

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
CURSO DE AGRONOMIA

TÉCNICAS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GERMINATIVO NA
CULTURA ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Adriana Miguel Fernando

Humaitá – AM
Junho de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
CURSO DE AGRONOMIA

Adriana Miguel Fernando

TÉCNICAS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GERMINATIVO NA
CULTURA ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Orientador: Prof. Me. Dalton Dias da Silva Junior

Trabalho apresentado como parte
das exigências do curso de
Agronomia para a obtenção do título
de Bacharel em Agronomia.

Humaitá – AM

Junho de 2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F363t Fernando, Adriana Miguel
Técnicas para superação de dormência e avaliação do potencial germinativo na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) / Adriana Miguel Fernando. 2017
35 f.: 31 cm.

Orientador: Dalton Dias da Silva Junior
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. *Oryza sativa*. 2. Dormência. 3. Sementes. 4. Germinação. I. Silva Junior, Dalton Dias da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

“Eis que Deus é o meu ajudador, o Senhor é quem me sustenta a vida”.

(Salmos 54. 4)

Aos meus pais, André Fernando e Claudia Laura Miguel pela educação, carinho, amor, apoio, incentivo e por todo o amparo no decorrer da minha vida pessoal e acadêmica, dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, acima de tudo, por me abençoar e guiar os meus passos em toda a minha vida acadêmica.

Aos meus pais, André Fernando e Claudia Laura Miguel, pelo amor, oração, pelo apoio emocional e financeiro ao longo da minha vida acadêmica. Principalmente, pela confiança e incentivo para lutar pelos meus sonhos, mesmo que as consequências fossem a saudade e preocupação por causa da longa distância.

Aos meus irmãos, Silvana Miguel, Igor Miguel, Gabriel Miguel e Fernando José Neto pelo carinho, amor, amizade e apoio recebido em todo esse tempo em que estive longe de casa.

Aos meus preciosos amigos de curso, José Carlos Marques Pantoja, Lucas Pereira de Oliveira, Sheury Celante Marques, Thiago Abraão Reis de França, Wildson Benedito Mendes Brito e William Maciel da Silva que contribuíram na realização deste e de outros trabalhos acadêmicos. E principalmente, por somarem na minha vida pessoal e acadêmica, tanto nos momentos de alegria como nos momentos de crise emocional e financeira. Pelo companheirismo e aprendizado adquirido ao lado de cada um, em todos esses anos de convivência na Universidade e fora dela.

Ao meu amigo e colega do curso de Engenharia Ambiental, Brendo Lopes Washington pela amizade e por contribuir na realização deste trabalho de conclusão de curso.

À tia Hozana Celante Marques e ao tio Edson Marques da Silva, por me acolherem em sua casa e me adotar, deixando assim, eu fazer parte da sua linda família. Pela amizade, carinho e apoio que recebi em todos esses anos da minha vida acadêmica. À Heloáh Celante Marques, minha irmãzinha do coração, que sempre alegrou a minha vida, me tirando das minhas tristezas.

À família Fernandes, meus irmãos em Cristo, Lílian Fernandes Melo Rocha, Joaquim Quintino Rocha, Éverton Fernandes Melo Rocha, Évelin Fernandes

Melo Rocha, Ana Luiza Fernandes Melo Rocha e Jelciane Gomes da Silva, por terem me acolhido em seu lar e adotar, me tornando assim parte da sua família. Pelos ensinamentos, apoio espiritual e emocional, amizade e carinho conquistados durante esse tempo em que nos conhecemos.

À minha amiga-irmã, Izabel Cristina de Lima Nascimento pela amizade adquirida, pelo carinho, pela dedicação e cuidado. Pelo apoio emocional, que nem a distância a impediu de me incentivar e por sempre acreditar no meu potencial.

Ao meu querido orientador professor Dalton Dias da Silva Junior, por ter aceitado me orientar neste trabalho de conclusão de curso. Pela amizade e aprendizado adquiridos no decorrer da realização deste trabalho.

Aos professores Perla Joana Gondim e Marcos Vaz Braz que aceitaram fazer parte da banca de avaliação deste trabalho de conclusão de curso. E também pelo aprendizado adquirido durante a minha formação acadêmica.

À Universidade Federal do Amazonas – UFAM e ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, pela oportunidade de ingresso ao ensino superior e apoio nas pesquisas realizadas.

Aos Laboratórios de Fitotecnia e Fitossanidade, por ceder o espaço para as realizações das análises laboratoriais desta pesquisa.

RESUMO

Objetivou-se avaliar técnicas para a superação de dormência e o potencial germinativo na cultura do arroz. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), *campus* Vale do Rio Madeira. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) numa fatorial 4x3 com quatro genótipos (Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical) e três tratamentos (escarificação mecânica e imersão em água destilada; escarificação química em ácido sulfúrico; e imersão em água destilada sem causar dano ao tegumento). Para cada tratamento foi realizado teste de germinação (6 repetições com 25 sementes cada) e testes de vigor (4 repetições com 18 sementes cada). O método de superação mais viável foi o tratamento em água destilada sem dano ao tegumento. Todos os genótipos apresentaram desempenho germinativo elevado, sendo considerados de alto vigor.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., dormência, sementes, germinação.

INDICE DE TABELAS

Tabela 1. Porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG), Índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de velocidade de germinação (CVG) nos tratamentos água, H₂SO₄ e mecânico.....24

Tabela 2. Porcentagem de germinação (G), velocidade de germinação (VG), Índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de velocidade de germinação (CVG) nos genótipos Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical.....25

Tabela 3. Comprimento total de plântula (CTP), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz principal (CRP) nos genótipos Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical..... 27

Tabela 4. Comprimento total de plântula (CTP), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz principal (CRP) nos tratamentos água, H₂SO₄ e mecânico.....28

Tabela 5. Peso de massa fresca de plântula (PMFP) e peso de massa seca plântula (PMSP) nos genótipos Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical.....28

Tabela 6. Peso de massa fresca de plântula (PMFP) e peso de massa seca plântula (PMSP) nos tratamentos água, H₂SO₄ e mecânico.....29

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVOS.....	12
	2.1. Geral.....	12
	2.2. Específicos.....	12
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
	3.1. Importância do arroz.....	13
	3.2. Aspectos gerais da cultura do arroz.....	14
	3.3. Dormência em sementes de arroz.....	15
	3.4. Tratamentos para superação de dormência em sementes.....	16
	3.5. Importância dos testes de vigor das sementes.....	17
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
	4.1. Teste de Germinação.....	20
	4.2. Testes de Vigor.....	21
	4.3. Análise estatística.....	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.	CONCLUSOES.....	30
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais importantes para a alimentação humana, sendo superado apenas pelo trigo. É um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo e caracteriza-se como principal alimento de mais da metade da população mundial. É parte integrante do hábito alimentar dos brasileiros, que consomem cerca de 25 kg de arroz por ano (BRASIL, 2015).

Conforme Gmach et al. (2013), o conhecimento da qualidade das sementes logo após a colheita é de fundamental importância para a tomada de decisão quanto ao destino das mesmas, no entanto, a dormência em sementes de arroz pode ser considerada um entrave para a análise laboratorial da sua qualidade, necessitando de métodos eficientes para a superação da mesma.

Várias causas são apontadas como responsáveis pela dormência em sementes de arroz. Para Amaral (1992), a temperatura e a umidade são fatores que exercem influência na instalação da dormência, pois temperaturas baixas no início da maturação e altas, em torno de 30 °C, dez a quinze dias após a floração, induzem a dormência em arroz. A interação das temperaturas elevadas, após a floração, com a presença de inibidores e a restrição de absorção ao oxigênio (O₂), pelo complexo casca-pericarpo, determinam a dormência em arroz.

Nas sementes de arroz, a casca impede a penetração de oxigênio para que se realize o processo germinativo e que, também a casca, consome oxigênio (BEWLEY & BLACK, 1994b; MENEZES et al., 2009). Outra causa é em relação à umidade, onde observa-se que a ocorrência de alta umidade no final da maturação pode interromper a difusão de ar entre os tecidos das sementes (TAKAHASHI, 1984; MENEZES et al., 2009).

De acordo com Franzin (2006), as sementes de arroz podem apresentar dormência por períodos que variam até 120 dias após a colheita, devido à associação de causas endógenas e exógenas, ainda não completamente definidas. Assim, a análise da qualidade fisiológica das sementes pode ser prejudicada por resultados que não indiquem o real potencial das sementes.

A dormência em sementes de arroz, por apresentar amplas e complexas interações entre as suas causas, varia entre cultivares, lotes, sementes, de ano para ano, situações que dificultam o estabelecimento de um método único e eficiente para sua superação. Sendo assim, é evidente a demanda de mais pesquisas para determinar qual o método mais eficiente e viável para a superação de dormência bem como a identificação de genótipos com alta qualidade e adaptados aos sistemas de cultivo sustentáveis, podendo se constituir em uma maneira de incentivar e diversificar as oportunidades de rentabilidade dos produtores (GMACH et al., 2013).

Dessa forma, este trabalho objetivou-se avaliar técnicas para a superação de dormência e o potencial germinativo na cultura do arroz.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral: Avaliar técnicas para a superação de dormência e o potencial germinativo na cultura do arroz.

2.2. Específicos: Verificar a viabilidade dos métodos utilizados para a superação de dormência em sementes do arroz; Avaliar o desempenho germinativo dos genótipos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Importância do arroz

O arroz é um dos cereais mais importantes para a alimentação humana, sendo superado apenas pelo trigo. É um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo e caracteriza-se como principal alimento de mais da metade da população mundial. É parte integrante do hábito alimentar dos brasileiros, que consomem cerca de 25 kg de arroz por ano (BRASIL, 2015).

O arroz é uma cultura com maior potencial de aumento de produção e responde pelo suprimento de 20 % das calorias consumidas na alimentação de pessoas no mundo. Em decorrência, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar. Apesar do grande volume produzido, o arroz é um produto com pequeno comércio internacional. Os oito países maiores produtores são, em ordem decrescente: China, Índia, Indonésia, Vietnã, Tailândia, Brasil, USA e Paquistão (SOSBAI, 2014).

No Brasil, essa cultura é de grande importância social e econômica, visto que, o país está entre os dez maiores produtores mundiais do grão. O sistema de produção predominante é o do arroz irrigado em várzeas (CONAB, 2011). Porém, cerca de um milhão de hectares, são cultivados com arroz de terras altas nas regiões Norte, Meio-Norte, Centro-Oeste e Sudeste com distribuição aproximada em termos de áreas de 20, 54, 21 e 5 % respectivamente (CONAB, 2012).

Na safra 2015/16, o Brasil produziu 10.602,9 mil toneladas de arroz, sendo o Rio Grande do Sul responsável por aproximadamente 70 % desse montante. Isso contabiliza 8,07 milhões de toneladas, fato que caracteriza o estado como maior produtor desse cereal. A área plantada foi de 1,08 milhão de hectares, com produtividade de 7.466 kg⁻¹. Além das condições edafoclimáticas que propiciam altas produtividades, o Rio Grande do Sul possui logística estratégica que facilita a comercialização do produto (CONAB, 2016).

3.2. Aspectos gerais da cultura do arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie anual, da família Poaceae, classificada no grupo de plantas com sistema fotossintético C₃, e adaptada ao ambiente aquático. Esta adaptação é devida à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, que possibilita a difusão de oxigênio da ATM para a camada da rizosfera (SOSBAI, 2014).

A escala fenológica utilizada por Counce et al. (2000) para a cultura do arroz, subdivide o crescimento e desenvolvimento da planta em três subperíodos: desenvolvimento da plântula, vegetativo e reprodutivo. Os estádios do desenvolvimento da plântula são identificados pela letra S. Já os estádios vegetativos são identificados pela letra V e por um número que varia de 1 a *n*. Esse número é indicativo do número de folhas expandidas ou desenvolvidas apresentado pelo colmo principal da planta num dado momento. Uma folha é considerada expandida quando ela apresenta a região do colar, que separa a bainha da lâmina foliar, totalmente visível. Nesse momento, se consegue visualizar facilmente as aurículas e a lígula na região do colar. A partir da iniciação da panícula (IP), a escala utiliza a letra R (reprodutivo) associada a um número, que varia de 1 a 8. Esse número indica o estágio de desenvolvimento em que se encontram os grãos.

O sistema proposto por essa escala identifica os principais estádios de desenvolvimento da planta. Os intervalos de tempo específicos entre os estádios e os números totais de folhas desenvolvidas podem variar entre cultivares, estações de crescimento, épocas de semeadura e regiões de cultivo. Além disso, todas as plantas em uma lavoura não estarão no mesmo estágio de desenvolvimento ao mesmo tempo. Assim, quando se estiver caracterizando o estágio de desenvolvimento de uma lavoura de arroz, cada estágio específico de V ou R somente estará sendo definido quando pelo menos 50% das plantas apresentarem a característica indicativa do mesmo (SOSBAI, 2014).

3.3. Dormência em sementes de arroz

As sementes de arroz podem apresentar suspensão temporária da germinação, mesmo hidratada e sob condições favoráveis de temperatura e nessa situação a semente é chamada de dormente (BEWLEY & BLACK, 1994a; MENEZES et al., 2009).

Segundo Cardoso (2004), com base nos mecanismos ou estruturas da semente envolvidas, a dormência pode ser classificada como: endógena e exógena. A dormência endógena é causada por algum bloqueio da germinação relacionada ao próprio embrião ou tecidos, quando envolve processos metabólicos é conhecida como dormência fisiológica e, dormência morfológica quando está relacionada às sementes com embrião não completamente desenvolvido. A dormência exógena, entretanto, é causada por tecidos da semente (extraembrionário), como o tegumento ou partes do fruto, podendo ser associada a fatores físicos, mecânicos ou químicos.

De acordo com Guimarães et al. (2000), a dormência em sementes de arroz estabelece uma resistência à germinação pré e pós-colheita e está relacionada diretamente ao nível de maturação das sementes. Assim, pode-se variar entre cultivares, lotes e ano de produção, estabelecendo-se durante o período de desenvolvimento da semente, sendo ainda afetada pelas condições de semeadura e colheita, entre outros fatores. Sua duração pode alcançar, em alguns casos, 11 semanas após a colheita ou 90 a 120 dias de armazenamento.

Várias causas são apontadas como responsáveis pela dormência em sementes de arroz. Para Amaral (1992), a temperatura e a umidade são fatores que exercem influência na instalação da dormência, pois temperaturas baixas no início da maturação e altas, em torno de 30 °C, dez a quinze dias após a floração, induzem a dormência em arroz. A interação das temperaturas elevadas, após a floração, com a presença de inibidores e a restrição de absorção ao oxigênio (O₂), pelo complexo casca-pericarpo, determinam a dormência na espécie.

Nas sementes de arroz, a casca impede a difusão de oxigênio para que se realize o processo germinativo e que, também a casca, consome oxigênio

(BEWLEY & BLACK, 1994b; MENEZES et al., 2009). Em relação à umidade, observa-se que a ocorrência de alta umidade no final da maturação pode interromper a difusão de ar entre os tecidos das sementes (TAKAHASHI, 1984; MENEZES et al., 2009).

Além destas causas apontadas como responsáveis pela dormência em sementes de arroz, destaca-se a presença de inibidores, como moléculas orgânicas relativamente simples e de baixo peso molecular, na forma de aldeídos, ácidos fenólicos, alcalóides, ácidos orgânicos, terpenóides como o ácido abscísico (ABA), entre outros, presentes tanto nas estruturas de cobertura, como no endosperma das sementes (KETRING, 1973; VIEIRA et al., 2000; MARCOS FILHO, 2005).

3.4. Tratamentos para superação de dormência em sementes

Em espécies com dormência imposta pela presença de inibidores, sabe-se que a remoção do tecido cotiledonar, promove a superação gradativa da dormência, pois assim como em arroz, esses compostos são responsáveis pela retenção de oxigênio, restringindo a sua chegada ao embrião (CÔME & TISSAOURI, 1973; FRANZIN, 2006). Em consequência da falta de determinação precisa das causas da dormência em arroz, surgem diversos tratamentos com finalidade de superá-la e promover a germinação das sementes (SESHU e DADLANI, 1991; MENEZES et al., 2009).

São indicados pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) para superação da dormência em sementes de arroz os seguintes tratamentos: pré-secagem a 40 °C – 50 °C, por 96 horas, em estufa com circulação de ar; imersão das sementes em água a 40 °C por 24 horas ou, preferencialmente imersão das sementes em solução de Hipoclorito de Sódio a 0,5 % por 16 - 24 horas, lavando-as e semeando imediatamente; ou ainda pré-aquecer as sementes a 50 °C e depois colocá-las em água ou em solução de Nitrato de Potássio (KNO₃), por 24 horas (BRASIL, 2009).

Além disto, para superar a dormência Lopes et al. (2011) atesta que tratamentos pré-germinativos vêm sendo empregados em sementes de várias espécies, acelerando e uniformizando o processo germinativo. A remoção e escarificação do endocarpo, o uso de ácido giberélico e a embebição das

sementes em água foram testados com sucesso em várias espécies. Entretanto, a associação destes métodos pode potencializar, ainda mais, a superação da dormência, levando a uma germinação mais uniforme.

3.5. Importância dos testes de vigor das sementes

O uso de sementes com potencial fisiológico elevado é fundamental na obtenção de resultados satisfatórios em culturas de expressão econômica, onde uma das ferramentas essenciais para alcançar esses resultados é a análise das sementes (MIGUEL et al., 2001).

O vigor pode ser definido, segundo Hampton & Tekrony (1995), como a soma total das propriedades da semente que determinam o nível de atividade e desempenho da semente ou do lote de sementes, durante a germinação e emergência das plântulas. As sementes que apresentam bom desempenho são chamadas “vigorosas”, enquanto as que apresentam fraco desempenho são chamadas “sementes de baixo vigor”. Ainda, o vigor de semente compreende as propriedades da semente que determinam o potencial para emergência e desenvolvimento rápidos e uniformes de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (AOSA, 1983).

Os testes de vigor são utilizados para diferenciar os níveis de vigor entre as sementes, distinguindo-as também entre seus lotes. De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), estes testes são classificados em métodos diretos e métodos indiretos. Os diretos seriam os métodos que procuram simular as condições (às vezes adversas) que ocorrem no campo e os indiretos procuram avaliar atributos que indiretamente se relacionam com vigor (físicos, biológicos, fisiológicos) das sementes. Os testes de vigor servem com base no crescimento de plântulas estão inseridos nas duas classificações de testes de vigor, por serem realizados tanto em condições laboratoriais como no campo (OLIVEIRA et al., 2009).

Conforme Wrasse (2006), o uso de testes de vigor associado ao teste de germinação para avaliação da qualidade da semente vem aumentando a cada ano, porém a maioria dos testes necessita períodos relativamente longos para a informação dos resultados. Estudos têm buscado alternativas aos produtores e a indústria sementeira no sentido de diminuir o tempo entre a recepção da

semente e a obtenção do resultado de sua qualidade fisiológica através de testes que avaliam a qualidade nos períodos que antecedem a formação da plântula.

O teste de germinação é o mais utilizado para avaliar a qualidade das sementes, por apresentar condições ideais para o pleno desenvolvimento da plântula, ser padronizado e apresentar ampla possibilidade de repetição dos resultados (MARCOS FILHO, 1999; WRASSE, 2006). No entanto, o teste não reflete o comportamento no campo e exige um período demorado para a obtenção dos resultados, em torno de 7 a 28 dias. E ainda, as sementes de arroz podem apresentar problemas relacionados à germinação, por períodos que podem variar até 120 dias após a colheita. Assim, a análise da qualidade fisiológica das sementes pode ser prejudicada por resultados que não indiquem o real potencial das sementes (WRASSE, 2006).

A avaliação do vigor de sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis, o que é de extrema importância na tomada de decisões durante o manejo de sementes após a maturidade. Esses testes são componentes de programa de controle de qualidade, para evitar o manuseio e comercialização de sementes de qualidade inadequada (PANOBIANCO & MARCOS FILHO, 1998; WRASSE, 2006).

Um grande número de testes tem sido sugerido para avaliar o vigor das sementes, porém se tem verificado que alguns testes apresentam maior potencial de uso para certas espécies (WRASSE, 2006). Para sementes de arroz tem sido utilizado o teste de primeira contagem da germinação, que apresenta facilidade de execução e rápida obtenção de resultados. É conduzido simultaneamente ao teste de germinação e pode ser eficiente na diferenciação da velocidade de germinação das sementes. Outro teste é o comprimento de plântulas, comumente, utilizado na avaliação do vigor em sementes de arroz, ao considerar as plântulas normais formadas, quando postas a germinar sob condições controladas de laboratório (NAKAGAWA, 1994).

Além desses, tem-se a velocidade de germinação que conforme Oliveira et al. (2009) é um teste baseado no princípio de que lotes de sementes que

possuem maior velocidade de germinação são mais vigorosos. Por isso através deste teste determina-se o vigor avaliando a velocidade da germinação das sementes. Diversos testes já foram pesquisados para a cultura do arroz (BARROS et al., 2003), mas nenhum deles é usado sem restrição, não só pela dificuldade de padronização, mas, essencialmente, porque os objetivos dificilmente são atingidos em face da grande variabilidade das condições ambientais observados na época e no local onde ocorrem os cultivos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade, localizado no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), *campus* Rio Madeira, na cidade de Humaitá.

No experimento foram utilizadas sementes de quatro cultivares de arroz: IRGA 417, BRS Tropical, Ouro Minas e Roraima. Para assepsia as sementes foram lavadas em água corrente, e posteriormente foram colocadas para secar por 30 minutos a temperatura ambiente de 25 °C.

Para superação da dormência do arroz, o experimento foi constituído de três tratamentos sendo estes: *i*) escarificação mecânica e imersão em água destilada; *ii*) escarificação química e imersão em água destilada e *iii*) imersão em água destilada sem causar dano ao tegumento. Para o tratamento de escarificação mecânica provocou-se abrasão do tegumento das sementes com a utilização de lixa nº 4 e posteriormente foram submetidas à imersão em água destilada por 24 horas. Para escarificação química, as sementes foram submetidas à imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 12,5 % por 24 horas. No tratamento em água, as sementes foram submergidas em água destilada por 24 horas.

4.1. Teste de Germinação

O teste de germinação das sementes foi realizado de acordo com a metodologia adaptada de RAS (BRASIL, 2009). Utilizou-se 6 repetições com 25 sementes para cada tratamento. As sementes foram acondicionadas em caixas gerbox, onde colocou-se papel germitest e umedecido com água destilada 2,0 a 3,0 vezes o seu peso. Em seguida, fez-se a semeadura das sementes, de forma equidistante, em cada gerbox previamente identificadas. As caixas foram levadas ao germinador (câmara úmida) em temperatura de 27,5 °C. Acompanhou-se o potencial germinativo, diariamente, em câmara úmida, por 6 dias, até a protusão da radícula atingir no mínimo 3 mm, estágio em que a semente foi considerada como germinada. A primeira contagem foi realizada no segundo dia e a segunda contagem no sexto dia. Após o término das

contagens, fez-se o cálculo da porcentagem de germinação para cada repetição, utilizando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Germinação} = \frac{Pn_1 + Pn_2}{N} \times 100$$

Onde:

Pn_1 = Plântulas normais da primeira contagem

Pn_2 = Plântulas normais da segunda contagem

N = Número total de sementes colocadas para germinar

Após isso, calculou-se a média das porcentagens das repetições para cada tratamento.

4.2. Testes de Vigor

Para avaliação do vigor das sementes, seguindo a metodologia adaptado de NAKAGAWA (1999) e RAS (BRASIL, 2009), foram utilizados os seguintes testes:

Velocidade de germinação: Este teste foi realizado, juntamente, com o Teste de germinação, conforme o procedimento descrito anteriormente. A contagem das plântulas foi realizada diariamente, a partir das primeiras plântulas normais. No final do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, calculou-se a velocidade de germinação para cada repetição utilizando as seguintes fórmulas:

IVG, uma fórmula de Maguire (1962) citado por Nakagawa (1999):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais contadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem

Outra fórmula utilizada é a de Edmond & Drapala (1958) citado por Nakagawa (1999):

$$VG = \frac{(N_1G_1)+(N_2G_2)+\dots+(N_nG_n)}{G_1+G_2+\dots+G_n}$$

Onde:

VG = velocidade de germinação (dias)

G₁, G₂, G_n, N₁, N₂, N_n = com os mesmos significados da fórmula anterior

Outra fórmula utilizada para avaliar a velocidade de germinação é a do coeficiente de velocidade de germinação (CVG) apresentada por Kotowski (1926), sendo a seguinte:

$$CVG = \frac{G_1+G_2+\dots+G_n}{N_1G_1+N_2G_2+\dots+N_nG_n} \times 100$$

Onde:

CVG = coeficiente de velocidade de germinação

G₁, G₂, G_n, N₁, N₂, N_n = com os mesmos significados das fórmulas anteriores

Calculou-se os valores de cada repetição, sendo que o valor de CVG do tratamento é obtido através da média aritmética das seis repetições.

Comprimento de plântula: Para este teste utilizou-se a metodologia adotada por Nakagawa (1999) citado por Brasil (2009). O teste foi realizado em rolo de papel (RP), utilizando 4 repetições com 18 sementes. As sementes foram distribuídas sobre uma linha no terço superior do germitest. Direcionou-se a região das sementes da ponta da radícula para baixo, e do epicótilo para cima. Os rolos foram colocados em pé, dentro do germinador (câmara úmida). Após o período de 14 dias no germinador, mediu-se as plântulas normais com uma régua, com graduação em cm. Foi aferido o comprimento total da plântula, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz principal. Calculou-se o comprimento médio de plântula utilizando a seguinte fórmula:

$$CP_m = \frac{CP_1+CP_2+\dots+CP_n}{P_n}$$

Onde:

CP_m = comprimento médio de plântula

CP₁, CP₂, CP_n = comprimento de plântula normal ou de sua parte

P_n = número de plântulas normais mensuradas

O resultado obtido foi em cm.

Peso da matéria seca de plântula: Para este teste também se utilizou a metodologia adotada por Nakagawa (1999) citado por Brasil (2009). Foi utilizado o teste de comprimento de plântulas para obtenção de dados. Após o período previsto no germinador, de 14 dias, as plântulas normais foram retiradas do substrato para a contagem. Em seguida, com auxílio de uma lâmina de aço descartável, retirou-se o restante da semente. Colocou-se a plântula (raiz e parte aérea) em saco de papel craft previamente pesado, separados por repetição. Posteriormente, o material foi posto para secar em Estufa termoeletrica regulada a 45 °C durante 72 horas. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador. Logo depois, pesou-se as amostras em balança de precisão de 0,001 g. Determinou-se o peso da matéria seca total das plântulas normais das repetições, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{MS plântulas} = \frac{P_s}{N} \times 1000$$

Em que:

P_s = Peso seco de plântulas normais

N = Número de plântulas normais

O resultado obtido foi em mg.plântula⁻¹, com números inteiros.

4.3. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) numa fatorial 4x3 com quatro genótipos e três tratamentos. Para comparar os tratamentos os valores obtidos foram submetidos a teste de média (Tukey 5%). Para a análise estatística foi utilizado o software Assistat versão 7.7 (SILVA, 2017).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de escarificação mecânica, de forma geral, apresentou valores positivos em relação ao tratamento água em que as sementes não foram danificadas (Tabela 1). Em trabalho realizado por Bruno et al. (2004), com *Adenantha pavonina*, constataram que a escarificação mecânica com lixa mostrou-se o mais eficiente tratamento para superação da dormência das sementes. O mesmo método foi utilizado por outros autores como Cruz et al. (1997) em *Psidium araça* Raddi, Moussa et al. (1998), em *Bauhinia monandra* Kurz e *Bauhinia unguolata* L., Hermansen et al. (2000), em *Dimorphandra mollis* Benth., e Santos et al. (2004), em *Sterculia foetida* L., e constataram a eficiência da escarificação mecânica para superação da dormência das sementes.

Tabela 1. Porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG), Índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de velocidade de germinação (CVG) nos tratamentos água, H₂SO₄ e mecânico

Tratamentos	Variáveis			
	PG (%)	VG (Dias)	IVG	CVG (%)
Água	0,96 a	2,09 b	13,12 a	0,49 a
H ₂ SO ₄	0,63 b	2,41 a	7,02 b	0,45 a
Mecânico	0,93 a	2,10 b	13,46 a	0,51 a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O tratamento H₂SO₄ foi o menos significativo, em relação ao tratamento água e o método mecânico (Tabela 1). E também não houve diferença positiva em nenhum dos parâmetros avaliados. Foi verificado por Lacerda et al. (2010), em experimento realizado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que não houve eficácia do tratamento com H₂SO₄, não diferindo do tratamento testemunha. Almeida (2002), em seu trabalho com sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero verificou que após o armazenamento de 6 meses, as comparações com a testemunha indicaram que os tratamentos promoveram, em valores absolutos, prejuízos fisiológicos latentes as sementes, na maioria

dos casos. O tratamento em ácido sulfúrico foi o que apresentou maior taxa desses prejuízos. O mesmo autor explica que com isso, foi possível verificar que alguns procedimentos capazes de favorecer a redução da dormência e a elevação imediata do desempenho fisiológico podem, com o passar do tempo, acelerar a deterioração das sementes.

Os tratamentos que apresentaram maior porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG) e índice de velocidade de germinação (IVG) foram os tratamentos água e o mecânico, não havendo diferença entre eles em relação ao tratamento em H₂SO₄ (Tabela 1). Em relação ao índice de velocidade de germinação, OLIVEIRA et al. (2009) explica que quanto maior o índice, maior será a velocidade de germinação das sementes.

As plântulas do genótipo IRGA 417 apresentaram maior potencial fisiológico por terem os maiores valores de plântulas normais aos 6 dias após a semeadura. Isso foi comprovado pelo índice de velocidade de germinação (IVG), no qual o genótipo IRGA 417 apresentou maior índice que os genótipos Roraima, Ouro Minas e BRS Tropical, que foram caracterizados como inferiores (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Schuch et al. (1999), com sementes de aveia preta e Machado (2002), com aveia branca, que observaram que sementes de qualidade inferior tiveram um aumento no tempo necessário para a protrusão da raiz principal em torno de um a dois dias, assim como também houve maior desuniformidade na germinação.

Tabela 2. Porcentagem de germinação (G), velocidade de germinação (VG), Índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de velocidade de germinação (CVG) nos genótipos Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical

Genótipos	Variáveis			
	PG (%)	VG (Dias)	IVG	CVG (%)
Roraima	0,83 a	2,00 bc	10,96 b	0,51 b
IRGA 417	0,87 a	1,73 c	15,19 a	0,62 a
Ouro Minas	0,86 a	2,16 b*	11,09 b	0,47 b
BRS Tropical	0,80 a*	2,91 a	7,56 c	0,34 c

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A velocidade de germinação apresentou os genótipos Roraima e IRGA 417 como de maior velocidade para formar plântulas normais em relação aos demais (Tabela 2). Segundo Oliveira et al. (2009) os dados obtidos de

velocidade de germinação correspondem à média ponderada do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação a germinação, ou seja, quanto menor este tempo, maior será a velocidade de germinação.

Ainda no mesmo parâmetro, verificou-se o genótipo BRS Tropical como o de menor velocidade para formar plântulas normais em relação aos demais (Tabela 2). A respeito disso, Villiers (1973) atesta que a menor velocidade de germinação se deve ao fato de que as sementes de menor vigor, antes de iniciarem o desenvolvimento do eixo embrionário, durante o processo de germinação, promovem a restauração das organelas e dos tecidos danificados, de maneira que o tempo consumido nesse processo amplia o período total para que a germinação e posterior emergência ocorram. Outros autores como Delouche e Baskin (1973), afirmam ainda, por mais que a velocidade de germinação seja considerada um indicativo do vigor, o processo de deterioração das sementes e da redução da velocidade de germinação não é um dos primeiros eventos que ocorrem internamente nas sementes. Sendo assim, pode não detectar os eventos iniciais da redução da qualidade.

O coeficiente de velocidade de germinação (CVG) não diferiu estatisticamente nos tratamentos utilizados (Tabela 1). No genótipo IRGA 417, verificou-se maior valor médio do coeficiente de velocidade germinação (Tabela 2). A respeito dessa variável, percebeu-se que não há muitos trabalhos científicos para avaliação do vigor de plântulas.

No teste de comprimento de parte aérea de plântula não foram observadas diferenças entre os genótipos avaliados (Tabela 3), nem entre os tratamentos (Tabela 4) a que foram submetidos. Este resultado pode ser comparado com o trabalho realizado por Pasqualli (2005), que identificou dificuldades para estratificação de lotes de sementes de arroz através do teste de comprimento de plântulas, principalmente quando os lotes avaliados apresentam potencial fisiológico elevado.

Tabela 3. Comprimento total de plântula (CTP), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz principal (CRP) nos genótipos Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical

Genótipos	Variáveis		
	CTP (cm)	CPA (cm)	CRP (cm)
Roraima	18,70 a	11,60 a	7,10 a
IRGA 417	18,70 a	11,80 a	6,90 a
Ouro Minas	17,50 a	10,80 a	6,70 a
BRS Tropical	18,50 a	11,10 a	7,40 a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

No comprimento de raiz principal de plântulas (CRP) os genótipos não demonstraram diferença significativa (Tabela 3). Os tratamentos água e o mecânico apresentaram maiores valores de comprimento de raiz principal de plântulas de arroz (Tabela 4), podendo ser caracterizados como sementes de qualidade superior que os demais genótipos. De acordo com o estudo realizado por Schuch et al. (1999) com aveia preta, observaram que sementes de alto vigor tiveram seus processos metabólicos acelerados, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária, resultando em maior comprimento de plântula, sendo que o comprimento de raiz é um parâmetro mais adequado do que o comprimento de parte aérea, para avaliar diferenças de vigor entre lotes de sementes de aveia.

No teste de comprimento total de plântula, não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados (Tabela 3). No entanto, verificou-se diferenças deste parâmetro nos tratamentos água e mecânico (Tabela 4). De acordo com Dan et al. (1987), as plântulas com maiores valores médios de comprimento são consideradas mais vigorosas, por resultarem de sementes com maior quantidade de reservas.

Tabela 4. Comprimento total de plântula (CTP), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz principal (CRP) nos tratamentos água, H₂SO₄ e mecânico

Tratamentos	Variáveis		
	CTP (cm)	CPA (cm)	CRP (cm)
Água	20,70 a	11,50 a	9,20 a
H ₂ SO ₄	14,33 b	11,03 a	3,30 b
Mecânico	20,00 a	11,40 a	8,60 a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

No parâmetro peso de massa fresca de plântula (PMFP), os genótipos que apresentaram maiores valores médios foram o Roraima e BRS Tropical (Tabela 5), diferindo dos demais genótipos avaliados. O tratamento mecânico com Lixa foi o que apontou maior valor médio de PMFP, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 6). A respeito dessa variável, percebeu-se que não há muitos trabalhos científicos para avaliação do vigor de plântulas.

Tabela 5. Peso de massa fresca de plântula (PMFP) e peso de massa seca plântula (PMSP) nos genótipos Roraima, IRGA 417, Ouro Minas e BRS Tropical

Genótipos	Variáveis	
	PMFP (mg.plântula ⁻¹)	PMSP (mg.plântula ⁻¹)
Roraima	39,60 ab	9,70 bc
IRGA 417	35,70 b	10,20 ab
Ouro Minas	35,10 b	8,70 c
BRS Tropical	42,70 a	10,90 a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Os genótipos IRGA 417 e BRS Tropical (Tabela 5) foram os que apresentaram maiores valores médios de peso seco de plântulas (PMSP). Verificou-se que os tratamentos água e mecânico tiveram maiores valores médios de PMSP (Tabela 6). Segundo Nakagawa (1999), para a determinação desses dados, as amostras que apresentam maiores pesos médios de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas. As sementes

vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria.

Tabela 6. Peso de massa fresca de plântula (PMFP) e peso de massa seca plântula (PMSP) nos tratamentos água, H₂SO₄ e mecânico

Tratamentos	Variáveis	
	PMFP (mg.plântula ⁻¹)	PMSP (mg.plântula ⁻¹)
Água	35,70 b	10,30 a
H ₂ SO ₄	37,00 b	9,40 b
Mecânico	42,10 a	9,90 ab

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Os testes que não apresentaram diferença significativa em nenhum dos genótipos avaliados como a porcentagem de germinação (PG), comprimento total de plântula (CTP), comprimento da parte aérea (CPA), e comprimento da raiz principal (CRP) podem ser explicados ao comparar o trabalho realizado por FERNANDES (2015), com a cultivar Guri Inta CL, onde obteve resultados semelhantes. Segundo esse autor, onde não foram obtidas diferenças entre os lotes de sementes avaliados, não significa ineficiência dos testes, mas que os lotes possuíam qualidade elevada e muita semelhança entre si.

6. CONCLUSOES

O método de superação mais viável foi o tratamento em água destilada sem dano ao tegumento.

Todos os genótipos apresentaram desempenho germinativo elevado, sendo considerados de alto vigor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. R. **Comportamento da dormência de sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas as ações do calor e do ácido sulfúrico.** 2002. 36f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

AMARAL, A.S. Aspectos de dormência em sementes de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.45, n.405, p.3- 6, nov./dez. 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS. **Seed vigour testing handbook.** Zurich, AOSA. Contribution n^o 32 to the handbook on seed testing. AOSA, 88 p. 1983.

BARROS, A. C. S. A.; JACOBSEN, F. L. L; SCHUCH, L. O. B. Testes de vigor em sementes de arroz. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, **Anais**, Camboriu, Brasil, p.574, 2003.

BEWLEY J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination.** Berlim: Springer Verlag, 1994a. 375p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2.ed. New York: Plenum Press, 1994b. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes.** Brasília: MAPA/SDA/ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mercado Interno.** 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em: maio 2015.

BRUNO, R. L. A. ALVES, A. U.; PORTO, M. L.; ALVES, E. U. Tratamentos pré-germinativos para superação da dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Revista Científica Rural**, v.9, n.1, p.95-104, 2004.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 323p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CÔME, D.; TISSAOURI, T. Interrelated effects of imbibition, temperature and oxygen on seed germination. In: Heydecker, W. (Ed). **Seed Ecology.** London, Butterworth. p.433-462, 1973.

CONAB. Arroz – Brasil 2011. **Série Histórica de: área, produtividade e produção.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 19/09/2012.

CONAB. Arroz – Brasil 2012. **Série Histórica de: área, produtividade e produção.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 15/03/2013.

CONAB. Evolução dos custos de produção de arroz no Brasil. **Compêndio de estudos CONAB.** V. 4, 2016.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, 40:436-443. 2000.

CRUZ, G. R. B.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P. Germinação de sementes de araçá (*Psidium araçá* RADDI-Myrtaceae): tratamentos pré-germinativos. **Informativo ABRATES**, v.7, n.1/2, p.259, 1997.

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 em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n3, p.45-55, 1987.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p.427-452, 1973.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.71, n.2, p.428-434, 1958.

FERNANDES, T. S. **Variação nas metodologias de análise de germinação e vigor em sementes de arroz e soja.** 2015. 146f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

FRANZIN, S. M. **Dormência e pré-germinação de sementes de arroz.** 20.03.2006. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.

GMACH, J. R.; COELHO, C. M. M.; STINGHEN, J. C; COSTA, F. R.; BELIZÁRIO, K.K.; PARIZOTTO, C. Métodos para superação da dormência em sementes de genótipos locais de arroz produzidos em sistema agronegócio. In: **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 8., 2013. Porto Alegre. *Resumos...*Porto Alegre: Cadernos de Agroecologia, p. 5, 2013.

GUIMARÃES, I. F. G.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A.; GONZALES, A. M. A. Comparação de métodos de superação de dormência em sementes de arroz. **Revista Científica Rural**, Bagé, v 5, n. 1. p.68-76, 2000a.

- HAMPTON, J.G. Conductivity test. In: **Seed Vigour Testing Seminar**. ISTA. Vigour Test Committee. Copenhagen, Denmark, p.10-28, 1995.
- HERMANSEN, L. A.; DURYEY, M. L.; WEST, S. H.; WHITE, T. L.; MALAVASI, M. M. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science and Technology**, v.28, n.1, p.581-595, 2000.
- KETRING, A L. Germination inhibitors. **Seed Science an Technololy. Noway**, v. 1, n.2 p.305-324, 1973.
- KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Sciences**, v.23, p. 176-184, 1926.
- LACERDA, M. J. R.; CABRAL, J. S. R.; SALES, J. F.; FREITAS, K. R.; FONTES, A. J. Superação de dormência de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu". **Semina: Ciências Agrárias**. V. 31, n. 4, p. 823-828. Londrina, 2010.
- LOPES, S. N.; AQUINO, C. FERNANDES.; MAGALHÃES, H. M.; JUNIOR, D. S. B. Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, 2011.
- MACHADO, R. F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. Pelotas. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Pelotas), Universidade Federal de Pelotas, 2002.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização, p. 1-21. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495p.
- MAGUIRE, J. A. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.
- MENEZES, N. L.; FRANZIN, S. M.; BORTOLOTTTO, R. P. Dormência em sementes de arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**. v.7, n.1, p.35-44. Alta Floresta, 2009.
- MIGUEL, M. H; CARVALHO, M. V.; BECKERT, O. P.; MARCOS FILHO, J. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agricola**. Piracicaba, vol.58, n.4, p.741-746, out/dez, 2001.

MOUSSA, H. et al. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid of Niger, West Africa. **Forest Ecology and Management**, v.104, n.1, p.27-34, 1998.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. p.49-86. In: VIEIRA, R D; CARVALHO, N M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1- 2:21.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**. Ano 2, n.4, p.21. Rio de Janeiro, 2009.

PASQUALLI, L. L. **Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionaria**. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

PANOBIANCO, M; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.306-310, 1998.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.1-6, 2004.

SESHU, D. V.; DADLANI, M. Mechanism of seed dormancy in rice. **Seed Science Research**, v.1, p. 187-194, 1991.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. & MAIA, M. S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT: Versão 7.7 pt. DEAG-CTRN-UFCG** – Atualizado em 01 de março de 2017. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 25 de maio de 2017.

SOSBAI. Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. **XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. Bento Gonçalves - RS, 2014.

TAKAHASHI, N. Seed germination and seedling growth. In: TSUNODA, S.; TAKAHASHI N. eds. **Biology of rice**. Amsterdam: Japan Sci. Soc. Press, Elsevier/Tokio, 1984. p.71-8.

VIEIRA, A.R.; VIEIRA, M. G. G. C.; OLIVEIRA, J. A.; SANTOS, C. D. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes dormentes de arroz

armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas. v.22, n.2, p.53-61, 2000.

VILLIERS, T. A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: The Pennsylvania State University Press, 1973, p.265-288.

WRASSE, C. F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.