagem e avaliação do teste da massa de mil sementes....	33
Figura 6.	Montagem e avaliação do teste de germinação.....	34
Figura 7.	Avaliação do teste da primeira contagem de germinação.....	35
Figura 8.	Avaliação do teste de envelhecimento acelerado.....	36
Figura 9.	Avaliação de comprimento de plântulas de milheto.....	37
Figura 10.	Montagem do teste de emergência a campo.....	38
Figura 11.	Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato de areia.....	41
Figura 12.	Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato de casca de arroz carbonizada.....	42
Figura 13.	Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato de fibra de coco.....	43
Figura 14.	Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato comercial a base de casca de uva.....	44
Figura 15.	Extração das plântulas de milheto dos tubetes.....	45
Figura 16.	Avaliação de comprimento de plântulas.....	45
Figura 17.	Avaliação do número de folhas por plântula.....	46

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Qualidade fisiológica inicial de lotes de sementes de milheto.....	39
Tabela 2.	Índice de velocidade de emergência de (IVE) lotes de sementes de milheto semeados em diferentes substratos e em diferentes profundidades.....	50
Tabela 3.	Comprimento de plântula total (CP-T) de lotes de sementes de milheto semeados em diferentes profundidades e em diferentes profundidades.....	52
Tabela 4.	Avaliação do número de folhas (NF) de lotes de sementes de milheto semeados em diferentes substratos e em diferentes profundidades.....	53
Tabela 5.	Massa seca total (MS-T) de lotes de sementes de milheto semeados diferentes substratos e em diferentes profundidades..	55
Tabela 6.	Características físicas e químicas dos substratos: areia, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e S-10 Beifort® utilizados na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de milheto.....	56
Tabela 7.	Correlações lineares entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Índice de Velocidade de Emergência (IVE).....	57
Tabela 8.	Correlações lineares entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Comprimento de Plântula Total (CPT).....	58
Tabela 9.	Correlações lineares entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Número de Folhas (NF).....	59
Tabela 10.	Correlações lineares entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Massa Seca de Plântula (MS-P).....	59

Lista de Abreviaturas

LDAS	Laboratório Didático de Análise de Sementes
S10	Substrato comercial Beifort
FC	Fibra de Coco
CAC	Casca de arroz carbonizada
PCG	Primeiro Contagem de Germinação
G	Germinação
EA	Envelhecimento Acelerado
EC	Emergência a campo
IVE	Índice de Velocidade de Emergência
CPA	Comprimento de Plântula Parte Aérea
CPR	Comprimento de Plântula Parte Radicular
CPT/CT	Comprimento de Plântula Total
PMS	Peso de Mil Sementes
MMS	Massa de Mil Sementes
NF	Número de Folhas
MST	Massa Seca Total
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
RAS	Regras de Análise de Sementes
EP	Entre Papel
SP	Sobre Papel
RP	Rolo de Papel

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Forragicultura	13
2.2 Milheto	14
2.3 Qualidade das sementes	18
2.4 Germinação de sementes	20
2.5 Teste de vigor	22
2.5.1 Primeira contagem do teste de germinação	23
2.5.2 Envelhecimento acelerado.....	24
2.5.3 Comprimento de plântulas	25
2.5.4 Índice de velocidade de emergência de plântulas	26
2.5.5 Emergência de plântulas a campo.....	26
2.5.6 Determinação do grau de umidade.....	27
2.5.7 Teste de massa de mil sementes (MMS).....	28
2.6 Profundidade de semeadura	28
2.7 Substrato para emergência das plântulas	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Determinação da qualidade física e fisiológica das sementes	32
3.1.1 Determinação do teor de água	32
3.1.2 Teste da massa de mil sementes	33
3.1.3 Teste de germinação	33
3.1.4 Teste da primeira contagem de germinação.....	35
3.1.5 Teste de envelhecimento acelerado	35
3.1.6 Teste de comprimento de plântulas	37
3.1.7 Teste de emergência em campo	38

3.1.8 Teste de índice de velocidade de emergência.....	38
3.2. Emergência e desenvolvimento inicial de plantas de milheto	39
3.2.1 Emergência de plântulas em diferentes substratos e profundidades	40
3.2.2. Índice de velocidade de emergência.....	44
3.3 Comprimento de plântulas	44
3.4 Número de folhas por plântula	46
3.5 Massa seca de plântulas.....	46
3.6 Procedimento experimental	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

A forragicultura é a ciência que cuida e trata da semeadura de forrageiras para alimentação animal, sendo mais utilizadas em pastejos, ração animal ou ainda ensiladas ou fenadas.

O Brasil destaca-se por possuir uma vasta extensão territorial, sendo reconhecido mundialmente por sua alta capacidade de produtividade rural nas áreas de agricultura e pecuária. O sul e sudeste do país são os maiores produtores de alimentos de origem animal (carne, leite e couro). Sendo as pastagens nativas e cultivadas sua base de alimentação, destacando-se como uma das espécies tropicais cultivadas está o milheto. O rebanho bovino e ovino no Brasil é selecionado geneticamente tornando os animais mais exigentes em termos nutricionais, dessa forma é necessário um planejamento de um sistema alimentar forrageiro, para lograr uma elevada produção, o fator fundamental para o sucesso deste empreendimento é o emprego de sementes de alta qualidade.

O milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] é uma gramínea anual de clima tropical. É considerado o sexto cereal mais importante do mundo, devendo ser utilizado pela sua alta produção de fitomassa verde para forragem, massa seca para cobertura morta em semeadura direta, na produção de grãos, para ração ou para produção de sementes. Apresenta elevada resistência ao déficit hídrico, excelente qualidade nutricional, sendo uma potencial produtora de matéria seca, proporciona um rebrote considerável, boa ressemeadura natural e aceitação pelos animais.

Assim como todas as culturas implantadas, vários fatores influenciam na qualidade de sementes, a partir da escolha da área para a semeadura, fase da produção, colheita, manejo pós-colheita, até a efetivação na nova semeadura. A maturidade fisiológica da planta definirá a máxima qualidade das sementes, que a partir deste ponto começa o processo de deterioração, podendo ser retardada, pelas condições de manejo adequado. Com exceção da condição sanitária da semente, não é possível melhorar a qualidade das mesmas após a colheita, necessitando assim um alto controle e monitoramento da produção.

Um dos maiores problemas que envolvem a formação de pastagens é a variação da qualidade das sementes de espécies forrageiras existentes no mercado, resultando em sementes de baixa qualidade. Fazendo com que não

atendam os padrões mínimos para a produção e comercialização estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo considerados material propagativo ou grão.

Assim o teste de vigor deve apresentar características como rapidez, simplicidade, baixo custo, reproduzível e fornecer os resultados. Onde esses são avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante; completando as informações fornecidas pelo teste de germinação; distinguir lotes de baixo e alto vigor, separando-os de acordo com seus níveis de qualidade.

Com este propósito, foi desenvolvido o presente trabalho, que teve o objetivo de determinar uma metodologia inovadora de teste de vigor promissora na avaliação de sementes de milheto. Para isso, foram testadas variações metodológicas da emergência de plântulas com diferentes substratos e profundidades de semeadura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Forragicultura

A forragicultura é a ciência que cuida e trata da semeadura de forrageiras para alimentação animal (diretamente aos cochos ou para serem ensiladas e/ou fenadas). Geralmente usam-se forrageiras de porte alto como o milheto, sorgo, capim napiere entre outras, consorciadas com leguminosas volumosas de crescimento rápido. Essas forrageiras destinam-se à alimentação do gado leiteiro ou à ensilagem e podem ser chamadas de forragens (serve para o gado pastar, se nutrir, se desenvolver e produzir).

O Brasil destaca-se por possuir uma vasta extensão territorial e com clima privilegiado para o crescimento de plantas herbáceas, favorecendo o desenvolvimento da pecuária. Assim, a formação de boas pastagens assume importância na atividade pecuarista, como uma melhor alternativa de alimentação, oferecendo todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento do animal e com condições econômicas favoráveis ao produtor.

O cultivo de pastagens garante boa quantidade de matéria seca, de qualidade e com poucas oscilações no valor nutritivo para os animais (CARVALHO et al., 1999). A capacidade dos animais converterem a forragem em proteína, ocasionando a eficiência na produção animal depende essencialmente da harmonia de três processos: produção de forragem, consumo de forrageiras e desempenho do animal (PAULINO et al., 2004).

Atualmente a produção de forragem vem crescendo, além de estar sendo substituída por um cultivo mais tecnificado, como a escolha de forragem mais apropriada, adubações, combate às pragas e plantas invasoras e, principalmente manejo, são práticas que vêm recebendo a sua devida importância pelo produtor (Figura 1).

O estado do Rio Grande do Sul caracteriza-se por apresentar uma economia baseada na agropecuária, tendo como uma das suas principais atividades a bovinocultura, sendo as pastagens nativas e cultivadas sua base de alimentação. O rebanho bovino e ovino é selecionado geneticamente tornando os animais mais exigentes em termos nutricionais, dessa forma é necessário um planejamento de um sistema alimentar forrageiro, para lograr uma elevada produção, o fator fundamental para o sucesso deste empreendimento é o emprego de sementes de alta qualidade (LOPES FILHO, 1999).



Figura 1. Pastagem de milheto com foco para produção de forragem e pastejo de rebanho bovino. FONTANELI (2008).

A produção de forragem no período de verão, em razão da taxa de crescimento ser reduzida por déficit hídrico, vem ocorrendo nos últimos anos a necessidade de implantar forrageiras tropicais nas pastagens gaúchas, adaptadas as condições de clima e solo do Estado. Suprindo dessa forma as necessidades nutricionais do rebanho, nas épocas críticas da estação estival (estado de letargia induzida em animais por calor seco excessivo). O manejo correto das pastagens reflete em um aumento da ingestão da forragem e dessa forma, produzindo excelente qualidade de carne e leite (CUNHA et al, 2010).

2.2 Milheto

O milheto é uma gramínea anual de clima tropical com provável origem das savanas africanas. Segundo França e Miyagi (2012), os primeiros relatos da planta de milheto no Brasil, ocorreram no estado do Rio Grande do Sul por volta do ano de 1929. Considerado o sexto cereal mais importante do mundo, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho, cevada e sorgo. Pode ser utilizado pela sua

alta produção de fitomassa verde para forragem, massa seca para cobertura morta em semeadura direta, na produção de grãos, para ração ou para produção de sementes (PEREIRA FILHO et al., 2003).

Segundo Campos et al, (2011) a cultura apresenta em suas características botânicas um ciclo curto (entre 130 dias), elevado valor nutritivo, além de alta tolerância ao estresse hídrico. É uma forragem muito utilizada em regiões de incertezas climáticas, devido sua rusticidade, crescimento rápido, adaptação a solos de baixa fertilidade e excelente capacidade de produção de fitomassa, podendo alcançar uma produção de até 70 t.ha⁻¹ (SOBRINHO et. al., 2009).

O ciclo de crescimento da planta de milheto possui três fases: fase do crescimento vegetativo I, fase do crescimento e desenvolvimento da panícula e fase do enchimento de grãos, ilustrados na Figura 2.

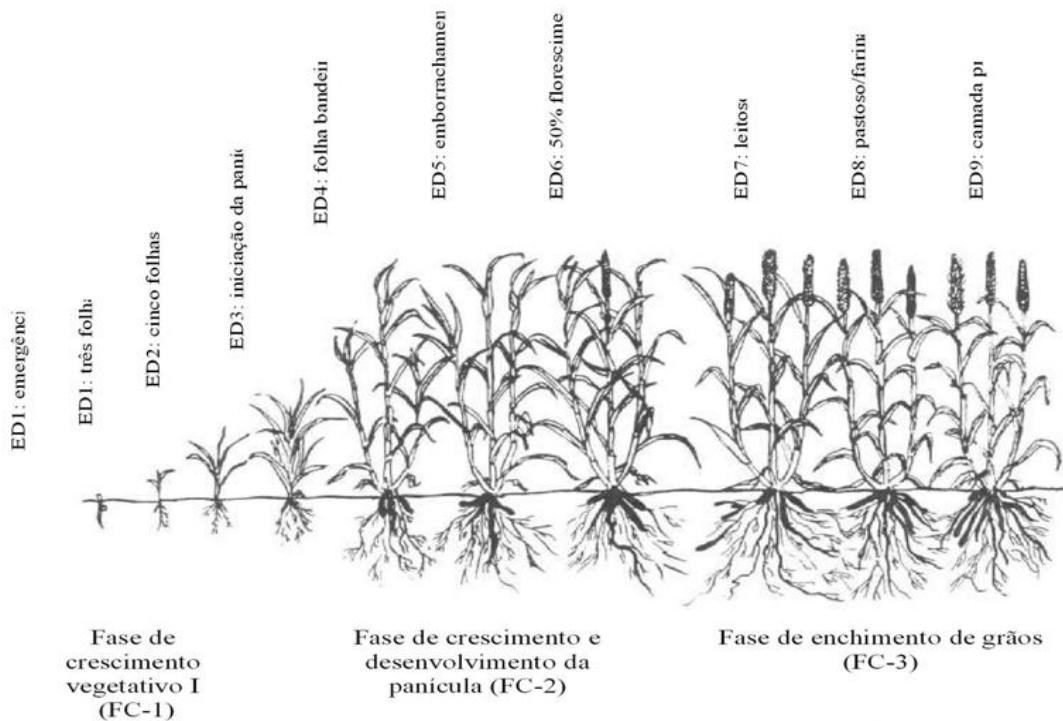


Figura 2. Apresentação do ciclo de crescimento da planta de milheto, em torno de 130 dias, três fases de crescimento da planta. MAGALHÃES E DURÃES, 2010. Fonte: Embrapa Sorgo e Milho

A cultura do milheto é uma gramínea anual, cespitosa, de crescimento ereto, de porte alto, sistema radicular profundo, com excelente produção de perfilhos e vigorosa em rebrote, após corte e pastejo. Apresenta folhas com lâminas largas e inflorescência na forma de panícula longa e contraída (RESENDE et al., 2011). Dados de Kichel et al. (2000) afirmam que dependendo

do período de cultivo, a produção de sementes do milheto pode variar de 500 a 1.500 kg.ha⁻¹ (Figura 3).



Figura 3. Campo de pastagem de milheto com foco na produção de sementes. Fonte: Revista Pecuária.

Com o crescimento das áreas de semeadura direta, o milheto vem sendo uma das principais culturas indicadas para cobertura morta do solo, utilizando alta densidade de semeadura (acima 20 kg.ha⁻¹) produzindo massa seca de baixa relação carbono/nitrogênio e de rápida decomposição. As ótimas condições fornecidas para a atividade microbiana consiste em uma maior aeração do solo e melhor distribuição dos nutrientes (Martins Netto et al., 2005). Porém, em relação ao uso de semente, o milheto é pouco utilizado para o consumo humano, entretanto, pelo seu alto valor proteico está presente no uso da ração animal (PEREIRA FILHO et al., 2003).

As cultivares de milheto disponíveis no mercado encontram-se em número reduzido, as quais são de polinização aberta e provenientes de outros países. No entanto no Brasil, a demanda por essas cultivares vem aumentando conforme os resultados de produção do seu uso (RODRIGUES E PEREIRA FILHO, 2010). Sendo as cultivares mais utilizadas COMUM, IPA-BULK 1,

SYNTHETIC-1, BN-1, BN-2, BRS 1501, ENA 1, ADR 300 E ADR 500 (PEREIRA FILHO et al., 2003).

O cultivo do milheto de acordo com a época de semeadura é bastante diversificada, podendo se estender de agosto até maio, em justificativa da sua rusticidade, grande capacidade de utilização e resistência; necessitando de boas condições de umidade e temperatura do solo, podendo variar de 18°C a 24°C (PEREIRA FILHO et al., 2003).

A finalidade do uso da cultura que determinará a época de semeadura adequada, juntamente com a região, clima e temperatura. Para produção de sementes a época de semeadura indicada é de setembro a novembro, já para fins de utilização para forragem recomenda-se de setembro até fevereiro, sempre sob boas condições de temperatura. A baixa temperatura pode reduzir o número de sementes por planta, afetando diretamente o rendimento por hectare (PEREIRA FILHO et al., 2003).

Devido ao tamanho da semente, que é considerado pequeno, a profundidade de semeadura é um fator de extrema importância. Pode ser semeada em linha ou a lanço, porém a semente deve estar em contato com a umidade do solo, para uma melhor emergência das plântulas. Possui alta capacidade de perfilhamento, compensando desta forma o uso de baixas densidades. Trabalho de pesquisa de Andrews et al. (1996), afirmam que a excelente densidade de plantas de milheto para produção de sementes foi de aproximadamente 150.000 plantas.ha⁻¹.

Outros fatores de extrema importância para um sistema de produção eficiente na cultura forrageira é a fertilidade, nutrição e adubação do solo. Os nutrientes devem estar disponíveis e sincronizados com a necessidade de cada cultura. Segundo dados de Lopes (1989), o potássio (K) é um dos elementos mais essenciais para as plantas, juntamente com nitrogênio (N) e fósforo (P). Trabalho realizado por Prado e Vidal (2008), foi verificado que com a omissão de potássio reduziu, significativamente, o crescimento das plantas de milheto, afetando o número de folhas, a altura das plantas, o diâmetro do caule e a área foliar.

A recomendação de adubação para o estabelecimento da cultura deve considerar a finalidade de exploração da forrageira. Ao ser utilizada como cobertura do solo para semeadura direta poderá funcionar como uma reciclagem

de nutrientes, de acordo com o nível de fertilidade do solo, aproveitando o adubo residual (MARQUES et al., 2002). Porém, com finalidade para pastejo, onde os nutrientes são removidos do solo e exportados para as plantas, deve ser realizado um planejamento de adubação (SANTOS, 1999).

Segundo Scheffer et al. (1985), pode ocorrer a dupla utilização da gramínea, para produção de forragem e de sementes, assim recomenda-se semeadura em linhas de 0,50 m, na primeira época de semeadura, utilizando aplicação parcelada de 200 kg.ha⁻¹ de N, utilizando a pastagem com dois cortes ou pastejo no estágio vegetativo das plantas, até o final de dezembro, devendo assim ser diferida para colheita de sementes (COIMBRA E NAKAGAWA, 2006). Estudos constataram que a realização de dois pastejos ou cortes, ainda apresentam uma razoável produção de matéria de seca, em torno de 11 t.ha⁻¹ de matéria seca, sem causar prejuízo na produção e qualidade das sementes (MONKS e PESKE, 1997). Dessa forma, possibilitando uma boa adaptação da produção de sementes à produção de fitomassa com regimes de cortes ou pastejos.

2.3 Qualidade das sementes

Vários fatores influenciam na qualidade de sementes, a partir da escolha da área para a semeadura, fase da produção, colheita, manejo pós-colheita, até a efetivação na nova semeadura. A maturidade fisiológica da planta definirá a máxima qualidade das sementes, que a partir deste ponto começa o processo de deterioração, podendo ser retardada, pelas condições de manejo adequado. Com exceção da condição sanitária da semente, não é possível melhorar a qualidade das mesmas após a colheita, necessitando assim um alto controle e monitoramento da produção (SILVA et al., 2011).

As análises consistem em procedimentos técnicos para pontuar a qualidade e identidades das amostras avaliadas (TILLMANN E MIRANDA, 2007). Suas características ou atributos que determinam o valor das sementes para semeadura são: natureza genética, física, fisiológica e sanitária (PESKE E BARROS, 2003).

A qualidade genética de um lote de sementes é representada principalmente pela sua pureza varietal e genética, além do potencial da cultivar com suas características agronômicas, boa aceitação pelos animais, rápido

estabelecimento, alta produção, qualidade de forragem, persistência, resistência a pragas e doenças, condições adversas de solo e clima. A contaminação genética ocorre quando há troca de grãos de pólen entre diferentes cultivares, enquanto a contaminação varietal acontece pela mistura de variedades diferentes (SILVA et al., 2011). Para evitar esse tipo de contaminação deve ser feito a seleção e isolamento dos campos de produção, limpeza de equipamentos e correto manejo com as sementes após a colheita (PESKE E BARROS, 2006).

Já a qualidade física ocorre pela integridade das sementes e a composição física do lote. Tendo-se a partir desta qualidade a informação do grau de contaminação com sementes de plantas indesejáveis, de outras espécies cultivadas e material inerte (TILLMANN E MIRANDA, 2006). Normalmente o principal problema desta qualidade é a presença de sementes de outras espécies, que ocorrem no campo de produção, sendo colhidas junto com a forragem cultivada. Sendo essas sementes classificadas em outras espécies cultivadas, espécies silvestres, espécies nocivas toleradas ou proibidas; possuindo um grau máximo de contaminação para cada categoria (SILVA et al., 2011).

A natureza fisiológica deve ser destacada, pois é responsável pelo desempenho das sementes no campo e durante o armazenamento. O potencial fisiológico das sementes é avaliado através de metodologias padronizadas descrita na RAS (Regras de Análise de Sementes), em laboratório (TILMANN, 2006). Através dos resultados provenientes das análises será possível avaliar o potencial do lote de sementes, determinar o valor de semeadura, apontar possíveis problemas de qualidade e suas causas, servir como um instrumento de base para a fiscalização comercial, entre outras (TILLMANN E MIRANDA, 2007).

A qualidade sanitária é caracterizada pelo efeito destrutivo, provocado pela ocorrência de microrganismos e insetos associados a sementes desde o campo até o armazenamento (SILVA et al., 2011). Os insetos são os principais causadores de vários danos às sementes. Alguns patógenos concentram suas danificações nas sementes, reduzindo a germinação e vigor. Porém, outros são transmitidos pelas próprias sementes e provocam maiores danos no percentual de germinação e no percentual de pureza (LUCCA-FILHO, 2006).

Atualmente, o maior interesse é na avaliação da qualidade fisiológica das sementes e na obtenção de resultados confiáveis em período de tempo relativamente curto. Assim, cresce o interesse na utilização de testes de vigor para o controle interno da qualidade, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação, com objetivo de obter ferramentas mais sensíveis para o ranqueamento de lotes, diminuindo riscos decorrentes da comercialização de lotes com baixa qualidade (MARCOS FILHO, 1999a; RODO E MARCOS FILHO, 2003; SANTOS E PAULA, 2007).

2.4 Germinação de sementes

A germinação de sementes em laboratório é um dos testes que caracteriza a qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 1999), cujo objetivo é a germinação e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, através de condições favoráveis de acordo com as exigências da cultura analisada, demonstrando sua função em produzir uma planta normal. Um dos principais objetivos, é que um lote de sementes irá determinar o potencial máximo de germinação, podendo comparar a qualidade entre os diferentes lotes, além também de obter um valor estimado para semeadura em campo (CAMPOS E TILLMANN, 1997).

Este teste dá origem a uma plântula com condições artificiais muito favoráveis, por isso os dados obtidos no laboratório é o máximo de germinação que o lote pode apresentar (PESKE E BARROS, 2006), não significando apresentar os mesmos índices a campo, pois as condições climáticas, nem sempre são favoráveis para a cultivar germinar (TOLEDO E MARCOS FILHO, 1977). O teste de germinação, procedimento oficial para avaliar a qualidade de sementes, pode ser analisado em papéis de filtro como mata-borrão ou toalha, onde o correto é ser composto de 100% de fibra de celulose, quimicamente clareados, isentos de fungos e bactérias, ou qualquer substância que possa prejudicar na avaliação de plântulas e desenvolvimento do teste, com capacidade de retenção de água (MACHADO et al., 2002).

Na metodologia confeccionada com papel, as sementes podem ser semeadas de duas formas: entre papel (EP, RP) ou sobre papel (SP) (BRASIL, 2009). O substrato de areia também é utilizado para o teste de germinação, para

o uso deste deve haver a uniformidade no tamanho das partículas. Devendo a areia estar sempre limpa e livre de quaisquer substâncias que possam interferir na germinação das sementes, é necessário realizar também, uma lavagem e esterilização a 120°C, durante no mínimo duas horas. Deve haver retenção de água suficiente para o fornecimento contínuo às sementes e plântulas, devendo também permitir um adequado suprimento de oxigênio e crescimento de raízes (MACHADO et al., 2002). O procedimento desse teste também pode ser feito através de dois métodos: entre areia (EA) e sobre areia (SA) (BRASIL, 2009).

O teste de germinação, na maioria das vezes, não reflete as condições climáticas dos campos de produção, fornecendo resultados frequentemente superiores aos obtidos nos campos. Por isso, há vários anos, pesquisadores, tecnologistas, produtores de sementes e agricultores não têm se mostrado completamente satisfeitos com as informações fornecidas. Além do que, ocorre outra limitação do teste, que é a demora na obtenção dos resultados, como exemplo do milheto com sete dias para obter o percentual germinativo das sementes. Dessa forma, diversos testes que buscam diferenciar lotes de sementes com relação a sua qualidade fisiológica, registrando índices de qualidade mais sensíveis que o teste de germinação, tem sido proposto (SILVA, 2012).

As limitações expostas anteriormente despertam nas empresas produtoras de sementes que optam pelo controle interno de qualidade, a utilização de testes complementares ao de germinação, que forneçam resultados aproximados aos encontrados no campo de produção (KRZYANOWSKI et al., 1999). Os testes para integrar a avaliação do teste de germinação são chamados de vigor, por ser a consequência da conjugação dos atributos da qualidade, que possam permitir um adequado e aproximado resultado sobre as condições de campo (PESKE E BARROS, 2003)

Sendo assim, é cada vez maior a necessidade de aprimoramento dos testes destinados à avaliação do vigor de sementes, principalmente, no que diz respeito à obtenção de informações consistentes e, de preferência, em período de tempo relativamente curto (PEREIRA et al. 2011).

2.5 Teste de vigor

O teste de vigor deve apresentar características como rapidez, simplicidade, baixo custo, reproduzível e fornecer os resultados. O objetivo desses são avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante; completando as informações fornecidas pelo teste de germinação; distinguir lotes de baixo e alto vigor, separando-os de acordo com seus níveis de qualidade (KRZYANOWSKI et al., 1999).

O vigor das sementes não tem apenas a estreita relação com a emergência a campo, influencia também sobre o potencial de armazenamento, pois as sementes de baixo vigor atingem mais rápido a condição de total inviabilidade do que as de alto vigor (KRZYANOWSKI et al., 1999). Segundo Marcos Filho (2001), existem vários fatores para a variação do vigor, onde os principais e mais conhecidos são: constituição genética, condições ambientais, nível de nutrição da planta mãe, estágio de maturação no momento da colheita, tamanho da semente, peso ou densidade específica, integridade mecânica, idade e deterioração de patógenos.

Segundo Marcos-Filho (1999), avaliar diferenças significativas na qualidade de lotes com germinação semelhante, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação; conseguir fazer a distinção, com segurança, dos lotes de alto e de baixo vigor; separar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à emergência das plântulas em campo, resistência ao transporte e potencial de armazenamento, seriam os objetivos básicos dos testes de vigor.

Assim como Peske et al. (2012), discorre sobre o vigor de sementes, que é um indicativo da proporção da deterioração fisiológica e/ou da integridade de um lote de sementes de alta germinação, e que prevê a sua habilidade de se estabelecer em uma ampla faixa de condições ambientais. Normalmente, são realizados mais de um teste para avaliar o potencial fisiológico de um lote, já que cada teste enfoca uma característica (física, fisiológica, bioquímica ou de resistência).

Os testes de vigor são úteis não só para detectar diferenças de qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, como também para a seleção de lotes para semeadura, avaliação do potencial de emergência das plântulas

no campo, avaliação do potencial de armazenamento, avaliação do grau de deterioração, controle de qualidade pós-maturidade, seleção de cultivares com qualidade fisiológica elevada durante programas de melhoramento genético, identificação ou diagnóstico de problemas, e para propaganda e promoção de vendas (PESKE et al., 2012).

Mesmo não sendo uma característica facilmente mensurável como o índice de germinação, o vigor de sementes é proveniente de um conceito complexo de características associado a um ou mais aspectos do desempenho dos lotes de sementes. Como consequência, os testes de vigor fornecem informações adicionais para auxiliar na diferenciação dos lotes de sementes com padrão de germinação aceitável e que as diferenças detectadas estejam relacionadas ao comportamento das sementes durante o armazenamento e após semeadura (MARCOS-FILHO, 2005).

Hoje o mercado de sementes tem exigido decisões rápidas, em todas as fases do cultivo, desde o manejo das sementes durante a colheita, recepção, processamento, armazenamento e comercialização. Assim sendo, a redução no período destinado à avaliação da qualidade fisiológica é variável, sendo considerada uma prioridade para a pesquisa (CUSTÓDIO, 2005).

Através do mercado de sementes, o teste de vigor tem tido um uso mais rotineiro, pois estes testes estão incluídos em programas internos de controle de qualidade ou para a garantia da qualidade das sementes destinadas à comercialização (MARCOS FILHO, 1999).

2.5.1 Primeira contagem do teste de germinação

O teste de primeira contagem da germinação é usado como um teste de vigor, pela velocidade de germinação inicial ser uma indicação do vigor das sementes (AMATO, 2006). Este determina o vigor relativo do lote, avaliando a percentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação na amostra em análise (NAKAGAWA, 1999).

A percentagem obtida na primeira contagem indica o número de sementes vigorosas, as quais foram capazes de formar plântulas normais em um curto período de tempo, caracterizando um estado fisiológico dessas, superior às

demais. Esse teste é de fácil execução, uma vez que a coleta dos dados é efetuada no próprio teste de germinação (FRANZIN et al., 2004 e SILVA, 2012).

A primeira contagem da germinação pode ser considerada um teste de vigor, pois se sabe que no processo de deterioração a velocidade de germinação decai antes da percentagem de germinação. Segundo Matthews (1980), as amostras que germinam mais rapidamente, apresentando valores mais elevados de germinação na primeira contagem, podem ser consideradas mais vigorosas que aquelas de germinação mais lenta.

A condução do teste de primeira contagem requer alguns cuidados em relação ao umedecimento do substrato, deve ter a umidade padronizada para cada espécie, e a temperatura precisa ser constante, porque a alternância pode provocar alterações nos resultados (SILVA, 2012).

2.5.2 Envelhecimento acelerado

Entende-se por vigor das sementes, a capacidade da semente apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições de ambiente, determinando seu potencial fisiológico (KRZYANOWSKI et al., 1999). Existem vários testes de vigor, porém o mais utilizado no Brasil é o teste de envelhecimento acelerado, que avalia o comportamento das sementes submetidas à temperaturas e umidades relativas elevadas. Por mais dificuldades que apresente na metodologia da uniformização do teste, tem uma grande utilidade prática na rotina laboratorial (KRZYANOWSKI et al., 1999). O grau inicial de umidade das sementes é a principal causa para a desuniformidade dos resultados. Sementes com baixo percentual de umidade; dificuldade de manutenção da umidade relativa dentro da câmara de envelhecimento; espécie e cultivar utilizados; tempo e temperatura de exposição são os principais efeitos utilizados para o envelhecimento acelerado (MELLO E TILLMANN, 1987).

O teste pode ser utilizado para auxiliar a tomada de decisões do produtor em diferentes etapas de produção e do uso das sementes. Quando houver a comparação entre lotes analisados, sabe-se que pode ocorrer diferença de resultado quando o mesmo for aplicado a campo, em função das condições do ambiente e do manejo das sementes, que nem sempre são idênticas ao trabalhado no laboratório.

Utiliza-se este teste em situações de avaliação do potencial de emergência das plântulas em campo, identificação de diferenças do potencial fisiológico entre amostras com germinação semelhante, avaliação do potencial de armazenamento, programas de controle de qualidade e auxílio a métodos de seleção durante o melhoramento de plantas (KRZYANOWSKI et al., 1999).

Para a realização deste teste existem diferentes métodos como o método da câmara e o método do gerbox, sendo este o mais utilizado. No primeiro método as amostras são colocadas no interior da estufa, sobre prateleiras, permanecendo em ambiente úmido de 40 a 45°C, durante um período variável de acordo com cada espécie. Já o método de gerbox, apresenta uma maior precisão e facilidade de padronização quando comparado ao anterior. A câmara externa deve estar regulada a uma temperatura de 40 a 45°C com uma variância máxima de 0,3°C (KRZYANOWSKI et al., 1999).

Independente do método utilizado para a realização do teste deve-se ter cuidado com os fatores que podem afetar os resultados, sendo que os mais limitantes são a temperatura, período de exposição das sementes, grau de umidade e abertura da câmara durante o teste (KRZYANOWSKI et al., 1999).

2.5.3 Comprimento de plântulas

A diferença de vigor entre plântulas são normalmente bastante visíveis, porém para a realização do teste de comprimento de plântulas existe a necessidade de valores numéricos para separar as plântulas vigorosas das que não são consideradas vigorosas. Para isso, é necessária a determinação do comprimento médio das plântulas normais ou das partes destas (raiz primária, hipocótilo, epicótilo e plâmulas), sabendo que as que apresentarem maiores valores médios são as mais vigorosas (KRZYANOWSKI et al., 1999).

Este teste é válido porque as sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987).

2.5.4 Índice de velocidade de emergência de plântulas

O princípio do teste de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) apresenta um dos conceitos mais antigos de vigor de sementes (AOSA, 1983), entendendo que os lotes que apresentam maior velocidade e emergência são os mais vigorosos, ou seja, necessita de uma relação direta entre a velocidade e o vigor das sementes (KRZYANOWSKI et al., 1999).

O teste de índice de velocidade de emergência é um teste simples e rápido, baseando-se no princípio de que a velocidade de germinação ou de emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes (MARCOS-FILHO et al., 1987).

Segundo Menezes et al. (2007), o teste de emergência de plântulas, complementa e auxilia a definição do potencial fisiológico de sementes, pois estima o desempenho das sementes e lotes em condições variadas de ambiente. Para Marcos-Filho (1981), o IVE serve como um indicador da eficiência dos testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes.

2.5.5 Emergência de plântulas a campo

A emergência de plântulas a campo ou também chamado de teste de emergência a campo, visa determinar o vigor do lote de sementes, avaliando a percentagem de emergência de plântulas em condições de campo, sendo um teste semelhante ao teste de germinação, porém com condições de umidade, temperatura e luminosidade naturais, ou seja, sem controle de condições climáticas.

Este teste deverá ser conduzido na época adequada da semeadura da cultura, assim o lote tem capacidade de estabelecer em suas condições naturais, tendo subsídios necessários ao cálculo da quantidade de sementes a serem utilizadas para obtenção de uma população de plantas desejáveis. Caso o teste seja realizado em épocas defasadas da normal de semeadura, pode prejudicar os resultados das reais condições dos lotes testados (NAKAGAWA, 1994).

Sabe-se que a estimativa da porcentagem de emergência em campo é afetada por vários fatores, no entanto, este método empregado é considerado um dos mais eficientes (MARCOS FILHO 2005). Quanto maior o percentual de

emergência de plântulas a campo, maior o vigor do lote de sementes, é um teste relacionado diretamente à qualidade.

2.5.6 Determinação do grau de umidade

A viabilidade das sementes depende de vários fatores, dentre eles o teor de água que está presente na semente. O grau de umidade influencia na semente quando a mesma é submetida a diferentes situações desde a etapa da produção, colheita até a comercialização (TILLMANN e MIRANDA, 2007).

Conforme Luz (2002), a umidade é importante na manutenção da qualidade de grãos e sementes, pois quando sadios e secos podem ser mantidos sob armazenamento apropriado por muitos anos, porém quando úmidos podem deteriorar rapidamente e em um pequeno período de tempo.

Este teste tem por objetivo determinar a umidade das sementes, através da aplicação de calor sobre condições controladas, é extraída a água contida nas sementes em forma de vapor. A aplicação de calor em condições controladas possibilita que a água contida nas sementes seja eliminada em forma de vapor. A redução do peso reflete na perda de água das sementes, assim as pesagens realizadas antes e após a secagem, em câmara de ar forçado de 105°C, fornecem os dados para o cálculo de grau de umidade (BRASIL, 2009).

A porcentagem de umidade deve ser calculada na base do peso úmido, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{(P - t)}$$

Onde: P= peso inicial

p= peso final

t= tara do peso do recipiente, com a tampa

Sabe-se que para a cultura forrageira do milheto, o teor de água eficaz para comercializar as sementes é entre 8 a 12% de umidade da semente.

2.5.7 Teste de massa de mil sementes (MMS)

O teste tem por objetivo dar uma informação sobre o tamanho da semente, seu estado de maturidade e sanidade. Sendo utilizado para calcular a densidade de semeadura, número de sementes por embalagem e peso das amostras de trabalho para análises de pureza, isto ocorre quando as informações não são especificadas pela RAS (BRASIL, 2009).

Este teste não influencia apenas no procedimento de semeadura de nova pastagem, é fundamental no processo de produção, pois também é essencial na qualidade das sementes, além ser um dos componentes do rendimento final (TRAVERSO, 2001).

O procedimento do teste é realizado com uma porção de sementes puras, realizando uma contagem de oito repetições com 100 sementes, após realiza-se a pesagem de cada repetição, que poderá variar de acordo com o teor de água das sementes. Realizando a fórmula da MMS, com os valores das repetições (BRASIL, 2009).

$$MMS = \frac{\text{peso da amostra} \times 1000}{n^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

2.6 Profundidade de semeadura

Para cada espécie a profundidade de semeadura é específica e quando adequada, propicia a germinação e a emergência de plântulas uniformes, que se traduzem na obtenção de adequado estande. Profundidade de semeadura excessiva pode impedir que a plântula emerja a superfície do solo; por outro lado, se reduzidas, predispõem as sementes a qualquer variação ambiental, como excesso ou déficit hídrico ou térmico, as quais podem comprometer a qualidade das plântulas (TILLMANN et al; 1994). Em termos práticos, sementes pequenas devem ser espalhadas na superfície do substrato; enquanto sementes médias devem ser cobertas por uma camada de espessura aproximada ao seu diâmetro (FREIRE, et al., 2014).

A profundidade da semente pode afetar a germinação, sendo condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, dentre outros fatores (SILVA et al., 2008). A semente deve ser depositada a uma profundidade que

permita um adequado contato com o solo úmido, resultando em elevado percentual de emergência.

Segundo dados de Dougherty (1990), vários fatores podem levar ao insucesso na germinação da semente e no estabelecimento inicial da muda no campo. Dentre esses, podem ser citados o deslocamento do ponto de semeadura, semeadura muito profunda, o excesso ou escassez de umidade e perdas de sementes e plântulas em função de insetos e pássaros.

Quanto à profundidade de semeadura, a ideal é aquela que garanta germinação rápida e homogênea das sementes, rápida emergência das plântulas e produção de mudas vigorosas (SCHMIDT, 1974). Nesse sentido, Chapman e Allan (1989) relataram que a profundidade mais adequada para semeadura é de 2,5 a 3,0 vezes a maior dimensão da semente, podendo aprofundar-se mais em locais com solos soltos do que naqueles pesados (HARTMANN E KESTER, 1983). Sabendo-se que para a cultura do milheto as dimensões das sementes variam de 0,5 a 2,0cm.

2.7 Substrato para emergência das plântulas

O termo “substrato” pode ser aplicado a todo material sólido, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico, que na forma pura ou em mistura é capaz de permitir a fixação do sistema radicular, possibilitando a sustentação da planta (ABAD E NOGUEIRA, 1998). O substrato é responsável pela disponibilidade de água e nutrientes às plantas, atuando diretamente no desenvolvimento e arquitetura do sistema radicular e nos processos de germinação de sementes e formação da parte aérea (ARAUJO, 2010). O cultivo de plantas utilizando substrato é uma técnica amplamente empregada em vários países de agricultura avançada, como China, Estados Unidos, Itália, Inglaterra e Japão.

Os substratos devem possuir propriedades físicas e químicas, como capacidade de retenção de água, porosidade, estabilidade de estrutura, além de estar livres de patógenos, pragas, sementes de espécies invasoras e substâncias nocivas ao desenvolvimento das plantas. Os materiais usados como substrato são: turfa, vermiculita, argila, areia, argila expandida, ardósia expandida, poliestirenos expansíveis, espuma fenólica, casca de arroz

carbonizada, fibra de madeira, chips de madeira, fibra de coco, entre outros (KAMPF, 2000).

Devido à reconhecida importância da produção de forrageiras, praticamente não existem metodologias de teste de vigor, sendo urgente e necessário o desenvolvimento de trabalhos que contemplem, não só a adequação de métodos já existentes, como também a proposição de novas alternativas para caracterização da qualidade fisiológica dessa espécie. Assim, os materiais mais sugeridos para serem utilizados como substratos são: areia, casca de arroz carbonizada, o bagaço de cana e composto de lixo urbano. Quanto à escolha do substrato, é difícil encontrar aquele que atenda a todas as exigências da planta a ser cultivada (WAGNER JÚNIOR et al., 2006). Isso leva a formulação de misturas, nas quais se tenta obter o maior número possível de características desejáveis para a produção de mudas.

Em relação aos substratos testados, a fibra de coco apresenta boa capacidade de retenção de água e capacidade de aeração, o que a torna um substrato promissor. Por outro lado, substratos como a casca de arroz carbonizada, que consiste em um resíduo da agroindústria processadora de arroz, estão disponíveis em grandes quantidades no Rio Grande do Sul. A casca de arroz carbonizada é utilizada pura ou em misturas com solo mineral, turfa ou composto orgânico. Esse substrato apresenta baixa densidade, baixa retenção de água e propicia boa aeração, além da drenagem rápida e eficiente (KAMPF, 2000).

O uso da casca de arroz carbonizada permite um ganho ambiental pelo destino dado ao resíduo da indústria arrozeira, além de apresentar baixo custo nesta região, reduzindo os gastos na produção da muda. Outro material que vem sendo usado como substrato é o S10 Beifort®, um resíduo orgânico agroindustrial classe A, composto por semente e bagaço da uva (*Vitis* sp.), cinza, turfa e carvão vegetal e casca de arroz carbonizada. Neste caso, seu uso é indicado para semeadura, cultivo de mudas, no transplante em vasos, floreiras e canteiros. Sendo estudado para o uso de um novo teste de vigor de sementes, com diferentes profundidades.

De modo geral, resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente utilizados como uma alternativa para minimizar o impacto ambiental provocado por tais resíduos sólidos. No entanto, são escassas as informações a respeito

do uso desses materiais na semeadura, como alternativa no teste de vigor de milheto.

Com este propósito, foi desenvolvido o presente trabalho, que teve o objetivo de determinar uma metodologia de testes de vigor promissora na avaliação de sementes de milheto. Para isso, foram testadas variações metodológicas de testes comumente empregados para sementes de outras espécies, buscando detectar uma alternativa que permitisse melhor demonstrar o potencial fisiológico das sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi instalado e conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, Flávio Farias Rocha do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2016. Foram utilizadas sementes de milheto da cultivar BRS 1501, representadas por cinco lotes de sementes.

A pesquisa foi realizada em duas etapas: primeiramente foi feito a caracterização dos lotes; seguido da emergência e desenvolvimento inicial das plântulas de milheto.

3.1 Determinação da qualidade física e fisiológica das sementes

Nesta primeira etapa na caracterização dos lotes, foram realizados diversos testes de qualidade física e fisiológica, como:

3.1.1 Determinação do teor de água

O teor de água nas sementes foi determinado através do método em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas, sendo calculada pela diferença de massa, com base na massa úmida das sementes com quatro repetições de 2g de sementes de cada lote, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem.



Figura 4 - Montagem do teste de determinação do teor de água, com 2g de sementes de milheto em cada repetição, sendo levadas a estufa a de 105°C por um período de 24 horas. Utilizando balança analítica de precisão. Pelotas, 2016. *A = pesagem das sementes e B = retirada das sementes de dentro da estufa.

3.1.2 Teste da massa de mil sementes

O peso da massa de mil sementes foi determinado através da pesagem de 8 subamostras de 100 sementes provenientes da porção das sementes pura de cada lote. As sementes foram contadas manualmente e em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0.0001g (BRASIL, 2009). Os resultados da massa média foram expressos em gramas e foram utilizadas quatro repetições estatísticas.

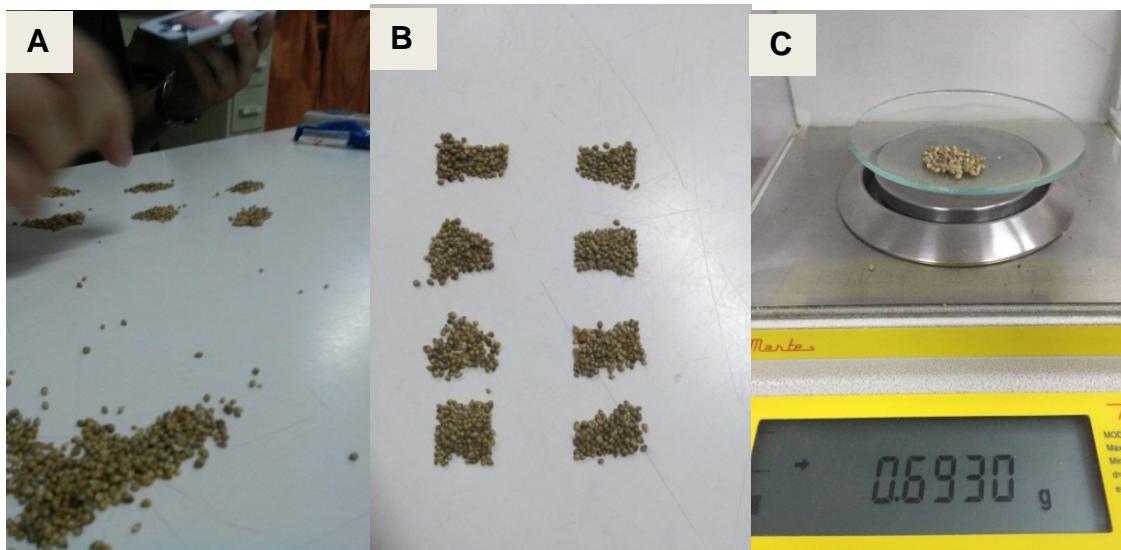


Figura 5 - Montagem e avaliação do teste da massa de mil sementes em sementes de milheto realizadas com oito repetições de 100 sementes, utilizando balança analítica com precisão de 0.0001g. Pelotas, 2016. * A = contagem das sementes; B = oito repetições de 100 sementes e C = balança analítica.

3.1.3 Teste de germinação

Utilizaram-se 4 repetições de 200 sementes para cada lote (cada repetição com 4 sub-amostras de 50 sementes), fazendo o uso de caixas do tipo gerbox sob substrato papel mata-borrão umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, sendo conduzido a temperatura constante de 25°C. A avaliação foi realizada no sétimo dia após a semeadura, segundo critério estabelecido nas RAS (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

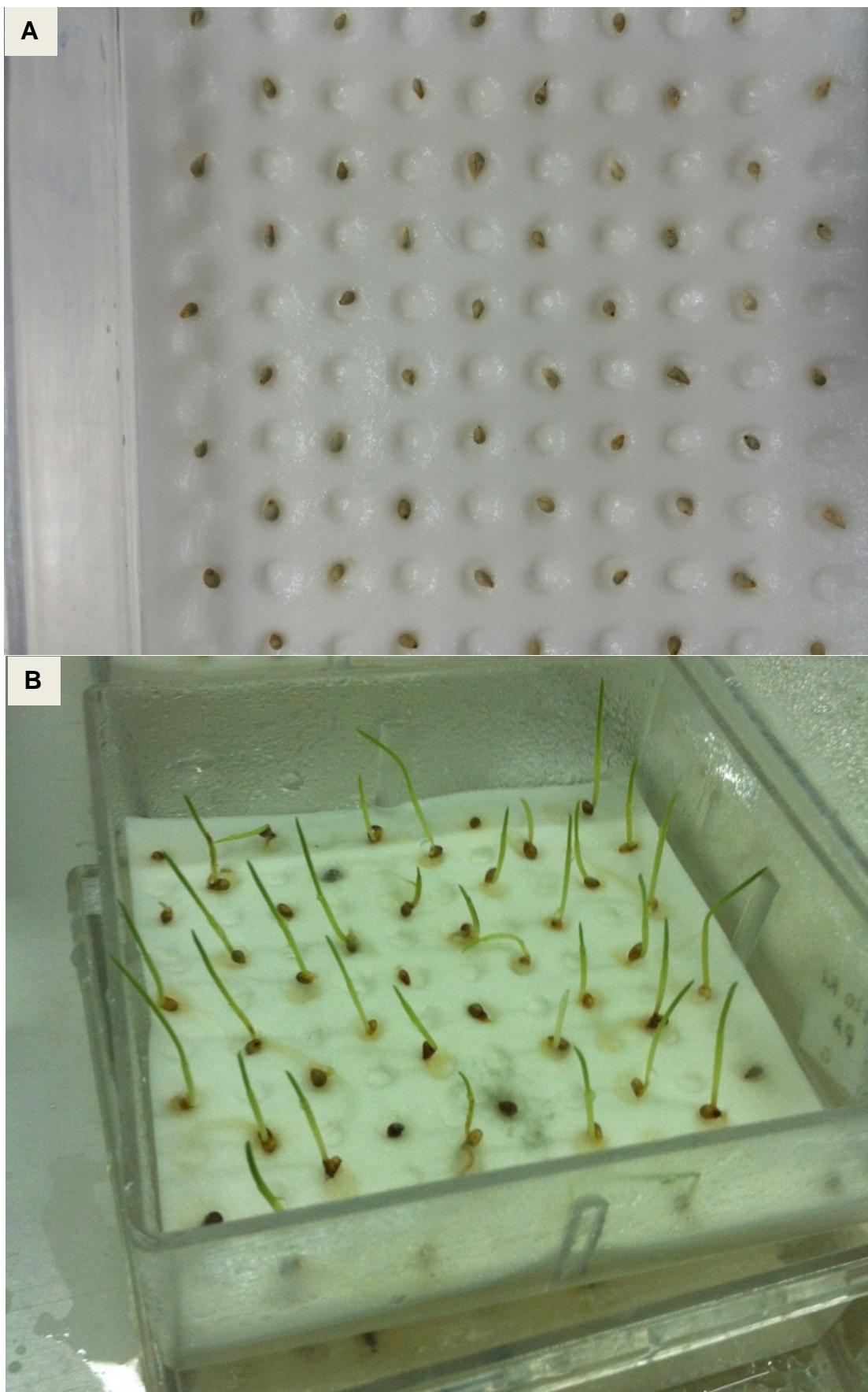


Figura 6- Montagem e avaliação do teste de germinação em sementes de milheto realizadas em gerbox com temperatura constante de 25ºC com a contagem de plântulas após sete dias. Pelotas, 2016. *A = sementes e B = plântulas.

3.1.4 Teste da primeira contagem de germinação

Foi realizado juntamente com o teste padrão de germinação, citado anteriormente, através da contagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em percentual de plântulas.

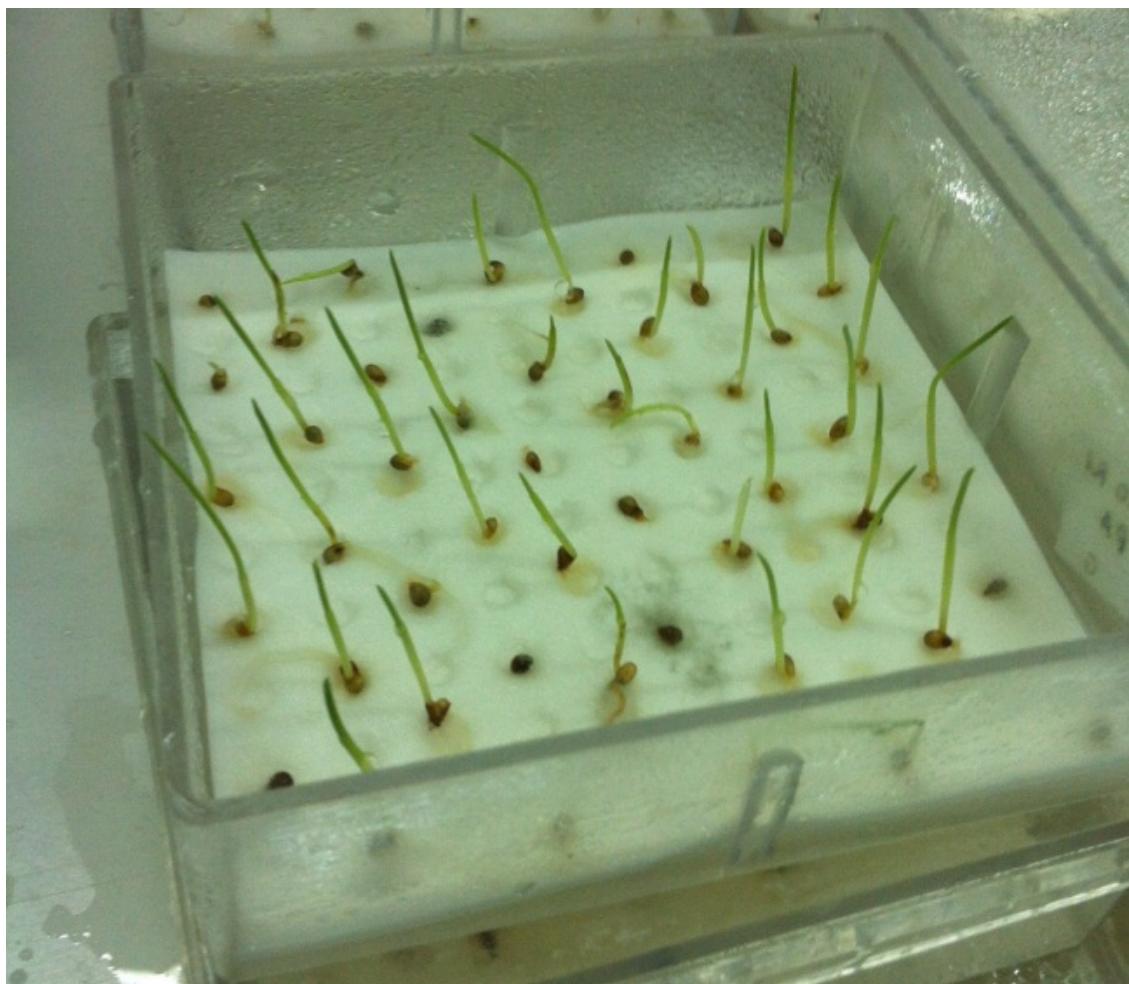


Figura 7 - Avaliação do teste da primeira contagem de germinação de sementes de milheto, realizadas em gerbox com temperatura constante de 25°C com a contagem de plântulas após quatro dias. Pelotas, 2016.

3.1.5 Teste de envelhecimento acelerado

Conduzido através de caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) com compartimento individual, possuindo suspensa em seu interior, tela de alumínio onde as sementes, após a pesagem em torno de 2,0g foram distribuídas de maneira a formarem camada uniforme para que não fiquem sobrepostas. No interior de cada caixa plástica foram adicionados 40mL de água destilada. Após

as caixas vedadas foram colocadas e mantidas por um período de 72h em BOD (*Biochemical Oxigen Demand*) a uma temperatura constante de 41°C (TUNES, et al. 2012). Após o término deste período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e as avaliações foram realizadas quatro dias após a semeadura (primeira contagem do teste de germinação) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

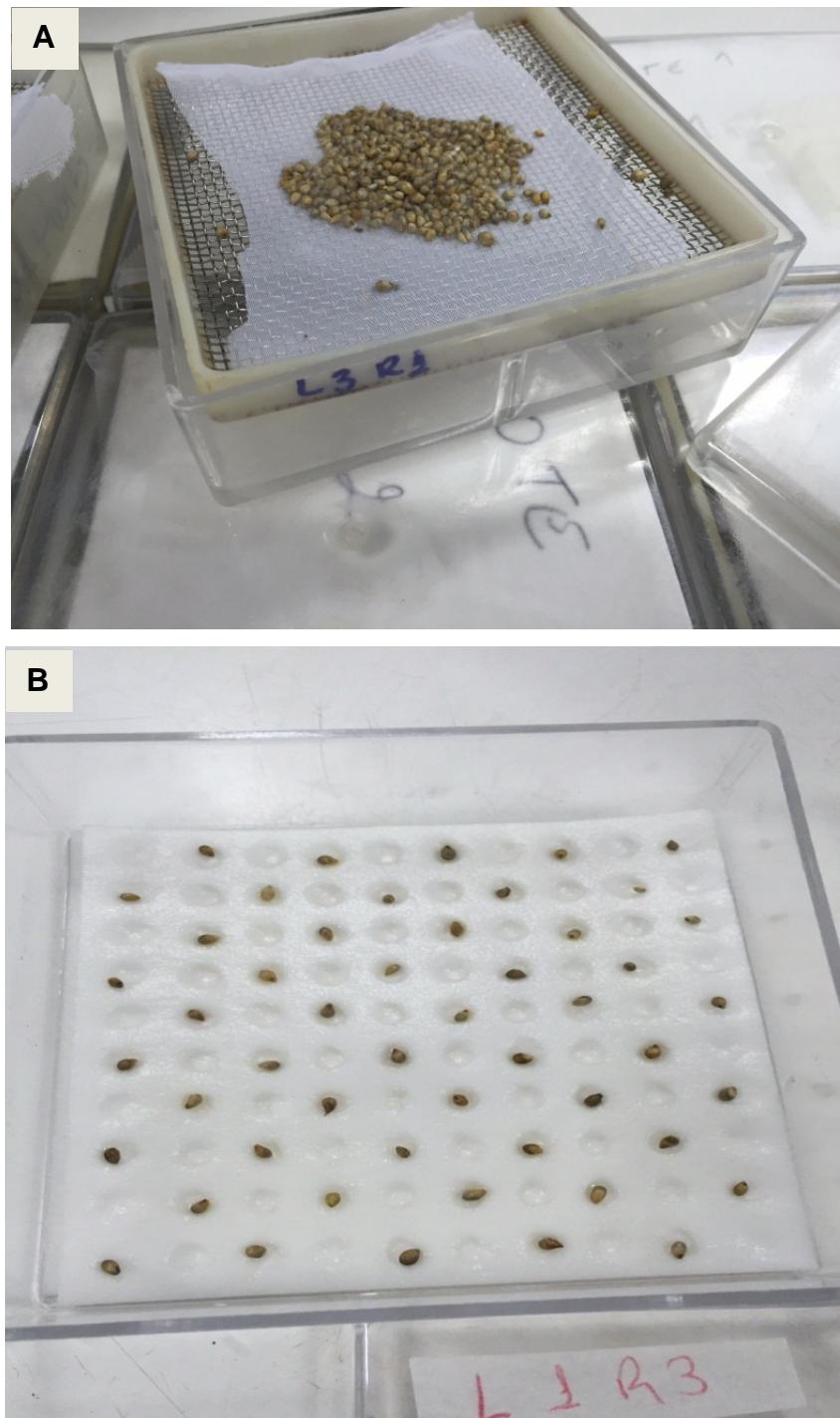
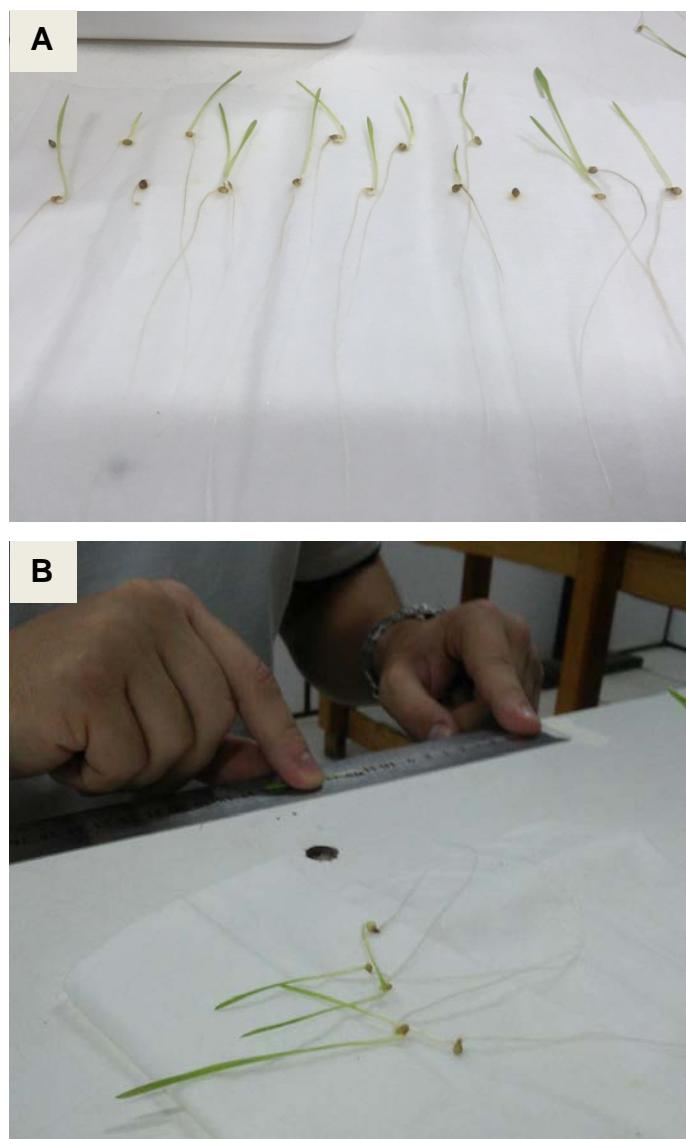


Figura 8- Montagem do teste de envelhecimento acelerado de sementes de milheto, realizadas em gerbox em uma BOD com temperatura constante de 41°C, por 72 horas com a contagem de plântulas após quatro dias. Pelotas, 2016. *A = distribuição das sementes na BOD e B = teste de germinação.

3.1.6 Teste de comprimento de plântulas

Conduzido com papel germitest, identificados corretamente e umedecidos com água destilada 2,5 vezes o seu peso seco, após foram semeadas 20 sementes por rolo e repetição, no terço superior da folha. Permanecendo sob condições controladas a 25ºC por quatro dias, avaliou-se 10 plântulas, selecionadas aleatoriamente. A avaliação ocorreu com a utilização de uma régua com graduação em milímetros, comprimento total (CT), e depois o comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR). Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.



Figuras 9 - Avaliação de comprimento de plântulas de milheto, realizadas em papel germitest com temperatura constante de 25ºC, com a avaliação de plântulas após quatro dias, utilizando uma régua com graduação em milímetros. Pelotas, 2016. * A = abertura dos rolos com as plântulas e B = medição de cada plântula.

3.1.7 Teste de emergência em campo

Foi conduzido em canteiros, tendo como substrato solo oriundo de horizonte A de um planossolo da unidade de mapeamento de Pelotas. Para cada lote foram utilizadas 8 linhas de 1,20 metros de comprimento, com espaçamento de 10 centímetros entre linhas, sendo distribuídos ao acaso os lotes em cada linha dentro dos blocos. Foram semeadas 50 sementes por linha e a contagem realizada aos 21 dias após a semeadura, onde ocorreu a estabilização da emergência. A irrigação dos canteiros foi realizada de acordo com a necessidade das plântulas, mínimo uma vez ao dia.



Figura 10 - Montagem do teste de emergência a campo com sementes de milheto, realizadas em canteiro com solo planossolo, utilizando oito linhas com 50 sementes para cada, com a avaliação de plântulas aos 21 dias. Pelotas, 2016. * A = montagem do teste de emergência de plântulas e B = avaliação da emergência de plântulas.

3.1.8 Teste de índice de velocidade de emergência

O teste foi conduzido em conjunto com o teste de emergência a campo, realizando a leitura do número de plântulas emergidas diariamente, sempre no mesmo horário. Foram contabilizadas as plântulas que emergiram no mínimo 3mm da superfície do solo. As avaliações foram feitas até a completa

estabilização da emergência, procedendo-se ao cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), com o auxílio da fórmula proposta por Maguire (1962):

IVE: $(E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn)$, onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, ..., En = número de plântulas normais computadas em cada contagem;

N1, N2, ..., Nn = número de dias entre a semeadura e cada uma das contagens.

Os resultados foram expressos em índices médios de velocidade de emergência para cada lote.

3.2. Emergência e desenvolvimento inicial de plantas de milheto.

Nesta segunda etapa da pesquisa, realizou-se a emergência de plântulas em diferentes profundidades de semeadura e o uso de variados substratos (Areia, CAC, Fibra de coco e S-10 Beifort®).

Apresentando na tabela 1, as características físicas e químicas dos quatro substratos estudados.

Tabela 1 Características físicas e químicas dos substratos: areia, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e S-10 Beifort® utilizados na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de milheto, Pelotas RS, 2016.

Substrato	Densidade (g/L)	Capacidade de retenção de água (mL/L)	pH	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Areia	138,00	558,50	7,0	578,9
Casca de arroz carbonizada	206,00	493,00	6,69	624,1
Fibra de coco	163,12	621,50	5,70	633,6
S-10 Beifort®	456,51	624,00	6,42	692,0

3.2.1 Emergência de plântulas em diferentes substratos e profundidades

O teste foi conduzido com a utilização de 100 sementes de cada lote, com quatro repetições, subdivididas em 2 tubetes com 10 sementes em cada, semeadas manualmente. Os tubetes foram preenchidos com os substratos (areia, CAC, FC, S-10 Beifort®), nas profundidades de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm.

Para o substrato de areia ocorreu uma padronização quanto à granulometria, para isso utilizou-se uma peneira 1,6mm, após a areia foi lavada e posteriormente espalhada em lona para ser seca a sombra, por um período de 24 horas.

A casca de arroz carbonizada foi obtida com a utilização de casca de arroz in natura, sendo queimada pelo período de 4 horas, em um tonel apropriado com perfurações e tampa para uma melhor carbonização da mesma, após o período de queima, o substrato era despachado em um bacia metálica e irrigado para esfriar e não seguir queimando e resultando em cinza de casca de arroz, onde as mesmas se diferenciam pela sua granulometria e tempo de queima. O substrato de fibra de coco foi adquirido junto ao comércio local marca Golden Mix, tendo sido previamente umedecido pelo período de 48 horas antes da instalação do experimento.

E o substrato comercial a base de casca de uva, foi adquirido junto ao comércio local, na marca S10 Beifort®, sem possuir restrições para o seu uso na montagem deste teste.

Após a semeadura os tubetes contendo as sementes e o substrato, foram incubados a uma temperatura de 25°C constante. A irrigação foi feita de forma manual, através de absorção, diariamente era observado a mesma lâmina de água em todos os blocos para que obtivessem a mesma quantidade de água.

Avaliou-se o número de plântulas aos 15 dias após a semeadura, computando-se como plântulas normais aquelas que apresentavam parte aérea igual ou superior a 3 mm. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas para cada lote e profundidade.

O substrato de fibra de coco foi adquirido junto ao comércio local marca Golden Mix, tendo sido previamente umedecido pelo período de 48 horas antes da instalação do experimento.

E o substrato comercial a base de casca de uva, foi adquirido junto ao comércio local, na marca S10 Beifort®, sem possuir restrições para o seu uso na montagem deste teste.

Após a semeadura os tubetes contendo as sementes e o substrato, foram incubados a uma temperatura de 25°C constante. A irrigação foi feita de forma manual, através de absorção, diariamente era observado a mesma lâmina de água em todos os blocos para que obtivessem a mesma quantidade de água.

Avaliou-se o número de plântulas aos 15 dias após a semeadura, computando-se como plântulas normais aquelas que apresentavam parte aérea igual ou superior a 3 mm. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas para cada lote e profundidade.

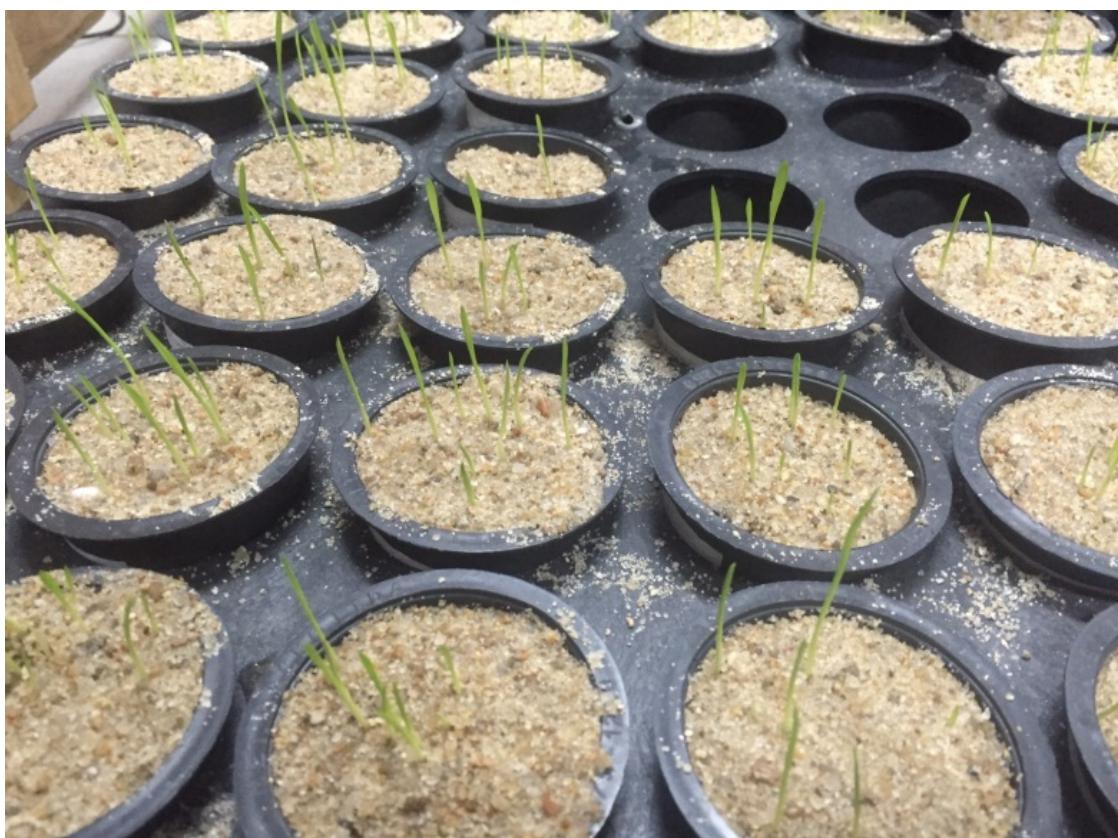


Figura 11 - Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato de areia, com a utilização de tubetes em diferentes profundidades e com diferentes lotes. A avaliação das plântulas ocorreu aos 15 dias após semeadura. Pelotas, 2016.

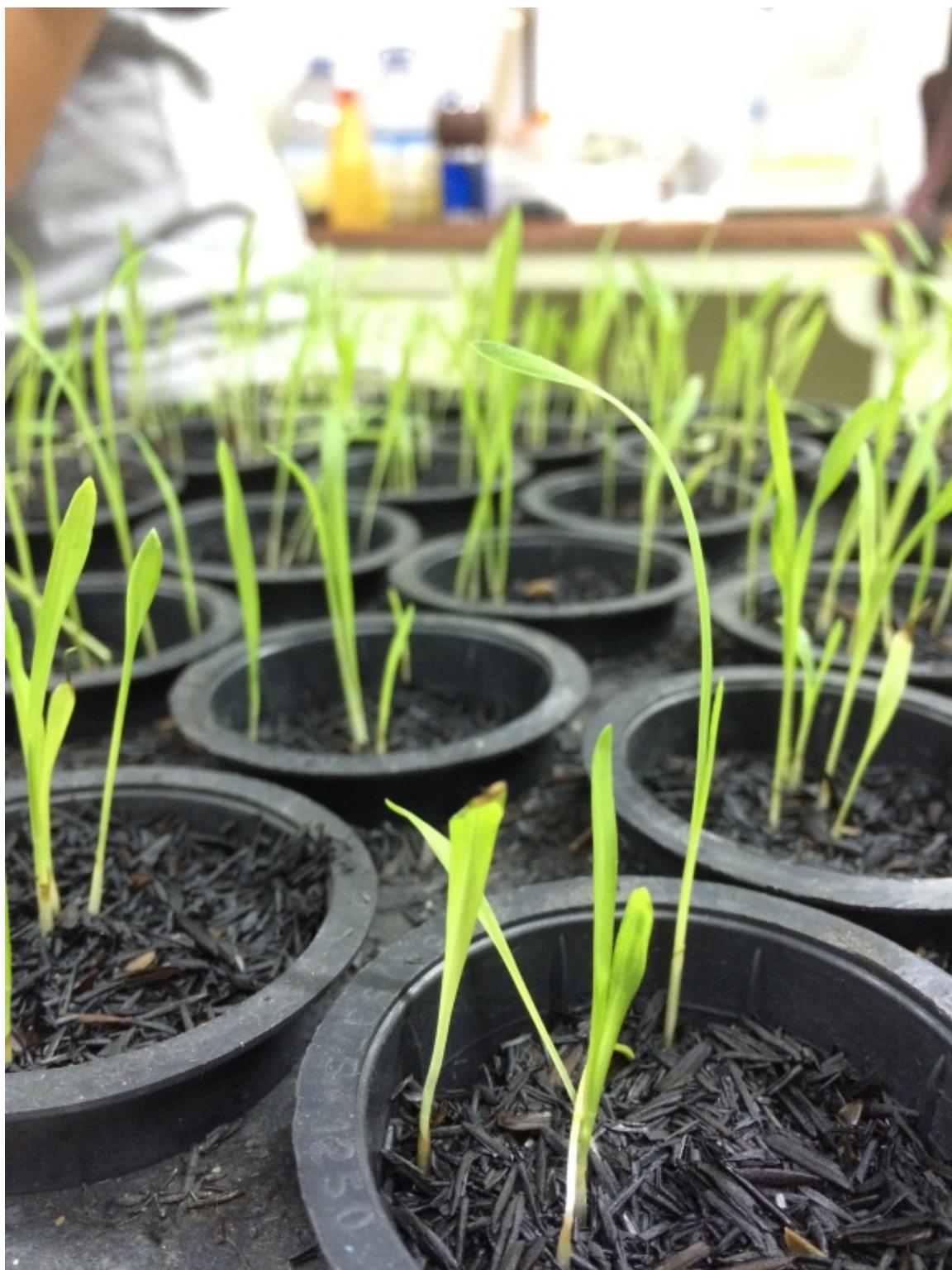


Figura 12 - Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato de casca de arroz carbonizada, com a utilização de tubetes em diferentes profundidades e com diferentes lotes. Avaliação das plântulas ocorreu aos 15 dias após semeadura. Pelotas, 2016.



Figura 13 - Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato de fibra de coco, com a utilização de tubetes em diferentes profundidades e com diferentes lotes. Avaliação das plântulas ocorreu aos 15 dias após semeadura. Pelotas, 2016.



Figura 14 - Emergência de plântulas de sementes de milheto no substrato comercial a base de casca de uva, S10 Beifort®, com a utilização de tubetes em diferentes profundidades e com diferentes lotes. Avaliação das plântulas ocorreu aos 15 dias após semeadura. Pelotas, 2016.

3.2.2. Índice de velocidade de emergência

O teste foi conduzido em conjunto com os testes de emergência em areia, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato comercial a base de casca de uva, sob diferentes profundidades de semeadura. Realizando a leitura diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas emergidas e foram contabilizadas as plântulas que emergiram no mínimo 3 mm da superfície do solo. As avaliações foram feitas até a completa estabilização, procedendo-se ao cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), com o auxílio da fórmula proposta por Maguire (1962):

IVE: $(E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn)$, onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, ..., En = número de plântulas normais computadas em cada contagem;

N1, N2, ..., Nn = número de dias entre a semeadura e cada uma das contagens.

Os resultados foram expressos em índices médios de velocidade de emergência para cada lote e profundidade.

3.3 Comprimento de plântulas

Aos 15 dias após a emergência as plântulas foram retiradas dos seus respectivos substratos, lavadas e em seguida foi realizado o teste de comprimento de plântulas aplicando os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983). Efetuando a medida das partes das plântulas normais emergidas (comprimento total, parte área e parte radicular) utilizando-se uma régua com graduação em milímetros. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.



Figura 15 - Extração das plântulas de milheto dos tubetes, para avaliações de diferentes profundidades e substratos. Na figura observamos substrato CAC, o mesmo procedimento ocorreu para todos os substratos. Pelotas, 2016.



Figura 16 - Avaliação de comprimento de plântulas de milheto, realizadas em tubetes com diferentes profundidades de semeadura e diferentes substratos, com temperatura constante de 25°C, e avaliação de plântulas no décimo quinto dia, utilizando uma régua com graduação em milímetros. Pelotas, 2016.

3.4 Número de folhas por plântula

Aos 15 dias após a emergência as plântulas foram retiradas dos seus respectivos substratos, lavadas e em seguida foi realizada a avaliação do número de folhas por plântula.



Figura 17 - Avaliação do número de folhas por plântula de milheto, realizadas em tubetes com diferentes profundidades de semeadura e diferentes substratos, com temperatura constante de 25°C, e avaliação ocorreu no décimo quinto dia, ocorreu simultaneamente ao teste de comprimento de plântulas. Pelotas, 2016.

3.5 Massa seca de plântulas

Conduzido juntamente com os testes de emergência em areia, fibra de coco, substrato comercial a base de casca de uva (S10 Beifort®) e casca de arroz carbonizada, sendo realizado aos 15 dias após a semeadura, sendo coletadas 10 plântulas representativas de cada repetição, de cada substrato, de cada lote em cada profundidade. Os resultados foram expressos em gramas de matéria seca para cada 10 plântulas.

3.6 Procedimento experimental

Para a análise estatística do trabalho foi utilizado o software SASM_Agri. Para a caracterização dos lotes com as qualidades físicas e fisiológicas, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Já para os testes de emergência em campo e sob diferentes profundidades nos substratos areia, fibra de coco, substrato comercial a base de casca de uva (S10 Beifort®) e casca

de arroz carbonizada, foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com a utilização de 4 repetições. Os resultados dos testes foram comparados pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Para comprovação da eficiência da nova metodologia, foi utilizado correlação de Person, entre os testes de diferentes substratos e profundidades com os testes de emergência a campo e índice de velocidade de emergência, da qualidade fisiológica dos lotes analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade Física e Fisiológica de lotes de sementes de milheto

Inicialmente na Tabela 2, estão os resultados da qualidade física e fisiológica inicial dos lotes de sementes de milheto: primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência a campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), comprimento total de plântulas (CTP), Teor de água (U) e peso de mil sementes (PMS).

Na tabela 2 para a variável germinação, pode-se observar uma diferença significativa entre os lotes, onde os resultados classificaram os lotes 1, 2 e 5 como o de melhor qualidade, seguido dos lotes 3 e 4 com a qualidade inferior. Apresentando os resultados esperados, como é a avaliação de uma nova metodologia, precisávamos de lotes com diferentes germinação, e que as análises de vigor estratificassem os dois níveis de qualidade fisiológica inicial.

A variável primeira contagem do teste de germinação (Tabela 2) ranqueou os lotes de forma crescente de qualidade na ordem de: 1 e 5 (qualidade superior); 2 e 3 (qualidade intermediária) e 4 (qualidade inferior). O teste de primeira contagem de germinação conseguiu realizar uma maior estratificação dos lotes, quando comparado ao teste de germinação. Dados de Marcos-Filho (1999) ressaltam que resultados dos lotes com alta germinação não necessitam apresentar alto vigor. Sabendo-se que a maior limitação do teste de germinação é identificar diferenças de potencial fisiológico entre lotes de sementes com alta germinação. Isto ocorre devido às condições favoráveis que o teste proporciona para o lote expressar o potencial máximo para produzir plântulas normais.

De acordo com resultados encontrados por Lopes et al. (2009), avaliando o potencial fisiológico de sementes de azévem anual provenientes de seis municípios do Rio Grande do Sul, concluíram que a primeira contagem de germinação permitiu observar diferenças significativas entre os lotes, classificando-as em diferentes níveis de qualidade fisiológica. No entanto, Popinigis (1985), afirmou que o teste de primeira contagem apresenta baixa sensibilidade em detectar diferenças mínimas de vigor entre lotes, em sua execução, desconsidera as interações entre a semente e o ambiente de

produção, observando que o mesmo não salientou diferenças de vigor entre os lotes de azevém.

Já para os testes de vigor, como o EA, EC e IVE o lote 5 foi o de melhor qualidade, seguido dos lotes 1 e 2. Os lotes de menor vigor foram os 3 e 4, conforme a tabela 2.

Um dos testes de vigor mais utilizados para a avaliação do potencial fisiológico das sementes é o teste de envelhecimento acelerado (TEKRONY, 1993). Souza et al. (2009), afirmam que o EA é o teste de vigor mais drástico, pois o teor de água aumenta durante o período de exposição, assim a embebição de água da semente ocorre com diferentes velocidades, ocasionando um maior estresse as sementes, ou seja o metabolismo da semente está exposto à altas temperaturas e elevada umidade. Entretanto, estudos também indicam que lotes de sementes com pequenas diferenças de vigor, o teste de envelhecimento acelerado pode possuir uma baixa sensibilidade para estratificar esses lotes (MENDONÇA, 2008).

Existem estudos que afirmam que os testes de emergência a campo e consequentemente índice de velocidade de emergência, efetuados corretamente, segundo as indicações de profundidade e espaçamento de semeadura da cultura testada, proporciona rápida germinação e velocidade de emergência das plântulas, as quais se tornam menos vulneráveis as condições adversas do meio por emergirem mais rápido no solo e passarem menos tempo nos estágios iniciais de desenvolvimento (MARTINS et al., 1999) quando comparados com testes de laboratório, como o de envelhecimento acelerado. Ressaltando assim que lotes de sementes com maior potencial fisiológico, permanecem um menor tempo submetidas a condições adversas, como a presença de fungos que promovem tombamento e, também, pela obtenção de plantas mais precoces e uniformes (VIDAL, 2007).

Para os testes de CPA na tabela 2, não houve diferença estatística entre os lotes, não classificando diferentes níveis de qualidade. No entanto, para as variáveis CR e CTP apresentaram diferenças significativas, destacando o lote 4 com resultados inferiores dos demais.

Com relação ao teste de PMS pode-se observar que entre todos os lotes o único que apresenta qualidade superior é o lote 5. Este teste apresenta importância para estratificar e caracterizar os lotes de sementes (MIRANDA et

al. 2004), pois nem sempre o tamanho das sementes está correlacionado com o potencial fisiológico das mesmas. Porém Andrade et al. (1997) afirmam que não existe diferença entre o vigor de sementes grandes e pequenas.

Tabela 2: Qualidade física e fisiológica inicial de lotes de sementes de milheto. Pelotas-RS, 2016.

Lote	PCG (%)	G (%)	EA (%)	EC (%)	IVE
L1	84a*	89a*	78b*	72b*	8,49b*
L2	69b	88a	65c	74b	8,61b
L3	72b	74b	66c	68c	8,04c
L4	63c	71b	60d	68c	7,58d
L5	88a	93a	81a	85a	10,25a
Média	75	83	70	73	8,59
CV(%)	3,6	4,7	2,59	3,44	2,85
Lote	CPA (cm)	CPR (cm)	CTP (cm)	U (%)	IVE
L1	4,69 ^{NS}	11,61a*	16,29a*	12,78	8,49b*
L2	4,94	11,37a	16,31a	10,5	8,61b
L3	4,39	10,79a	15,18a	8,9	8,04c
L4	4,08	9,17b	13,26b	8,1	7,58d
L5	4,58	10,90a	15,48a	13,1	10,25a
Média	4,54	10,77	15,3	10,67	8,59
CV(%)	12,55	9,23	8,34		2,85

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo de agrupamento de Scott-Knott (*significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo).

4.2 Emergência de plântulas em diferentes substratos e profundidades

Dados referentes ao teste de IVE na Tabela 3, pode-se verificar que para o substrato de areia e casca de arroz carbonizada, a profundidade de 1,0 cm apresentou melhores resultados para o lote 5, esses resultados são correlatos aos encontrados no teste de emergência a campo (Tabela 2). Entretanto, para o substrato fibra de coco (FC) e S10 Beifort® foram verificado resultados inversos com os lotes de menor qualidade, esclarecendo que os substratos promovem as sementes com menores qualidades. Fato esse, que pode ocorrer devido às características físicas e químicas de ambos os substratos, relacionando uma maior área de contato entre semente e substrato e também por apresentarem valores superiores de condutividade elétrica, que é a liberação de íons orgânicos e inorgânicos para o meio externo (Tabela 1). Segundo Kampf et al. (2006), as propriedades físicas e químicas do substrato, como a capacidade de retenção

de água é de extrema importância para o manejo das plantas, visto que esta variável auxilia na determinação da quantidade de água a ser utilizada por rega. Neste trabalho podemos observar (tabela 1) maior retenção de água para o substrato S-10 Beifort®, seguido por Fibra de Coco e CAC (casca de arroz carbonizada).

Sementes de alto vigor normalmente podem ter desempenho superior àquelas sementes de baixo vigor, influenciando, inclusive, a produtividade (SÁ, 1994). Assim, a pesquisa de Cavalheiros (2010) afirma que empresas e produtores de sementes vem utilizando o teste de PCG como teste de vigor, para a comercialização de sementes, apresentando assim respostas similares ao teste de germinação. O índice de velocidade de emergência pode apresentar eficiência na separação dos lotes em diferentes níveis de vigor (ALVES et al., 2012).

Na tabela 4, para o teste de comprimento de plântula total, no substrato de areia observou-se a estratificação do lote 5 em relação aos demais, para profundidade de 1,0 cm. Já para o substrato S10 Beifort®, o lote 5 apresentou melhor desenvolvimento na profundidade 1,5 cm. Porém, para os substratos CAC e FC a melhor qualidade foi expressa no lote 1 na profundidade de 1,0 cm.

Testes que permitam avaliar o desenvolvimento das plântulas, como o teste de comprimento de plântulas, objetivando na diminuição da perda do potencial fisiológico das sementes, tornando-se um teste de vigor de extrema relevância (CASAROLI et al., 2009). Fundamenta-se no princípio de que sementes de menor vigor germinam mais lentamente sob temperatura sub-ótima, ou seja, menores temperaturas, particularmente no início da embebição, com efeitos negativos na germinação e no desenvolvimento das plântulas, segundo Dias e Alvarenga (1999). A variável de número de folhas apresentou para o substrato de areia melhores resultados, na profundidade de 0,5 cm e classificou como os melhores lotes o 5 e o 1. Verificou-se resultados semelhantes com os do substrato CAC para o lote 5 com profundidades de 0,5 e 1,5cm. No entanto, o substrato FC para a profundidade 2,0 cm destaca o lote 5 dos demais. Apresentando resultado similar para o substrato S10 Beifort®, porém com a profundidade de 2,5 cm (Tabela 5).

Tabela 3: Avaliação do Índice de velocidade de emergência de (IVE) em cinco lotes de sementes de milheto semeados em diferentes substratos e em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm). UFPel, 2016.

Substrato de Areia (A)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	5,08b*	5,08b*	4,92b*	4,33c*	3,28c*
2	4,57b	4,52b	5,49a	4,78b	5,17a
3	6,07a	3,37c	5,89a	5,64a	5,14a
4	2,63c	3,25c	3,58c	4,16c	2,68d
5	3,21c	5,15a	4,14c	3,87c	4,70b
Média	4,31	3,67	4,81	4,56	4,19
CV (%)	11,99	7,68	8,44	7,69	6,28
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	5,21b*	5,05b*	3,94b*	3,23b*	4,01b*
2	4,40c	5,03b	5,08 ^a	4,97a	4,72a
3	6,32a	3,46c	5,08 ^a	4,63a	4,20b
4	3,63d	3,52c	4,05b	2,80b	3,92b
5	3,49d	5,94a	3,34c	3,35b	2,62c
Média	4,61	4,92	4,3	3,8	3,89
CV (%)	4,65	8,53	6,13	8,61	7,54
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	3,39c*	2,45c*	3,69a*	2,64b*	2,34b*
2	4,45a	2,74c	3,59 ^a	3,38a	3,30a
3	3,79b	3,95a	3,62 ^a	3,58a	3,40a
4	2,43e	3,23b	2,26c	2,58b	2,52b
5	2,80d	3,28b	2,65b	2,38b	2,77b
Média	3,37	3,13	3,16	2,91	2,87
CV (%)	6,99	7,16	4,62	6,24	8,94
Substrato Comercial S10 Beifort® (CB)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	3,43a*	3,46b*	3,43b*	3,67a*	3,67a*
2	3,57a	4,08a	3,84a	3,64a	3,55 ^a
3	3,53a	3,84a	3,00c	3,56a	3,26 ^a
4	2,92b	2,79c	2,45d	2,54b	2,46b
5	2,36c	2,30d	3,30b	2,76b	2,76b
Média	3,16	3,29	3,2	3,23	3,14
CV (%)	3,17	7,55	8,96	10,42	8,92

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo de agrupamento de Scott-Knott ("significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo).

Tabela 4: Avaliação do Comprimento de plântula total (CPT) em cinco lotes de sementes de milheto semeados em diferentes substratos e em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm). UFPel, 2016.

Substrato de Areia (A)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	17,59a*	17,44b*	18,44 NS	17,08b*	17,88 NS
2	18,36a	17,86b	18,58	18,21a	18,1
3	18,21a	18,10b	18,94	18,67a	18,7
4	15,92b	18,56b	18,52	19,43a	17,15
5	19,29a	19,59a	17,78	18,37a	17,83
Média	17,87	18,31	18,45	18,35	17,93
CV (%)	4,02	3,8	2,98	3,86	5,15
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	17,78a*	18,60a*	17,90 NS	17,39a*	17,12 NS
2	15,79b	17,22b	17,73	15,69c	17,85
3	14,98b	16,54b	16,89	17,56a	17,32
4	16,71a	15,94b	17,16	16,73b	17,65
5	14,69b	16,94b	17,04	18,24a	17,33
Média	15,99	17,05	17,34	17,12	17,45
CV (%)	5,7	3,6	5,26	3,1	3,68
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	16,41 NS	17,60a*	18,76a*	18,04 NS	18,40a*
2	17,87	18,48a	16,76b	17,39	18,48a
3	18,27	17,87a	17,41b	17,67	18,22a
4	18,15	18,19a	17,64b	17,63	17,31b
5	19,76	16,49b	17,51b	17,08	16,90b
Média	18,09	17,72	17,62	17,56	17,86
CV (%)	6,32	4,16	3,89	2,74	4,65
Substrato Comercial S10 Beifort® (CB)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	17,56b*	19,52 NS	19,64a*	20,44a*	18,49b*
2	19,34a	19,13	18,47b	19,24b	17,65b
3	19,67a	18,35	20,59a	18,08c	18,20b
4	18,14b	19,49	20,25a	18,96b	18,23b
5	19,70a	18,87	20,73a	19,03b	20,86a
Média	18,88	19,07	19,94	19,15	18,69
CV (%)	3,34	3,24	3,15	3,09	4,29

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo de agrupamento de Scott-Knott (*significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo).

Skinner e Nelson (1995), afirmam que as primeiras folhas emergidas de um chamado pseudo-colmo, apresentam uma rápida emergência, porém detectaram comprimento pequeno das mesmas, ocorrendo o inverso com as folhas subsequentes. Já Sousa (1994), realizou estudos onde as plântulas com maior número de folhas têm maiores índices de estabelecimentos da cultivar, isto ocorre de acordo com a captação de energia solar e produção de massa orgânica, por meio da fotossíntese.

No teste de massa seca total (MS-T) na tabela 6, o substrato de areia destaca a profundidade de 2,0 cm para o lote 5. Sucederam resultados semelhantes para o substrato CAC, porém na profundidade 2,0 e 2,5 cm. Já no substrato FC o lote 5 destacou-se dos demais nas profundidades 0,5; 1,5 e 2,5 cm. Para o substrato S10 Beifort® ocorre o mesmo, porém com a profundidade de 1,0 cm.

Segundo Souza et al. (2007), a profundidade de semeadura é peculiar para cada espécie e, quando apropriada, propicia uniformidade de germinação e emergência de plântulas. Entretanto, Willd, Torres (1994) não verificou influência do tamanho das sementes sobre o peso de matéria seca. A maior diferenciação do vigor das sementes, pelo teste de massa seca das plântulas, baseia no fato de esse ser um teste com capacidade de detectar pequenas diferenças em vigor de sementes devidas ao genótipo, de tamanho da semente e ao local de produção, entre outros fatores (AOSA, 1983).

Na tabela 7 estão apresentados os dados de correlação das variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto. Para o substrato de areia foi verificado uma correlação positiva de 5% para as profundidades 1,0; 1,5 e 2,0 com as variáveis índice de velocidade de emergência e emergência a campo, respectivamente.

No teste IVE (Tabela 7) semeados em diferentes profundidades, ocorreram correlações positivas ao nível de 1% de probabilidade, nas profundidades de 0,5 e 1,0 cm, no substrato CAC, entre os testes de vigor IVE e EC.

Tabela 5: Avaliação do número de folhas (NF) em cinco lotes de sementes de milheto semeados em diferentes substratos e em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm). UFPel, 2016.

Substrato de Areia (A)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	1,76a*	1,43 NS	1,45 NS	1,48 NS	1,50 NS
2	1,43b	1,39	1,41	1,46	1,37
3	1,42b	1,39	1,38	1,52	1,45
4	1,39b	1,48	1,35	1,51	1,35
5	1,63a	1,35	1,46	1,64	1,34
Média	1,53	1,41	1,41	1,52	1,4
CV(%)	7,04	4,5	5,96	5,74	7,18
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	1,40c*	1,43 NS	1,42b*	1,44b*	1,55a*
2	1,46c	1,47	1,34b	1,53a	1,34b
3	1,52b	1,45	1,46b	1,38b	1,36b
4	1,36c	1,39	1,55a	1,39b	1,47a
5	1,65a	1,54	1,62a	1,68a	1,54a
Média	1,48	1,46	1,48	1,49	1,45
CV(%)	3,49	4,47	5,53	7,6	3,99
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	1,44 NS	1,42 NS	1,49a*	1,40c*	1,36b*
2	1,44	1,51	1,39b	1,36c	1,33b
3	1,42	1,39	1,37b	1,40c	1,49a
4	1,36	1,43	1,34b	1,50b	1,36b
5	1,44	1,39	1,51a	1,61a	1,57a
Média	1,42	1,43	1,42	1,45	1,42
CV(%)	5,23	6,97	4,71	4,24	6,72
Substrato Comercial S10 Beifort®(CB)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	1,58a*	1,40 NS	1,48a*	1,35 NS	1,46a*
2	1,39b	1,34	1,48a	1,47	1,35b
3	1,38b	1,37	1,32b	1,41	1,41a
4	1,35b	1,43	1,43a	1,44	1,46a
5	1,39b	1,36	1,35b	1,41	1,31b
Média	1,42	1,38	1,41	1,41	1,4
CV(%)	3,98	5,21	4,37	5,19	5,12

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo de agrupamento de Scott-Knott (*significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo).

Tabela 6: Massa seca total (MS-T) de cinco lotes de sementes de milheto semeados diferentes substratos e em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm), resultados em miligramas. UFPel, 2016.

Substrato de Areia (A)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	223,08b*	160,42b*	133,95b*	113,80c*	135,90c*
2	187,50c	117,62d	221,97a	140,08b	142,20c
3	174,90c	138,05c	136,60b	188,69a	221,60a
4	263,87a	175,07a	101,69c	176,70a	76,90d
5	124,40d	157,03b	135,76b	192,10a	162,00b
Média	194,75	149,64	145,99	162,27	147,72
CV(%)	6,88	4,71	5,17	6,7	7,23
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	95,80c*	77,73c*	82,68c*	69,05e*	147,27b*
2	101,13b	144,35a	186,73a	169,88b	160,07b
3	139,27a	101,60b	100,45b	156,75c	99,83c
4	89,98d	98,60b	102,25b	97,33d	105,85c
5	100,82b	76,70c	73,45c	183,28a	188,17a
Média	105,4	99,8	109,11	135,26	140,24
CV(%)	2,91	7,95	8,31	4,48	8,68
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	74,48b*	69,12b*	81,85b*	68,00b*	52,50d*
2	53,43d	76,08a	73,08b	82,17a	69,60b
3	66,07c	76,08a	71,69b	77,90a	76,40b
4	60,10d	65,85b	80,47b	44,43c	60,87c
5	107,70a	68,53b	95,01a	72,73b	126,50a
Média	72,36	71,13	80,42	69,05	77,17
CV(%)	6,99	7,97	8,96	7,78	5,93
Substrato Comercial S10 Beifort®(CB)					
Lote	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	58,17a*	33,20d*	60,10a*	70,33a*	60,40a*
2	36,00d	47,43b	40,37c	65,27a	51,32b
3	40,67b	42,03c	50,07b	33,92c	33,07c
4	37,70c	39,49c	39,20c	50,52b	49,53b
5	38,18c	83,70a	56,00a	60,27a	47,02b
Média	42,14	49,17	49,15	56,06	48,27
CV(%)	2,79	6,78	7,38	8,6	7,81

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo modelo de agrupamento de Scott-Knott (*significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns = não significativo).

Para o substrato fibra de coco a correlação foi positiva (5% de probabilidade) nas profundidades de 2,0 e 2,5 cm nas variáveis índice de velocidade de emergência e emergência a campo, respectivamente.

Tabela 7: Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Índice de Velocidade de Emergência (IVE). Pelotas-RS, UFPel, 2016.

VARIÁVEL	Substrato de Areia (A)				
	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
IVE	0,41 ^{NS}	-0,48*	0,39	0,44	-0,19
EC	0,40	-0,42	0,48*	0,47*	-0,31
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
IVE	0,69**	0,59**	0,30	0,10	0,39
EC	0,61**	0,62**	0,31	0,05	0,34
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
IVE	0,27	-0,11	0,12	0,49*	0,52*
EC	0,22	-0,14	0,09	0,47*	0,40
Substrato Comercial S10 Beifort®(CB)					
IVE	0,01	-0,30	-0,23	-0,09	0,05
EC	-0,08	-0,32	-0,28	-0,04	0,10

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ns= Não significativo pelo teste t.

Foi possível destacar correlações significativas para os testes de comprimento de plântula total com IVE e EC (Tabela 8). No substrato de areia com profundidade de 0,5 cm apresentaram resultados de correlação positivos elevados na probabilidade de 5% de $r = 0,71$ e $r = 0,60$ para as variáveis índice de velocidade de emergência e emergência a campo, respectivamente. Esses resultados expressam a relação de que à medida que se obtém plântula com maior comprimento total vai refletir em superiores resultados de vigor. Assim como foi analisado nas profundidades de 1,0 e 1,5 cm resultados de correlação de 1% entre as variáveis analisadas. No entanto, a profundidade apresentou uma correlação positiva para o índice de velocidade de emergência e emergência a campo, fato esse, que não foi verificado na profundidade de 1,5 cm; o qual os valores analisados expressam uma correlação negativa, ou seja, resultados inversamente proporcionais à qualidade dos lotes de sementes de milheto.

A tabela 8 também apresenta os resultados dos substratos casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato S10 Beifort®. No substrato casca de arroz para o comprimento total de plântulas não ocorreu correlação com os testes de vigor, independente da profundidade de semeadura testada. No entanto, para a

FC os resultados informaram uma correlação de 1% de probabilidade positiva na profundidade de 0,5 cm e negativa com a profundidade de 1,0 cm.

O substrato S10 Beifort® apresentou uma correlação positiva expressiva de $r = 0,73$ e $r = 0,74$ (1% de probabilidade) para as variáveis índice de velocidade de emergência e emergência a campo com o comprimento de plântula total na profundidade de 2,5 cm.

Para a variável número de folhas (Tabela 9), foi possível detectar correlação de 1% de probabilidade positiva no substrato de areia para as profundidades de 1,5 e 2,0 cm para a emergência a campo e negativa para o índice de velocidade de emergência na profundidade de 1,0 cm. O substrato CAC apresentou resultados bastante expressivos de correlação positiva com as duas variáveis de vigor nas profundidades de 0,5 ($r = 0,69$ e $r = 0,61$) e 1,0 cm ($r = 0,59$ e $r = 0,62$). Fato esse, que intensifica a aceitação dessa metodologia como uma ferramenta inovadora de teste de vigor para sementes pequenas, como as de milheto. A variável índice de velocidade de emergência e emergência a campo apresentou correlação positiva com o CPT na profundidade de semeadura de 2,0 e para a de 2,5 cm apenas o IVE (5% de probabilidade). O substrato S-10 não apresentou correlação com as variáveis analisadas em nenhuma das profundidades testadas.

Tabela 8: Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Comprimento de Plântula Total (CPT). Pelotas-RS, UFPel, 2016.

		Substrato de Areia (A)				
VARIÁVEL		Profundidade de Semeadura (cm)				
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
IVE	0,71**	0,48*	-0,54*	-0,26	0,02	
EC	0,60**	0,50*	-0,56*	-0,28	-0,06	
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)						
IVE	-0,39	0,22	-0,04	0,41	-0,11	
EC	-0,34	0,22	-0,03	0,30	-0,02	
Substrato de Fibra de Coco (FC)						
IVE	0,42	-0,61**	0,02	-0,30	-0,29	
EC	0,46*	-0,65**	0,07	-0,32	-0,30	
Substrato Comercial S10 Beifort®(CB)						
IVE	-0,43	-0,16	0,14	0,08	0,73**	
EC	-0,38	-0,11	0,12	0,10	0,74**	

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ns= Não significativo pelo teste t.

Tabela 9: Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Número de Folhas. Pelotas-RS, UFPel, 2016.

VARIÁVEL	Substrato de Areia (A)				
	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
IVE	0,41 ^{NS}	-0,48*	0,39	0,44	-0,19
EC	0,40	-0,42	0,48*	0,47*	-0,31
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
IVE	0,69**	0,59**	0,30	0,10	0,39
EC	0,61**	0,62**	0,31	0,05	0,34
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
IVE	0,27	-0,11	0,12	0,49*	0,52*
EC	0,22	-0,14	0,09	0,47*	0,40
Substrato Comercial S10 Beifort®(CB)					
IVE	0,01	-0,30	-0,23	-0,09	0,05
EC	-0,08	-0,32	-0,28	-0,04	0,10

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ns= Não significativo pelo teste t.

Tabela 10: Correlações lineares [Coeficiente de correlação de Pearson (r)] entre as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de cinco lotes de sementes de milheto semeadas em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) avaliadas com o teste de Massa Seca de Plântula (MS-P). Pelotas-RS, UFPel, 2016.

VARIÁVEL	Substrato de Areia (A)				
	Profundidade de Semeadura (cm)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
IVE	-0,80**	-0,08	0,20	0,17	0,25
EC	-0,75**	-0,02	0,19	0,24	0,14
Substrato de Casca de Arroz Carbonizada (CAC)					
IVE	-0,12	-0,32	-0,23	0,56*	0,82**
EC	-0,21	-0,26	-0,19	0,55*	0,82**
Substrato de Fibra de Coco (FC)					
IVE	0,82**	0,00	0,81**	0,40	0,84**
EC	0,87**	-0,07	0,89**	0,26	0,83**
Substrato Comercial S10 Beifort®(CB)					
IVE	-0,08	0,86**	0,30	0,40	0,08
EC	-0,16	0,88**	0,37	0,39	0,14

**Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; * Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ns= Não significativo pelo teste t.

Na tabela 10, a massa seca de plântula apresentou resultados negativos de correlação a 1% de probabilidade na profundidade de 0,5 cm. Assim, à medida que aumenta a massa seca de plântulas de milheto diminui

proporcionalmente o IVE e EC com $r = -0,80$ e $r = -0,75$, respectivamente. Para o substrato CAC nas profundidades de 2,0 e 2,5 cm a massa seca de plântulas correlacionou positivamente com o IVE e EC na probabilidade de 5% e 1%, respectivamente.

O substrato FC na tabela 10 o teste de massa seca de plântulas explicitou resultados de correlação positiva acima de $r = 0,80$ com as duas variáveis de vigor (1% de probabilidade), para as profundidades de 0,5; 1,5 e 2,5 cm. O mesmo foi observado para o substrato CB na profundidade de 1,0 cm.

O fato de haver alguns coeficientes de correlações reduzidos e não significativos entre os diferentes testes de vigor e a metodologia com diferentes profundidades de semeadura e tipos de substratos, no presente estudo, implicam para futuros trabalhos, sendo importante a realização de novas pesquisas, se possível incluindo maior número de espécies, para que sejam obtidas inferências definitivas a respeito da inclusão dos mesmos nas atividades laboratoriais.

5. CONCLUSÕES

O substrato mais indicado para estratificar lotes de sementes de milheto quanto ao vigor é a areia e a casca de arroz carbonizada com 1,0 cm de profundidade.

A metodologia testada apresenta correlação com os testes de vigor índice de velocidade de emergência e emergência a campo. Comprovando-se ser uma metodologia inovadora do teste de vigor e promissora para avaliação da qualidade de sementes de milheto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: Fertirrigación: **Cultivos Hortícolas y Ornamentales**. C, Cadahia (Coord.). Madrid: Mundi-Prensa, p. 287-342.1998.

ALVES, C.Z.; GODOY, A.R.; CORRÊA, L.S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, Santa Maria v.41, n.5, p.779-784, 2012.

AMATO, A.L.P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém anual do banco de sementes do solo**. 2006. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C.S.; AZEVEDO, J.T.; MARTINS-NETO, D.A.; OLIVEIRA, A.C. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.62-65, 1997.

ANDREWS, D.J.; HANNA, W.W.; RAJEWSKI, J.; COLLINS V.P. Advance in grain pearl millet: Utilization and production research. In: JANICK, J. (Ed.). **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press, 1996. p. 170-177.

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

ARAÚJO, D.B. Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, **Centro de Ciências Agrárias**. Fortaleza – CE, 2010.

BHERING, M.C. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.171-175, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes**. p. 389, 2009.

CAMPOS, F.S.; SANTOS, E.M.; BENEDETTI, E. Rendimento forrageiro de genótipos de milheto em função da adubação nitrogenada no semiárido paraibano. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.8, p. 177 – 181, 2011.

CAMPOS, V.C.; TILLMANN, M.A.; Avaliação da Metodologia do Teste de Germinação para Sementes de Tomate. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.3, no 1, 37-42, Jan.-Abr., 1997.

CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbíboro. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. v.2, p.253-268.

CASAROLI, D. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de abóbora variedade Menina Brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, p.158-63, 2009.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. Áreas Verdes: Conceito, Objetivos e Diretrizes para o planejamento. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. 1. ed.; Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana. 4. ed. 1992. Hotel Porto do Sol. **Anais...** Vitória: 2010.

COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 28, nº3, p.21-28, 2006.

CUNHA, R.P.; PERES, E.R.; MONTARDO, D.P. Produção de forragem de gramíneas estivais na Região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: XIX CIC, XII ENPOS 2010, Universidade Federal de Pelotas. **Anais ...** Pelotas – RS. 2010.

CUSTÓDIO, C.C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.29-41, 2005.

CHAPMAN, G.W., ALLAN, T.G. **Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales**. Roma: FAO, Organizacion Das Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, p. 206, 1989.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n.3, p. 45-55, 1987.

DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de germinação a baixa temperatura. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA -NETO, J.B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: **ABRATES**, 1999. cap.7, p.7.1-7.4.

DOUGHERTY, P.M. **A field investigation of the factors which control germination and establishment of loblolly pine seeds.** Georgia: Forestry Commission, Forestry Commission. n.7. p.5, 1990.

FONTANELI, R.S. Planejamento de pastagens: melhor caminho para produção de leite com qualidade e menor custo. **Revista Plantio Direto**, número 104, edição março/abril de 2008. Aldeia Norte Editora. Passo Fundo, RS.

FRANÇA, A.F. de S.; MIYAGI, E.S. Alternativas alimentares para animais no cerrado – milheto: apenas uma solução protéica. Dossiê Pecuária. **Revista UFG**. Ano XIII, n. 13. 2012.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; ROVERSI, T. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília v.26, n.2, p.114-118, 2004.

FREIRE, S.E.; ALVES, U.E.; SANTOS, N.R.S.; PORCINO, O.G.; SILVA, F.B. Emergência de plântulas de *Bauhinia divaricata* L. em diferentes posições e profundidades de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 30, supplement 2, p. 774-782, 2014.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. *Plant propagation: principles and practices*. New York: **Englewood Cliffs**, Prentice-Hall, 727p. 1983.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Porto Alegre: Ed. Agropecuária, 2000.

KAMPF, A.N. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, p.132, 2006

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso do Milheto como planta forrageira**. Campo Grande-MS: EMBRAPA (Gado de Corte), 2000. (Divulgação nº 46).

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

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. Traduzido por Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA/Fotapos, 1989.

LOPES, R.R.; FRANKE, L.B.; NUNES, F.S. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de azevém. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.89-94, 2009.

LUCCA FILHO, O.A. Patologia de Sementes. In.: PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). **Sementes**: fundamentos científicos e Tecnológicos, 2.Ed., Pelotas, p.259-329, 2006

MACHADO, C.; OLIVEIRA, J. de; DAVIDE, A.C., GUIMARÃES, R.M. **Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson)**. Revista Cerne, Lavras, V.8, N.2, p.017-025, 2002.

LUZ, M.L. Medidores de umidade. **Seed News**, Pelotas, V.6, n.1, p.22-24, 2002.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Cultivo do Milheto. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sistema de Produção, 3 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 2ª edição. Set./2010.

MARCOS-FILHO, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.3, p.405-15, 1981.

MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, p. 230, 1987.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.de B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes, cap. 1, p. 1-20, 1999a.

MARCOS FILHO, J. Teste de Vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap1, p 1-21, 1999.

MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes em hortaliças. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 63-75, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 1.ed. 2005. 495p.

MARQUES, R. R.; DELAVALÉ, F. G.; LAZARINI, E.; BUZETTI, S.; ARATANI, R. G. Quantidades de nutrientes restituídos ao solo através de plantas de cobertura e resíduos das culturas de soja e milho, em função da presença ou ausência de calcário na implantação do sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **FertBio 2002**. Rio de Janeiro: SBCS/UFRRJ, 2002. Resumo 411. CD ROM.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espiritosantensis* Fernandes). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, 22: 391-396. 1999.

MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HABBLETHWAITE, P.D. **Seed production**. London: Butterworths, p.647-660, 1980.

MELLO, V.D.C., TILLMANN, M.A.A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 93-102, 1987.

MENDONÇA, R.L. **Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV – Vis em extratos aquosos de sementes de *Canavalia ensiformes* e estudo da atividade alelopática**. 2008. 100f. Disertação (Mestrado em química analítica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; BAHRY, C.A.; MATTIONI, N.M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.138-142, jun. 2007.

MIRANDA, G. V.; LEANDRO V. S.; IZABEL C. S.; FLÁVIA F. M. Resgate de variedades crioulas de milho na região de viçosa-mg. **ANAIIS : [CD-ROM] / 2.** Congresso Brasileiro de Agroecologia, 5. Seminario Internacional sobre Agroecologia, 6. Seminário Estadual sobre Agroecologia, Porto Alegre, 22 a 25 nov. 2004. – Porto Alegre - RS , 2004.

MONKS, P.L.; PESKE, S.T. Produção e qualidade de sementes de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetido a manejo de cortes e a épocas de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.7, n.1/2, p.246, 1997.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, p.48-85, 1994.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, p.2.1-2.21, 1999.

PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: *Simpósio de Produção de Gado de Corte*, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais ... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004.** p.93-144.

PEREIRA, T.; COELHO, C. M.M.; SANTOS, J. C.P.; BOGO, A.; MIQUELLUTI, D. J. Diversidade no teor de nutrientes em grãos de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina. **Acta Botanica Croatica**, Canada, v. 33, n. 3, p. 477-485, 2011.

PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, A.S.; COELHO, A.M.; CASELA, C.R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J.M. Manejo da cultura do milheto. Sete Lagoas: **Embrapa milho e sorgo**, p. 17, 2003.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Produção de sementes. In: Peske, S.T.; Rosenthal, M.D.; Rota, G.M. **Sementes; Fundamentos científicos e Tecnológicos**. Pelotas, UFPel, p. 645, 2003.

PESKE, S.T., E BARROS, A.C.S.A. Produção de sementes. In.: PESKE. S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A.; **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed. Pelotas:Ed. Universitária UFPel, p. 470, 2006.

PESKE, S.T., VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3 ed. Pelotas: UFPel. p. 573 , 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: PAX, p. 289, 1985.

PRADO, R. de M.; VIDAL, A. de A. Efeito da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e nutrição do milheto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 208-214, 2008.

RESENDE, A.V. **Cultivo do Milheto**. Sete Lagoas-MG: EMBRAPA (Milho e Sorgo), 2011. Disponível em: <sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 23/01/2016.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Acceleradete aging and controlled deterioration for the determininstion of the physiological potential of union seeds. **Scientia Agícola**, Piracicaba, v.60, nº. 2, p,465 – 469, 2003.

RODRIGUES, J.A.S.; PEREIRA FILHO, I.A. **Cultivo do milheto**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 3. Versão Eletrônica - 2^a edição Set./2010.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de semente. In: SÁ, M. E. de; BUZZETI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, p.65-98,1994.

SANTOS, F.G. Milheto no Brasil: desenvolvimento de cultivares. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 161-168, 1999.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiana commersoniana* (Baill.) **Smith & Downs. Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 87-94, 2007.

SCHEFFER, S.M.; SAIBRO, J.C.; RIBOLDI, J. Efeito do nitrogênio, métodos de semeadura e regimes de corte no rendimento e qualidade da forragem e da semente de milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.309-317, 1985.

SCHMIDT, P.B. Sobre a profundidade ideal de semeadura do mogno (aguano) *Swietenia macrophylla* King. **Brasil Florestal**, v.5, n.17, p. 42-47, 1974.

SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 840-846, maio/jun., 2008.

SILVA, G. M.; MAIA, M.B.; MAIA, M.S. **Qualidade de sementes forrageiras de clima temperado** [recurso eletrônico] – Dados eletrônicos. – Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011.

SILVA, J.I. **Métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. 2012. 56f. Dissertação (Mestrado no programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes) Faculdade de agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SOBRINHO, W.N.; SANTOS, R.V.; MENEZES JÚNIOR, J.C.; SOUTO, J.S. Acúmulo de nutrientes nas plantas de milheto em função da adubação orgânica e mineral. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n.3, p. 107-110, 2009.

SOUSA, H.U. de. **Efeito da composição e doses de super fosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa* sp) cv. Mysore obtidas por cultura de meristemas.** 75f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

SOUZA, S.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C.G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.2. p.155-163, 2009.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, Bolise v.17, p.110-120, 1993.

TILLMANN, M.A.A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 260-263, 1994.

TILLMAN, C. A. da C. **Modelo de sistema integrado de gestão da qualidade para implantação nas unidades de beneficiamento de sementes**. Pelotas, RS, 2006. 135 f. Tese (Doutorado) – Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2006.

TILLMANN, M.Â.A.; MIRANDA D.M. de. Análise de sementes. In.: PESKE, S.T. et al. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2.ed. Pelotas: UFPel, 2006. Cap.3, p.159-257.

TILLMANN, M.Â.A.; MIRANDA D.M.; **Análise de sementes**. Brasília. ABEAS. P. 102, 2007.

TOLEDO, F. F. de; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes : tecnologia da produção**. Agronómica Ceres. San Pablo (Brasil). P. 224, 1977.

TRAVERSO, J.E. Colecta, conservacion y utilizacion de los recursos de interes forrajero nativo y naturalizado. In: **DIALOGO LVI – LOS RECURSOS FITOGENETICOS DEL GENERO BROMUS EN EL CONO SUR.** Bagé-RS: PROCISUR, p.19-28, 2001.

TORRES, S.B.; NEGREIROS, M.Z. Envelhecimento acelerado em sementes de berinjela. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 30, n. 2, p. 209-213, 2008.

TUNES, L. M.; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B.; DUARTE, V. B. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* plenk). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.2, p.173-179, 2012.

VIDAL, M.D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóbora.** Santa Maria, 2007. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.