

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DESEMPENHO
FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ

CARLA APARECIDA ASCOLI
Engenheira Agrícola e Ambiental

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**

**RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DESEMPENHO
FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ**

CARLA APARECIDA ASCOLI
Engenheira Agrícola e Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Carvalho da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Abril de 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

A815r Ascoli, Carla Aparecida.
Relação entre condutividade elétrica e desempenho fisiológico de sementes de arroz / Carla Aparecida Ascoli. – 2019
xii, 134 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Andréa Carvalho da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Sinop, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Qualidade fisiológica. 2. *Oryza sativa*. 3. Vigor de sementes. 4. Germinação. I. Título.

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

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35/Distrito Industrial - Cep: 78557267 - Sinop/MT
Tel : (66) 3531-1663/ramal - Email : ppgasinop@ufmt.br




FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Relação entre condutividade elétrica e desempenho fisiológico de sementes de arroz"

AUTOR : Mestranda CARLA APARECIDA ASCOLI

Dissertação defendida e aprovada em 10/04/2019.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Andréa Carvalho da Silva	
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Interno	Doutor(a)	Fernando Mendes Botelho	
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Externo	Doutor(a)	JONAS CUNHA NETO	
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Suplente	Doutor(a)	Adilson Pacheco de Souza	
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		

DADOS CURRIVULARES DO AUTOR

Carla Aparecida Ascoli nasceu em Terra Nova do Norte/MT, aonde cursou o ensino médio (2º grau) na Escola Estadual 12 de Abril de 2007 a 2009. No ano de 2010 ingressou no curso de graduação em bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental, na Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT *campus* universitário de Sinop, aonde no ano de 2012 (2012/1 e 2012/2), desenvolveu a atividade de Monitoria da disciplina de Agrometeorologia, atuou como secretaria no centro acadêmico de Engenharia Agrícola e Ambiental no mandato 2012/2013 e desempenhou a atividade de iniciação científica, no período de 2013 a 2014, no Programa Voluntariado de Iniciação Científica com o projeto “Uso do método de compostagem para ciclagem de nutrientes, com a finalidade de transformar resíduos agroindustriais em fertilizante orgânico”, o qual gerou um artigo publicado na revista *Nativa* (v.4, 2016), intitulado “Ciclagem de Nutrientes por Meio da Transformação de Resíduos em Fertilizante Orgânico”. Teve mais um artigo publicado na revista *Nativa* (v.6, 2018), fruto do trabalho de conclusão de curso, intitulado “Influencias do ENOS nas chuvas anuais da região amazônica do Mato Grosso”, que gerou também um resumo expandido publicado nos anais do evento XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – CBAgro, 2015 (v.19, 2015), intitulado “Efeito do El Niño e La Niña nas precipitações totais anuais na Bacia Hidrográfica do Rio Juruena, região Amazonica do Mato Grosso”. No final do período acadêmico atuou como estagiaria na empresa Agro Norte Pesquisa e Sementes, modalidade de estágio não obrigatório e posteriormente modalidade de estágio obrigatório, empresa a qual manteve vínculo empregatício do ano de 2015 até o ano de 2019. Obteve o título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental em março de 2015 e em agosto do mesmo ano ingressou como aluna especial no curso de pós-graduação em agronomia, ingressando como aluna regular em novembro de 2016 na modalidade *stritu senso*, Mestrado em Agronomia na linha de pesquisa Fitotecnia na Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* universitário de Sinop, obtendo o título de Mestre em Agronomia em 10 de Abril de 2019.

EPÍGRAFE

A ciência sem a religião é manca,
a religião sem a ciência é cega.

Albert Einstein

Só as nações fortes podem fazer
ciência, ou é a ciência que as
fazem fortes?!

Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por permitir que aqui eu esteja e me conceder a dádiva do conhecimento. Na vida Ele é o maior mestre que alguém pode conhecer. Ao divino Espírito Santo pelos seus dons, necessários a todo instante e a mãe Maria na sua divina imagem de Aparecida pela proteção e amparo nos caminhos da vida.

A minha mãe Teresinha Ascoli, pois sem ela nada seria possível, pelo amor e dedicação devotados a mim, por me ensinar seus valores e por mostrar que a vida é feita de etapas e que precisamos de muita força pra vencer cada uma delas.

Em especial ao meu pai Angelo Ascoli, pelo belo exemplo que me deixou o qual tenho orgulho em seguir hoje.

Aos meus colegas de curso pelos ensinamentos e lições de cada dia e a minha equipe de trabalho, Cassia, Karoline e Maria Roberta, que fizeram parte de todo esse esforço, sem em momento algum esquecer-me dos demais.

A professora Dra. Andréa Carvalho da Silva, que fez ser possível a conclusão desse mestrado. Também agradeço pelo exemplo, carinho, ensinamentos e empenho dedicado a mim e a elaboração desta dissertação.

Aos professores, os quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos, por proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas pelo exemplo pessoal, pela dedicação, por terem me ensinado e terem me feito aprender.

A uma das pessoas mais importantes - João Vitor Perozzo - por estar ao meu lado em mais essa etapa da minha vida, pela paciência, parceria e incalculável apoio.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte deste trabalho e da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xii
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 A cultura do arroz	15
2.2 Rizicultura, uma das <i>commodities</i> agrícolas	22
2.3 Importância da qualidade fisiológica das sementes	24
2.4 Determinação da qualidade fisiológica	26
2.4.1 Germinação	28
2.4.2 Vigor	30
2.4.3 Viabilidade	33
2.4.4 Condutividade elétrica da solução de exsudatos das sementes	35
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPITULO 2 – RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ.....	49
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Classificação por peneira	51
2.2 Granulometria dos grãos	51
2.3 Massa de sementes por peneira e Massa de mil sementes (MMs).....	51
2.4 Renda do benefício e porcentagem de sementes inteiras.....	52
2.5 Umidade ou teor de água (U)	52
2.6 Perfis colorimétricos da semente com casca e descascada	52

2.7 Primeira contagem do teste padrão de germinação	53
2.8 Teste padrão de germinação	53
2.9 Emergência em areia	54
2.10 Envelhecimento acelerado (EA)	54
2.11 Tetrazólio.....	54
2.12 Curvas de embebição (CE)	55
2.13 Condutividade elétrica da solução com exsudatos das sementes	56
2.14 Análise estatística	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
3.1 Características físicas	57
3.1.1 Tamanho, peso e formato	57
3.1.2 Renda do benefício e porcentagem das sementes inteiras	65
3.1.3 Umidade ou Teor de água.....	69
3.1.4 Colorimetria	71
3.2 Características fisiológicas	75
3.2.1 Teste da primeira contagem da germinação (PCG)	76
3.2.2 Teste padrão de germinação.....	79
3.2.3 Emergência em Areia.....	83
3.2.4 Envelhecimento Acelerado.....	85
3.2.6 Teste de Tetrazólio.....	92
3.2.7 Curva de Embebição	95
3.2.8 Condutividade Elétrica.....	102
3.2.9 Comparação entre os testes para avaliação do vigor das sementes	110
4. CONCLUSÕES	114
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
APÊNDICE	125

Apendice A. Caracterização das cultivares utilizadas	125
Apendice B. Tabelas complementares	128

RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ

RESUMO – A qualidade de uma semente é definida como um conjunto de características que estabelecem seu valor para a semeadura, considerando a interação entre os atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários. Estudando 3 cultivares de arroz, ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027, objetivou-se determinar o potencial fisiológico e correlacioná-lo com os testes de vigor e germinação e bem como, a viabilidade com o teste de condutividade elétrica. O experimento foi realizado nas safras de cultivo 2017/18, na área de produção da empresa Agro Norte Pesquisa e Sementes (ANPS) de Sinop/MT, assim como os testes conduzidos no laboratório interno de análise de sementes. Selecionou-se aleatoriamente 9 lotes (3 lotes por cultivar) de sementes de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) das cultivares ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. As sementes foram produzidas na safra 2017/18, com data de plantio para a cultivar ANa 8001 em 16/12/17 e ciclo de 112 dias, sendo as coordenadas geográficas do campo de produção 10,56° S e 55,03° W e para as cultivares ANa 9005 CL e ANa 9027 em 11/11/17 ambas com ciclo de 115 dias, coordenadas geográficas do campo de produção 11,44° S e 55,31° W. O teor de água e os testes de primeira contagem de germinação, germinação padrão, emergência em areia, tetrazólio e envelhecimento acelerado seguiram metodologia descrita por Brasil (2009) com alterações, para o envelhecimento acelerado foram determinadas as respostas de vigor em oito temperaturas (34, 38, 42, 43, 44, 45, 46 e 50 °C). Para a curva de embebição as sementes foram pesadas inicialmente e em períodos pré-definidos (2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 h) até se observar a emergência da radícula e para a curva de condutividade elétrica foram avaliados dois fatores de luminosidade (ausência e presença de luz (fotoperíodo de 8 h)), sob a temperatura de 25 ± 1 °C com 9 períodos de embebição (4, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 40 e 48 h). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado para todas as avaliações realizadas. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5 % de significância. As sementes da cultivar ANa 9027 apresentaram o menor desempenho fisiológico. O vigor da cultivar ANa 9027 foi de 69%, sendo estatisticamente menor do que as demais cultivares ANa 8001 (79,54%) e ANa 9005 CL (84,41%). Resultados semelhantes foram encontrados tanto nos testes diretos de germinação, quanto nos testes indiretos de viabilidade. As 3 cultivares de arroz estudadas seguem o mesmo padrão de absorção da água, sendo constatado que o teor de água absorvido desde o início do processo de hidratação e alcançado pelas sementes de arroz ao final do processo, com 72 h é afetada pela qualidade fisiológica e que sementes menos vigorosas apresentam menor velocidade de hidratação e umidade final. A mesma tendência da curva de embebição é observada na curva de condutividade elétrica, ou seja, a liberação de lixiviados segue o mesmo padrão de absorção de água, destaca-se que o teste de condutividade elétrica possa ser usado na determinação do vigor de sementes de arroz. Das metodologias testadas, na averiguação da qualidade fisiológica das sementes, para o teste de condutividade elétrica a melhor resposta foi obtida com a etapa de embebição realizada na ausência de luz (sem fotoperíodo), sendo possível a redução do período de imersão das sementes para 8 h com o intuito de diferenciar o potencial fisiológico das sementes de arroz acima de 80% de vigor, daquelas abaixo desse padrão.

Palavras-chave: qualidade fisiológica, *oryza sativa*, vigor de sementes, germinação

RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF RICE SEEDS

ABSTRACT – The quality of a seed is defined as a set of characteristics that establish its value for sowing, considering the interaction between the physical, genetic, physiological and health attributes. The objective of this study was to determine its physiological potential and to correlate with the vigor, germination and viability tests with the electrical conductivity test of 3 varieties of rice (ANA 8001, ANa 9005 CL and ANa 9027). The experiment was carried out in the 2017/18 crops, in the production area of the company Agro Norte Pesquisa e Sementes (ANPS) of Sinop / MT, as well as the tests conducted in the internal seed analysis laboratory. Seeds of rice (*Oryza sativa* L.) of the cultivars ANa 8001, ANa 9005 CL and ANa 9027 were randomly selected from 9 lots (3 lots per cultivar). The seeds were produced in the 2017/18 harvest, with planting date for the cultivar ANa 8001 on 12/16/17 and a cycle of 112 days, with the geographical coordinates of the production field 10.56 ° S and 55.03 ° W and for cultivars ANa 9005 CL and ANa 9027 on 11/11/17 both with 115 days cycle, geographical coordinates of the production field 11.44 ° S and 55.31 ° W. The moisture content and the first germination, standard germination, sand emergence, tetrazolium and accelerated aging tests followed the methodology described by Brazil (2009) with changes, for the accelerated aging the vigor responses were determined at eight temperatures (34, 38, 42, 43, 44, 45, 46 and 50 °C). For the soaking curve the seeds were weighed initially and at pre-defined periods (2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48, 60 and 72 h) until the radicle emergence and for the electrical conductivity curve, two factors of luminosity (absence and presence of light (photoperiod with 8 h)) were evaluated, under the temperature of 25 ± 1 °C with 9 soaking periods (4, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 40 and 48 h). A completely randomized design was used for all the evaluations. In the vigor parameter the ANA 9027 variety presents an average of 69%, being statistically below the other varieties ANa 8001 (79.54%) and ANa 9005 CL (84.41%), the same behavior is found in both the direct germination tests, indirect tests of viability. The 3 rice cultivars studied follow the same water absorption pattern, and it is verified that the water content absorbed from the beginning of the hydration process and reached by the rice seeds at the end of the process, with 72 h is affected by the physiological quality and that less vigorous seeds present lower rate of hydration and final moisture. The same trend of the imbibition curve is observed in the electrical conductivity curve, that is, the leachate release follows the same water absorption pattern, The same tendency of the imbibition curve is observed in the electrical conductivity curve, that is, the leachate release follows the same water absorption pattern, it is highlighted that the electric conductivity test can be used to determine the seed vigor of rice. From the methodologies tested, in the investigation of the physiological quality of the seeds, for the electrical conductivity test the best response was obtained with the imbibition stage performed in the absence of light (without photoperiod), being possible to reduce the period of immersion of the seeds to 8 h in order to differentiate the physiological potential of rice seeds above 80% of vigor, from those below this standard.

Keywords: Physiological quality, *oryza sativa*, seed vigor, germination

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O arroz é o terceiro grão com maior área cultivada e segundo dados da United States Department of Agriculture (USDA, 2015), a produção mundial de arroz base beneficiada ficará acima de 487,35 milhões de toneladas na safra 2018/19, sobre o consumo mundial, estimado em 488,06 milhões de toneladas (WASD, 2018). Especialmente na Ásia, o arroz é base da alimentação de sua população, sendo o continente Asiático o maior consumidor e produtor (cerca de 109 milhões de toneladas previstas para a safra 2018/19 desse cereal) (CONAB, 2018).

A cadeia orizícola brasileira apresenta-se como uma das mais importantes para o agronegócio por ser um produto de elevado consumo interno, com o consumo de 11.911,8 mil toneladas previstas para a safra 2018/19, sendo o terceiro grão com maior área cultivada, além de representar um volume expressivo da produção de grãos no Brasil, que fica responsável por 76,8% da produção do total do bloco do Mercosul que é de 15,3 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

Ainda de acordo com a Conab, 2018, a área cultivada estimada no Brasil para a implantação da cultura do arroz safra 2017/18 é de 1.97 milhões de hectares. A produtividade do arroz nessa mesma safra deverá ser de 6.119 kg.ha⁻¹, sendo a produção total esperada, de 12.071,0 mil toneladas.

Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (2015) a taxa de utilização de sementes certificadas a nível nacional situou-se ao redor de 56% na safra 15/16, com uma produção total de sementes de 215,88 t. Para o estado de Mato Grosso a produção de sementes na safra 15/16 foi de 49,99 t e uma taxa de utilização de 52% (ABRASEM, 2016).

Para a implantação de uma lavoura que propicie rendimento econômico ao produtor é imprescindível a análise da qualidade genética, física, fisiológica e sanitária das sementes. A qualidade genética envolve a pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade do grão produzido, resistência a condições adversas de solo e clima,

dentre outros, aliado à qualidade física descrita principalmente pela pureza, umidade e integridade física. Para avaliação da qualidade fisiológica, o vigor das sementes é um dos principais atributos a ser considerado (emergência rápida e uniforme e plântulas bem desenvolvidas, por exemplo).

Para Tekrony e Egli (1989), o uso de sementes de alto vigor é justificado em todas as culturas, para assegurar adequada população de plantas sobre uma ampla variação de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência, possibilitando o aumento na produção. Para uma densidade de plantas adequada se faz necessário o uso de sementes sadias que não contenham insetos, fungos, vírus, bactérias ou tratadas com produtos químicos, reduzindo a infestação e/ou infecção das sementes.

De forma geral, o uso de semente de boa qualidade é extremamente importante, por ser um insumo básico em qualquer sistema de produção agrícola para alcançar altas produtividades de grãos. O uso de sementes de alta qualidade propicia melhor estabelecimento inicial de lavoura, aumenta a eficiência de uso de fertilizantes e corretivos reduzindo os prejuízos causados pela competição com plantas daninhas, por garantir adequada população de plantas de arroz evitando a dispersão de sementes de plantas espontâneas e de doenças.

A qualidade fisiológica inicial das sementes é afetada por diversos fatores, como temperatura e umidade relativa do ar e umidade das sementes, além da ação de fungos e de insetos (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; SILVA et al, 2010).

Os testes e determinações para avaliação da qualidade de sementes seguem metodologias estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O teste de vigor é o mais utilizado na determinação da qualidade fisiológica e é realizado concomitantemente ao teste padrão da germinação, que tem em média uma duração de 14 dias para obtenção de resultados.

Como alternativa mais rápida ao teste de vigor, tem-se o teste de condutividade elétrica da solução dos exsudatos das sementes, que avalia indiretamente a integridade das membranas celulares dos tecidos que

compõem a semente. Sementes com baixo vigor tendem apresentar maior lixiviação de solutos e, conseqüentemente, maior condutividade elétrica (FESSEL et al., 2006; OLIVEIRA, 2012; DELAZER, 2016).

Existe um grande interesse na determinação do vigor das sementes de várias espécies pela condutividade elétrica, dada à rapidez do processo de deterioração, ou seja, possibilita a detecção na sua fase inicial (DELOUCHE; BASKIN, 1973; DIAS; MARCOS FILHO, 1995, SOUZA, 2007; SOUZA, 2016).

Além de ter um tempo de condução inferior quando comparado a outros testes se conduzido de forma adequada fornece uma boa estimativa da qualidade fisiológica da semente.

Em estudos realizados com sementes de soja, Paiva Agüero (1995) e Prado et al. (2015), observaram que o teste de condutividade elétrica permitiu estimar o desempenho de lotes de sementes no teste de emergência.

Do mesmo modo, Santos (2014) verificou correlação significativa entre os resultados dos testes de condutividade elétrica e os de germinação. Ayala-Aguilera e Menezes (2000) e Barreto (2014) constataram que os testes de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica são bons indicadores para selecionar cultivares de soja em relação à qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do arroz

O arroz (*Oriza sativa* L.) é uma espécie monocotiledônea de ciclo anual, pertencente à família Poaceae, de origem asiática, mais especificamente no sudoeste da Ásia (CASTRO; KLUNGE, 1999). Cultivado mundialmente, em diferentes altitudes e latitudes, o arroz pode ser produzido em solos inundados devido sua característica hidrófila, porém se adapta também ao cultivo em sequeiro (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002; SOSBAI, 2005).

O fruto do arroz é do tipo cariopse, envolto pela palea e lema, e a semente é constituída de endosperma amiláceo, tegumento e embrião, de formato alongado e com dimensões variando conforme a cultivar (WALTER et al., 2008).

Os carboidratos são os principais constituintes do arroz. Representam em média 85% da composição química média da semente (PESKE et al. 2003). Sua função principal é o fornecimento de energia para a retomada de desenvolvimento do embrião durante a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

O grão de arroz contém dois tipos de amido: amilose e amilopectina, ambos são polímeros de glicose (BEWLEY et al., 2006). Aumentos ou decréscimos no teor de uma delas refletem de forma inversa no teor da outra (VIEIRA, 2004). O teor de amilose está correlacionado com as propriedades texturais, como maciez, coesão, cor, brilho e com volume de absorção de água e expansão (KENNEDY; BURLINGAME, 2003).

O meio ambiente influencia o conteúdo de amilose, temperaturas altas durante a maturação dos grãos diminuem o teor de amilose, podendo variar até 6% de uma estação de cultivo para outra (SOAVE et al., 1995).

Além do amido também estão presentes açúcares livres e fibra (WALTER et al., 2008). O arroz apresenta pequena quantidade de açúcares livres, localizados principalmente nas camadas externas do grão (MATSUO, 1995).

Os açúcares livres são utilizados como fonte de energia e para a formação de paredes celulares e protoplasma (MARCOS FILHO, 2005). O conteúdo de proteínas no arroz é considerado baixo (WALTER et al., 2008). As proteínas têm fundamentalmente a função de prover o nitrogênio para o embrião durante a germinação e para a plântula, em seu estágio inicial de desenvolvimento.

A legislação brasileira prevê uma renda base de 68% para o rendimento de benefício, sendo que valores abaixo desses estão fora das exigências para comercialização do produto (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Estas exigências estão correlacionadas com as características genéticas de cada cultivar, condições climáticas e práticas culturais durante o desenvolvimento, maturação e colheita do grão, assim como tipos de processamento e manejo pós-colheita (BHATTACHARYA, 1980). Colheitas realizadas com umidade muito alta possibilitam, no momento do beneficiamento, alta porcentagem de grãos mal formados, gessados e imaturos; colheitas realizadas tardiamente

levam a um rendimento crescente de grãos quebrados no processo de beneficiamento (MARCHEZAN, 1991).

A estrutura do grão de arroz (Figura 1) é caracterizada pela cariopse e por uma camada protetora, que constituem a casca, que é composta por duas folhas modificadas, a pálea e a lema, que envolvem a cariopse e que correspondem a cerca de 20% da massa do grão (VIEIRA; RABELO, 2006).

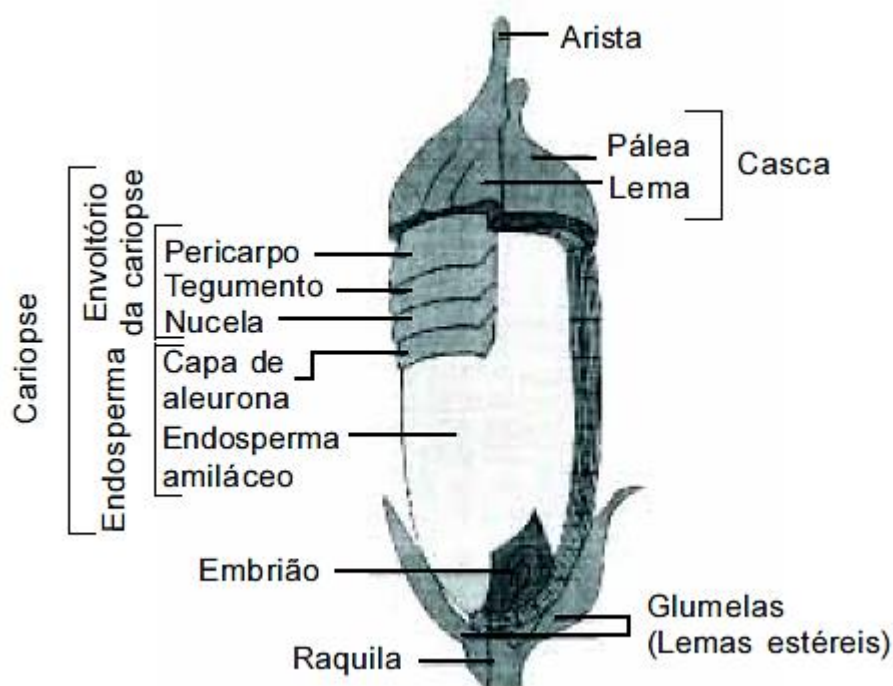


Figura 1. Estrutura das sementes de arroz (*Oryza Sativa*) (Fonte: VIEIRA; RABELO, 2006).

A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas denominadas por pericarpo, tegumento, nucela e a capa de aleurona que envolve o endosperma amiláceo (JULIANO; BECHTEL, 1985). O endosperma forma a maior parte do grão (89-94%) e consiste de células ricas em grânulos de amido e com alguns corpos protéicos e o embrião ou gérmen está localizado no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lipídios, e representa 2-3% do arroz (JULIANO; BECHTEL, 1985; VIEIRA; CARVALHO, 1999).

O embrião ou gérmen (Figura 2) é formado pelo eixo central que conte o coleótilo, plúmula, raízes seminais, radícula, coleorriza e pelo escutelo.

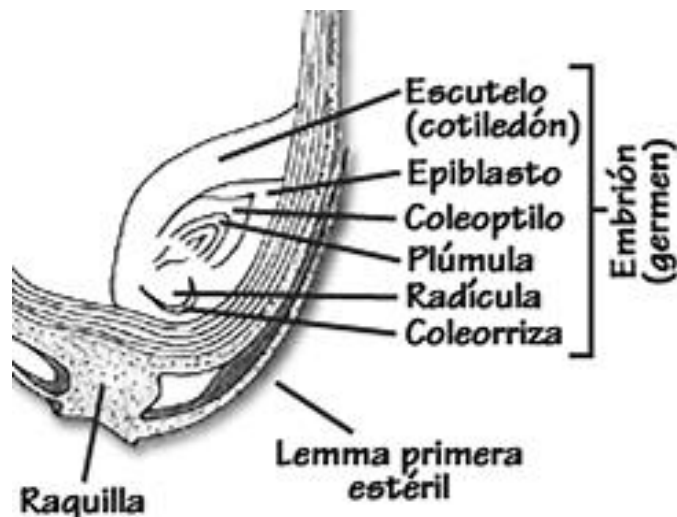


Figura 2. Detalhe das partes constituintes do embrião ou germen de sementes de arroz (Fonte: MCLEAN et al., 2002).

Para germinar a semente precisa se reidratar, esse processo de reidratação é chamado de embebição. As sementes endospermicas, como de arroz, necessitam atingir teores de água em torno de 30% a 35% durante a embebição para que ocorra a germinação (MCDONALD et al., 1994).

A embebição é um processo físico ligado às propriedades das substâncias coloidais, verificando-se, portanto, tanto em sementes vivas com em mortas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Com a absorção de água, as substâncias coloidais aumentam de volume produzindo a pressão de embebição. No caso particular das sementes esta pressão pode atingir valores altos, centenas de atmosferas, sendo este fato de grande importância para levar ao rompimento do tegumento ou do fruto (STREET; COCKBURN 1972).

O processo de germinação é o desenvolvimento do embrião em radícula e coleóptilo, e leva de 5 a 7 dias dependendo da temperatura e umidade do solo. O processo de germinação se inicia pela embebição, posterior ativação e estádios de crescimento pós-germinação. A absorção durante o estágio de ativação é mínima comparativamente ao estágio de embebição, ao final deste estágio, a ponta do coleóptilo emerge a partir da ruptura da casca, subsequentemente, o coleóptilo cresce e a primeira folha emerge (YOSHIDA, 1981). Os vários estádios da germinação da semente de arroz são mostrados na Figura 3.

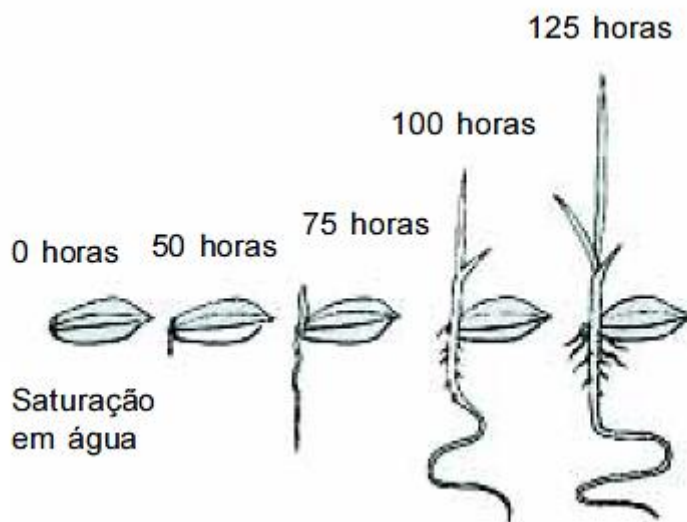


Figura 3. Estádios de germinação da semente de arroz (*Oryza Sativa*) (VERGARA, 1979).

Os tipos de colóides encontrados em sementes são geralmente as proteínas, as principais responsáveis pela embebição, havendo ainda uma contribuição por parte das mucilagens, celulose e pectinas, enquanto o amido, comum em cereais, não contribui para a embebição, exceto em condições de alta temperatura e pH baixo, portanto, em condições não encontradas naturalmente na semente (SILVA; SILVA, 2007).

Diferentes partes das sementes absorvem água a velocidades diversas. O tegumento absorve a uma velocidade menor que as outras estruturas da semente, como tecido de reserva e eixo embrionário, e após completa reidratação, desempenha apenas função transportadora de água do meio ambiente para interior de semente. O eixo embrionário absorve água mais rapidamente e de forma contínua, uma vez que além do alongamento de suas células, dá origem também a novas células e parte da água vai se tornar elemento de constituição destas. O tecido de reserva absorve a uma velocidade intermediária entre aquela do tegumento e do eixo embrionário, e após completar sua reidratação atua apenas como reservatório (BURCH; DELOUCHE, 1959, BEWLEY; BLACK, 1994).

Essa absorção de água pela semente ocorrerá independentemente de sua qualidade fisiológica, ou seja, em sementes viáveis e inviáveis, pois basta

que contenham sítios de ligação ou de afinidade pela água (GUIMARÃES et al., 2008).

A hidratação das sementes depende de sua composição química, da permeabilidade do tegumento (BECKERT; SILVA, 2002), espécie, disponibilidade de água, área de contato, temperatura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), tamanho e forma dos poros das sementes e quantidade de cera na epiderme (CALERO et al., 1981).

O processo de hidratação das sementes segue um padrão trifásico (Figura 4) como apresentado por Bewley e Black (1994), onde na primeira fase a absorção ocorre de forma rápida, devido à diferença de potencial matricial entre a semente e o substrato e é caracterizada pelo início da degradação das substâncias de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

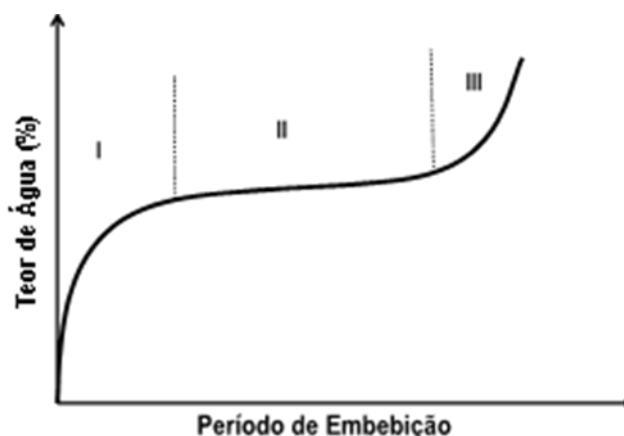


Figura 4. Padrão trifásico de absorção de água pelas sementes durante a germinação (Fonte: BEWLEY; BLACK, 1978).

Na segunda fase, a semente absorve água muito lentamente, estabelecendo-se, aparentemente, a reativação do metabolismo, o transporte ativo e aumento da difusão de substâncias desdobradas na fase anterior do tecido de reserva para o tecido meristemático que são regiões de marcante metabolismo como a radícula (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Na terceira fase, torna-se visível a retomada do crescimento do embrião, identificada pela protrusão da raiz primária, etapa alcançada apenas por sementes vivas e não dormentes (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Marcos Filho (2005) teores de água entre 20 a 30% são considerados mínimos para as atividades enzimáticas de reações anabólicas,

reestruturação do sistema de membranas e síntese de proteínas e ácidos nucléicos na germinação. As sementes ao atingirem teor de água de 30 a 40% apresentam síntese de proteínas e ácidos nucléicos, associada à ativação de mecanismos de reparo de membranas e DNA e quando atingem teor de água superior a 41% ocorre complementação da germinação.

Outro fator de extrema influencia é a temperatura do ar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do arroz. Cada fase fenológica tem a sua temperatura crítica ótima, mínima e máxima (MARCOS FILHO, 2005).

As faixas de temperatura ótimas variam de 20 a 35 °C para germinação, de 30 a 33 °C para a floração e de 20 a 25 °C para a maturação, valores que podem ser verificados na Tabela 1. A planta do arroz não tolera temperaturas excessivamente baixas nem excessivamente altas.

Tabela 1. Faixa de temperatura ideal para cada estágio de desenvolvimento da cultura do arroz (*Oryza Sativa*) (Fonte: YOSHIDA, 1981)

Estádio de desenvolvimento	Temperatura crítica (°C) ¹		
	Baixa	Alta	Ótima
Germinação	10	45	20-30
Emergência	12-13	35	25-30
Estabelecimento da plântula	12-13	35	25-30
Desenvolvimento da raiz	16	35	25-28
Alongamento da folha	7-12	45	31
Perfilhamento	9-16	33	25-31
Iniciação do primórdio floral	15	35	25-30
Emergência de panícula	15-20	38	25-28
Antese	22	35	30-33
Maturação	12-18	30	20-25

¹ Refere-se à temperatura média diária, com exceção da germinação.

2.2 Rizicultura, uma das *commodities* agrícolas

Entre os produtos destinados à alimentação humana, a rizicultura é a segunda em importância, ficando atrás, apenas, do trigo. O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento de mais da metade da população mundial. Em algumas partes do mundo, especialmente na Ásia, o arroz e seus subprodutos são a base da alimentação de sua população, sendo responsável por 60 a 70% do consumo calórico de mais de 2 bilhões de pessoas (FAO, 2004).

Segundo dados do United States Department of Agriculture (USDA) a produção mundial prevista para a safra 2018/19 é de 487,35 milhões de toneladas, com um consumo previsto de 488,06 milhões de toneladas, com um estoque inicial previsto de 143,89 milhões de toneladas, o que representa crescimento de 6,89 milhões de toneladas (1,43%). A Conab (CONAB, 2018b) destaca que é a primeira vez nos últimos anos que o consumo mundial de arroz será superior a produção.

Atualmente, no Brasil, o arroz ocupa o terceiro lugar em área cultivada com culturas anuais (CONAB, 2015), sendo essa cultura produzida sob diversos sistemas de cultivo, destacando-se o cultivo de sequeiro, também chamado de “cultivo em terras altas”, e o cultivo de arroz irrigado. O cultivo em terras altas adota o plantio logo após o início das chuvas. De acordo com Vieira (1999), o arroz é um cereal produzido em todo o país, representando a principal fonte de renda agrícola de alguns estados.

Segundo o último levantamento de safras da Conab, a safra 2017/18 de arroz foi de aproximadamente 11,7 milhões de toneladas, abaixo da média histórica produtiva de 12,0 milhões de toneladas. Ainda sobre a safra 2017/18, o consumo esteve em torno de 12,0 milhões de toneladas, com uma área plantada de 1.972,8 mil ha e uma produtividade média de 6.119 kg ha, chegando a uma produção final de 12.071,0 mil toneladas, um decréscimo de 2,1% em relação à safra 2016/17 (CONAB, 2018a).

O Centro-Oeste é a terceira maior região produtora de arroz do Brasil e tem participação de 2,53%, predominando o cultivo em sequeiro. Acompanhando a tendência brasileira, houve ganho de produtividade desde a

safra 1976/77, chegando a 213% de variação desta safra (1.169 kg ha^{-1}) para a safra de 2017/18 (3.669 kg ha^{-1}). Já a área, assim como a produção, tem uma variação muito grande a cada ano nesta região em virtude, basicamente, da concorrência com a soja, visto que as duas culturas são cultivadas no mesmo período. Isso fez com que o arroz perdesse sua expressão a cada nova safra em razão dos preços mais atrativos da oleaginosa (CONAB, 2015).

No Mato Grosso a cultura do arroz em sistema de cultivo em terras altas foi utilizada como pioneira para a abertura de novas áreas, por ser pouco exigente em insumos e tolerante a solos ácidos. De acordo com dados da Conab, este processo de abertura de área no estado de Mato Grosso teve seu pico em 1976, período em que a cultura ocupou uma área superior a 1,5 milhão de ha, com produtividade média de 1.355 kg ha^{-1} (CONAB, 2015).

Na safra 2017/18 o Mato Grosso apresentou produtividade média em torno de 3.280 kg ha^{-1} , rendimento 0,5% superior aos observados na safra 2016/17. Na soma das áreas de sequeiro e irrigado espera-se uma produção de 490,20 mil toneladas em uma área total de 149,30 mil hectares (CONAB, 2018b). O arroz irrigado é plantado na segunda safra, em áreas de pivô, que antes foram ocupadas por lavouras de soja de ciclo precoce. A sucessão com o arrozal deve-se aos bons preços no mercado, além da rotação de cultura com a oleaginosa.

No período de 1980 a 2014, a área cultivada com arroz em terras altas apresentou uma redução de 80,05%, passando de 884 mil ha para 176,3 mil ha, por outro lado, nesse mesmo período, a produtividade teve um aumento significativo, evidenciando um acréscimo de 151,30%, passando de 1.307 kg ha^{-1} para 3.285 kg ha^{-1} . Esses números refletem a realização de pesquisas e a adoção das recomendações técnicas na cultura do arroz de sequeiro (EMBRAPA, 2003).

Este crescimento prova o melhoramento dos rendimentos, já que as áreas ocupadas diminuíram neste mesmo período. A introdução de novas cultivares de arroz, mais produtivas e mais adaptadas às preferências do mercado, contribuiu amplamente a esta dinâmica rizícola nos estados do Centro-Oeste.

Atualmente, no estado de Mato Grosso, a concentração da indústria de beneficiamento de arroz está situada na região de Sinop (médio-norte), próxima aos maiores redutos de produção do cereal.

Mesmo assim, sabe-se que o abastecimento estadual é sobremaneira suprido pelo produto beneficiado vindo de outras unidades da Federação, especialmente do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, tradicionais produtores de arroz (CONAB, 2015).

Frequentemente citada como exemplo à rizicultura em sequeiro do centro-oeste brasileiro, intensiva e mecanizada, corresponde na realidade a uma dinâmica agrícola de frente pioneira baseada essencialmente no desenvolvimento da soja. Esta é uma cultura de exportação em forte expansão em todo o Brasil, que se beneficia de um mercado muito organizado e de compradores e preços garantidos (SOUZA et al., 2005).

A produção de sementes de arroz no Brasil ficou em torno de 215.880 toneladas na safra 2015/16, com uma taxa de utilização de 56%. Segundo levantamento realizado pela Abrasem em 2016 o Mato Grosso produziu-se 3,43 toneladas de sementes de arroz categoria Básica, 10,44 toneladas de sementes certificada categoria C1 e 9,60 toneladas de sementes certificadas categoria C2, 3,64 toneladas de sementes sem certificação categoria S1 e 31,50 toneladas de sementes sem certificação categoria S2, com uma taxa de utilização de 52%.

2.3 Importância da qualidade fisiológica das sementes

Para que o agricultor obtenha sucesso no cultivo da lavoura do arroz, se faz necessário que tome alguns cuidados. Dentre estes cuidados se destaca o uso de sementes de boa qualidade e de alto potencial fisiológico.

O estabelecimento inicial de uma lavoura depende essencialmente do potencial fisiológico das sementes utilizadas na semeadura. A porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas dependem desse potencial. Sementes de alta qualidade resultam em plântulas fortes, vigorosas, bem desenvolvidas e que se estabelecem nas diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e de desenvolvimento

das plantas (FRANÇA NETO et al., 2010). Como consequência, a lavoura terá menores problemas com incidência de plantas daninhas, menor necessidade de herbicidas, de ressemeadura, dentre outros, o que garante uma lavoura com maior desempenho e conseqüentemente melhor índices de produtividade.

Lavouras com alta população de plantas potencializam o acamamento e maiores índices de ocorrência de doenças, por outro lado, a baixa população de plantas facilita a disseminação de plantas invasoras, diminui a produtividade ou pode até haver a necessidade de se fazer ressemeadura.

Inicialmente, o tema qualidade de sementes era abordado como qualidade física, qualidade fisiológica, qualidade sanitária, entre outros termos semelhantes. A partir da segunda metade da década de 1990, pesquisadores concluíram que atributos isolados não eram suficientes e adequados para determinar o desempenho de um lote de sementes (FERNANDES, 2015).

Nesse sentido, Marcos Filho (1998) definiu qualidade de sementes como um conjunto de características que estabelecem seu valor para a sementeira, indicando que a qualidade das sementes só pode ser identificada, de forma consistente, quando é considerada a interação entre os atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários.

A interação entre esses atributos é o que confere a semente a garantia de um elevado desempenho agrônômico. Para a semente ser considerada de alta qualidade, deve ter características fisiológicas e sanitárias, tais como sementes com alta taxa de germinação (dentro dos padrões mínimos legais e com boa emergência de plântulas a campo), e de sanidade como sementes livres de patógenos como fungos, vírus, nematoides e bactérias que poderão disseminar doenças e livres de sementes de plantas daninhas, bem como garantia de pureza física e varietal, com qualidade genética e geneticamente pura (FRANÇA NETO, 1984).

O vigor das sementes é um dos principais atributos da qualidade fisiológica a ser considerado na implantação de uma lavoura.

Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade de emergência, na uniformidade, na emergência total, no tamanho inicial e no estabelecimento de estandes adequados (HOFSTADT, 2004; MACHADO, 2002;

VANZOLINI; CARVALHO, 2002; SCHUCH et al., 1999; SCHUCH; LIN, 1982).

Os padrões mínimos legais de germinação para as sementes de arroz são estabelecidos pela instrução normativa N° 25, de 16 de dezembro de 2005, que estabelece germinação mínima de 80%, para as 5 categorias (Básica, C1, C2, S1 e S2), com pureza mínima de 99,0% e porcentagem máxima de outras sementes de 0,05 a 0,1%

Diversos são os fatores que podem influenciar o vigor das sementes, entre eles, as condições climáticas, o material genético, a ocorrência de patógenos e insetos associados à semente, a nutrição da planta-mãe, o manejo durante a colheita, a secagem, o beneficiamento, a embalagem e o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Enquanto que a qualidade sanitária é obtida com o uso de sementes sadias e livres de qualquer organismo patogênico, como fungos, bactérias, vírus e nematoides (BRASIL, 2009b).

Alguns estudos realizados por Costa et al., (2001) e Mesquita et al. (1999) mostraram que apesar de toda tecnologia disponível, a qualidade da semente proveniente de algumas regiões tem sido severamente comprometida em função dos elevados índices deterioração por umidade elevada, de lesões de percevejos, de quebras e de danos mecânicos.

Apesar dos avanços tecnológicos para a produção de arroz, tais como melhoramento genético, irrigação, manejo da cultura, entre outros, a taxa de utilização de sementes tem sido ao redor de 56%. Comparando a taxa de utilização de sementes certificadas com a produtividade obtida na lavoura de soja, em diversos estados brasileiros, Carraro (2001) constatou que, quanto maior o uso de sementes certificadas, maior a produtividade ao longo dos anos. Mew et al. (2002), demonstraram que sementes certificadas produziram 11% mais do que sementes próprias dos agricultores, ocasionado pelo crescimento inicial uniforme em decorrência da qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

2.4 Determinação da qualidade fisiológica

Para a avaliação da qualidade de uma semente são utilizados tanto testes físicos quanto testes que determinam a qualidade fisiológica, a junção

dessas avaliações nos dá o parâmetro geral de qualidade fisiológica das sementes.

Os testes físicos avaliam aspectos morfológicos das sementes que influenciam no vigor, como tamanho, peso, massa específica e coloração das sementes. Já os testes fisiológicos determinam a atividade fisiológica específica e são descritos em função da classificação do vigor das plântulas, primeira contagem do teste de germinação, velocidade de germinação ou de emergência das plântulas, envelhecimento acelerado, teste de exaustão, crescimento das plântulas, teste de tetrazólio, entre outros.

A Lei Federal nº 10.711 de 05 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, conceitua a análise de sementes como um grupo de procedimentos técnicos utilizados para avaliar a qualidade e identidade da amostra, e o boletim de análise como documento emitido por laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, onde são apresentados os resultados da análise.

Para a avaliação da qualidade de sementes são empregadas metodologias padronizadas, especialmente para o teste de germinação e primeira contagem. Assim, foram criadas duas associações que estabelecem regras para amostragem e para análise de sementes; a Associação Oficial de Analistas de Sementes (AOSA), fundada em 1908 na América do Norte; e a Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA), fundada em 1924 na Europa.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes passou a ser realizada com Nobbe em 1876, que desenvolveu procedimentos básicos para a condução do teste de germinação. Posteriormente, nos anos 1940, foram estabelecidas as primeiras metodologias para o hoje consagrado teste de tetrazólio (MARCOS FILHO, 2005).

No Brasil as primeiras normas para análise de sementes foram publicadas em 1956. Porém, em 1967 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a primeira edição das Regras para Análise de Sementes (RAS), baseadas nas regras da ISTA e AOSA. Posteriormente, essas regras foram revisadas e novas edições foram publicadas em 1976,

1980, 1992 e a última em 2009.

2.4.1 Germinação

A germinação corresponde ao conjunto de processos associados com a fase inicial do desenvolvimento da estrutura da planta, descrevendo o crescimento do embrião e do eixo radicular (CARDOSO, 2004). A germinação é uma sequência ordenada de atividades metabólicas divididas em fases que resultam na formação de uma plântula (BEWLEY; BLACK, 1994).

O teste de germinação é realizado com o objetivo de determinar o máximo potencial germinativo de um lote de sementes, podendo ser utilizado para comparar a qualidade de lotes diferentes e caracterizar a qualidade fisiológica, estabelecer parâmetros para comercialização e determinar a taxa de semeadura (BRASIL, 2009a; COIMBRA et al., 2007; MARCOS FILHO, 2005).

A germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009b).

A realização deste teste ocorre sob condições controladas, de alguns ou de todos os fatores externos, com o objetivo de obter todas as condições favoráveis para o desenvolvimento da semente: temperatura, iluminação e água, o teste é executado em laboratório e a porcentagem de germinação corresponde ao número de sementes que produziram plântulas consideradas normais.

Plântulas normais são aquelas que mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis. Para que uma plântula possa continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal deve apresentar as estruturas essenciais, definidas em sistema radicular, raiz primária e em certos gêneros, raízes seminais, parte aérea, mesocótilo e coleótilo em Poaceae (Figura 5).

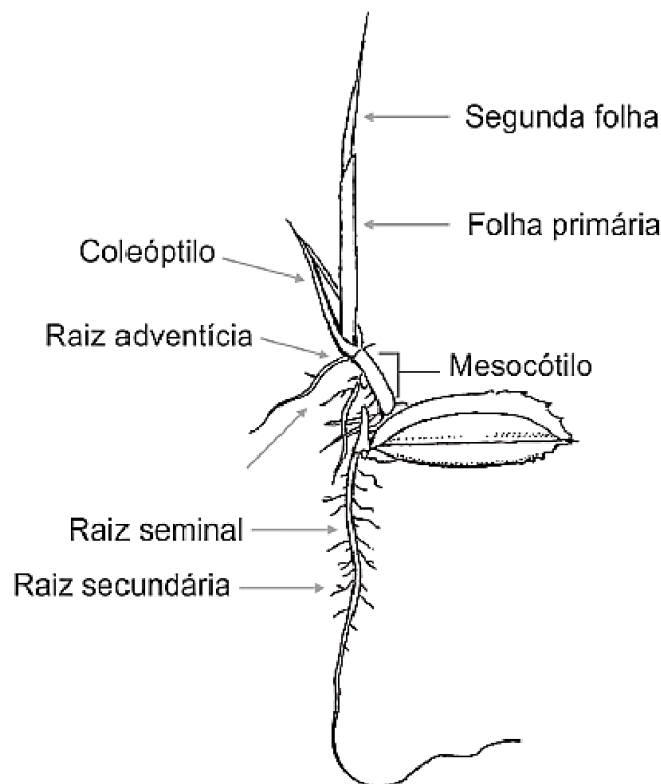


Figura 5. Estruturas morfológicas externas de uma planta de arroz (*Oryza Sativa*) no estágio vegetativo (Fonte: SANTOS; SANTIAGO, 2014).

De acordo com a Regra para análises de sementes (BRASIL, 2009a), no teste padrão de germinação classificam-se as plântulas também como anormais, sementes duras e mortas.

Plântulas anormais são aquelas que não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis, plântulas com qualquer uma das suas estruturas essenciais ausentes ou então danificadas, plântulas com distúrbios fisiológicos ou com estruturas essenciais deformadas, ou desproporcionais e plântulas com qualquer uma de suas estruturas essenciais muito infectadas ou muito deterioradas (BRASIL, 2009a).

Sementes duras, sementes que permanecem sem absorver água por um período mais longo que o normal e se apresentam, portanto, no final do teste com aspecto de sementes recém colocadas no substrato, isto é, não intumescidas e sementes mortas, sementes que no final do teste não germinam, não estão duras, nem dormentes, e geralmente, apresentam-se

amolecidas, atacadas por microrganismos e não apresentam nenhum sinal de início de germinação (BRASIL, 2009a).

No teste padrão de germinação podem ser utilizados dois tipos de substratos, o papel e a areia (BRASIL, 2009a). A emergência em areia tem como objetivo determinar o vigor do lote de sementes, avaliando a porcentagem de emergência de plântulas em condições semelhantes à de campo.

As amostras podem ser mantidas em germinador de sala colocadas em prateleiras laterais ao longo da passagem central e aí permanecendo por todo o período do teste. As salas dos laboratórios devem ser equipadas com ar condicionado, mantendo a temperatura constante a 25 °C, com a instalação de ventiladores para reduzir a possibilidade de estratificação da temperatura e os rolos, contendo as amostras dos testes, são colocados em caixas plásticas fechadas com a finalidade de manter a umidade (BRASIL, 2009a).

2.4.2 Vigor

O vigor de sementes, como definido pela AOSA e ISTA, é a propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme, gerando plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições no campo, nem sempre consideradas ótimas (AOSA, 1983; ISTA, 2004). Peske e Meneghello (2013) complementam ainda que os testes de vigor procuram determinar essa capacidade das sementes, principalmente daqueles lotes que possuem porcentagens de germinação muito semelhantes, assim como estabelecer o seu potencial de armazenamento.

O teste padrão de germinação é conduzido sob condições favoráveis, que basicamente permitem que o lote de sementes expresse sua capacidade máxima. Quando as condições de campo são ótimas, o teste padrão de germinação pode prever corretamente o desempenho do lote em campo. Na maior parte dos casos, porém, o resultado do teste de germinação superestima os valores reais da emergência de plantas em campo (BERTOLIN et al., 2011).

Estas deficiências levaram a observação de que nem todos os parâmetros que envolvem a qualidade das sementes foram devidamente identificados pelo teste de germinação.

Após a maturidade fisiológica, as sementes entram em um processo de envelhecimento ou deterioração, dessa forma qualquer um dos eventos que antecedam a perda de germinação poderia servir como uma base para a elaboração de um teste (COPELAND; MCDONALD, 2001).

Com o entendimento desse processo e a necessidade de se identificar a perda de qualidade antes da perda de germinação, se desenvolveu métodos para análise do vigor em sementes como o teste de envelhecimento acelerado (CUSTÓDIO, 2005), por isso um teste de vigor é um índice de qualidade de sementes mais sensível do que o teste padrão de germinação (COPELAND; MCDONALD, 2001).

Um teste de vigor é determinado sob condições desfavoráveis, ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica (SÁ, 1994), tendo como objetivo básico a identificação precisa de diferenças importantes na qualidade fisiológica dos lotes comercializáveis, principalmente entre os que possuem poder germinativos semelhantes. Em outras palavras, pretende-se distinguir, com segurança, lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho após a semeadura e/ou armazenamento.

Dessa forma, como um meio complementar ao teste de germinação, são utilizados os testes de vigor, capazes de fornecerem informações referentes ao potencial fisiológico das sementes em situações ambientais adversas (KRYZANOWSKI, et al., 1999). Dentre esses vários procedimentos usados, o teste de envelhecimento acelerado vem se destacando e é reconhecido como um dos mais populares para a avaliação de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995).

O teste de envelhecimento acelerado foi inicialmente proposto por Delouche (1965), procurando estimar o potencial relativo de armazenamento de lotes de trevo. Porém em 1915 Crocker e Graves, já obtinham informações segundo as quais a morte das sementes durante o armazenamento era causada pela coagulação de proteínas e que o aquecimento acelerava o processo. Além disso, o teste de germinação conduzido após a exposição de sementes a temperaturas elevadas poderiam ser uteis para obter informações

mais rápidas sobre longevidade, tornando-se assim um teste realizado em condições de alta temperatura e umidade relativa do ar, seguido por um teste de germinação (COPELAND; MCDONALD, 2001; HALMER, 2000).

Diversos pesquisadores incluíram o teste de envelhecimento acelerado em suas pesquisas, verificando a alta relação das respostas a essas condições com o vigor e a emergência das plântulas a campo, sugerindo sua utilidade para avaliar o potencial de armazenamento das sementes.

Este teste tem como princípio o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999b). Assim, verifica-se que sementes com baixa qualidade se deterioram mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda acentuada de sua viabilidade, após serem submetidas a essas condições ambientais (AOSA, 1983). Portanto, as sementes mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas ao envelhecimento.

A intensidade de resposta das amostras de sementes às condições do teste é variável, dependendo do histórico do lote (OLIVEIRA et al., 2012). Assim, a deterioração pode ser acelerada, suave ou drástica, dependendo das situações a que as sementes foram expostas durante a maturação, a colheita e o processamento.

De acordo com a sequência hipotética proposta por Delouche e Baskin (1973), a redução do potencial de armazenamento é a primeira manifestação fisiológica da deterioração, após o decréscimo da velocidade de germinação. Conseqüentemente, segundo Marcos Filho (1999a) o teste de envelhecimento acelerado pode ser considerado como um dos mais sensíveis para avaliação do vigor, dentre os disponíveis.

Vários pesquisadores têm procurado elucidar os mecanismos que determinam a deterioração das sementes e, analogamente, verificar as transformações que ocorrem durante o teste de envelhecimento. De forma

resumida, além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do sistema de membranas promove descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda da viabilidade da semente (MARCOS FILHO, 1999b).

Matthews (1985) observa que a manifestação inicial do processo de envelhecimento é o declínio da velocidade de germinação das sementes viáveis e, em seguida, a redução do tamanho das plântulas, e em uma terceira etapa, há o aumento da incidência de plântulas anormais com posterior aumento da incidência de sementes mortas.

Os testes de envelhecimento acelerado incluem a habilidade de fornecer um parâmetro de qualidade fisiológica mais sensível que os testes de germinação e promovem uma classificação mais consistente dos lotes de sementes em termos de potencial de desempenho.

Vários fatores, entretanto, como genótipo, umidade inicial das sementes, temperatura e período de permanência das sementes no interior da câmara de envelhecimento, dentre outros, influenciam o resultado do teste de envelhecimento acelerado, demonstrando a importância de se caracterizar uma curva de acordo com a temperatura utilizada para o teste. Para o arroz têm sido indicadas as combinações de 41 °C por 120 h (MARCOS FILHO, 2005).

2.4.3 Viabilidade

Entre os conceitos de germinação e vigor surge o conceito de viabilidade. A viabilidade de um lote de sementes é expressa em termos de porcentagem de sementes vivas capazes de germinar. Muitas vezes, ela é semelhante a germinação, mas não necessariamente igual, pois nem toda semente viável irá germinar (FRANZIN; ROVERSI, 2001)

Nesse âmbito o teste topográfico de tetrazólio se apresenta como um determinador de viabilidade de sementes que é rápido e preciso, segundo a definição apresentada por ISTA (2003) e Brasil (2009a). O teste topográfico de tetrazólio é um método rápido que estima a viabilidade das sementes, baseando-se principalmente na distribuição dos tecidos vivos e mortos do embrião, possibilitando a determinação da viabilidade em um período inferior a 24 h. Além disso, por proporcionar o exame detalhado das estruturas

essenciais da semente, tem contribuído para identificar fatores que são responsáveis pela redução da qualidade fisiológica, perfazendo um nítido mapeamento topográfico do embrião (DELOUCHE, 1976; FRANÇA NETO et al., 1998; FRANÇA NETO, 1999).

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico que pode ser usado quando as sementes necessitam ser semeadas logo após a colheita, quando apresentam dormência ou para resolver problemas encontrados no teste de germinação, como, por exemplo, presença de um grande número de plântulas anormais (BRASIL, 2009a). Também pode ser usado para determinar a viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, danos por secagem, por insetos e por processo de contração e retração causado por umidade inadequada.

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade de enzimas desidrogenases que catalisam reações respiratórias nas mitocôndrias, correlacionando-se a viabilidade das sementes com modificações na cor dos tecidos vivos. Quando a semente é imersa na solução incolor de 2, 3, 5 - trifenil-tetrazólio ocorrem alterações de coloração nos tecidos vivos, que refletem a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória. Estas enzimas, particularmente a desidrogenase do ácido málico, catalisam a reação dos íons H^+ liberados pela reação dos tecidos vivos com o sal, essa reação de redução forma um composto vermelho, estável e não difusível conhecido por trifenilformazan (FRANÇA NETO, 1999; CARVALHO et al., 2013).

A formação do trifenilformazan indica que há atividade respiratória nas mitocôndrias e, portanto, há viabilidade celular e do tecido. A coloração dos tecidos viáveis varia de espécie para a espécie, pois colorem em velocidades características para cada espécie em uma dada temperatura e concentração da solução de tetrazólio (FRANÇA NETO et al., 1998).

A identificação das sementes viáveis e não viáveis é diferente de espécie para espécie. No geral, os tecidos não viáveis não reagem e, conseqüentemente, não são coloridos. Tecidos mortos, geralmente, não colorem, são moles e flácidos e apresentam coloração branco leitoso, permitindo assim delimitar tecidos vivos a partir desses tecidos que

permanecem não coradas ou apresentam coloração anormal (ELIAS et al., 2012, MARCOS FILHO, 2015).

Tecidos viáveis com boa viabilidade colorem de forma contínua e uniforme, começando pela superfície exposta e prosseguindo gradualmente para o interior da semente. Tecidos viáveis também tendem a ser firmes e resistentes (ISTA, 2003; BRASIL, 2009a).

2.4.4 Condutividade elétrica da solução de exsudatos das sementes

Os testes de vigor e germinação são consagrados pela sua ampla aplicação e confiabilidade dos resultados obtidos, porém pode-se ressaltar uma limitação devido ao tempo demandado na obtenção dos resultados (FRANCO; PERINI, 2002).

O teste de condutividade elétrica da solução com exsudatos das sementes, ou simplesmente condutividade elétrica, é uma alternativa prática, rápida, econômica e eficiente para determinar a qualidade das sementes de arroz. Baseia-se no princípio que sementes mais deterioradas liberam maiores quantidades de solutos quando embebidas em água (MARCOS FILHO, 2005).

Os solutos liberados possuem propriedades eletrolíticas alterando a capacidade da água de conduzir corrente elétrica que é medida por um condutímetro. Este aparelho monitora a quantidade de exsudatos das sementes liberadas para o meio externo.

O processo de deterioração tem como consequência inicial a desestruturação do sistema de membranas celulares (CARVALHO, 1994). À medida que as sementes perdem água, ocorre uma desorganização das membranas celulares e o nível de qualidade começa a decrescer em consequência de diversos fatores, tais como: extremos de temperatura e umidade durante a maturação, deficiências nutricionais, além de técnicas inadequadas de secagem, beneficiamento e armazenamento (CARVALHO et al., 2006).

Quando as sementes secas entram em contato com a água, durante a imersão, ocorre uma rápida e intensa lixiviação de eletrólitos. Desta forma as sementes mais deterioradas ou danificadas liberam maiores quantidades de solutos durante a imersão, refletindo sua qualidade. Dentre os lixiviados

liberados na solução de imersão estão açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons orgânicos (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+) (FESSEL et al., 2006).

Como a deterioração das sementes inicia-se pela degradação do sistema de membranas, métodos que avaliam esta degradação são os mais indicados para diferenciar lotes com pequenas diferenças de vigor, detectando o processo de deterioração em sua fase inicial (DESAI et al., 1997; KRYZANOWSKI et al., 1999). Dentre esses métodos, destaca-se o teste de condutividade elétrica (VIEIRA, 1994; MARCHI; CÍCERO, 2002), que relaciona o vigor de sementes com a integridade do sistema de membranas celulares.

Assim, o nível de organização das membranas e a quantidade de lixiviados na solução de imersão permitem relacionar o teste de condutividade elétrica com o vigor de sementes. Normalmente, maiores valores de condutividade indicam sementes pouco vigorosas e, menores valores, se relacionam a sementes de maior potencial fisiológico (VIEIRA et al., 2002).

Apesar de o teste de condutividade elétrica proporcionar resultados reproduzíveis entre laboratórios, alguns fatores podem influenciar neste teste, tais como: genótipo dentro de uma mesma espécie (SHORT; LACY, 1976; PANOBIANCO; VIEIRA, 1996; PANOBIANCO et al., 1999), estágio de desenvolvimento da semente no momento da colheita (POWEL, 1986), mudanças na estrutura e composição da semente durante o desenvolvimento (STYER; CANTLIFFE, 1983), tamanho da semente (TAO, 1978; LOEFFLER et al., 1988; DESWAL; SHEORAN, 1993), temperatura e período de embebição (LEOPOLD, 1980; LOEFFLER et al., 1988; SCHMIDT; TRACY, 1989) e umidade inicial (LOEFFLER et al., 1988; VIEIRA et al., 2002).

Além disso, fatores como qualidade da água, duração do período de imersão, número de sementes testadas, entre outros podem afetar seus resultados, sendo fundamental o ajuste da metodologia do teste para cada espécie (VIEIRA, 1994).

A duração do período de imersão das sementes tem efeito marcante na capacidade do teste distinguir diferenças de qualidade entre lotes. Este pode ser alterado em função de características morfológicas do tegumento, temperatura de hidratação, umidade das sementes, entre outros.

Normalmente, para a realização do teste, amostras com 50 sementes, previamente pesadas, são imersas em 75 mL de água destilada e deionizada mantidas à temperatura de 25 °C em câmara tipo BOD. A maioria dos trabalhos tem recomendado o período de 24 h de imersão para que se proceda à leitura de condutividade elétrica das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 1991; VIEIRA, 1994)

No entanto, várias pesquisas têm apontado para a possibilidade de redução desse período, tendo em vista que períodos menores de tempo foram capazes de discriminar lotes de sementes com níveis distintos de vigor, tais como: em milho (ROSA et al., 2000), em amendoim (VANZOLINI; NAKAGAWA, 1999), em milheto (GASPAR; NAKAGAWA, 2002) e em soja (CARVALHO et al., 2009).

Para sementes de arroz, alguns trabalhos foram conduzidos (MENEZES et al., 1994; LIMA, 1997; CAMPOS, 1998), porém sem a utilização de metodologia específica para a espécie. Gonzalez (1998) observou que o teste é eficiente para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz com alta germinação, porém encontrou diferenças entre cultivares, presença ou não de casca e período de imersão, tornando-se necessário aferir a metodologia de condução do teste sempre que se utilize uma nova cultivar.

Apesar disso, o teste de condutividade elétrica é tido como um dos testes de vigor mais promissores quanto à possibilidade de padronização da metodologia, estando presente nas Regras Internacionais para Análise de Sementes, recomendado para sementes de soja (AOSA, 2002), espécie em que tem sido observada relação entre os resultados desse teste com os de emergência de plântulas em campo (VIEIRA et al., 1999).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Anuário**, Brasília. 128 p. 2016.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. Contribution, 32. Association of Official Seed Analysts, 2002. 105p.
- AYALA-AGUILERA, L.; MENEZES, N.L. Seed quality characterization of soybean cultivars. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, v.6, n.3, p.222-225, 2000.
- BARRETO, M. L. A., **Causa de dano na correlação entre condutividade elétrica e qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2014. xiv, 71 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014
- BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.1, p.61-69, 2002.
- BERTOLIN, D. C., SÁ, M. E., MOREIRA, E. R., Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n 1 p. 104 - 112, 2011.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. Berlin: Springer Verlag, 1978. v. 1, 306 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York : Plenum Press, 1994. 445p.
- BHATTACHARYA, K. R. Breakage of rice during milling: a review. **Tropical Science**, London, v. 22, n. 2, p. 225-276, 1980.
- BRASIL, Lei Federal nº 10.711 de 05 de agosto de 2003. Sistema Nacional de Sementes. Brasília,DF, Ago, 2003
- BRASIL, **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sistema BINAGRI-SISLEGIS, instrução normativa – IN 6/2009 de 18 de fevereiro de 2009a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 200p, 2009b.
- BURCH, T.A.; DELOUCHE, J.C. **Absorption of water by seeds**. Proceedings of the Association of Official Seed Analysis, Oklahoma City, 4.9:142-50, 1959.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CAMPOS, V. C. **Metodologia do teste de frio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado**. 1998. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1998

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. Cap. 17. P. 386-404.

CARRARO, I.M. Semente insumo nobre. **Seed News**, Pelotas, n.5, p.34-35, 2001.

CARVALHO, L.F.; SEDIYAMA, C. S.; REIS, M. S.; DIAS, D. C. F. S.; MOREIRA, M. Influência da temperatura de embebição da semente de soja no teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p.9-17, 2009.

CARVALHO, M.L.M.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Controle de qualidade na produção de semente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.52-58, maio/jun., 2006

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CARVALHO, T. C.; KRZYZANOWSKI, F. C. S.; OHLSON, O. C. PANOBIANCO M. Tetrazolium test adjustment for wheat seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina v. 35, n. 3, p. 361-367, 2013

CASTRO, P. R.C, KLUNGE, R.A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: Trigo, Milho, Soja, Arroz e Mandioca**. São Paulo, ed. Nobel, 1999. 126p.

SOUZA, L. C. D.; CARVALHO, M. A. C.; BRAGA, L. F.; SOUSA, E M. P. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ DA REGIÃO DE MATUPÁ-MT, **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.3, p.110-116, 2005.

COIMBRA, R. A. TOMAZ, C. A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.92-97, 2007.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. A cultura do arroz. Oliveira Neto, A. A.. – Brasília: Conab, 2015.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Decimo segundo levantamento. Brasília. Set., V.5, N.12, 2018a.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise mensal: Arroz**. Brasília. Jun., 2018b

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYZONOWSKI, F.C.; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p. 140-145, 2001.

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

DELAZERI, P., GARLET, J., SOUZA, G. F., Teste de Condutividade Elétrica em Lotes de Sementes de *Schinus molle* L. **Floresta e Ambiente**; 23(3): 413-417, Alta Floresta/MT, 2016.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Wageningen, v. 1, n. 2, p. 427- 452, 1973.

DELOUCHE, J.C. An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstracts**,:40p. 1965

DELOUCHE, J.C. Maintaining soybean seed quality. Proc. TVA SYMP. ON Soybean Prod., Marketing and Use. TVA Bull. Y69, Muscle Shoals, Ala.: 40-63 USA. 1974.

DELOUCHE, J.C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, Spring Field, v. 1, n.2, p. 75-85, 1976.

DESAI, B. B.; KOTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook**. New York, 1997. 627 p.

DESWAL, D.P.; SHEORAN, I.S. A simple method for seed leakage measurement: applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, v.21, p.179-185, 1993.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares. I. Condutividade elétrica. Informativo Abrates, v.5, n.1, p.26-36, 1995

ELIAS, S.G; COPELAND, L.O; McDONALD, M.B; BAALBAKI, R.Z. **Seed testing: principles and practices**, Michigan, 2012.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Arroz e Feijão. **Sistemas de Produção**, Santo Antônio de Goiás - GO, n. 1, jul/2003

FERNANDES, Tiéle Stuker. **Variation in methods of analysis germination and vigor on seeds rice and soybean**. 2015. 146 f Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de ciências rurais, programa de pós-graduação em agronomia, RS, 2015.

FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; CRUZ, M.C.P.; PAULA, R.C.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1551-1559, 2006.

Fao - Food and Agriculture Organization. International year of rice. 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/rice2004/en/rice-us.htm>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B. Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8, p.1-7.

DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade de sementes. Brasília, DF: AGIPLAN, 1976. 103p.

FRANCO, D. F.; PERINI, J. A. Testes de vigor em sementes de arroz. EMBRAPA Clima Temperado. **Comunicado técnico, 68**. Pelotas, RS, 2002.

FRANZIN, S. M., ROVERSI, T. O que é vigor?, Sementes UFMS, in: <http://coral.ufsm.br/sementes/>, acesso em 27/12/2019, UFMS, 2001.

GASPAR C.M.; NAKAGAWA J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.2, p.82-89, 2002.

GONZALEZ, A. M. A. **Teste de condutividade elétrica em sementes de arroz**. 1998. 34 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1998.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta

de arroz se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, Campinas, n. 13, 12 p., 2002.

GUIMARÃES, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; Loureiro M. E., Hidratação de sementes, **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 2, N. 1, p. 31, 2008

HALMER, P. Commercial seed treatment technology. In: BLACK, M. and BEWLEY, J.D. (Ed.) **Seed Techonology and its Biological Basics**. England: Sheffield Academic Press, 2000, p.266-273.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.92-97, 2004.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. In: ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing. Bassersdorf: ISTA, v.1, 2003. 171p.

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: **ISTA. International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, 2004. p.5.1-5.5; 5A.1- 5A.50.

JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B.O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap.2, p.17-57.

KENNEDY, g.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 80, n. 4, p. 589-596, 2003.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. de B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, n.1, v.2, p.15-53, 1991.

LEOPOLD, A.C. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, v.65, p.1096-1098, 1980.

LIMA, D. de. **Influência de altas temperaturas de secagem em sementes de arroz**. 1997. 61 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1997.

LOEFFLER, T.M., et al. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53,1988.

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.

MAPA, RNC. Registro Nacional de Cultivares. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 26/12/2018.

MARCHEZAN, E. Grãos inteiros em arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 398, p. 3-8, 1991.

MARCHI, J. L. DE; CICERO, S. M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.12, n.1,2,3, p.20-27, 2002.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: Câmara, G. M. S. (coord). **Soja – tecnologia da produção**. Piracicaba, Ed. Publique. p. 206-243, 1998.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999a. 218p. Cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKY, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999b, cap. 3. p. 13.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina-PR: 2. ed., 2015. 660p.

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

MATSUO, T. Science of the rice plant. v.2 – Physiology. Tokyo: Food and agriculture policy research center, 1995. 1245 p.

MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. Outlook on Agriculture, Elmsford, v. 14, n. 2, p. 89-94, 1985.

MCDONALD, M.; SULLIVAN, L.; LAURER, M. J. The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 79-90, 1994.

MCLEAN, J.; DAWE, D.; HARDY, B.; HETTEL, G. **Rice almanac: source book for the most important economic activity on earth**. Los Baños: IRRI, 2002. p. 298.

MENEZES, N. L. De et al. Comparação entre métodos para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**,

Londrina, v.16, n.2, p.121-127, 1994.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Colheita mecânica da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.3, p.44-53, 1999.

MEW, T.W.; DIAZ, C.; HOSSAIN M.; ELAZEGUI, F.A.; MERCA, S. Healthy seeds for better harvest. In: INTERNATIONAL RICE CONGRESS, 2002, Beijing. **Anais...** Beijing: IRRI, 2002. p.454. p.10-18, 1978.

OLIVEIRA, G.P.; ARAÚJO, D.V.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; MAGNANI, E.B.Z.; MAINARDI, J.T. Avaliação física, fisiológica e sanitária de sementes de soja de duas regiões de Mato Grosso. **Revista Agrarian**, v.5, n.16, p.106-114, 2012

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo**. 1995. 92f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, p.621-627, 1996.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, v.27, p.945-949, 1999.

PESKE, S. T.; MENEGHELLO, G. E. Limites, tolerâncias e padrões. Seed News. Reportagem de capa. Ano XVII, n. 5. Set-out 2013.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.A.; ROTA, G.R.M. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. **Editora Universitária**, 2003.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, v.10, p.81-100, 1986.

PRADO, J. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OSIPI, E. A. F.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, F. A.; LORINI, I. Relações entre condutividade elétrica e desempenho fisiológico de sementes de soja. 2015, In: Congresso Brasileiro de Soja, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja, **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2015.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Coord.), **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994, 437p.

SANTOS, A. B.; SANTIAGO, C. M. Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, Embrapa Arroz e Feijão, 2014.

SANTOS, M.R. **Qualidade fisiológica, sanidade e alterações bioquímicas em sementes de soja e suas relações com potencial de armazenamento e emergência no campo.** 2004. 104f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SCHMIDT, D.H.; TRACY, W.F. Duration of imbibition affects seed leachate conductivity in sweet corn. **HortScience**, v.24, p.346-347, 1989.

SCHUCH, L.O.B.; LIN, S.S. Atraso na colheita sobre emergência no campo e desempenho de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.11, p.1585- 1589.1982.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveiapreta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.229-234.1999.

SHORT, G.E.; LACY, M.L. Carbohydrate exudation from pea seeds: Effect of cultivar, seed age, seed color, and temperature. **Phytopathology**, v.66, p.182-187, 1976.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Biologia de plantas daninhas. p. 17-28. In: **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas.** 2007. 367p.

SILVA, F. S., PORTO, A. G., PASCUALI, L. C., SILVA, F. T. C., Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.45- 56, 2010

SOAVE, D.; BASTOS, C. R.; AZZINI, L. E.; ZULLO, M. A. T. Teor de amilose em genótipos de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 1, p. 11-15, 1995.

SOSBAI. **Arroz Irrigado:** Recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: Sosbai. p 89-92. 2005.

SOUZA, L.A. **Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona.** 2007. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

SOUZA, B. E. D. S. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.) pelo teste de condutividade elétrica.** 2016. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2016.

STREET, H.E., COCKBURN, W. 1972. Plant Metabolism.2a. Ed. Oxford, Pergamon Press Ltd., 321p.

STYER, R.C.; CANTLIFFE, D.J.O. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.108, p.721- 728, 1983.

TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, v.3, 1978.

TEKRONY, D.M. An evaluation of the accelerated aging test for soybeans. **Association of Official Seed Analysts Newsletter**, v.59, p.86-96, 1985.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, v.29, p.1528-1531, 1989.

USDA, Foreign Agricultural Service (FAS) do United States Department of Agriculture, 2015.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: Efeitos de temperatura e períodos de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.41-45, 1999.

VERGARA, B.S. A farming's primer on growing. Los Baños: IRRI, 1979. 221p.

VIEIRA, N. R. A. Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz. In: **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 94-100, 2004.

VIEIRA, N. R. A.; CARVALHO, J. L. V. Qualidade Tecnológica. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão**, 1999. cap. 21, p. 582-604.

VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R.R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p.869-900.

VIEIRA, R. D. et al. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. **Seed Technology**, Zurich, v.27, n.1, p.67-75, 1999.

VIEIRA, R.D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1333-1338, set., 2002

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: Vieira, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. p.103-132.

WALTER M.; MARCHEZAN E.; AVILA L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1184-1192, jul, 2008

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.

RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ

RESUMO – A qualidade da semente é definida por um somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. A qualidade física está relacionada a aspectos morfológicos das sementes que influenciam no vigor, como tamanho, peso, massa específica e coloração das sementes. A qualidade fisiológica determina a atividade fisiológica específica das sementes, define sua capacidade de desenvolver suas funções vitais, abrangendo germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade. Com o objetivo de definir a qualidade física e fisiológica das cultivares estudadas, procedeu-se o experimento através da caracterização física e fisiológica. Para condução do experimento foram amostrados lotes de 3 cultivares distintas de arroz produzidas numa área experimental localizada no município de Nova Santa Helena – MT, com datas de plantio entre 11/11/2017 e 16/12/2017.. As amostras dos distintos genótipos passaram por avaliação de qualidade física pelos testes de classificação por peneira, granulometria dos grãos, massa de sementes por peneira e massa de mil sementes, renda do benefício e porcentagem de sementes inteiras, umidade e perfil colorimétrico da semente com casca e descascada. A avaliação da qualidade fisiológica foi realizada através dos testes de primeira contagem dos testes padrão de germinação, teste padrão de germinação, emergência em areia, envelhecimento acelerado sob distintas temperaturas, teste de tetrazólio, determinação da curva de embebição e condutividade elétrica sob distintos períodos de embebição. De forma geral não foram observadas correlações positivas entre os testes físicos e a qualidade fisiológica no presente trabalho. A qualidade física não apresentou interferência significativa na qualidade fisiológica das sementes estudadas, em relação a qualidade fisiológica se destaca o teste de condutividade elétrica como consistente na determinação do vigor de sementes de distintos genótipos de arroz.

Palavras-chave: vigor, germinação, viabilidade, atributos físicos

CAPITULO 2 – RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ

1. INTRODUÇÃO

Qualidade de sementes é definida como um conjunto de características que estabelecem o valor de um lote de determinada cultivar para a semeadura (MARCOS FILHO, 1998), indicando que a qualidade só pode ser identificada, de forma consistente, quando consideramos a interação entre os atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários.

A análise de sementes é um grupo de procedimentos técnicos utilizados para avaliar a qualidade e a identidade da amostra e para essa avaliação são empregadas metodologias padronizadas, tanto para os testes físicos quanto para os testes que determinam a qualidade fisiológica em si, a junção dessas avaliações nos dá o parâmetro geral de qualidade das sementes (BRASIL, 2003).

Os testes físicos avaliam aspectos morfológicos das sementes que influenciam no vigor, já os testes fisiológicos determinam a atividade fisiológica específica. Dentro da qualidade fisiológica são abordados os conceitos de vigor, germinação e viabilidade. O vigor de sementes é a propriedade que determina o potencial de uma semente para uma emergência rápida e uniforme, gerando plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições no campo (AOSA, 1983; ISTA, 2004).

A germinação corresponde ao conjunto de processos associados com a fase inicial do desenvolvimento da estrutura da planta (CARDOSO, 2004). O teste de germinação tem por objetivo determinar o máximo potencial germinativo de um lote de sementes. Entre os conceitos de germinação e vigor surge o conceito de viabilidade. A viabilidade de um lote de sementes é expressa em termos de percentagem de sementes vivas capazes de germinar (FRANZIN; ROVERSI, 2001).

Os testes de vigor e germinação são consagrados pela sua ampla aplicação e confiabilidade dos resultados obtidos (FRANCO; PERINI, 2002), porém pode-se ressaltar uma limitação devido ao tempo demandado na obtenção dos resultados. Nesse sentido o teste de condutividade elétrica é

uma alternativa (MARCHI; CÍCERO, 2002).

O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que sementes mais deterioradas liberam maiores quantidades de solutos para a solução, os solutos liberados possuem propriedades eletrolíticas capazes de conduzir corrente elétrica que é medida por um condutímetro (MARCOS FILHO, 2005). Como a deterioração das sementes inicia pela degradação do sistema de membranas, métodos que avaliam esta degradação são os mais indicados para diferenciar lotes com pequenas diferenças de vigor, detectando o processo de deterioração em sua fase inicial (KRYZANOWSKI, et al., 1999).

Para tanto objetivou-se determinar o potencial fisiológico das sementes de três genótipos de arroz por meio de diferentes testes de vigor, germinação e viabilidade e correlacionar com os índices de condutividade elétrica, além, de comprovar a eficiência de uma metodologia alternativa, com redução do tempo de embebição para o teste de condutividade elétrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos períodos correspondentes a safra de cultivo dos anos 2017/2018, nos períodos compreendidos entre os meses de outubro a março, na região de transição Cerrado-Amazônia, na empresa Agro Norte Pesquisa e Sementes (ANPS) de Sinop/MT (11,42° S; 55,27° W).

Foram selecionados aleatoriamente 9 lotes (3 lotes de cada cultivar) de sementes de arroz de sequeiro das cultivares ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027, produzidos na safra 2017/2018. O campo de produção fica localizado no município de Nova Santa Helena-MT, coordenadas 10,56° S e 55,03° W para a cultivar ANa 8001 com data de plantio em 16/12/17 (Ciclo de 112 dias) e data de colheita em 07/04/2018 e 11,44° S e 55,31° W para as cultivares ANa 9005 CL e ANa 9027 com data de plantio em 11/11/17 (Ciclo para ambas de 115 dias) e data de colheita em 06/03/2018.

O solo da área é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, de classe textural argilosa. Segundo a classificação de Koppen, o tipo climático predominante na região é o Aw (clima tropical úmido), com estação seca bem

definida, com precipitação média anual em torno de 1.940 mm, sendo que 85% desse total se concentram no período de outubro a março (SOUZA et al., 2013).

As amostras de sementes de todos os genótipos usadas em todo o experimento foram armazenadas em câmara fria (15 °C e 40% UR), no Laboratório de Análise de Sementes (ANPS), do mês de maio de 2018 até a condução total do experimento, sendo realizadas as seguintes determinações:

2.1 Classificação por peneira

Seguindo metodologia proposta por Barbosa (2008), foram pesadas 4 amostras (repetição) de 100 g de sementes puras classificadas por tamanho, utilizando-se três peneiras de crivos do tipo oblongo de dimensões de 2x2,2 mm, 2x1,75 mm e 2x1,5 mm (comprimento e largura). As sementes de cada repetição foram colocadas sobre a peneira superior e o conjunto agitado manualmente por 30 s. As sementes retidas por cada peneira foram separadas, pesadas em balança de precisão e o seu percentual calculado.

2.2 Granulometria dos grãos

A obtenção das dimensões dos grãos (comprimento e largura ((mm)) foi feita por meio do paquímetro digital, utilizando-se 4 repetições (10 sementes por lote num total de 12 repetições por genótipo). Mediu-se o comprimento longitudinal e equatorial (Largura) de cada semente. O comprimento equatorial foi obtido em 3 pontos da semente: terço inferior, médio e superior, calculando-se posteriormente a relação comprimento/largura pela média das leituras.

2.3 Massa de sementes por peneira e Massa de mil sementes (MMs)

Das sementes retidas por cada peneira separou-se 8 repetições de 100 sementes para cada genótipo e pesou-se as mesmas, calculando posteriormente a massa de mil sementes referente a cada peneira. A massa de mil sementes conduzido com 8 repetições (100 sementes) pesadas em balança de precisão, estimando-se a massa de 1000 sementes, conforme Brasil (2009a).

2.4 Renda do benefício e porcentagem de sementes inteiras

Foram utilizadas 4 repetições (100 g sementes), sendo as mesmas passadas por uma máquina marca Zaccaria, modelo PAZ 1-DT para cereais, para determinação dos rendimentos de moagem e desempenho dos grãos de arroz. A “renda” foi determinada pela soma do rendimento dos grãos inteiros e quebrados, resultando no percentual de arroz beneficiado, desconsiderando os resíduos: casca e farelo, oriundo da amostra de arroz com casca. Já a porcentagem de “inteiro” foi determinada pela pesagem dos grãos inteiro depois de descascados e brunidos de acordo com a Instrução Normativa 06, de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, que determina os padrões oficiais de classificação de grãos de arroz (BRASIL, 2009a).

2.5 Umidade ou teor de água (U)

Para a determinação da umidade das sementes foi utilizada uma estufa com circulação forçada de ar regulada a 105 ± 3 °C por 24 h. Foram utilizadas quatro subamostras de 5 g de sementes para cada lote, pesadas em balança analítica com resolução de 0,0001 g, baseando-se nas recomendações da Regra de análises de sementes (BRASIL, 2009a), com alterações, determinando-se a porcentagem de umidade em base úmida.

2.6 Perfis colorimétricos da semente com casca e descascada

Os perfis colorimétricos foram determinados nas sementes de arroz com casca e após descascamento e polimento. O perfil de cor foi determinado com um calorímetro KONICA MINOLTA, data processador DP-400, utilizando-se os seguintes parâmetros de cor CIELAB: L* indica luminosidade (+L* = mais claro e -L* = mais escuro), a* indica coordenada vermelho/verde (+a* = vermelho e -a* = verde) e b* indica coordenada amarelo/azul (+b* = amarelo e -b* = azul). A calibração do aparelho foi realizada por meio de placa de calibração de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante C ($z = 87,0$; $x = 0,3187$; $y = 0,3362$).

A coloração foi avaliada através do sistema CIE LAB com as coordenadas CH do sistema CIE LCH, correspondentes ao croma e ao ângulo hue, obtidas através do modelo CIE LAB pela Equação 1 e, Equação 2, respectivamente (SCHANDA, 2007).

$$C * = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{Equação 1}$$

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Equação 2}$$

Os lotes foram utilizados como repetição para o teste, (4 repetições por lote de cada cultivar), totalizando 12 repetições por genótipo

2.7 Primeira contagem do teste padrão de germinação

A primeira contagem do teste padrão de germinação foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde foi determinada a porcentagem de plântulas normais ao sétimo dia após a instalação do experimento (BRASIL, 2009a). Foi considerado nesse caso apenas as plântulas normais que apresentam raiz primária, partes aéreas bem desenvolvidas e raízes secundárias. O número de plântulas normais removidas na primeira contagem é o indicativo do vigor do lote de sementes.

2.8 Teste padrão de germinação

Conduzido com 400 sementes para cada lote (4 repetições de 100 sementes), sendo a semeadura realizada entre papel germitest umedecido com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura foram confeccionados rolos, os quais permaneceram em germinador tipo BOD sob luz com fotoperíodo de 8 h e temperatura constante de 25 ± 1 °C.

A avaliação de germinação foi realizada no 14^o dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais, conforme Brasil (2009a). Foram consideradas plântulas normais àquelas que alcançaram o estágio em que todas as estruturas essenciais podem ser precisamente verificadas, para a semente do arroz consideram-se as estruturas morfológicas: presença da raiz primária e parte aérea bem desenvolvida.

2.9 Emergência em areia

O teste de emergência em areia foi conduzido no laboratório de análises de sementes da ANPS, com o uso de bandejas de plástico com 10 cm de profundidade, 4 repetições de 100 sementes por lote foram semeadas a 3 cm de profundidade entre areia fina lavada os quais permaneceram em germinador tipo BOD sob luz com fotoperíodo de 8 h e temperatura constante de 25 ± 1 °C. O volume de areia utilizado foi umedecido com água a 50% de sua capacidade de campo e umedecidos novamente sempre que necessário. Contabilizando-se as plântulas emergidas aos 7 e 14 dias após a semeadura.

2.10 Envelhecimento acelerado (EA)

Procedeu-se o teste de EA com 8 níveis de temperatura (34, 38, 42, 43, 44, 45, 46 e 50 °C). As sementes foram acondicionadas em caixas plásticas do tipo gerbox (11 x 11 x 3 cm), com bandeja telada e tampadas, sendo adicionados 40 mL de água destilada em cerca de 25 g de sementes por lote distribuídas uniformemente sobre a tela de alumínio, em seguida, as caixas vedadas permaneceram em estufa tipo BOD sem iluminação, durante 120 h (VIEIRA et al., 2011; KRZYZANOWSKI et al., 1999). Após esse período, quatro repetições de 100 sementes foram submetidas ao teste de germinação, conduzido de acordo com o item 2.8 desse capítulo, o número de plântulas normais removidas na primeira contagem, sete dias após a semeadura, fornece o resultado e é expresso em porcentagem (BRASIL, 2009a).

2.11 Tetrázólio

Foram descascadas cerca de 130 sementes em quatro repetições para cada lote, em descascador para arroz, marca ZACCARIA, modelo PAZ 1-DT, utilizou-se trinta por cento a mais de sementes como uma medida de segurança pela ocorrência de sementes que deixaram de ser descascadas e aquelas que apresentavam algum dano na região do embrião, além da margem de segurança para eventuais erros na preparação (corte). Para a realização das avaliações foram utilizadas sementes inteiras. O teste foi realizado utilizando-se 100 sementes, divididas em duas subamostras de 50 sementes

para cada repetição de cada lote. As sementes foram submetidas ao pré-umedecimento mediante imersão em 20 mL de água e mantidos à temperatura de 20 °C durante 18 h (BRASIL, 2009a). Decorrido esse período, as sementes foram separadas da água e em seguida foi realizado corte longitudinal no centro do embrião (Figura 1), com auxílio de uma lâmina, retirando e descartando 1/2 da largura da semente. Após esta etapa as mesmas foram submersas em solução 1% de cloreto 2, 3, 5 trifenil tetrazólio por duas horas, no escuro a 35 °C, conforme recomendação da regra de análise de sementes (BRASIL, 2009a). Após o período de coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente, observando-se a coloração do embrião, sendo classificadas em viáveis e não viáveis de acordo com a coloração apresentada no eixo embrionário, computando-se a porcentagem de sementes viáveis.



Figura 1. Corte longitudinal em sementes de arroz (*Oryza Sativa*). (Fonte: o autor) Sinop-MT, 2018.

2.12 Curvas de embebição (CE)

As curvas de embebição foram obtidas colocando-se 4 repetições de 100 sementes por lote entre papel umedecido com 2,5 vezes o seu peso e mantidas a 25 °C. As sementes foram pesadas inicialmente (0 h) e em períodos pré-definidos (2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 h) até se observar o início da emergência da raiz primária.

2.13 Condutividade elétrica da solução com exsudatos das sementes

Para todos os genótipos utilizaram-se oito repetições (50 sementes) para cada lote, onde cada repetição foi pesada e colocada em copos de plástico (200 mL), contendo 75 mL de água deionizada, sob a temperatura de 25 ± 1 °C, separando 4 repetições mantidas pelo tempo de embebição com ausência de luz e sementes de outras 4 repetições sob fotoperíodo de 8 h.

Foram avaliados os períodos de embebição de 4, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 40 e 48 h. Após decorrido os períodos de embebição as leituras foram realizadas com um condutivímetro de bancada, microprocessado com compensação automática de temperatura, Modelo 30107-03, marca ASTRAL Científica, calibrado em solução de condutividade padrão com condutividade de $1413 \mu\text{S cm}^{-1}$. Os valores obtidos foram divididos pelas respectivas massas das sementes, feita a média e expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

2.14 Análise estatística

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado para todas as avaliações realizadas.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk para Normalidade ao nível de significância de 5%.

Os dados que não seguiram a distribuição normal foram submetidos a transformação pela raiz quadrada, que é indicada para dados obtidos por processo de contagem (Equação 3), aonde X é o dado transformado e x o dado lido.

$$X = \sqrt{\frac{x}{100}} \quad \text{Equação 3}$$

As médias submetidas à análise de variância – ANOVA, constatando-se diferença estatística, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de significância.

A ANOVA bem como o teste de comparação de médias – Teste de Tukey e o teste de Shapiro-Wilk para Normalidade foi ajustado pelo pacote

estatístico Sisvar, versão 5.6, Build 86. As representações gráficas e planilhas foram realizadas no programa de edição de planilhas, MS Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físicas

3.1.1 Tamanho, peso e formato

O primeiro parâmetro físico avaliado foi a classificação das sementes por peneiras, realizado para todos os lotes das cultivares estudadas. Utilizaram-se duas peneiras (Figura 2), a peneira número 01 com malha de 1,75 mm e a peneira 02, com malha de 2,20 mm, podendo na Tabela 1 serem observadas as porcentagens de sementes retidas em cada malha. A peneira de 1,5 mm não foi utilizada pelo fato das sementes ficarem totalmente retidas na peneira de 1,75 mm.

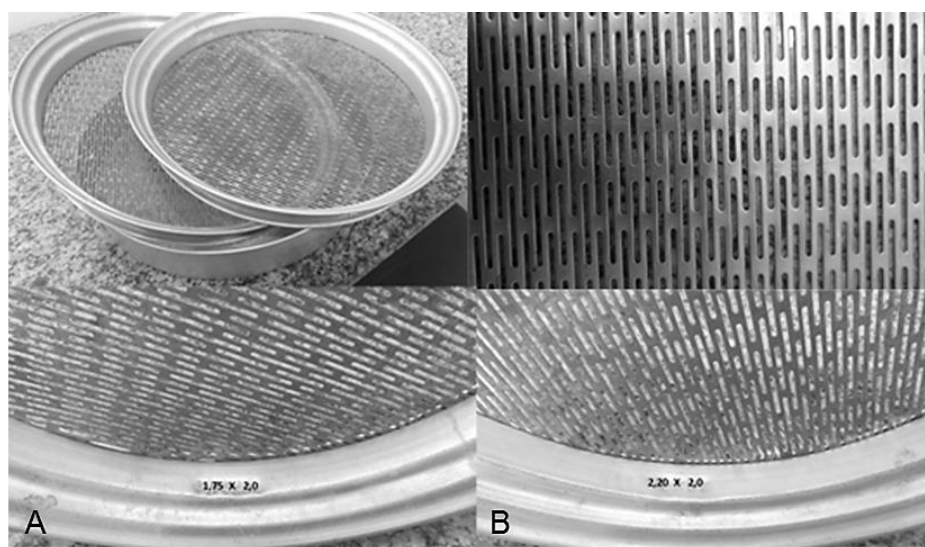


Figura 2. Peneiras planas de classificação, destinadas a classificação de sementes de arroz (*Oryza Sativa*) por tamanho, A (Malha de 2 x 1,75 mm); B (Malha de 2 x 2,20 mm) (Fonte: o autor) . Sinop-MT, 2018.

Tabela 1. Distribuição percentual das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027 classificadas em peneiras planas de perfuração de 2 x 1,75 e 2 x 2,2 mm. Sinop-MT, 2018

Peneira-1 (1,75 mm) (%)				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	21,56 Ba	22,85 Ba	23,09 Ba	22,50 B
ANa 9005 CL	40,38 Ca	40,79 Ca	46,01 Cb	42,39 C
ANa 9027	14,63 Aa	13,96 Aa	14,73 Aa	14,44 A
Média	25,52 a	25,87 a	27,94 a	
CV%	9,39	9,39	9,39	
Dms	4,35	4,35	4,35	
Peneira- 2 (2,20 mm) (%)				
ANa 8001	78,43 Ba	77,14 Ba	76,90 Ba	77,49 B
ANa 9005 CL	59,61 Ab	59,21 Ab	53,98 Aa	57,60 A
ANa 9027	85,36 Ca	86,03 Ca	85,26 Ca	85,55 C
Média	74,47 b	74,13 ab	72,05 a	
CV%	3,38	3,38	3,38	
Dms	4,35	4,35	4,35	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a porcentagem de retenção na peneira 01, de 1,75 mm, observa-se diferença significativa entre as três cultivares para os 3 lotes estudados, a cultivar ANa 9027 tem uma porcentagem menor de grãos retidos de 14,44%, quando comparado a cultivar ANa 9005 CL que tem uma porcentagem de 42,39%, já a cultivar ANa 8001 apresentou uma porcentagem de sementes retidas intermediária a cultivar ANa 9005 CL e ANa 9027.

Para a retenção na peneira 02, malha de 2,20 mm, a cultivar ANa 9027 tem uma porcentagem de 85,55% de sementes retidas, enquanto a cultivar ANa 9005 CL tem uma porcentagem menor de 57,60%. O tamanho das sementes em algumas espécies é indicativo de sua qualidade fisiológica, sendo que sementes pequenas geralmente tendem a apresentar menores valores de germinação e vigor, em comparação as de tamanhos médio e grande, dado menor acúmulo de biomassa (BIRUEL et al., 2010).

Para Krzyzanowski et al. (1991), a classificação das sementes por tamanho e massa pode ser uma estratégia para aumento da produtividade, visto que o tamanho da semente afeta a germinação, o vigor das plantas e a produção dos grãos, além disso, sementes de tamanho uniforme aumentam a uniformidade da semeadura mecânica.

Há muita controvérsia no que tange ao efeito do tamanho da semente no desempenho da cultura no campo (LIMA; CARMONA, 1999). Para a cultura da soja a explicação comumente apresentada para a possível influência do tamanho das sementes sobre o vigor das plântulas e, posterior comportamento da planta, tem sido a de que as sementes grandes possuem maior quantidade de tecido de reserva, podendo, portanto, originar plântulas mais nutridas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Outro ponto que justificaria a potencial qualidade de sementes maiores é normalmente, o desenvolvimento de plântulas em condições de estresse hídrico, sementes bem formadas originam plântulas mais vigorosas (CARVALHO et al., 2001).

Para a cultura do arroz poucos trabalhos (KAMIL, 1974; FERRAZ 1974; ROCHA, 1975) e não atuais correlacionam tamanho e/ou peso das sementes a qualidade fisiológica, vigor e germinação e relatam a influência do tamanho e principalmente do peso das sementes de arroz no fator germinação. Kamil (1974) trabalhou com sementes de arroz, dividindo o lote em cinco classes de massa específica e concluiu que a germinação é influenciada significativamente pela massa específica das sementes. Ferraz (1974), estudando a influência do tamanho e da massa de sementes de arroz sobre a germinação, concluiu que: a) para as três cultivares em estudo a germinação foi associada ao tamanho e a massa das sementes; b) a massa das sementes mostrou-se mais importante do que o tamanho e Rocha (1975) separou as sementes em 4 classes de massa específica, os resultados mostraram que a germinação foi estreitamente relacionada com a massa específico das sementes.

Pode-se inferir a partir dessa estratificação que a cultivar ANa 9027 apresenta maior porcentagem de grãos maiores, enquanto a cultivar ANa 9005

CL apresenta sementes de menor tamanho e a cultivar ANa 8001 com tamanho intermediário entre as outras duas, esse resultado se deve ao formato do grão (Tabela 2). As medidas foram efetuadas seguindo modelo da Figura 3.

Tabela 2. Granulometria de sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

Cultivar	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Relação C/L (mm)	Média
ANa 8001	9,46 A	2,14 A	4,41 B	5,36 B
ANa 9005 CL	10,41 B	2,26 B	4,61 C	5,76 C
ANa 9027	9,51 A	2,39 C	3,97 A	5,29 A
CV	3,89	3,31	5,07	
Dms	0,11	0,022	0,066	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

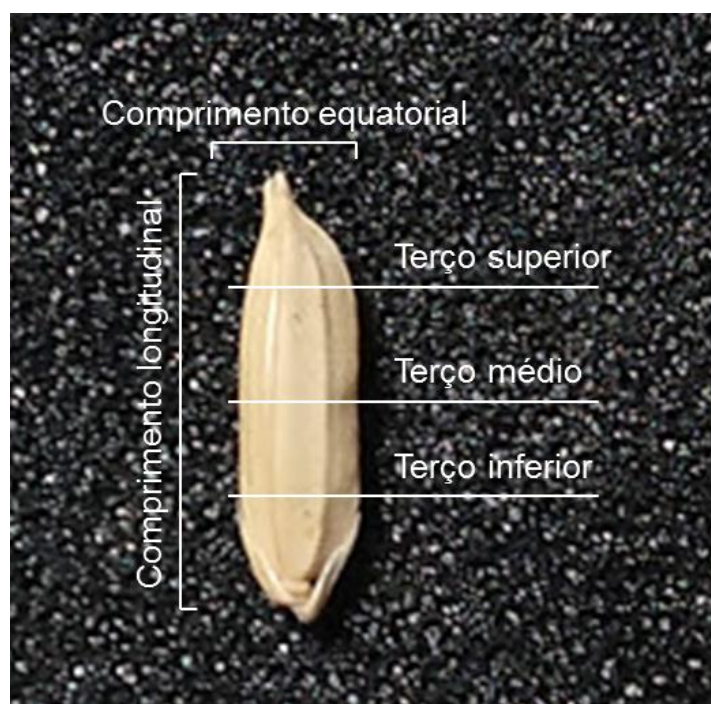


Figura 3. Posição de medida das dimensões da semente, comprimento equatorial e longitudinal (em 3 pontos), para determinação da granulometria das sementes de arroz (*Oryza Sativa*), (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

A cultivar ANa 9005 CL apresenta sementes mais compridas (10,41mm) do que as cultivares ANa 8001 (9,46 mm) e ANa 9027 (9,51mm), a cultivar ANa 9005 CL também apresenta sementes mais largas (2,26 mm) que a cultivar

ANa 8001 (2,14 mm) e mais estreita que a cultivar ANa 9027 (2,39 mm). Quando se trata da relação entre comprimento e largura (C/L) as 3 cultivares são distintas. A cultivar ANa 9005 CL apresenta a maior relação C/L (5,76 mm), seguida pela cultivar ANa 8001 com relação C/L de 5,36 mm e a cultivar ANa 9027 apresenta sementes com a menor relação C/L de 5,29 mm.

Não foi encontrado relação entre o tamanho das sementes e a qualidade fisiológica das mesmas, como vigor e viabilidade. Como ressalta Popinigis (1985) relatando que a densidade das sementes pode afetar diretamente seu potencial fisiológico, ou seja, o potencial fisiológico é mais influenciado pela densidade do que pelo tamanho das sementes e uma semente grande, não será necessariamente a mais pesada.

Concomitantemente com a avaliação de retenção e classificação por peneira, foram avaliadas as massa das sementes retidas em cada peneira através da MMs. Na Tabela 3 são apresentadas as massas (MMs) das sementes retidas por peneira, onde se observa que em relação a massa das sementes retidas na peneira de 1,75 mm, diferenças estatísticas foram verificadas entre as cultivares ANa 8001 e ANa 9027 em relação a cultivar ANa 9005 CL, isso ocorreu para os lotes L1 e L3, já para o lote L2 a diferença ocorre entre a cultivar ANa 8001 em relação as cultivares ANa 9005 CL e 9027.

Tabela 3. Massa das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027, classificadas em peneiras planas de perfuração de 2 x 1,75 e 2 x 2,2 mm. Sinop-MT, 2018

Peneira 1 (1,75 mm) (g)				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	21,12 Aa	20,47 Aa	20,92 Aa	20,84 A
ANa 9005 CL	22,50 Ba	22,22 Ba	22,85 Ba	22,52 B
ANa 9027	20,60 Aa	21,45 Bb	20,70 Aab	20,91 A
Média	21,40 a	21,38 a	21,49 a	
CV%	2,11	2,11	2,11	
Dms	0,79	0,79	0,79	
Peneira 2 (2,20 mm) (g)				
ANa 8001	23,60 Aa	22,60 Aa	22,80 Aa	23,00 A
ANa 9005 CL	24,00 Aa	24,42 Aa	24,42 Aa	24,35 B
ANa 9027	24,87 Aa	23,70 Aa	23,70 Aa	24,17 B
Média	24,15 a	24,72 a	23,64 a	
CV%	4,08	4,08	4,08	
Dms	1,7	1,7	1,7	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Entre os lotes de uma mesma cultivar pode-se considerar as médias estatisticamente iguais para as cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL, para a cultivar ANa 9027 observa-se a diferença entre os lotes 1 em relação ao lote 3.

Observa-se que a cultivar ANa 9005 CL é mais pesada que as demais cultivares para a peneira de 1,75 mm e a cultivar ANa 8001 mais leve.

Para a peneira de 2,20 mm observa-se uma tendência diferente do observado na peneira 1,75 mm, não são observadas diferença significativa entre as 3 cultivares, o mesmo ocorre dentro da mesma cultivar, não são observadas diferenças estatísticas significativas para o peso dos lotes.

De forma geral observa-se que a cultivar ANa 9027 tem uma porcentagem maior de sementes com dimensão superior a 2,20 mm (85,55%). Além disso, vale ressaltar que o tamanho da semente é determinado pelo genótipo, mas influenciado, com maior ou menor intensidade, pelas condições

ambientais prevalecentes durante o desenvolvimento, ou seja, as dimensões das sementes podem variar com o local e ano de produção (CAMILO, 2003).

A cultivar ANa 9005 CL apresenta proporções semelhantes para as duas peneiras, 42,39% de sementes com dimensão superior a 1,75 mm e 57,6% de sementes com dimensão superior a 2,20 mm e a massa das sementes retidas nas duas peneiras avaliadas, 1,75 e 2,20 mm, pode ser considerada estatisticamente superior a cultivar ANa 8001 e igual a cultivar ANa 9027, 22,52 e 24,35 g respectivamente. Sendo que, sementes maiores e de maior massa específica apresentam, conforme Nakagawa (1986) e Santos et al. (2005), consistentemente maior vigor comparadas às de tamanhos menores e de massa específica. Sementes mais vigorosas são superiores quanto à emergência e ao desenvolvimento inicial da plântula, principalmente se as condições de ambiente não forem as mais favoráveis.

Na obtenção do volume de sementes utilizado em determinada área agrícola a ser plantada e a plantabilidade das mesmas determina-se de forma indireta a massa específica das sementes, e para tanto se faz necessário usar o valor da massa de mil sementes, aqui chamada de MMs geral, por se tratar da massa das sementes que constituem um lote. Para sua determinação não ocorre separação por peneira, sendo este um item também com o objetivo de calcular a densidade de semeadura e a massa da amostra de trabalho para análise de pureza, realizado comercialmente por empresas de sementes.

A MMs geral esta apresentada na Tabela 4. Observa-se a mesma tendência apresentada anteriormente para as 3 cultivares, existindo diferença significativa entre a cultivar ANa 8001, que pode ser considerada a mais leve com média de 23,37 g a cada 1000 sementes, das demais cultivares ANa 9005 CL com média de 24,9 g e a ANa 9027 com 24,83 g, que podem ser consideradas as mais pesadas.

Tabela 4. Massa de mil sementes (MMs) das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

	Peso de mil sementes (g)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	23,32 Aa	23,45 Aa	23,36 Aa	23,37 A
ANa 9005 CL	25,00 Ba	24,86 Ba	24,83 Ba	24,90 B
ANa 9027	24,88 Ba	24,82 Ba	24,80 Ba	24,83 B
Média	24,40 a	24,37 a	24,33 a	
CV%	1,21	1,21	1,21	
dms	0,20	0,20	0,20	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Esse padrão é o mesmo observado para a massa das sementes retidas por peneira, considerando-se as médias finais por cultivar. A cultivar ANa 8001 é mais leve na peneira 2,20 mm e com porcentagem maior (77,49%) de sementes retidas nessa peneira, o que reflete no resultado do MMs geral observado na Tabela 4. A cultivar ANa 9005 CL é mais pesada que as demais cultivares na peneira 1,75 mm e igualmente pesada a cultivar ANa 9027 na peneira 2,20 mm, porém sua distribuição, em quantidade de sementes é semelhante para as duas peneiras (42,39% e 57,60% respectivamente), fazendo com que ela seja igualmente pesada a cultivar ANa 9027 no MMs geral. A cultivar ANa 9027 apresenta uma proporção mais elevada de sementes na peneira 2,20 mm, essas sementes possuem peso semelhante a cultivar ANa 9005 CL para essa peneira, conseqüentemente a MMs geral (Tabela 4) pode ser considerado igual para as duas cultivares. Em relação aos 3 lotes analisados por cultivar, o MMs geral não apresenta diferença estatística.

A massa das sementes tem influência positiva na emergência para muitas espécies como afirmado por Smith et al (1973), e para soja como verificado por Carvalho e Nakagawa (2000). As sementes menores tendem a germinar mais rapidamente, enquanto as maiores acabam por originar plântulas de maior tamanho e massa (VANZOLINI; NAKAGAWA, 2007).

Porém para sementes de arroz não existe estudos atuais que descrevam com precisão se existe influência do peso e tamanho das sementes

em relação ao vigor e germinação, os estudos encontrados foram realizado por Kamil em 1974, Ferraz em 1974 e Rocha em 1975, além da massa e tamanho diversos outros fatores influenciam diretamente, sendo necessários estudos mais específicos para definir se as características, tamanho e massa, têm influência significativa principalmente sobre a capacidade de emergência das sementes de arroz.

3.1.2 Renda do benefício e porcentagem das sementes inteiras

A renda é um parâmetro físico que determina a porcentagem do grão com casca que se torna o grão limpo, depois de descascado e brunido em um provador de arroz (Figura 4). É um parâmetro que modifica com a cultivar, mas que pode variar de lote para lote, de acordo com as condições ambientais da produção a campo. Esse parâmetro nos diz a porcentagem da massa do grão que está constituído do embrião e do tecido de reserva, quanto menores os valores dessa classificação, mais massa seca foi alocada para os tecidos protetores como “palea” e “lema” que constituem a casca, tecidos estes que não atuam diretamente na fisiologia da germinação das sementes, mas são altamente eficientes na proteção contra injúrias físicas que a semente venha sofrer.



Figura 4. Provador de arroz com descasque, brunição e classificação da fração de grãos quebrados no classificador de renda (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

Notaram-se diferenças significativas tanto em relação às cultivares quanto aos lotes estudados (Tabela 5).

Tabela 5. Renda do benefício e rendimento de grãos inteiros das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

Renda do benefício (%)				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	74,95 Ba	74,70 Aa	74,47 Aa	74,70 A
ANa 9005 CL	73,70 Aa	75,22 ABb	74,72 Ab	74,50 A
ANa 9027	75,30 Ba	75,80 Ba	76,17 BA	75,75 B
Média	74,65 a	75,24 a	75,12 a	
CV%	0,38	0,38	0,38	
dms	0,50	0,50	0,50	
Inteiros (%)				
ANa 8001	62,72 Bb	61,72 Bab	60,77 Ba	61,74 B
ANa 9005 CL	61,77 Ba	63,27 Cb	62,97 Cab	62,67 C
ANa 9027	50,62 Ac	48,67 Ab	43,75 Aa	47,68 A
Média	58,37 b	57,89 b	55,83 a	
CV%	0,71	0,71	0,71	
dms	0,72	0,72	0,72	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para o lote 1 observa-se uma maior renda para as cultivares ANa 8001 (74,95%) e ANa 9027 (75,30%). Para o lote 2 a cultivar ANa 9027 e ANa 8001 apresentam maior (75,80%) e menor (74,70%) renda, respectivamente. Para o lote 3, observa-se igualdade estatística entre as cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL e ambas com renda menor que a cultivar ANa 9027.

A maioria das cultivares de arroz apresenta redução no rendimento dos grãos inteiros, após atingirem um determinado grau de maturação. Grãos muito secos ficam sujeitos a trincamentos no campo, que favorecem sua quebra nas operações de colheita e posterior beneficiamento. Altas porcentagens de grãos quebrados diminuem sensivelmente o tipo e o valor comercial de um lote de arroz (FARONI et al., 1987)

De forma geral o valor de renda do benefício obtido para os lotes das 3 cultivares se encontra dentro dos padrões de classificação obrigatória prevista no inciso II do art. 1º da Lei nº 9.972/2000, que independentemente de sua classe a renda do benefício deve ser igual ou superior a 68%, constituída de grãos inteiros e de grãos quebrados e quirera, apurados depois do produto descascado e polido.

Já em relação aos lotes dentro da mesma cultivar, temos para a cultivar ANa 8001 os lotes apresentando renda igual, para a cultivar ANa 9005 CL os lotes 2 e 3 apresentam maior renda que o lote 1 e para a cultivar ANa 9027, o lote 3 apresentou renda superior ao lote 1.

Quando comparadas as médias totais observa-se que a cultivar ANa 9027 apresentou valor de renda igual a 75,75%, que foi superior as demais cultivares estudadas, com porcentagens de 74,7 e 74,5% para ANa 8001 e 9027, respectivamente.

Na Tabela 5 também são apresentadas as porcentagem “de inteiro”, que se refere à porcentagem do grão limpo que se encontram com comprimento maior a $\frac{3}{4}$ (três quartos) do comprimento mínimo da classe que predomina e que ficam retidos nos alvéolos do “trieur alveolado” (Figura 5), que é o grão inteiro para a indústria alimentícia.



Figura 5. Detalhes visuais do trieur alveolado para separação de grãos inteiros de arroz, componente do provador de arroz (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

Em relação às cultivares, de forma geral, considerando a média final dos 3 lotes observados, a cultivar ANa 9027 apresentou uma porcentagem de

inteiros de 47,68%, o que é considerado baixo para os padrões estabelecidos pela indústria, que é de no mínimo 58% (CASTRO, 1999). Esse valor teórico é adotado atualmente e já fez parte formal da legislação nacional. As cultivares ANa 8001 e ANA 9005 CL apresentaram 61,74% e 62,67% de inteiro respectivamente, valores dentro do padrão mínimo exigido.

Quando avaliados os lotes observa-se que para a cultivar ANa 8001 os lotes possuem porcentagem de inteiros distintas, lote 1 maior valor com 62,72%, o lote 2 com 61,72% e o lote 3 com o menor valor de inteiro, de 60,77%. Para a cultivar ANa 9005 CL, temos o lote 1 com menor valor de inteiro, 61,77% e os lotes 2 e 3 com valores de 62,97% e 63,27%, respectivamente.

Para a cultivar ANA 9027 observa-se o lote 3 com menor porcentagem de inteiro, 43,75%, e o lote 1 com maior porcentagem (50,62%).

Dentro dos lotes temos variações significativas, de forma geral, considerando-se a média final, temos que o lote 3 apresenta menor porcentagem de inteiro com 55,83%, o lote 2 com inteiro intermediário (57,89%) e o lote 1 com a maior porcentagem (58,37%). Para o lote 1 as cultivares ANa 8001 tem maior inteiro e a cultivar ANa 9027 menor, para o lote 2 a cultivar ANa 9005 CL tem a maior porcentagem de inteiro e a cultivar ANA 9027 a menor e o mesmo acontece para o lote 3. O que reafirma o observado nas médias finais por cultivar, tendo a cultivar ANA 9027 a menor porcentagem de inteiro que as demais.

Nos grãos dos genótipos em estudo predominou a classificação conhecida como longo fino, com relação comprimento/largura maior ou igual a 2,75, quanto maior a porcentagem de grão inteiro a semente possuir menor será a probabilidade de quebra durante as etapas do beneficiamento, transporte e plantio.

Essa quebra pode acarretar, de forma indireta, perda de viabilidade por possíveis danos causados ao embrião ou/e ao tecido de reserva, já que trincas que podem ocorrer durante toda a seção do grão diminuem o vigor da plântula pela redução da disponibilidade de endosperma, e conseqüentemente de

nutrientes durante a fase de germinação e emergência (STEFFE et al., 1980; SMIDERLE; DIAS, 2008).

A porcentagem dos chamados grãos “inteiros” reflete a porcentagem de trincas oriundas do processo de colheita. Semente de arroz colhida tardiamente com umidade muito baixa é susceptível a degrana natural, ocorrendo o trincamento dos grãos e a redução do rendimento de grãos inteiros no teste de beneficiamento (STEFFE et al., 1980; SMIDERLE; DIAS, 2008).

Os equipamentos utilizados durante o beneficiamento podem ser objetos de danos mecânicos as sementes (FESSEL et al., 2003) e, neste sentido, ao longo do beneficiamento a capacidade das sementes em produzir plantas normais pode ser reduzida ou anulada por choques e abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes (ALMEIDA et al., 2004).

A semente do arroz, por se tratar de um grão amiláceo, possui sensibilidade ao choque térmico, que é provocado pela variação brusca da temperatura.

A temperatura da massa dos grãos é um dos parâmetros operacionais que estão diretamente relacionados com os choques térmicos, que podem ocorrer durante o processamento dos grãos. A ocorrência de danos imediatos e latentes devido às alterações de temperatura é expressa pelo aumento de trincamentos e pela incidência de defeitos nos grãos, respectivamente, reduzindo o percentual de inteiro e alterando muitas vezes a qualidade fisiológica das sementes (MENEGHETTI et al., 2012).

Além disso, fissuras ocorridas antes da colheita, secagem muito rápida, grãos imaturos, grãos gessados, má distribuição da umidade nos grãos (BHATTACHARYA, 1969; WADWORTH; MATTHEUS, 1985), também podem levar a danos físicos na semente que podem interferir no desenvolvimento do embrião.

3.1.3 Umidade ou Teor de água

A umidade foi determinada em base úmida, ou seja, é razão entre o peso da água presente na amostra e o peso total dessa amostra. Entre os lotes

de uma mesma cultivar houve variação significativa de umidade, assim como entre as diferentes cultivares (Tabela 6).

Tabela 6. Umidade (porcentagem em base úmida) das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027, 45 dias após o armazenamento em condições refrigeradas. Sinop-MT, 2018

	Umidade (%)			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	11,44 Aa	11,83 Bb	11,86 Bb	11,71 B
ANa 9005 CL	11,63 Ba	11,48 Aa	11,53 Aa	11,55 AB
ANa 9027	11,26 Aa	11,73 Bb	11,41 Aa	11,47 A
Média	11,44 a	11,60 b	11,68 b	
CV%	0,92	0,92	0,92	
dms	0,18	0,18	0,18	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para o lote 1 as sementes da cultivar ANa 9005 CL se apresenta com maior umidade (11,63%), para o lote 2 as cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL apresentam maiores umidades (11,83% e 11,73%) respectivamente. Já no lote 3 a maior umidade (11,86%) foi apresentada pela cultivar ANa 8001.

De forma geral, ao avaliarmos as médias finais do lote, observa-se que a cultivar ANa 8001 apresentou umidade superior a cultivar ANa 9027 em 0,24% e estatisticamente igual a cultivar ANa 8001 (0,16%).

Ressalta-se que os dados obtidos para o teor de água das sementes são semelhantes para os 9 lotes, com variação de até 0,45 pontos percentuais. Essa variação é inferior à amplitude máxima aceitável, que é de 1 a 2 pontos percentuais para não interferência nos testes de qualidade fisiológica (MARCOS FILHO, 1999), ou seja, diferenças significativas, que não causam interferências nos fatores avaliados, como desempenho fisiológico e liberação de exsudados, pelos padrões descritos anteriormente.

Este fato é importante para a execução das avaliações de envelhecimento acelerado, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização e obtenção de

resultados consistentes de acordo com Marcos Filho (2005), dentro de certos limites, as sementes mais úmidas são mais afetadas pelas condições do teste.

De acordo com Tunes et al. (2009), para sementes de cevada, quando o teor de água das sementes é relativamente baixo, em torno de 12,0%, como ocorreu nos lotes das sementes de arroz, é permitida uma maior confiabilidade aos resultados obtidos nos testes de qualidade fisiológica.

Para o teste de condutividade elétrica, estes valores estão de acordo com os referenciados por Vieira et al. (2002), que salientaram a influência significativa nos resultados da condutividade elétrica de sementes com umidade inferior a 10,0% ou superior a 17,0%, o que reafirma o descrito pela AOSA (1983) que a umidade deve se situar entre 11,0 e 17,0%. Marcos Filho (2005) também ressaltou a importância da uniformidade da umidade entre os lotes de sementes para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Teores de água de água das sementes muito baixos elevam os valores de condutividade elétrica, já valores mais altos de umidade reduzem a saída de eletrólitos, diminuindo os valores de condutividade (VAZQUEZ, 1995).

Kunze e Nguyen (1985) bem como, Srinivas e Bhashyam (1985), relataram que as diferenças no conteúdo de água dos grãos no momento da colheita podem ser influenciadas pelo processo de perfilhamento, que apresenta duração de três a seis semanas, dependendo da população de plantas, fertilidade do solo, clima, cultivar entre outros fatores. As diferenças constatadas quando a umidade de campo de sementes de arroz foi de 22,0%, a variação na umidade das sementes dentro da mesma panícula foi por volta de 10,0% (KUNZE; NGUYEN, 1985).

3.1.4 Colorimetria

A coloração neste estudo é apenas um parâmetro de caracterização da semente com casca e descascada, não interferindo diretamente nos fatores de qualidade fisiológica avaliados em curto espaço de tempo, logo após a colheita e sua influência indireta não será mensurada no presente estudo, tratar-se-á da diferença da cor em função dos genótipos, conforme (Tabela 7).

Tabela 7. Colorimetria das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

Arroz em casca					
	L	a*	b*	C	H (°)
ANa 8001	52,77 C	5,36 A	18,15 B	18,93 B	-4,77 A
ANa 9005 CL	45,92 A	4,93 A	15,04 A	15,84 A	-3,01 A
ANa 9027	49,14 B	5,30 A	17,99 B	18,76 B	10,08 B
Média	49,28	5,20	17,06	17,89	
CV%	5,52	9,15	5,37	5,01	
Dms	2,72	0,47	0,91	0,89	
Arroz descascado e polido					
ANa 8001	60,08 A	0,60 B	8,13 A	8,46 A	-5,22 A
ANa 9005 CL	60,27 A	-0,46 A	8,35 A	8,36 A	-1,30 A
ANa 9027	65,69 B	-0,57 A	8,08 A	8,10 A	1,05 A
Média	62,01	-0,14	8,18	8,31	
CV%	3,66	-1059,58	6,94	11,09	
dms	2,27	1,55	0,56	0,92	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tornquist (2008), coloca que o sistema CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) proporciona uma base objetiva para a medição de cor e específica a cor por meio de misturas aditivas dos três estímulos das três cores de referência (vermelho, verde e azul), como representado na Figura 6.

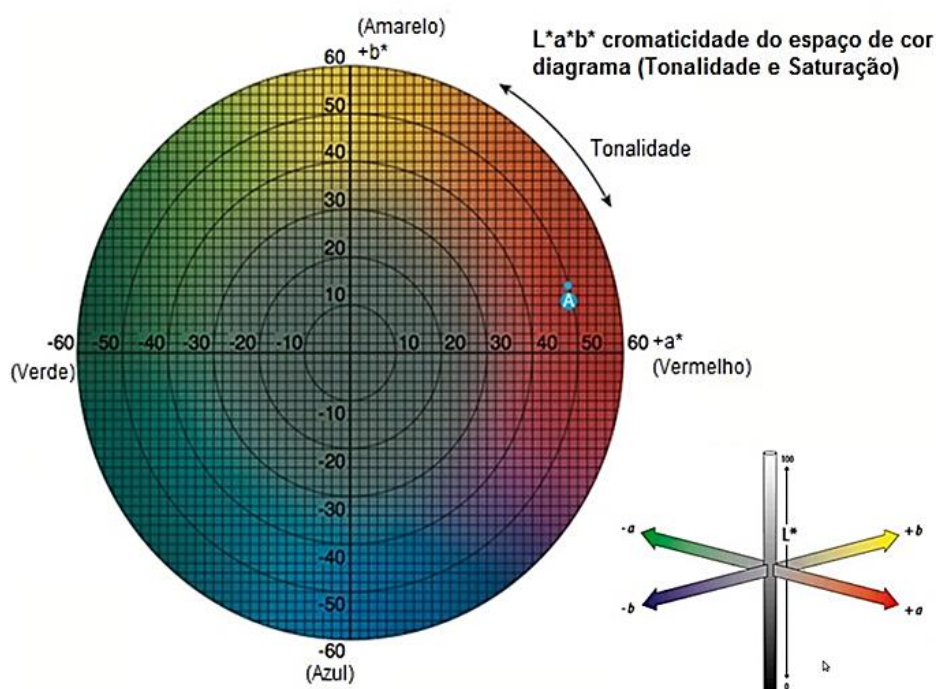


Figura 6. Diagrama de tonalidade e saturação utilizado para determinar as coordenadas de cor do objeto no espaço de cor $L^*a^*b^*$ e apresentar as informações em termos numéricos (Fonte: LEITE, 2006).

O parâmetro L^* representa o valor de luminosidade da cor, enquanto que a^* pode variar do verde para o vermelho e b^* do amarelo para o azul, o valor C indica o croma e H o ângulo de tonalidade.

Para esses parâmetros foram avaliadas apenas as diferentes cultivares, os lotes dentro da mesma cultivar não apresentam diferenciação de cor.

Para as sementes ainda envoltas em casca observa-se que, para o parâmetro L , houve diferença estatística entre as 3 cultivares. Constatou-se que a cultivares ANa 8001 tem maior luminosidade do que a cultivar ANA 9027, ou seja, é mais clara, que por sua vez tem maior luminosidade que a cultivar ANa 9005 CL.

Para o parâmetro a^* não houve diferença estatística entre as 3 cultivares estudadas, podendo-se dizer que as 3 cultivares apresentam a mesma tendência a cor vermelha (Sinal positivo de a^* tendendo para a cor vermelha).

Para o parâmetro b^* observa-se diferença estatística entre a cultivar ANA 9005 CL em relação às cultivares ANa 8001 e 9027, a cultivar ANa 9005 CL tende ao amarelo mais do que as outras duas cultivares.

O Croma (C) representa a pureza ou intensidade de uma cor particular, a vivacidade ou palidez da mesma, pode-se observar que a diferença estatística entre a cultivar ANa 9005 CL em relação as demais cultivares, tendo uma croma menor, ou seja cores menos intensas que as demais, sendo assim mais pálida, opaca.

Para o ângulo hue (H), temos os valores de $-4,77^\circ$ para a cultivar ANa 8001, estando próximo do ângulo de 180° , considerado a partir do ponto de $+a^*$ (Figura 6), indicando tonalidade amarela, estando na faixa gráfica entre a cor amarelo e o verde, semelhante a cultivar ANa 9005 CL com valor de H de $-3,01^\circ$. Para a cultivar ANa 9027 o valor de H é de $10,08^\circ$ também indicando tonalidade amarela, mas estando na faixa gráfica entre o amarelo e o vermelho.

De uma forma geral as 3 cultivares apresentam a mesma tendência aos tons amarelados. Para a cultivar ANa 8001 em relação as demais tem tendência de maior luminosidade, com maior croma e conseqüentemente maior intensidade de cor. Já a cultivar ANa 9005 CL tem menor luminosidade das 3 cultivares e menor croma, são sementes mais opacas, bem como menor tendência ao vermelho e com tonalidade de cor amarela, assim como a cultivar ANa 8001. Já a cultivar ANa 9027 apresenta luminosidade intermediária, com tonalidade amarela tendendo ao vermelho.

Na determinação da semente beneficiada sem casca, observou-se diferença estatística para o parâmetro luminosidade para a cultivar ANa 9027, com tendência de maior luminosidade, quando comparada as demais cultivares. Para o parâmetro a^* observou-se que a cultivares ANa 8001 é a única que apresentou o fator positivo, ou seja, maior tendência a cor vermelha, enquanto as demais apresentam tendência a cor verde. Para o parâmetro b^* e o croma não se observou diferença estatística entre as 3 cultivares, ambas tendem a cor amarela e a um croma de nitidez intermediária.

Não houve diferenças para o croma e o ângulo hue, das 3 cultivares, ou seja, as 3 cultivares estão próximo do ângulo de 180° , indicando tonalidade amarela, estando entre a faixa gráfica do amarelo e verde as cultivares ANa

8001 e 9005 CL e entre a faixa gráfica da cor amarelo e vermelho a cultivar ANa 9027.

3.2 Características fisiológicas

A qualidade da semente é definida por um somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, e quando esses atributos não expressam seu máximo afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. A qualidade fisiológica da semente define sua capacidade de desenvolver suas funções vitais (POPINIGIS, 1985).

Na avaliação fisiológica das sementes de arroz faz-se uso de testes ditos diretos e indiretos. Nos testes diretos, verifica-se o vigor e a germinação por meio da qualidade das plântulas geradas pelas sementes. A classificação das plântulas é feita caracterizando-se as plântulas em normais fortes e plântulas normais fracas (Figura 7), plântulas anormais (Figura 8), sementes mortas e sementes duras ou dormentes (Figura 9).

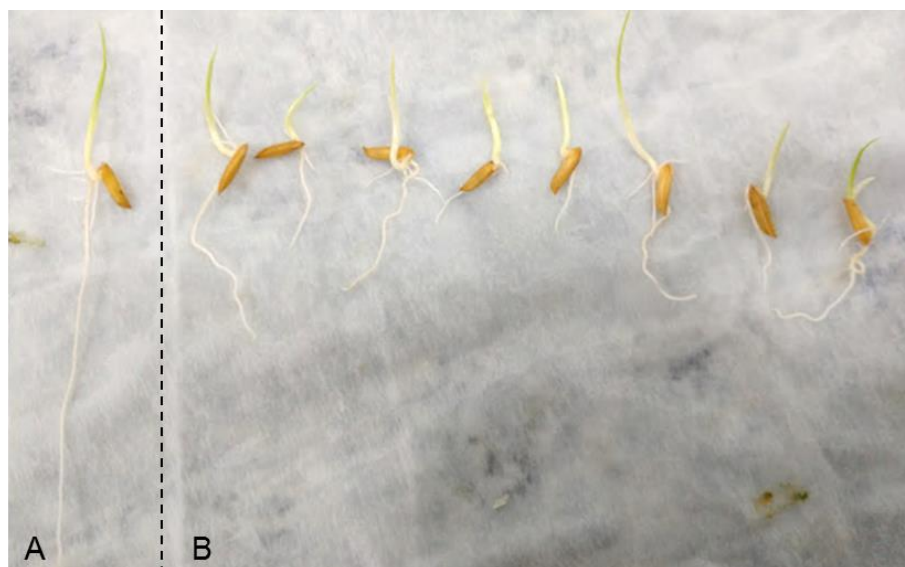


Figura 7. Plântula de arroz (*Oryza Sativa*) normal forte (A) e normais fracas (B) encontradas no teste padrão de germinação, classificação de acordo com Brasil (2009a) (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.



Figura 8. Plântulas de arroz (*Oryza Sativa*) anormais (Raiz primária ausente ou má desenvolvida) encontradas no teste padrão de germinação ao 14º dia, classificação de acordo com Brasil (2009a) (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.



Figura 9. Semente de arroz (*Oryza Sativa*) anormal (a esquerda), dura (no centro) e morta (a direita) encontradas no teste padrão de germinação ao 14º dia, classificação de acordo com Brasil (2009a) (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

3.2.1 Teste da primeira contagem da germinação (PCG)

Para o teste de primeira contagem (Tabela 8) considerou-se as plântulas normais fortes contabilizadas no 7º dia da semeadura considerando-se como índice de vigor.

Tabela 8. Teste da primeira contagem da germinação das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	79,75 Ba	79,00 Ba	76,25 Ba	78,33 B
ANa 9005 CL	86,00 Ca	86,25 Ca	82,50 Ca	84,91 C
ANa 9027	71,00 Aa	71,25 Aa	70,25 Aa	70,83 A
Média	78,91 a	78,83 a	76,33 a	
CV%	4,1	4,1	4,1	
dms	5,61	5,61	5,61	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando-se os lotes de cada cultivar, observou-se a mesma tendência para os lotes 1, 2 e 3 das 3 cultivares estudadas e o mesmo ocorreu para a média final das cultivares. A cultivar ANa 9005 CL apresentou os maiores índices de vigor, média de 84,91%, seguido da cultivar ANa 8001, com média de vigor de 78,33% e o menor índice de vigor foi registrado para a cultivar ANa 9027, 70,83%. Evidenciando que a cultivar ANA 9005 CL para os 3 lotes estudados apresentou índices de vigor superiores e dentro dos padrões mínimos exigidos pelo MAPA. Já a cultivar ANa 8001, apesar de apresentar índices de vigor acima da cultivar ANa 9027, encontra-se com índices abaixo do exigido pelos MAPA, demonstrando desempenho fisiológico inferior.

Apenas sementes com alto vigor conseguem emergir e dar origem a uma plântula normal forte depois de 7 dias da semeadura, tendo assim uma emergência rápida, uniforme e com plântulas perfeitas, com maior velocidade de emergência e de desenvolvimento (FRANÇA-NETO, 2010), a lavoura terá menores problemas com incidência de plantas daninhas, menor necessidade de herbicidas, dentre outros fatores, o que garante uma lavoura com maior desempenho e conseqüentemente melhores índices de produtividade.

Desta forma a primeira contagem do teste de germinação é um indicativo do vigor e é apontado como eficiente para avaliar o vigor de sementes (AOSA, 1983; MARCHEZAN et al., 2001), é conduzido em condições totalmente favoráveis podendo beneficiar lotes de vigor médio a alto, isso

ocorre pelo fato de que o vigor das sementes integra fatores que vão além da simples viabilidade.

Embora o teste de primeira contagem seja considerado um indicativo do vigor, o processo de deterioração das sementes e redução da velocidade de germinação não é um dos eventos iniciais da redução da qualidade (DELOUCHE; BASKIN, 1973), desta forma, o teste de primeira contagem pode não ser eficiente na detecção da perda de qualidade, e como afirmado por Delouche (1974) se torna um parâmetro pouco sensível, porque enfoca a consequência final da deterioração e não leva em conta aquela perda que ocorre antes que a capacidade de germinação diminua.

Estudos conduzidos com algodão (TORRES, 1998) também indicaram baixa sensibilidade do teste em estratificar lotes de sementes, principalmente quando as diferenças de vigor são pequenas, já Queiroga et al. (2005), avaliando sementes de algodão observou que entre os testes utilizados o PCG obteve destaque por apresentar melhor porcentagem, resultando assim em sementes mais vigorosas.

No presente estudo não foi possível estratificar os lotes dentro da mesma cultivar, devido os valores de vigor serem muito próximos, mesmo havendo diferença numérica significativa para o lote 3 das cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL. O teste foi eficiente em estratificar diferenças acima de 5,61 pontos, o que ocorreu nas médias finais por cultivares, o mesmo foi constatado por Wrasse (2009), também utilizando o teste da primeira contagem da germinação para avaliar a qualidade das sementes de arroz, o referido estudo mostrou-se pouco sensível para diferenciar os lotes em diferentes níveis de vigor.

Menezes e Da Silveira (1995) dentre diferentes métodos utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz, obtiveram sucesso com o método PCG para estratificar lotes de qualidades diferentes.

A identificação de lotes com qualidade distinta possibilita estimar o desempenho no campo e apontar os lotes que apresentam maior probabilidade de se estabelecer em condições adversas, possibilita também estimar o comportamento durante o armazenamento e decidir sobre o descarte de lotes

de sementes de baixa qualidade, diminuindo, assim, os riscos de prejuízos, assim como fundamenta a identificação de deficiências no desempenho das sementes no campo.

O teste da PCG é o segundo método mais indicado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz, sendo superado apenas pelo teste de frio e ficando à frente do teste de envelhecimento acelerado (FRANCO; PETRINI, 2002).

3.2.2 Teste padrão de germinação

Para Popinigis (1985), a germinação de sementes é um processo complexo e diversos fatores (internos e externos) podem afetá-la desde a embebição até a protrusão da radícula interferindo na qualidade da semente.

Os fatores internos compreendem a longevidade, a viabilidade, o grau de maturidade, a dormência, a sanidade e o genótipo. Os fatores externos são temperatura, luz, água, oxigênio e promotores químicos.

Esse teste é o método mais aplicado e recomendado para determinação da qualidade, é altamente padronizado e possui alta repetitividade, embora se reconheçam as suas limitações, pois prediz resultados para condições ideais, subestimando a emergência e não indica com precisão a emergência das plântulas em campo (FRANCO; PETRINI, 2002; BRAGANTINI, 1996). Isso o torna, muitas vezes, incompleto para determinar a qualidade das sementes (SPINA; CARVALHO, 1986), de forma resumida o teste padrão de germinação é um parâmetro utilizado para medir a viabilidade e predizer a emergência a campo quando a semeadura é realizada em condições ideais de solo.

A importância deste teste deve-se também ao fato de que boa parte das lavouras das *Commodities* agrícolas são implantadas com sementes chamadas de ortodoxas (sementes que ao final da maturação passam por um processo de redução no teor de água) e ao final do desenvolvimento entram em quiescência (metabolismo reduzido) ou dormência, aguardando uma condição ideal para germinar (conseguem manter sua porcentagem de germinação por longos períodos de armazenamento a seco) (BRADFORD, 1995).

As plântulas normais fortes e/ou apenas normais, contabilizadas aos 14 dias de semeadura nos fornece o índice de germinação, ou seja, são plântulas que independentemente de seu porte, são normais e tem a capacidade de dar origem a uma planta normal, porém que demoram um tempo maior para se estabelecerem no campo.

A qualidade fisiológica das sementes mensurada por meio do porcentual da germinação pode ser vista na Tabela 9. Constatou-se diferenças significativas entre a germinação das cultivares, não sendo observadas diferenças quando considerados os lotes dentro da mesma cultivar. O teste foi satisfatório na estratificação das cultivares em relação à qualidade fisiológica. Essa diferença pode ser resultado de vários fatores, tanto externos quanto intrínsecos a cada cultivar.

Tabela 9. Teste padrão de germinação de sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

Normais				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	87,75 Ba	87,00 Aa	89,75 Ba	88,16 B
ANa 9005 CL	93,25 Ca	93,25 Ba	95,50 Ca	94,00 C
ANa 9027	81,25 Aa	83,75 Aa	80,50 Aa	81,83 A
Média	87,41 a	88,00 a	88,58 a	
CV%	2,54	2,54	2,54	
dms	3,91	3,91	3,91	
Anormais				
ANa 8001	6,25 ABa	6,25 Aa	5,00 Ba	5,83 B
ANa 9005 CL	2,75 Aa	3,50 Aa	1,25 Aa	2,50 A
ANa 9027	6,50 Ba	6,50 Aa	5,75 Ba	6,25 B
Média	5,16 a	5,41 a	5,00 a	
CV%	42,78	42,78	42,78	
dms	3,64	3,64	3,64	
Sementes Mortas				
ANa 8001	4,00 Aa	5,00 Ba	4,50 Aa	4,50 B
ANa 9005 CL	3,25 Aa	1,25 Aa	2,00 Aa	2,16 A
ANa 9027	11,25 Ba	9,50 Ca	11,5 Ba	10,75 C
Média	6,16 a	5,25 a	6,00 A	
CV%	32,01	32,01	32,01	
dms	3,25	3,25	3,25	
Sementes Duras				
ANa 8001	1,50 Aa	0,50 Aa	0,50 Aa	0,83 A
ANa 9005 CL	0,75 Aa	0,25 Aa	1,25 Aa	0,75 A
ANa 9027	1,00 Aab	0,25 Aa	2,25 Bb	1,16 A
Média	1,08 AB	0,33 A	1,33 B	
CV%	85,02	85,02	85,02	
dms	1,38	1,38	1,38	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

O período de plantio e colheita das 3 cultivares ocorreram com aproximadamente 1 mês de diferença em campos de semente localizados

próximos, na mesma propriedade, podendo haver variabilidade de solo e de condições climáticas. A cultivar ANa 8001 apresentou ciclo mais curto em 3 dias que as cultivares ANa 9005 CL e ANa 9027, procedimento de colheita, secagem e beneficiamento padronizado e armazenamento inicial em armazém convencional e posteriormente em câmara fria para as 3 cultivares.

Observando as médias gerais dos lotes para cada cultivar observa-se diferença significativa entre as cultivares. A cultivar ANa 9005 CL se destacou pelo maior índice de germinação (94%), seguido pela cultivar ANa 8001 (88,16%) e a cultivar ANa 9027 com o menor índice de germinação (81,83%).

A tendência apresentada no teste de germinação é igual ao verificado para teste de primeira contagem, ou seja, a cultivar ANa 9005 CL apresenta índices fisiológicos superiores aos da cultivar ANa 8001, tendo a cultivar ANa 9027 o pior índice de germinação e conseqüentemente o pior desempenho fisiológico. Essa tendência se repetiu para os 3 lotes avaliados.

A diferença observada entre a cultivar ANa 9005 CL e a cultivar ANa 8001, para o lote 1 foi de 5,5% e para o lote 3 de 5,75%. Já entre a cultivar ANa 9005 CL e ANa 9027 a diferença é de 12% para o lote 1 e de 15% para o lote 3.

Nas médias gerais dos lotes não se observou diferença estatística entre os mesmos. A germinação obtida para todos os lotes foi superior a exigida pela legislação vigente para a comercialização de sementes de arroz que é de 80% para as sementes certificadas (C1 e C2) e não certificadas (S1 e S2) (BRASIL, 2013).

O valor da porcentagem de plântulas não viáveis (Plântulas anormais, sementes mortas e duras), apresentado na Tabela 9 é inversamente proporcional ao valor da porcentagem das ditas plântulas normais. A porcentagem de plântulas normais reflete o índice de germinação, ou seja, são as plântulas viáveis contabilizadas ao 14º dia da semeadura, com isso observa-se a mesma tendência característica para os 3 lotes de cada cultivar, não havendo diferença estatística entre os lotes de uma mesma cultivar.

Se tomarmos como base as médias finais observou-se que a cultivar ANa 9005 CL apresenta um índice de plântulas e sementes não viáveis abaixo

das demais, o que corrobora com o índice de vigor e germinação superior as demais cultivares. Já a cultivar ANa 9027 apresentou o índice de sementes e plântulas viáveis mais elevado o que também corrobora com o índice de vigor e germinação inferior as demais.

3.2.3 Emergência em Areia

A areia é o substrato usado alternativamente para confirmar a avaliação de plântulas em caso de dúvidas, quando apresentarem sintomas fitotóxicos, por exemplo, ou excesso de infecções patológicas.

Para a emergência em areia são consideradas as plântulas emergidas e normais ao 7º dia da semeadura, entende-se que se está avaliando o vigor (BRASIL, 2009a), são plântulas com emergência rápida, e posteriormente a contagem é refeita ao 14º dia, contabilizando então o índice de germinação final.

As considerações para a emergência em areia são semelhantes as considerações para o teste de primeira contagem da germinação e teste padrão de germinação, avaliamos, portanto, ao final de 14 dias a porcentagem de plântulas viáveis ou índice de germinação, como indicado por Brasil (2009a).

Na Tabela 10, observa-se pela primeira contagem da emergência em areia, que a cultivar ANa 9027 apresentou o menor percentual de plântulas viáveis ao 7º dia sendo a de menor índice de vigor em relação as demais.

Como observado nos testes anteriores, variando em 10,59% para a cultivar ANa 8001 e 15,74% para a cultivar ANa 9005 CL, ou seja, apresenta um baixo nível potencial de atividade e desempenho para uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula.

Tabela 10. Emergência em areia de sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

Primeira contagem da emergência em areia (Plântulas viáveis-7° dia)				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	72,75 ABa	82,25 Ba	81,25 ABa	78,75 B
ANa 9005 CL	80,75 Ba	85,25 Ba	85,75 Ba	83,91 B
ANa 9027	67,00 Aa	69,00 Aa	68,50 Aa	68,16 A
Média	73,50 a	78,83 a	78,50 a	
CV%	9,7	9,7	9,7	
dms	13,09	13,09	13,09	
Germinação em areia (Plântulas viáveis-14° dia)				
ANa 8001	90,25 Aa	91,50 ABa	91,75 Ba	91,16 B
ANa 9005 CL	93,00 Aa	95,75 Ba	91,25 Ba	93,33 B
ANa 9027	88,25 Aa	86,00 Aa	81,75 Aa	85,33 A
Média	90,50 a	91,08 a	88,25 a	
CV%	5,19	5,19	5,19	
dms	8,18	8,18	8,18	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos lotes dentro de uma mesma cultivar não foram observadas diferenças estatísticas significativas. Para o lote 1 observa-se que a cultivar ANa 9005 CL apresentou índice para a primeira contagem superior as demais cultivares. Para os lotes 2 e 3 observou-se diferença entre a cultivar ANa 9027 e as demais cultivares, expressando menor potencial fisiológico na primeira contagem do teste de emergência em areia, ou seja, sementes com menor vigor.

Esse resultado corrobora com o observado no índice de vigor e germinação da primeira contagem da germinação e teste padrão de germinação, que caracterizam a cultivar ANa 9027 com menor qualidade fisiológica em relação as cultivares ANa 9005 CL e ANa 8001 que apresentam maiores índices em praticamente todas as avaliações.

Não são observadas diferenças significativas para as plântulas viáveis ao 14° dia entre as 3 cultivares do lote 1. Para o lote 2 observou-se diferença entre a cultivar ANa 9005 CL (95,75%) em comparação às cultivares ANa 9027

(86%). Já para o lote 3 foi observada diferença entre a cultivar ANa 8001 e a cultivar ANa 9005 CL, com 91,75% e 91,25% de germinação, respectivamente, em relação a cultivar ANa 9027 com 81,75% de germinação.

Entre as cultivares não foram observadas diferenças entre os lotes. De forma geral observou-se para a média final das cultivares que cultivar ANa 9027 com menor índice de germinação, bem inferior as demais cultivares, variando de 5,83% em relação a ANa 8001 e em 8% para a ANa 9005 CL.

Algumas diferenças foram observadas no teste de primeira contagem da emergência em areia que não se repetiu para a germinação em areia (Tabela 10), ou seja, nem sempre a maior ou menor quantidade de plântulas normais no sétimo dia determina a maior germinação final, pois o vigor individual das sementes pode manifestar-se de modo variável, nos lotes de qualidade baixa ou intermediária.

Ademais, o período de duração do teste de germinação, favorece a expressão do potencial máximo, mesmo para aquelas sementes que tenham menor vigor. Desta forma lotes e cultivares com diferença significativa na primeira contagem, não apresentaram essa diferença na contagem final.

De forma geral, para as duas avaliações a cultivar ANa 9005 CL se destacou como a de melhor e a cultivar ANa 9027 como a de pior qualidade fisiológica.

3.2.4 Envelhecimento Acelerado

Neste teste, preconiza-se determinar a resistência da semente ao estresse (onde avaliam o desempenho de sementes expostas ao estresse), como uma simulação as adversidades ambientais, que podem acontecer durante a retomada dos processos metabólicos, como por exemplo: falta de água e aumento brusco da temperatura, em decorrência do declínio das funções bioquímicas e provavelmente fisiológicas.

A qualidade fisiológica das sementes influencia fortemente o sucesso ou fracasso do desenvolvimento da lavoura, especialmente em condições de estresse ambiental, o teste padrão de germinação é conduzido sob condições

favoráveis, que basicamente permite que o lote de sementes expresse sua capacidade máxima.

Quando as condições de campo são ótimas, o teste padrão de germinação pode prever corretamente o desempenho do lote em campo, porém em condições adversas o teste pode superestimar o que ocorrerá no campo, desta forma o teste de envelhecimento acelerado, por se tratar de um teste realizado em condições de alta temperatura e umidade relativa do ar (cerca de 100%) por períodos curtos (COPELAND e McDONALD, 2001; HALMER, 2000), reflete melhor a qualidade fisiológica dos lotes sob condições de stress, o que ocorre com frequência em campo.

Para o arroz, têm sido indicadas as combinações de 42 °C por 96 e 120h (MENEZES; SILVEIRA, 1995) e 42°C por 72h (ALBUQUERQUE et al., 1995) e 42 °C por 120 horas (VIEIRA et al., 2011; KRZYZANOWSKI et al., 1999), sendo essa última metodologia mais adotada atualmente (BRASIL, 2009a).

Como observado na Tabela 11, quanto maior o tempo de exposição das sementes ao envelhecimento artificial, menores foram os valores do vigor, podendo ser observado resultado semelhante na Figura 10, onde o vigor de todas as amostras decresceu mais rapidamente a partir de 42 °C de temperatura.

Tabela 11. Temperaturas de exposição e Vigor das sementes de diferentes cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027 pelo teste de envelhecimento acelerado. Sinop-MT, 2018

34 °C - 120 h				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	70,50 Aa	78,75 Aba	73,50 ABa	74,25 A
ANa 9005 CL	88,50 Ba	87,50 Ba	84,50 Ba	86,83 B
ANa 9027	79,50 ABa	72,25 Aa	70,75 Aa	74,17 A
Média	79,50 a	79,50 a	76,25 a	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
38 °C - 120 h				
ANa 8001	76,00 ABa	79,00 Aa	74,00 Aa	76,33 AB
ANa 9005 CL	80,75 Ba	79,50 Aa	79,25 Aa	79,83 B
ANa 9027	71,75 Aa	72,00 Aa	74,75 Aa	72,83 A
Média	76,17 a	76,83 a	76,00 a	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
42 °C 120 h				
ANa 8001	81,25 ABa	83,00 Aa	82,75 ABa	82,33 AB
ANa 9005 CL	88,75 Ba	88,25 Aa	87,75 Ba	88,25 B
ANa 9027	74,25 Aa	82,50 Aa	74,75 Aa	77,16 A
Média	81,42 a	85,58 a	81,75 a	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
43 °C 120 h				
ANa 8001	80,25 Aa	83,25 Aba	84,25 Aa	82,58 B
ANa 9005 CL	74,75 Aa	76,00 Ba	81,00 Aa	77,25 AB
ANa 9027	75,00 Aa	70,50 Aa	74,00 Aa	73,16 A
Média	76,67 a	76,58 a	79,75 a	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
44 °C 120 h				
ANa 8001	69,00 Ba	67,00 Ba	67,50 Ba	67,83 B

ANa 9005 CL	53,50 Aa	55,50 Aa	60,00 Ba	56,33 A
ANa 9027	55,75 Aa	46,75 Ba	48,00 Aa	50,16 A
Média	59,42 a	49,75 a	58,50 a	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
45 °C 120 h				
ANa 8001	69,25 Bb	55,00 Ba	59,50 Bab	61,25 B
ANa 9005 CL	53,75 Aa	47,50 Aa	65,00 Bb	55,52 A
ANa 9027	53,50 Aa	44,25 Aba	47,25 Aa	48,33 A
Média	58,83 b	45,58 a	57,25 b	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
46 °C 120 h				
ANa 8001	66,00 Bb	53,50 Ba	59,00 Bab	59,50 B
ANa 9005 CL	53,25 Ab	45,75 Aa	64,75 Bb	54,58 A
ANa 9027	52,25 Aa	45,00 Aba	43,25 Aa	46,83 A
Média	57,17 b	44,75 a	55,67 b	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	
50 °C 120 h				
ANa 8001	0,50 Aa	0,50 Aa	0,00 Aa	0,33 A
ANa 9005 CL	8,75 Aa	10,5 Aa	7,50 ABa	8,92 AB
ANa 9027	9,00 Aa	8,75 Aa	14,00 Ba	10,58 B
Média	6,08 a	6,58 a	7,17 a	
CV%	11,73	11,73	11,73	
Dms	11,83	11,83	11,83	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

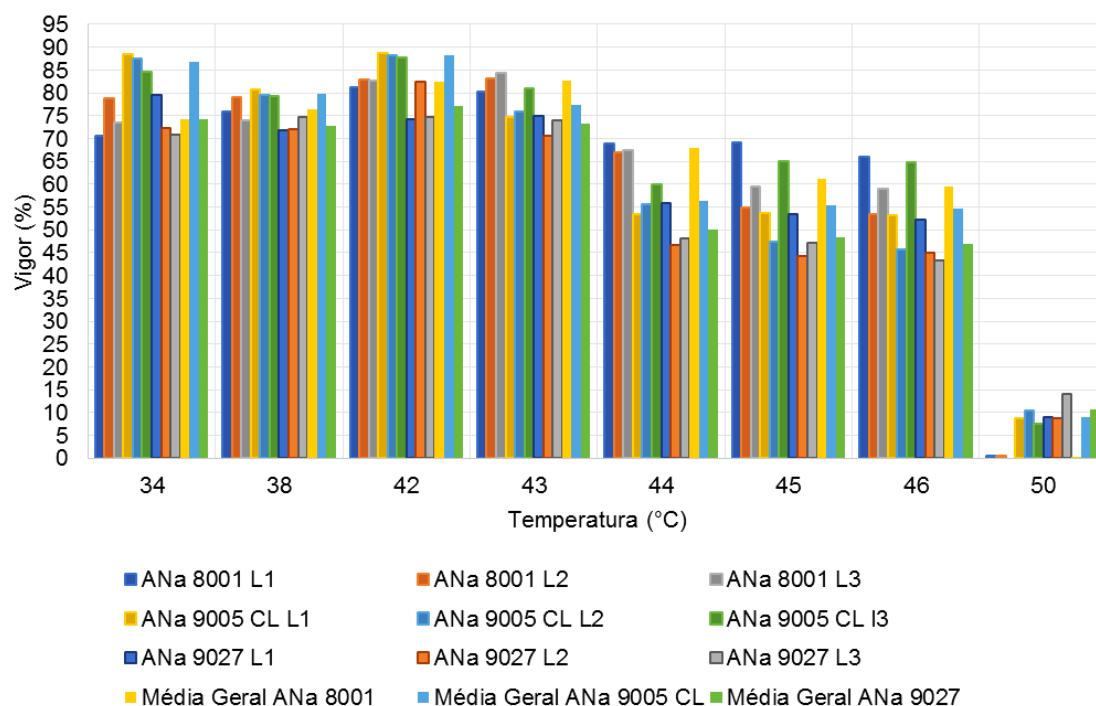


Figura 10. Temperaturas de exposição e Vigor das sementes de diferentes cultivares de arroz *ANa 8001*, *ANa 9005 CL* e *ANa 9027* pelo teste de envelhecimento acelerado. Sinop-MT, 2018.

Os resultados do teste de envelhecimento indicaram que as condições de estresse estabelecidas para o teste foram suficientes para estratificar o vigor das cultivares, principalmente quando consideramos as temperaturas de 43 °C a 46 °C. Observa-se que as cultivares mantiveram o mesmo padrão constatado pelos demais testes de germinação, viabilidade e vigor, revelaram semelhanças com a cultivar *ANa 9005 CL* se destacando com melhor desempenho fisiológico e a cultivar *ANa 9027* com o pior desempenho.

Sementes envelhecidas e deterioradas são as mais sensíveis aos danos na fase de embebição, já que as membranas plasmáticas se encontram enfraquecidas, perdem sua integridade e se tornam mais suscetíveis à rápida entrada de água. O envelhecimento de sementes ocasiona alterações metabólicas durante o processo germinativo, modificando o metabolismo respiratório e a funcionalidade das membranas, a síntese de proteínas e ácidos nucléicos e o metabolismo de DNA (BASAJAVARAJAPPA et al., 1991).

Com o envelhecimento há um declínio na atividade de enzimas que removem os peróxidos, como a catalase, contribuindo com o processo de deterioração (BRANDÃO JÚNIOR, 1996).

Porém para os lotes de sementes dentro de cada cultivar não houve diferenças significativas quanto à germinação, em todas as condições de envelhecimento acelerado embora tenham ocorrido reduções significativas de germinação com o aumento da temperatura. Isso sugere que houve uma baixa sensibilidade do teste para estratificação do vigor, entre os lotes de qualidade aproximada. No entanto, foi possível identificar lotes que apresentavam grandes diferenças entre si, em função do vigor das sementes.

O envelhecimento acelerado conduzido a 50 °C por 120 h apresentou efeito danoso e severo às membranas celulares, ocasionando alterações na integridade das sementes devido a maior exposição a condições adversas de umidade e temperatura, levando a perda de no mínimo 85% da viabilidade dos lotes, chegando a perda da viabilidade total como ocorrido para a cultivar ANA 8001.

Para as temperaturas de 34 e 38 °C de envelhecimento observou-se altos índices de desenvolvimento fúngico, visto que não houve tratamento prévio por fungicida, principalmente *Penicillium* (Figura 11) e *Aspergillus flavus* (Figura 12), fato que pode interferir nas análises no desempenho das sementes. A contaminação foi reduzida a partir da temperatura de 42 °C, visto que os fungos mais comuns encontrados em alimentos e produtos estocados como sementes já não se desenvolvem bem nestas condições (GARCIA et al., 2002; NGUYEN et al., 2007).



Figura 11. Contaminação fúngica por *Penicillium* sp. no teste de envelhecimento acelerado após 120 horas na temperatura de 38°C. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.



Figura 12. Contaminação fúngica por *Aspergillus flavus* no teste de envelhecimento acelerado após 120 horas na temperatura de 38°C. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

As condições de condução do teste de envelhecimento acelerado nas temperaturas citadas são ideais para a proliferação desses fungos, com umidade, temperatura e tempo de incubação favoráveis.

No arroz, no que se refere ao crescimento fúngico, Park e Bullerman (1983), constataram crescimento de *Aspergillus* e *Penicillium* a partir de 48 h de incubação a 25 °C. Gqaleni et al. (1997), demonstraram que as espécies de *Aspergillus flavus* tem uma ótima temperatura para colonização do substrato na faixa de 25 a 38 °C e para o *Penicillium* a faixa ideal de temperatura varia de 20 a 37 °C. Segundo Taniwaki e Silva (2001) e Pitt e Hocking (1985) o *A. flavus* apresenta temperatura mínima de crescimento por

volta de 12°C, máxima próxima de 42 °C e ótima entre 30 e 42 °C e com necessidade de água entre 80 e 90% UR, padrões semelhantes ocorrem para o *Penicillium*.

3.2.6 Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio para as sementes de arroz é capaz de estimar para determinado lote, de forma indireta os índices de viabilidade das sementes. A interpretação baseia-se na coloração das estruturas morfológicas vitais das sementes (coleóptilo, plúmula, raízes seminais, radícula e escutelo) descritos na Figura 13, de acordo com recomendações da ISTA (2003).

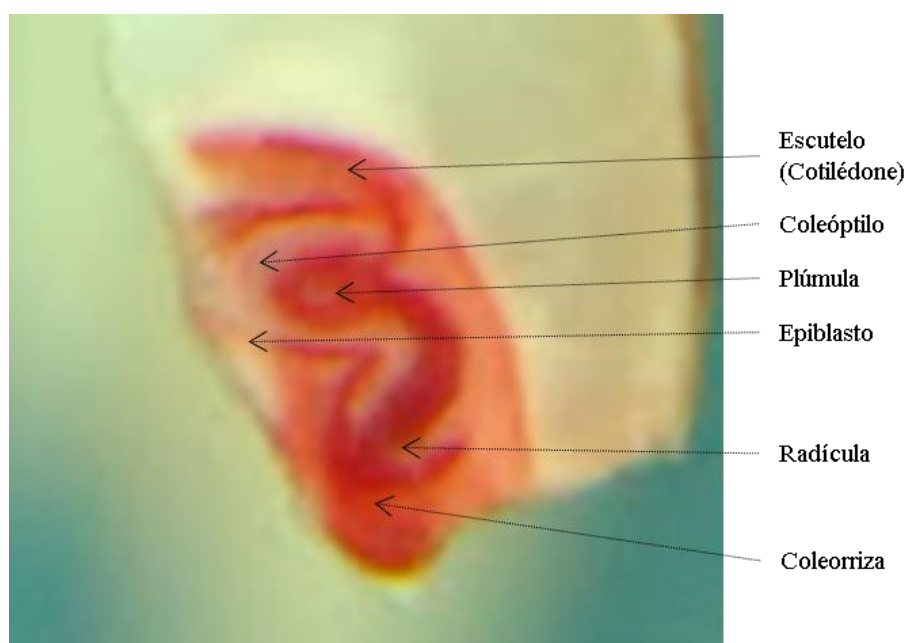


Figura 13. Morfologia da semente de arroz (*Oriza sativa*), por meio do corte longitudinal destacando-se o embrião (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

Na Figura 14 está apresentada imagem de sementes com as estruturas morfológicas vitais intactas, sementes que não apresentaram danos ou apresentaram danos leves, com pequenas áreas não coloridas, nas extremidades da radícula ou escutelo, sem atingir a região vital, o que não interferem na sua viabilidade.

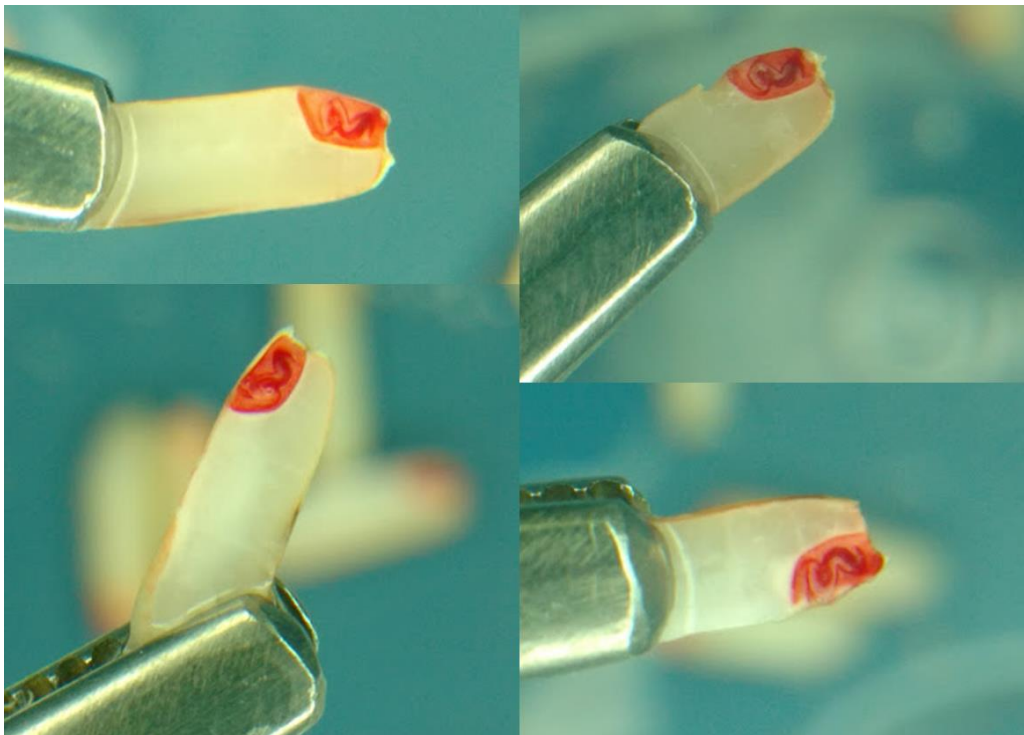


Figura 14. Morfologia da semente de arroz (*Oriza sativa*), por meio do corte longitudinal durante a avaliação do teste de tetrazólio destacando-se o embrião com estruturas normais e viáveis. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

A morfologia de sementes mortas e inviáveis pode ser constatada na Figura 15. São sementes que apresentaram danos superiores a 1/3 do escutelo não colorido, raízes seminais e plúmula não coloridas. De forma geral as sementes não viáveis apresentam: ausência de embrião (Figura 15A), tecidos moles e flácidos (Figura 15B e 15C) e branco leitoso (Figura 15D) indicativo de tecido morto, além de apresentar características de deformação do embrião e tonalidade vermelho escuro, indicativo de embrião deteriorado, como pode ser observado nas Figuras (15E, 15F, 15G e 15H).

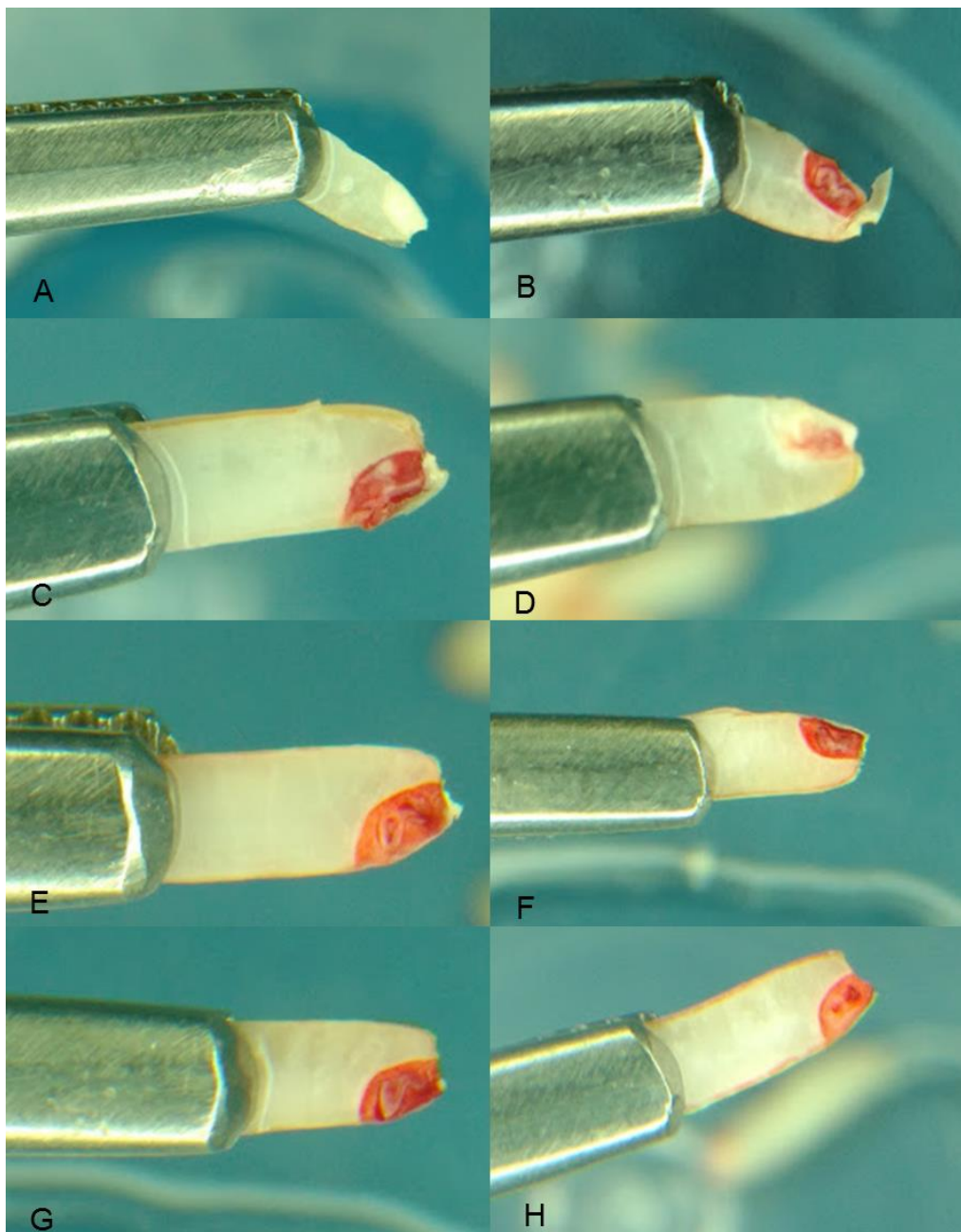


Figura 15. Morfologia das sementes de arroz (*Oriza sativa*), por meio do corte longitudinal na avaliação do teste de tetrazólio destacando-se o embrião, com estruturas: Ausência de embrião (A), tecido morto (B, C e D), anormal e inviável (E, F, G e H). (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados para os índices de sementes viáveis contabilizadas no teste de tetrazólio. Corroborando com os resultados dos testes apresentados previamente, a cultivar ANa 9005 CL apresentou os maiores índices de viabilidade entre as 3 cultivares, 92,75% lote 1, 94,75% lote 2 e 94% lote 3. Para os 3 lotes estudados, a cultivar ANa 8001

apresentou índices de vigor intermediários, 86,75% para o lote 1, 86,75% para o lote 2 e 90% para o lote 3, enquanto a cultivar ANa 9027 apresentou os menores índices de sementes viáveis, 82,25% lote 1, 83,5% lote 2 e 80,5% lote 3.

Tabela 12. Teste de tetrazólio das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018.

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média
ANa 8001	86,75 Ba	86,75 Aa	90,00 Bb	87,83 B
ANa 9005 CL	92,75 Ca	94,75 Ba	94,00 Ca	93,83 C
ANa 9027	82,25 Aab	83,50 Ab	80,50 Aa	82,08 A
Média	87,25 a	88,33 a	88,13 a	
CV%	1,93	1,93	1,93	
Dms	2,97	2,97	2,97	

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando-se os lotes de uma mesma cultivar, observamos que para a cultivar ANa 8001 o lote 3 apresentou o maior índice de viabilidade (90%). Para a cultivar ANa 9005 CL não houve diferenciação entre os lotes e para a cultivar ANa 9027 o lote 1 apresenta índices de viabilidade menores que os demais.

Observa-se novamente que há coerência de resultados entre os testes realizados no presente trabalho, destacando a cultivar ANa 9005 CL como a de melhor e a cultivar ANa 9027 como a de pior qualidade fisiológica, mas ambas dentro dos padrões comercializados da rizicultura.

3.2.7 Curva de Embebição

O processo de hidratação das sementes segue um padrão trifásico, na primeira fase a absorção ocorreu de forma rápida, devido à diferença do potencial matricial, como um dos componentes do potencial hídrico entre a semente e o substrato, na segunda fase a semente absorve água muito lentamente, reativando o metabolismo respiratório, e na terceira fase ocorre a retomada do crescimento do embrião, pelo aparecimento das estruturas morfológicas.

Esse padrão de hidratação foi observado para as 3 cultivares estudadas (Figura 16). Pelas curvas de hidratação, a tendência observada foi similar às fases da curva padrão descrito por Bewley e Black (1994) e Carvalho e Nakagawa (2000), o que foi reafirmado pela curva ajustada com coeficiente de determinação de no mínimo 98% ao modelo estatístico polinomial de terceiro grau (Tabela 13).

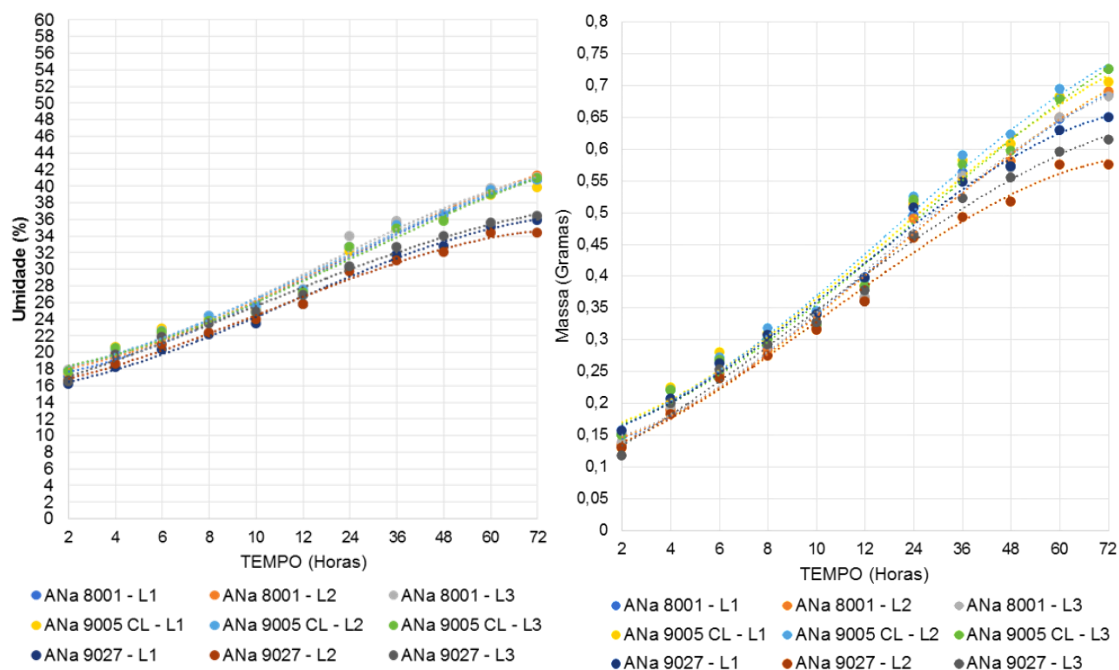


Figura 16. Valores observados e estimados da umidade em relação ao tempo de embebição de sementes das cultivares de arroz *ANa 8001*, *ANa 9005 CL* e *ANa 9027*, ao longo de 72 h. Sinop-MT, 2018.

Tabela 13. Modelos ajustados com seus respectivos coeficientes de determinação da variação de umidade ao longo do tempo de embebição das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

Cultivar	Lote	Equação	R2
Umidade (%)			
Ana 8001	L1	$-0,0179x^3 + 0,3437x^2 + 0,5789x + 16,751$	0,9863
	L2	$-0,0176x^3 + 0,3475x^2 + 0,4925x + 17,27$	0,9903
	L3	$-0,0213x^3 + 0,3977x^2 + 0,3411x + 17,59$	0,9853
Ana 9005 CL	L1	$-0,0154x^3 + 0,3005x^2 + 0,6201x + 17,554$	0,9849
	L2	$-0,0163x^3 + 0,316x^2 + 0,6438x + 17,391$	0,9885
	L3	$-0,0142x^3 + 0,2997x^2 + 0,5524x + 17,553$	0,9857
Ana 9027	L1	$-0,0191x^3 + 0,3229x^2 + 0,6124x + 15,548$	0,9922
	L2	$-0,0166x^3 + 0,2615x^2 + 0,8494x + 15,786$	0,9916
	L3	$-0,0102x^3 + 0,1446x^2 + 1,5804x + 15,373$	0,9921
Massa (g)			
Ana 8001	L1	$-0,0004x^3 + 0,008x^2 + 0,0135x + 0,124$	0,9863
	L2	$-0,0004x^3 + 0,0082x^2 + 0,116x + 0,1278$	0,9903
	L3	$-0,0005x^3 + 0,0093x^2 + 0,008x + 0,1338$	0,9853
Ana 9005 CL	L1	$-0,0004x^3 + 0,0075x^2 + 0,155x + 0,148$	0,9849
	L2	$-0,0004x^3 + 0,0079x^2 + 0,016x + 0,1436$	0,9885
	L3	$-0,0004x^3 + 0,0074x^2 + 0,137x + 0,1467$	0,9857
Ana 9027	L1	$-0,0005x^3 + 0,008x^2 + 0,0153x + 0,1427$	0,9922
	L2	$-0,0004x^3 + 0,0065x^2 + 0,0212x + 0,1114$	0,9916
	L3	$-0,0003x^3 + 0,0036x^2 + 0,0395x + 0,091$	0,9921

Observou-se que houve rápida absorção de água nas 12 primeiras horas de hidratação, sendo em média de 0,37 g de água para a cultivar ANa 8001, 0,38 g para a cultivar ANa 9005 CL e 0,36 g para a cultivar ANa 9027.

O que possibilitou um aumento médio de umidade de 15,83% para a cultivar ANa 8001, 15,57% para a cultivar ANa 9005 CL e 14,38% para a cultivar ANa 9027. Nas 12 h seguintes, houve uma diminuição para 5,47% para a cultivar ANa 8001, 5,25% para a cultivar ANa 9005 CL e 3,97% para a cultivar ANa 9027 nas 12 h seguintes.

A redução drástica na velocidade de absorção de água é caracterizada como fase II que é marcada pela reativação do metabolismo, com aumento da difusão de solutos para regiões marcantes do metabolismo, região embrionária.

Após 36 h para os lotes das cultivares ANa 8001 (Figura 17, 18 e 19) e ANa 9005 CL (Figura 20, 21 e 22) e após 48 h para os lotes da cultivar ANa 9027 (Figura 23, 24 e 25), observou-se o início da ruptura da casca (Pálea e Lema) e o desenvolvimento da raiz primária, o que definiu o início da fase III, alcançada apenas por sementes vivas e não dormentes.

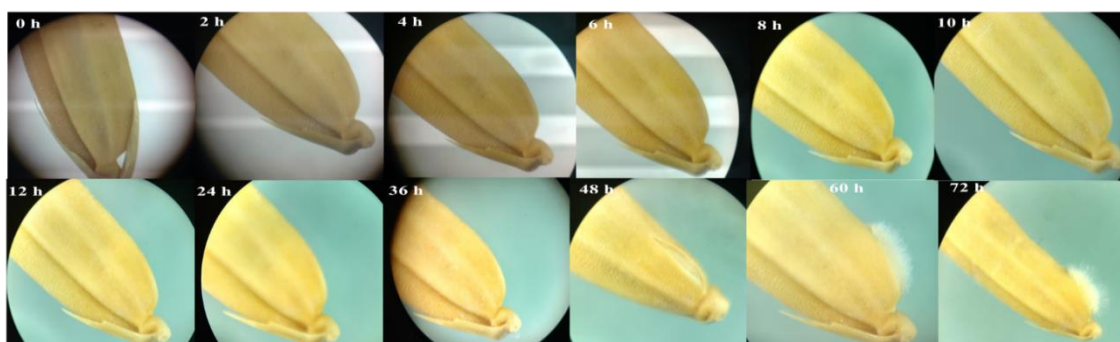


Figura 17. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 8001 (Lote 1), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor) Sinop-MT, 2018.

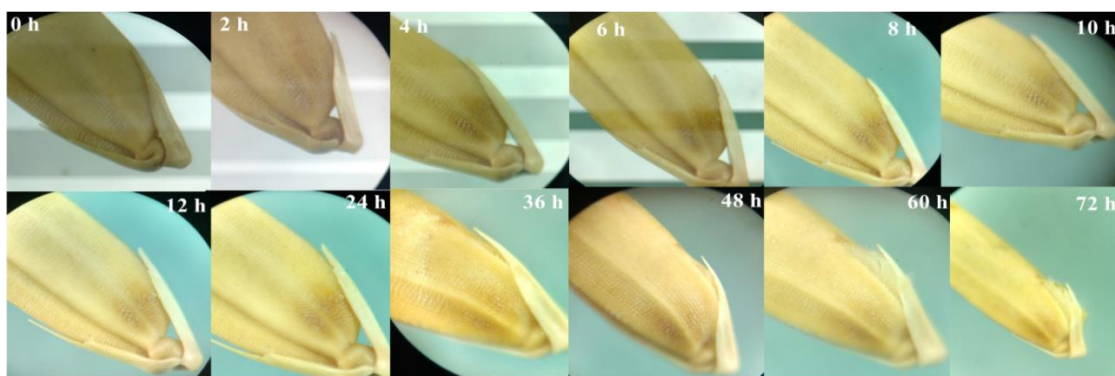


Figura 18. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 8001 (Lote 2), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor) Sinop-MT, 2018.

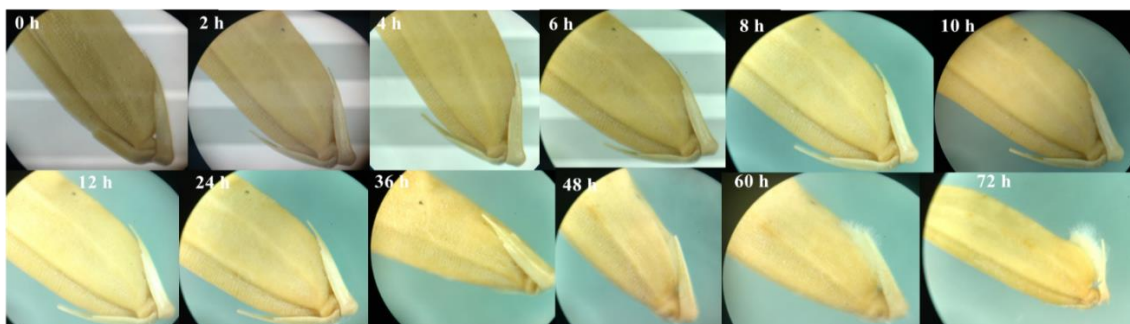


Figura 19. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 8001 (Lote 3), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

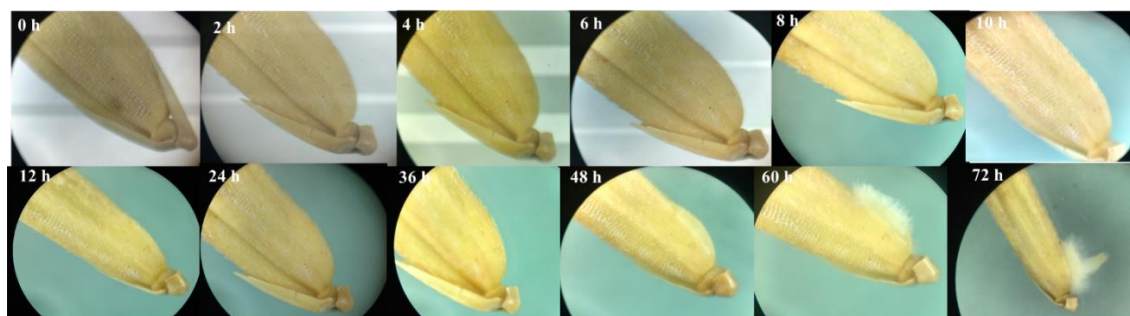


Figura 20. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 9005 CL (Lote 1), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

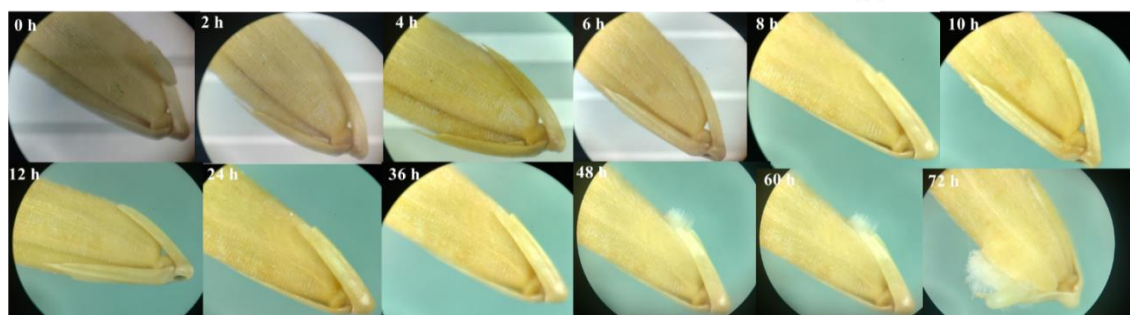


Figura 21. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 9005 CL (Lote 2), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

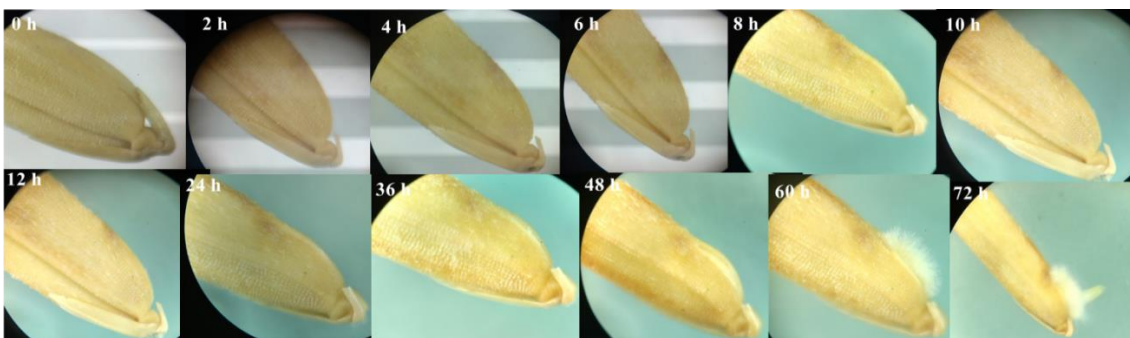


Figura 22. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 9005 CL (Lote 3), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

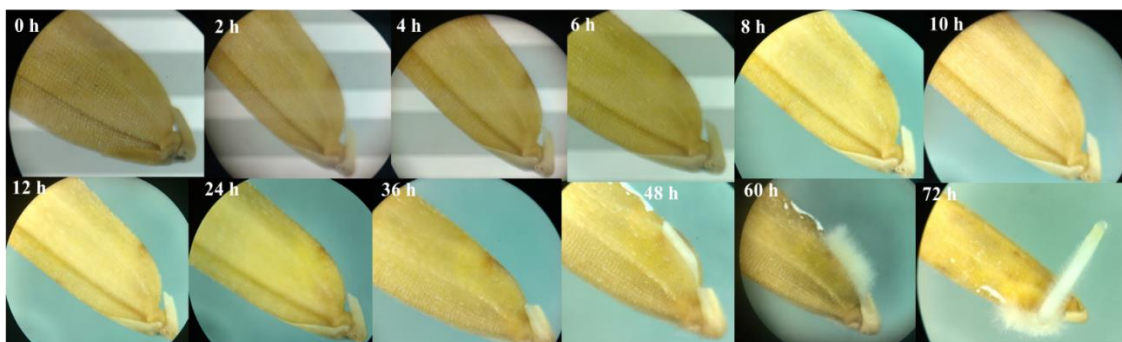


Figura 23. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 9027 (Lote 1), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

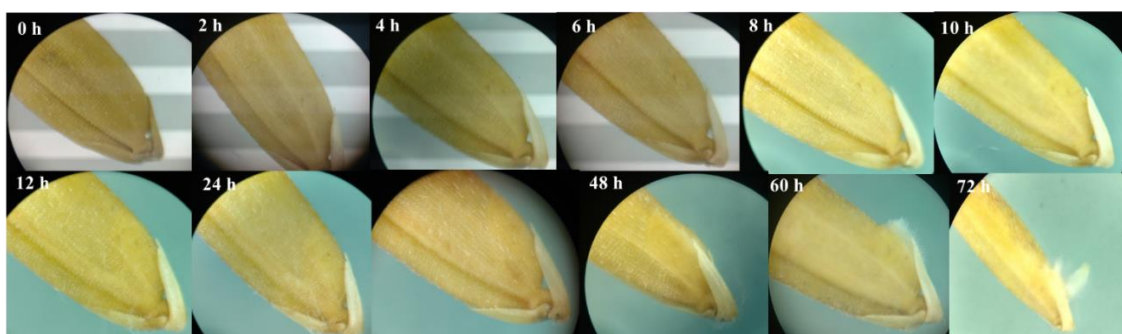


Figura 24. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 9027 (Lote 2), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

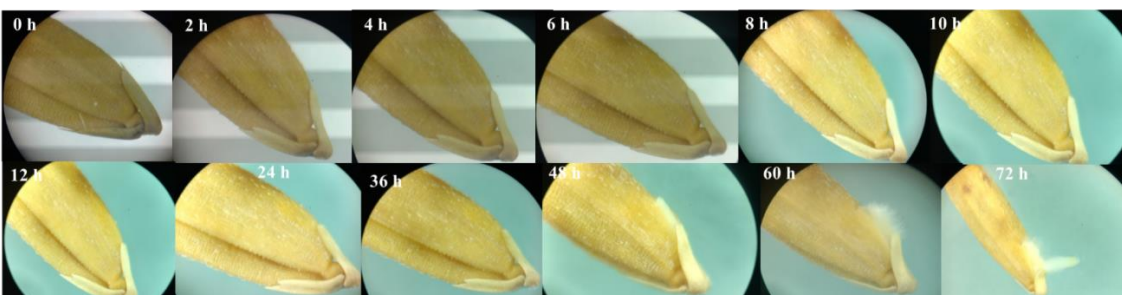


Figura 25. Evolução da germinação das sementes da cultivar de arroz Ana 9027 (Lote 3), ao longo de 72 h. (Fonte: o autor). Sinop-MT, 2018.

Após o transcurso de 60 h a raiz primária das três cultivares já se encontrava visível e após esse período ocorreu o surgimento da parte aérea, sendo a variação de massa não mais considerada como ganho de umidade devido ao desenvolvimento visível das partes morfológicas das plântulas.

Observa-se que tanto no aumento da umidade quanto na massa de água absorvida (Figura 16) houve uma diferença de tendência nas curvas de hidratação dos lotes da cultivar ANa 9027 em relação aos demais lotes. Desde o início do processo de embebição notou-se valores menores de absorção de

água pela cultivar ANa 9027, que se acentuou a partir das 24 h do início da embebição. As cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL, apresentaram maiores índices de vigor (Tabelas 9, 10 e 11) e maiores teores de água (Figura 16).

A absorção de água pelas sementes é um fator que pode interferir na interpretação dos dados do teste de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 2005) e no teste de condutividade elétrica, por exemplo. Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de associar a velocidade de hidratação da semente com a qualidade fisiológica, pois a velocidade de absorção parece ser afetada pela qualidade das sementes, constituindo-se, assim, em um indicativo de qualidade (SOUZA et al., 1996; BECKERT; SILVA, 2002; MOTTA, 2002; WRASSE, 2006).

As sementes da cultivar ANa 9027 apresentaram menor desempenho fisiológico nos testes de vigor, germinação e viabilidade conduzidos. O padrão da curva de embebição da cultivar ANa 9027 também foi diferente para os 3 lotes. O lote 2 apresentou menor taxa de absorção de água e melhor desempenho fisiológico, seguido pelo lote 3, que apresentou o pior desempenho nos demais testes. O lote 1, teve desempenho intermediário, sendo a diferença de qualidade fisiológica dos lotes expressa nos demais testes não significativa e conseqüentemente a leitura dessa diferença foi dificultada, constatando que a curva de embebição responde aos fatores fisiológicos de qualidade, quando esses possuem diferenças marcantes.

Mcdonald et al. (1988), observaram que a hidratação de sementes de soja ocorreu independentemente do estágio de deterioração, pois estas sementes não apresentam barreira à entrada de água. Por outro lado, Wrasse (2006), verificou na cultura do arroz irrigado que as sementes com menor qualidade fisiológica têm menor velocidade de hidratação do que sementes de maior qualidade.

Os dados observados no presente estudo corroboram com os dados observados por Bortolotto et al. (2008), que estudando sementes de arroz constatou que a curva de embebição mostrou padrão semelhante ao observado em vários testes anteriormente aplicados, ou seja, menor velocidade de hidratação e umidade para o lote que apresentou menor qualidade em

comparação aos lotes que mostraram maior qualidade, sem diferirem entre si. Essa mesma tendência foi observada por Wrasse (2009), estudando 3 cultivares de arroz, em que a curva de hidratação das cultivares mostrou diferença na absorção de água entre o lote de menor qualidade e os demais lotes, que foram os de maior vigor e maiores teores de água.

Acredita-se que a água e o oxigênio que ultrapassam a barreira da casca são aproveitados pelo metabolismo mais eficiente das sementes vigorosas e que esse metabolismo exija quantidade cada vez maior de água, dando maior velocidade à hidratação e teores mais elevados nas primeiras horas. Assim sendo, é possível relacionar a velocidade de hidratação com a qualidade fisiológica das sementes de arroz, de modo que o lote de menor qualidade absorveu água mais lentamente e em menor quantidade do que lotes com maiores qualidade fisiológica.

Constatou-se, portanto, que a qualidade fisiológica do arroz afetou a quantidade de água absorvida e alcançado pelas sementes durante a hidratação, sendo as sementes menos vigorosas aquelas de menor velocidade de hidratação e umidade, comparativamente às sementes de maior vigor, quando a diferença é significativa para os demais testes.

3.2.8 Condutividade Elétrica

Para sementes de arroz, o tempo mínimo para informação dos resultados de germinação é de 14 dias (BRASIL, 1999a), período considerado longo para atender aos interesses da comercialização, havendo a necessidade da utilização de métodos que avaliem de maneira prática, rápida, econômica e eficiente a qualidade das sementes através de um conjunto de testes de vigor que expressem a real qualidade dos lotes, principalmente na fase de formação da plântula.

O teste de condutividade elétrica apresenta-se consistente para a determinação do vigor, como uma metodologia rápida e simples, como constatado por alguns pesquisadores (MENEZES et al., 1994; LIMA, 1997; CAMPOS, 1998; BARBIERI, 2011), porém, para sementes de arroz, não é uma metodologia padronizada que responda de forma eficiente.

Com relação ao fotoperíodo, a luz é um recurso ambiental crítico para o desenvolvimento dos vegetais é considerada muito importante para a fisiologia das plantas e à germinação de sementes (Fotoblastismo). Quando as sementes apresentam sensibilidade à luz, diz-se que são fotoblásticas positivas e quando a germinação não ocorre em presença da luz, apresentam fotoblastismo negativo, sendo a luz recurso ambiental essencial ao metabolismo vegetal.

Plantas como o arroz não apresentam qualquer sensibilidade à presença ou ausência da luz, com fotoblastismo neutro, ou seja, a germinação não é interferida pela ausência ou presença da luz. Porém as plantas são seres vivos fotossintetizantes e, portanto, dependem da luz, visto que este é um processo de transformação de energia luminosa em energia química, que visa a nutrição orgânica e, portanto, pode influenciar na velocidade de germinação mesmo em sementes com fotoblástismo neutro.

Apesar da possibilidade da luminosidade causar interferências nas leituras de condutividade elétrica, essa diferença não foi visualizada neste estudo, as 3 cultivares avaliadas tiveram o mesmo padrão de liberação de lixiviados tanto para o teste conduzido no escuro quanto para as amostras mantidas sob iluminação durante 8 h, resultados que podem ser observados na Figura 26. Pode ser constatada a liberação de uma quantidade maior de lixiviados nas amostras privadas de luminosidade.

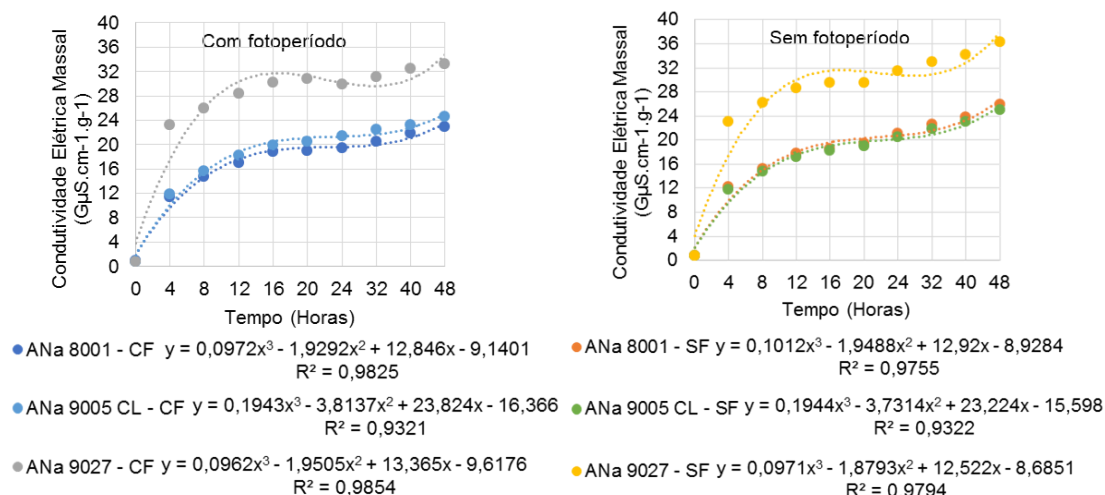


Figura 26. Valores observados e estimados da condutividade elétrica de sementes das cultivares de arroz *ANa 8001*, *ANa 9005 CL* e *ANa 9027*, ao longo de 48 h de embebição. Sinop-MT, 2018.

A curva de condutividade elétrica no tempo (Figura 26) se assemelha a curva de absorção de água (Figura 16), apresentando uma liberação de lixiviados e aumento acentuado nos valores da condutividade elétrica nas doze primeiras horas estabilizando-se nas horas finais da imersão, com 48 h.

A curva de condutividade elétrica segue o mesmo padrão trifásico da curva de embebição, podendo ser descrita satisfatoriamente com coeficiente de determinação mínimo de 93% por um modelo polinomial de terceira ordem.

Normalmente a curva de condutividade elétrica assemelha-se a curva de embebição, devido a rápida absorção de água pelas sementes no início do processo de hidratação acarretando uma rápida liberação de lixiviados nas primeiras 24 h, o que eleva os valores da condutividade elétrica nesse mesmo período. Após 24 h de imersão ocorrendo a redução da absorção de água e coincidindo com a fase II do processo de hidratação.

Conseqüentemente, a quantidade de lixiviados liberados por tempo de hidratação se reduz, acarretando um menor incremento nos valores das leituras da condutividade elétrica. A fase III do processo de embebição é percebida na curva de condutividade elétrica pela estabilização dos valores lidos com o passar do tempo da imersão.

Modelos semelhantes, com o mesmo padrão e curva de tendência foram encontrados por Bortolotto et al., (2008) e Wrasse (2009). Na Figura 26, fica

evidente a diferença entre a cultivar ANa 9027 e as demais. Já para o período de imersão de 4 h a cultivar ANa 9027 apresentava leitura de condutividade por volta de $24 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, enquanto as cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL ambas expressavam valores em torno de $12 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Essa tendência de distanciamento foi observada até o final do período de imersão considerado de 48 h e para as duas condições de luminosidade.

Os resultados encontrados no teste de condutividade elétrica são inversamente proporcionais à qualidade fisiológica das sementes, pois quanto mais danificada é a membrana celular, maior é extravasamento do conteúdo celular, com maior atenção para os solutos presentes no citossol para o meio aquoso. A partir desse pressuposto observou-se que o resultado do teste de condutividade elétrica está de acordo com o observado no conjunto de testes realizados, que destacaram a cultivar ANa 9027 como a de menor qualidade fisiológica.

Para as cultivares ANa 8001 e ANa 9005 CL não foram observadas diferenças em relação a condutividade elétrica. Logo foi possível a diferenciação entre a cultivar com pior desempenho fisiológico e as demais, que por sua vez apresentam valores próximos de germinação, por exemplo.

Souza et al. (2005), estudando o teste de condutividade elétrica, verificaram que o mesmo conseguiu indicar apenas os cultivares que apresentaram alta e baixa porcentagem de germinação, pois apresentaram os menores e maiores valores, respectivamente. Para os lotes ou cultivares que apresentaram porcentagem de germinação próxima, não foi possível através diferenciá-los através desse teste.

Em relação aos lotes de uma mesma cultivar (Figuras 27, 28 e 29) não foi possível observar uma diferença significativa entre os lotes, não sendo possível a distinção entre lotes de melhor ou pior qualidade, isso se deve a semelhança de qualidade entre os lotes estudados de uma mesma cultivar, apesar de apresentarem diferenças nos demais testes realizados, essa diferença na qualidade fisiológica, maior ou com menos deterioração das membranas não é suficiente para expressar um valor de exsudados e, portanto de condutividade elétrica considerável.

Para a cultivar ANa 8001 (Figura 27), quando consideramos as avaliações anteriores, mesmo que com diferenças não significativas destacam-se os lotes 1 e 3 com menor e maior qualidade, respectivamente, nas duas condições de estudo avaliadas. Essa mesma tendência foi observada nas leituras de condutividade elétrica conduzidos com fotoperíodo, maiores valores foram lidos para o lote 1 indicando pior qualidade fisiológica do mesmo, não observando diferença entre os lotes 2 e 3.

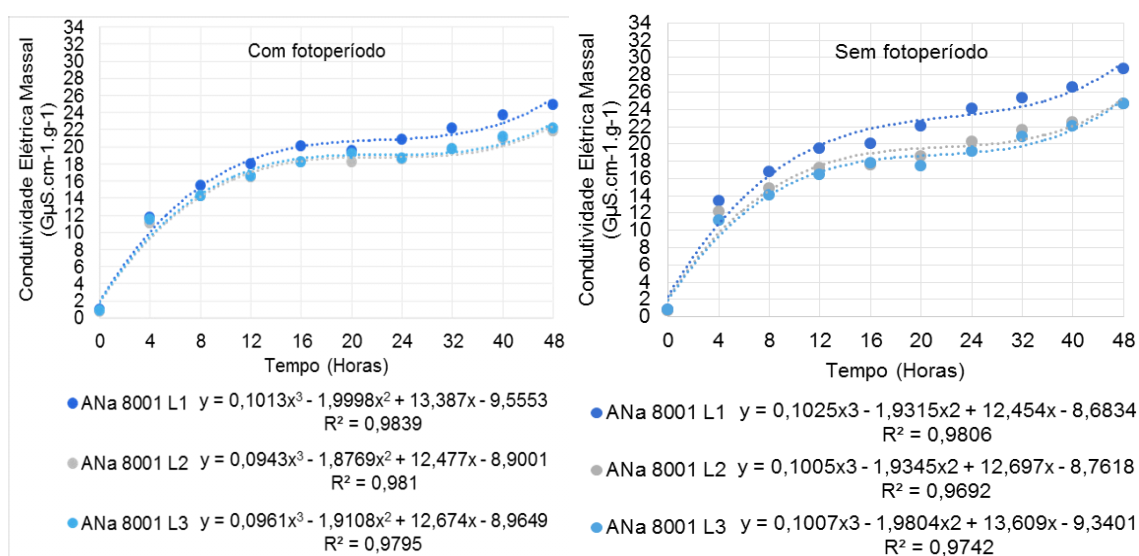


Figura 27. Valores observados e estimados da condutividade elétrica de sementes da cultivar de arroz ANa 8001 ao longo de 48 horas de embebição. Sinop-MT, 2018.

Para a cultivar ANa 9005 CL (Figura 28) observou-se diferenças pequenas entre os lotes, destacando-se o lote 3 com maiores valores de condutividade elétrica, já com 4 h de embebição, o que comprova os resultados observados nos testes anteriormente realizados, aonde o lote 3 da cultivar ANa 9005 CL apresentou qualidade fisiológica abaixo dos demais.

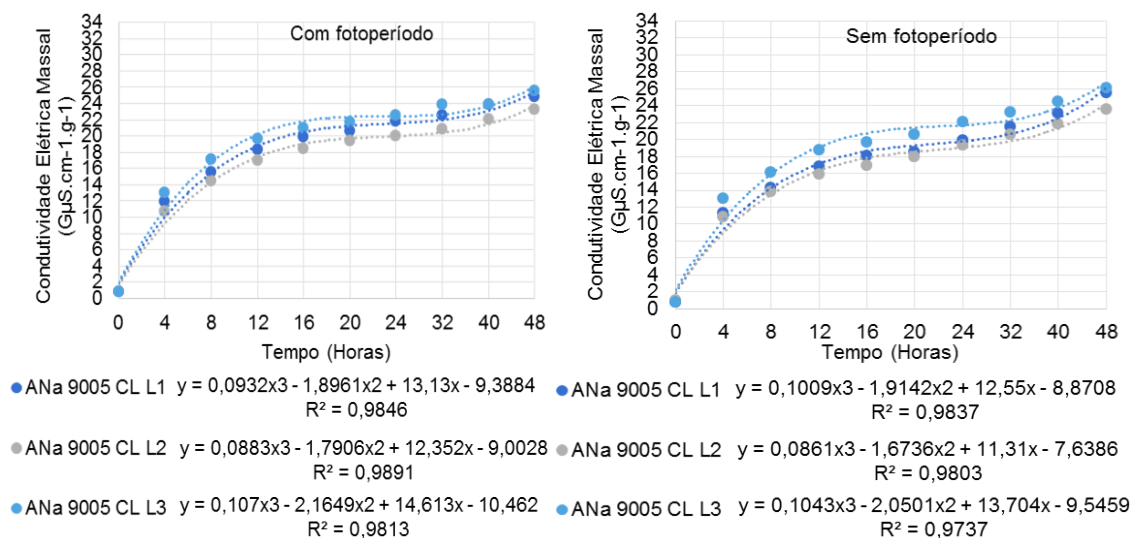


Figura 28. Valores observados e estimados da condutividade elétrica de sementes da cultivar de arroz ANa 9005 CL ao longo de 48 horas de embebição. Sinop-MT, 2018.

Para a cultivar ANa 9027 (Figura 29) observou-se que não houve diferença expressiva entre as curvas de condutividade elétrica de cada lote, além disso, o lote 3 foi o que apresentou menor desempenho fisiológico nos testes anteriores, mesmo essa diferença não podendo ser considerada significativa, com curva de condutividade elétrica com valores mais baixos que os demais.

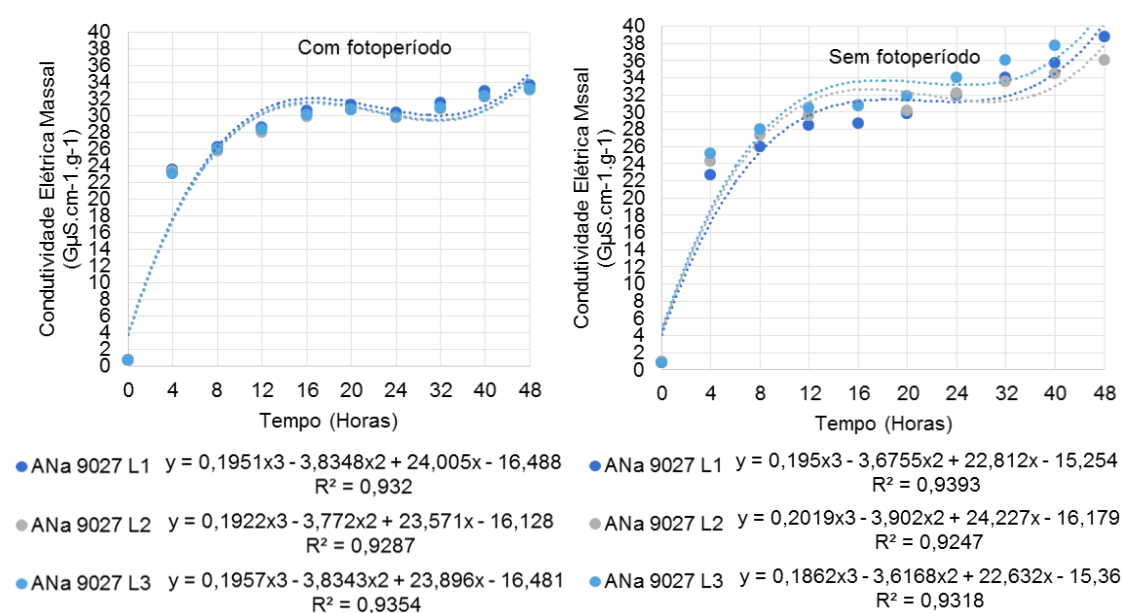


Figura 29. Valores observados e estimados da condutividade elétrica de sementes da cultivar de arroz ANa 9027 ao longo de 48 horas de embebição. Sinop-MT, 2018.

Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos conduzidos com sementes de arroz (GONZALEZ, 1998) e girassol (ALBUQUERQUE et al. 2001), demonstrando que sementes de distintos genótipos apresentaram diferentes valores de condutividade elétrica da solução de imersão, mesmo essas diferenças não sendo constatadas pela germinação e vigor avaliados por outros testes. Portanto os genótipos também podem interferir nos resultados da condutividade elétrica.

Para a cultivar ANa 8001 e ANa 9005 CL observou-se uma diferenciação dos lotes em função dos diferentes níveis de vigor, mesmo essas diferenças sendo pequenas e não significativas estatisticamente e para a cultivar ANa 9027 isto não foi verificado.

Muitas vezes, as causas do insucesso do teste de condutividade elétrica têm sido atribuídas à influência do genótipo, associada a características do tegumento, o que ocasiona a liberação de lixiviados mais ou menos acentuadas (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001).

Quanto à eficiência do teste em função da cultivar utilizado Rodo (2002), observou em sementes de cebola, que o teste proporcionou informações totalmente distintas das observadas nos testes de classificação do vigor de plântulas e emergência das plântulas em campo, o que pode estar associada às características do tegumento e outras estruturas que envolvam as sementes, que pode variar conforme o genótipo.

De forma geral é possível identificar diferenças, mesmo que não significativas e em lotes que se destacam por sua melhor ou pior qualidade fisiológica. Crusciol et al. (2001), trabalhando com arroz de terras altas, conseguiram identificar, por meio do teste de condutividade elétrica lotes que possuíam germinação acima de 87%, diferenciando-os daquele que apresentava porcentagem de germinação abaixo de 84%.

Em sementes de arroz Gonzalez (1998), observou que o teste foi eficiente na avaliação da qualidade fisiológica de sementes com alta germinação, opondo-se aos resultados encontrados neste estudo, onde o teste foi mais eficiente quando realizado em sementes com baixa germinação, como pode ser observado nas Figuras 27, 28 e 29, informação que corrobora com o

observado por Silva et al. (2013). Para sementes de triticale, o teste de condutividade elétrica foi sensível apenas para confirmação do lote de menor desempenho, conforme os resultados apresentados pelos testes de germinação, evidenciando que o teste não foi sensível na caracterização de diferenças significativas entre os lotes com desempenho fisiológico semelhante.

O estabelecimento de lotes com maior ou menor desempenho fisiológico não propicia a estimativa do nível de vigor das sementes de todas as categorias - normais, anormais ou mortas (HAMMAN et al., 2001). Muitas sementes que germinam podem ter a mesma condutividade elétrica das sementes das demais categorias não viáveis.

A diferença nos resultados pode ser justificada pela dificuldade de execução do teste em sementes com coberturas protetoras. Em sementes de arroz, a lema e a pálea, além de não permitirem a observação da integridade das sementes, podem influenciar na absorção de água e liberação de lixiviados, deste modo interferindo nos resultados (PASQUALLI, 2005; WRASSE, 2009).

Com relação ao período de imersão das sementes, para as três cultivares, verificou-se um aumento progressivo das leituras com o aumento do número de horas, corroborando com os dados de Dias e Marcos Filho (1996). Observou-se que, de maneira geral, o período de imersão de quatro horas, estratificou as cultivares quanto ao potencial fisiológico, corroborando com os resultados de Lopes e Franki (2010), em sementes de azevém.

No entanto, essa estratificação só foi considerada consistente na diferenciação dos lotes dentro de uma mesma cultivar a partir do período de 12 h e 16 h de imersão para os testes conduzidos sem e com fotoperíodo, respectivamente.

É possível verificar a possibilidade de redução do período de imersão das sementes em relação ao período de 24 h, considerado padrão, para 8 h, com a segura diferenciação entre sementes com potencial fisiológico dentro dos padrões recomendados, acima de 80%, das abaixo desse padrão.

Resultados semelhantes foram encontrados por Dias e Marcos Filho (1995), Dias e Marcos Filho (1996) e Loeffler et al. (1988), em sementes de soja, Dutra e Vieira (2006), em sementes de abobrinha, Menezes et al. (2007), em sementes de aveia preta, Vanzolini e Nakakawa (1999) em amendoim, Albuquerque et al. (2001), em girassol e por Gaspar e Nakagawa (2002) em milho, constataram que o tempo de imersão para realização do teste de condutividade elétrica pode ser reduzido para oito horas, com eficiência dos resultados.

3.2.9 Comparação entre os testes para avaliação do vigor das sementes

Na Tabela 14 estão apresentados os resultados dos testes de tetrazólio (TT), primeira contagem do teste padrão de germinação (TPG PC), teste padrão de germinação (TPG G) e emergência em areia, primeira (TEA PC) e segunda contagens (TEA G), onde pode ser vista a semelhança entre os resultados dos diferentes testes dentro da mesma cultivar.

Tabela 14. Comparativo das médias por testes do desempenho fisiológicos das sementes das cultivares de arroz ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027. Sinop-MT, 2018

	*TPG G	TPG PC	TEA G	TEA PC	TT
ANa 8001					
Lote 1	87,75 bc	79,75 ab	90,25 c	72,75 a	86,75 bc
Lote 2	87,00 ab	79,00 a	91,50 b	82,25 ab	86,75 ab
Lote 3	89,75 bc	76,25 a	91,75 c	81,25 ab	90,00 bc
ANa 9005 CL					
Lote 1	93,25 b	86,00 ab	93,00 b	80,75 a	92,75 b
Lote 2	93,25 ab	86,25 ab	95,75 b	85,25 a	94,75 ab
Lote 3	95,50 c	82,50 ac	91,25 abc	85,75 ab	94,00 bc
ANa 9027					
Lote 1	81,25 b	71,00 a	88,25 b	67,00 a	82,25 b
Lote 2	83,75 b	71,25 a	86,00 b	69,00 a	83,50 b
Lote 3	80,50 b	70,25 a	81,75 b	68,50 a	80,50 b
Média	88,00 b	78,03 a	89,94 b	76,94 a	87,92 b

Médias seguidas de mesma letra (minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

* TPG G (teste padrão de germinação), TPG PC (teste padrão de germinação primeira contagem), TEA PC (teste de emergência em areia primeira contagem), TEA G (teste de emergência em areia germinação) e TT (teste de tetrazólio).

Para as cultivares ANa 8001, ANa 9005 CL e ANa 9027, os testes da qualidade fisiológica considerados corroboram um com o outro, dentro de seu nível de avaliação, não havendo diferença estatística significativa entre os distintos testes, da mesma forma são observadas para as cultivares a mesma atuação para os testes considerados, ou seja, a cultivar ANa 9005 CL com melhor desempenho fisiológico e a cultivar ANa 9027 com o pior desempenho fisiológico.

Quando comparamos os testes de vigor (Primeira contagem do teste padrão de germinação e primeira contagem da emergência em areia) com os testes de viabilidade (Teste padrão de germinação, emergência em areia e teste de tetrazólio), nota-se que não são observadas diferenças significativas, em nenhum dos casos (Tabela 14).

De forma geral observou-se que todos os testes fisiológicos de viabilidade, germinação e vigor estão condizentes entre si, sendo parâmetros confiáveis para a análise qualitativa dos lotes e das cultivares. Com essa informação podemos correlacionar os testes de qualidade fisiológica de sementes, já consagrados para a cultura do arroz com o teste de condutividade elétrica.

A pequena variação entre os resultados obtidos nos testes sugere, justamente, a necessidade de realização de um maior número possível de testes antes de classificar os lotes quanto ao potencial fisiológico, pois cada teste tem um princípio metodológico diferente e fornece informações complementares para a decisão a respeito do destino final de comercialização de cada lote de semente da cultura.

Mediu-se também a relação existente entre os testes através do coeficiente da correlação de Pearson, sendo os resultados apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Coeficiente de correlação entre as médias dos testes de desempenho fisiológicos das sementes das cultivares de arroz *ANa 8001*, *ANa 9005 CL* e *ANa 9027*. Sinop-MT, 2018

	*CEM SF	CE MA	TPG PC	TPG G	TEA PC	TEA G	TT
CEM CF	0,91	0,53	-0,72	-0,70	-0,60	-0,53	-0,73
CEM SF	-	0,58	-0,76	-0,76	-0,70	-0,62	-0,79
CE MA	-	-	0,54	0,39	0,31	0,29	0,54
TPG PC	-	-	-	0,83	0,63	0,55	0,83
TPG G	-	-	-	-	0,65	0,57	0,92
TEA PC	-	-	-	-	-	0,55	0,66
TEA G	-	-	-	-	-	-	0,57

*CEM SF (condutividade elétrica sem fotoperíodo), CEM CF (condutividade elétrica com fotoperíodo), CE MA (curva de embebição assa de água), TPG PC (teste padrão de germinação primeira contagem), TPG G (teste padrão de germinação), TEA PC (teste de emergência em areia primeira contagem), TEA G (teste de emergência em areia germinação) e TT (teste de tetrazólio).

Destaca-se na tabela 15 a correlação negativa entre os testes de condutividade elétrica e os demais testes, fator que condiz com o princípio do teste, ou seja, o grau de organização das membranas e a quantidade de

lixiviados na solução de imersão permitem relacionar de forma negativa o com o vigor de sementes, em que maiores valores de condutividade indicam sementes pouco vigorosas e, menores valores, se relacionam a sementes de maior potencial fisiológico (VIEIRA et al., 2002).

A correlação entre os testes de condutividade elétrica e os demais testes variou de -0,53, para o teste de emergência em areia considerando a germinação e a condutividade elétrica conduzida com fotoperíodo, a -0,79 para o teste de tetrazólio e a condutividade elétrica conduzida sem fotoperíodo, ou seja, há correlação negativa entre os testes. Observa-se que o teste de condutividade elétrica conduzido sem fotoperíodo se correlaciona mais fortemente com os demais testes do que quando conduzido sob fotoperíodo, dando um indicativo de ser mais preciso, do ponto de vista metodológico.

Com relação a curva de embebição a maior correlação foi obtida na primeira contagem do teste de germinação e para o teste de tetrazólio, 54%. O teste de tetrazólio foi correlacionado na ordem de 83% com a primeira contagem do teste padrão de germinação, 92% com o teste padrão de germinação e 65% com o teste de emergência em areia primeira contagem. O teste padrão de germinação se correlaciona 65% com o teste de emergência em areia primeira contagem.

Foram consideradas de maior importância somente as correlações que apresentaram valores iguais ou superiores a 0,6, pois de acordo com Markus (1973) são valores mínimos para aceitação da associação entre testes correlacionados.

4. CONCLUSÕES

Para os lotes avaliados, o menor desempenho fisiológico nos testes diretos (vigor e de germinação) e nos indiretos (viabilidade) foi para as sementes da cultivar de arroz ANa 9027.

Todos os genótipos de arroz em estudo puderam ser caracterizados pelo padrão trifásico da curva de liberação de lixiviados do teste de condutividade elétrica e da absorção de água.

O teste de condutividade elétrica é consistente na determinação do vigor de sementes de distintos genótipos de arroz, principalmente no apontamento de lotes com baixo desempenho fisiológico.

Na condução do teste de condutividade elétrica é possível reduzir o período de imersão das sementes de arroz para 8 h, na diferenciação do potencial fisiológico de sementes de diferentes genótipos com vigor acima de 80%, das abaixo desse padrão.

O teste de condutividade elétrica conduzido sem fotoperíodo apresenta maior correlação com os demais testes, tornando-o mais representativo do ponto de vista metodológico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Anuário**, Brasília. 128 p. 2016.

ALBUQUERQUE, M. C. F. E., MORO F. V., FAGIOLI, M., RIBEIRO M.C. Teste de condutividade elétrica e lixiviação de potássio na avaliação de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.

ALBUQUERQUE, M.C.F.; CAMPOS, V.C.; MENDONÇA, E.A.F.; CALDEIRA, S.A.F.; BRUNCA, R.H.C.G. Testes de envelhecimento acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.1, p.9-16, 1995.

AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Brasília - Instrução normativa Nº 25, de 16 de dezembro de 2005, Brasília, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigour testing handbook. East Lansing, 1983. 93p. (To the Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).

BARBIERI, A. P. P. **Determinação do potencial fisiológico de sementes de arroz baseado na integridade das membranas celulares**. Santa Maria: UFSM, 2011. 81 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011

BARBOSA, C. Z. R. Relação entre tamanho e armazenamento de sementes de soja colhidas no cerrado de Roraima na qualidade física e fisiológica, **Revista Agro-ambiente On-line**, v. 2, n. 2, p. 64 jul-dez, 2008

BASAJAVARAJAPPA, B. S.; SHETY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 2, n. 2, p. 279-286, 1991.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: **Seed Development and Germination** (Eds.) J. Kigel and G. Galili. Marcel Dekker, New York, USA. 1995. p. 351-396.

BRASIL, Lei Federal nº 10.711 de 05 de agosto de 2003. Sistema Nacional de Sementes. Brasília, DF, Ago, 2003

BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.1, p.61-69, 2002.

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

BHATTACHARYA, K.R. Breakage of rice during milling, and effect of parboiling. **Central Food Technological Research Institute**, Mysore, Índia, v.46, n.5, p.478-85, 1969.

BIRUEL, R.P.; PAULA, R.C.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (benth.) Ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2010.

BORTOLOTTO, R. P.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D. C.; MATTIONI, N. M., Tecnologia de sementes comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz, **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.991-996, 2008.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: Araújo, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J.(eds.). **Cultura do Feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS. 1996. p.639-667.

BRANDÃO JUNIOR, D. E. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho Lavras**. 1996. 110 f. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sistema BINAGRI-SISLEGIS, instrução normativa – IN 6/2009 de 18 de fevereiro de 2009

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinações adicionais – teste de uniformidade (classificação por peneira). In: **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992.

CAMILO, P. C. **Classificação de sementes de soja em peneiras planas de perfuração redonda**, 2003. 28 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

CAMPOS, V. C. **Metodologia do teste de frio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado**. 1998. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1998

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. Cap. 17. P. 386-404.

CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A.Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamento e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.3, p.617-624, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Decimo segundo levantamento. Brasília. Set., V.5, N.12, 2018. A

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Principles of seed science and technology, Kluwer Massachusetts: **Academic Publishers**, 4.ed. p.165-192, 2001.

CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; ZUCARELI, C.; SÁ, M.E.; NAKAGAWA, J. Produção e qualidade fisiológica de sementes de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.287-293, 2001.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Wageningen, v. 1, n. 2, p. 427- 452, 1973.

DELOUCHE, J.C. Maintaining soybean seed quality. Proc. TVA SYMP. ON Soybean Prod., Marketing and Use. TVA Bull. Y69, Muscle Shoals, Ala.: 40-63 USA. 1974.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.1-11, 1996.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.117-122, 2006.

FARONI, L.R.D.; HARA, T.; DALPASQUALE, V.A.; CONDÉ, A.R. Determinação do rendimento do arroz (cultivar IR 841) após secagem às temperaturas de 50, 60 e 70 °C, para períodos de repouso de 30, 60, 120 e 180 minutos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 11/12, n. 1/2, p. 26-31, 1987.

- FERRAZ, E.B. Estudo da influência do tamanho e do peso de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação e o vigor. Piracicaba, 1974. 43 p.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar**: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. [online]. 2014, vol.38, n.2, pp. 109-112 .
- FESSEL, S.A.; VIEIRA, R.D.; CRUZ, M.C.P.; PAULA, R.C.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1551-1559, 2006.
- FRANCO, D. F.; PERINI, J. A. Testes de vigor em sementes de arroz. EMBRAPA Clima Temperado. **Comunicado técnico, 68. Pelotas, RS, 2002.**
- FRANZIN, S. M., ROVERSI, T. O que é vigor?, Sementes UFMS, in: <http://coral.ufsm.br/sementes/>, acesso em 27/12/2019, UFSM, 2001.
- GARCIA, M.J.M.; BIAGGIONI, M. A. M; FERREIRA, W. A.; KOHARA, E. Y; ALMEIDA, A. M.. Sucessão de espécies de fungos em milho armazenado em sistema aerado. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v.27, n.2, p.14-22, 2002.
- GASPAR C.M.; NAKAGAWA J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.2, p.82-89, 2002.
- GONZALEZ, A. M. A. **Teste de condutividade elétrica em sementes de arroz**. 1998. 34 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1998.
- GQALENI, N.; SMITH, J.E.; LACEY, J. Co-production of aflatoxin and cyclopiazonic acid in isolates of *Aspergillus flavus*. **Food Additives and Contaminants**, Sidney, v.13, p.677-685, 1996.
- HALMER, P. Commercial seed treatment technology. In: BLACK, M. and BEWLEY, J.D. (Ed.) **Seed Technology and its Biological Basics**. England: Sheffield Academic Press, 2000, p.266-273.
- HAMMAN, B.; HALMAJAN, H.; EGLI, D. B. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 29, n. 3, p. 575-586, 2001.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. In: **ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing**. Bassersdorf: ISTA, v.1, 2003. 171p.
- KAMÍL, J. **Relation of specific gravity of rice (*Oryza sativa* L.) seed to laboratory and field performance**. Mississippi, 1974. 66. (Diss. (Ph. D) Mississippi State University).

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, n.1, v.2, p.15-53, 1991.

KUNZE, O. R. e NGUYEN, C. N. Moisture content variation among ripening rice grains. In: **International conference of physical properties of agriculture materials**, 3., Prague, 1985. Prague, s, sd 1985.P. 977-982.

LEITE, F. N. **Calibração de dispositivos de cores utilizando uma câmera digital**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília.

LIMA, A.M.M.P.de; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.157-163, 1999.

LIMA, D. de. **Influência de altas temperaturas de secagem em sementes de arroz**. 1997. 61 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1997.

LOEFFLER, T.M., et al. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53,1988.

LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiorum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1 p.123-130, 2010

MARCHEZAN, E.; MENEZES, N.L.; SIQUEIRA, C. A. Controle da qualidade das sementes de arroz irrigado utilizadas em Santa Maria-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, 2001.

MARCHI, J. L. DE; CICERO, S. M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.12, n.1,2,3, p.20-27, 2002

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

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, 1999. 218p. Cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: Câmara, G. M. S. (coord). **Soja – tecnologia da produção**. Piracicaba, Ed. Publique. p. 206-243, 1998.

MARKUS, R. **Elementos de estatística aplicada**. Porto Alegre: DALC, 1973. 329 p.

McDONALD, M. B.; VERTUCCI, C. W.; ROOS, E. E. Soybean seed imbibition: water absorption by seeds parts. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.993-997, 1988.

MENEZES, N. L. De et al. Comparação entre métodos para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.16, n.2, p.121-127, 1994.

MENEZES, N. L. De et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.2, p.138-142, 2007.

MENEZES, Nilson Lemos de; Da SILVEIRA, Terezinha Lúcia Denardin da. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 350-359, maio/ago. 1995.

MOTTA, W.A. **Hidratação, condutividade elétrica e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de teosinto**. 2002. 49f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.

NAKAGAWA, J. Técnica cultural para produção de sementes. In: **Atualização em Produção de Sementes**. Fundação Cargill, 1986, 223 p.

NGUYEN, M.T. et al. Occurrence of aflatoxin B1, citrinin and ochratoxin A in rice in five provinces of the central region of Vietnam. **Food Chemistry**, Japan, v.105, 42-47, 2007.

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo**. 1995. 92f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Evaluation of the physiological potential tomato seeds. **Seed Science and Technology**, Kentucky, v.23, n.2, p.151-161, 2001.

PARK, K.Y.; BULLERMAN, L.B. Effect of cycling temperatures on aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus* in rice and cheddar cheese. **Journal of Food Science**, Chicago, v.48, p.889-896, 1983.

PASQUALLI, L.L. **Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionária**. 2005. 37f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

PITT, J.I.; HOCKING. A.D. Fungi and Food Spoilage, Sidney, **Acadmic Press**, 1985

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN. 289 p. 1985.

QUEIROGA, V. P.; CASTRO, L. B. Q; GOUVEIA, J. P.a G. Testes de vigor em sementes de algodão herbáceo submetidas ao processo de deslincamento químico. 2005. **Anais...** V Congresso Brasileiro de Algodão, Salvador, 2005.

ROCHA, SB. Relation of specific gravity of rice (*Oryza sativa* L.) to laboratory and field performance. Mississippi, 1975. 52 p. (Diss. (M.S.) Mississippi State University) ROSA,

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plântulas em campo**. 2002. 123 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SANTOS, A. B.; SANTIAGO, C. M. Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, Embrapa Arroz e Feijão, 2014.

SILVA, B. A.; NOGUEIRA, J. L.; CARVALHO, T.C.; PANOBIANCO, M., Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de triticales, **Scientia Agraria Paranaensis** – SAP Mal. Cdo. Rondon, v.12, n.4, out/dez., p.267-274, 2013.

SMIDERLE, O.J.; DIAS, C.T.S. Época de colheita e qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa* cv. BRS Roraima). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.3, p.188-194, 2008.

SMITH, O.E.; WELCH, N.C. & MCKOY, O.D. Studies on lettuce seed quality II. Relationship of seed vigour to emergence, seedling weight and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. n.98, p.552-556. 1973.

SOUZA, L. C. D., CARVALHO, M. A. C. 2, BRAGA, L. F., SOUSA, M. P. Nota Técnica: Qualidade fisiológica de sementes de arroz da região de matupá-mt. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.3, p.110-116, 2005

SOUZA A. P. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de mato grosso, **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p.34-43, out./dez., 2013

SOUZA, F.H.D. et al. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas a qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água I. Tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.18, n.1, p.33-40, 1996.

SPINA, I. A. T.; CARVALHO, N. M. Testes de vigor para selecionar lotes de amendoim antes do beneficiamento. **Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v.1, n.1, p.10-15, 1986.

SRINIVAS, T. e BHASHYAM, M.K. Effect of variety and environment on milling quality of rice. In: **Rice grain quality and marketing**, p. 51-59. Manila, IRRI. (1985).

STEFFE, J.F.; SINGH, R.O.; MILLER JR., G.E. Harvest, drying and storage of rough rice. In: LUH, B.S. (ed) **Rice: production and utilization**. Westport: Connecticut AVI Publishing, 1980. P.311-359.

TANIWAKI, M.H.; SILVA, N. **Fungos em alimentos: ocorrência e detecção**. Campinas: Núcleo de Microbiologia do ITAL, 2001. 82p.

TORNQUIST, J. **Color y luz: teoría y práctica**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

TORRES, S.B. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol.20, n.1, p.55-59, 1998.

TUNES, L.M.; BADINELLI, P.G.; OLIVO, F. E BARROS, A.C.S.A. (2009) - Teste de envelhecimento acelerado em cevada. *Magistra*, 21: 111-119.

USDA, Foreign Agricultural Service (FAS) do United States Department of Agriculture, 2015.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: Efeitos de temperatura e períodos de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.41-45, 1999.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 17, n. 1-3, p. 76-83, 2007.

VAZQUEZ, G.H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento**. 1995. 138 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1995.

VIEIRA, A. R. et al. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 490-500, 2011.

VIEIRA, R.D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1333-1338, set., 2002.

WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

WRASSE, C. F. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas.

Revista Científica, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 107-114, 2009.

APÉNDICE

APÊNDICE

Apendice A. Caracterização das cultivares utilizadas

A lista de descritores de cada cultivar utilizada no presente trabalho está apresentado na Tabela 1, informações obtidas através do Registro Nacional de Cultivares – RNC (MAPA, 2018).

A cultivar ANa 8001 apresenta dupla aptidão, com plantio no sistema de sequeiro e irrigado, com potencial produtivo de 8000 kg/ha, de porte médio e indicação de época de plantio entre outubro e dezembro para o estado de Mato Grosso. Com massa de mil sementes (MMs) de aproximadamente 24,9 g e ciclo de 112 dias, de classe longo-fino e com rendimento de inteiros por volta de 59% e rendimento de benefício de 71%.

A cultivar ANa 9005 CL com potencial produtivo de 12000 kg/ha e dupla aptidão com possibilidade de plantio no sistema de sequeiro e irrigado, de porte médio e indicação de época de plantio entre outubro e dezembro para o estado de Mato Grosso. Com massa de mil sementes (MMs) de aproximadamente 25 g e ciclo de 115 dias, de classe longo-fino e com rendimento de inteiros por volta de 61% e rendimento de benefício de 70%.

A cultivar ANa 9005 CL trás o sistema de produção denominado Clearfield. Esse sistema baseia-se na resistência genética a alguns herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas e foi desenvolvido para auxiliar no controle de arroz-vermelho. Todas as cultivares ou híbridos recomendados para esse sistema são identificadas com o sufixo “CL”.

Tabela 16A. Lista de descritores de diferentes cultivares de arroz. Sinop-MT, 2018

Lista de Descritores		
Descritores	Detalhamento	Observação
ANa 8001		
Ângulo da folha bandeira	Ereto	
Comprimento do colmo	Médio	68,05 cm
Presença de arista	Ausente	
Comprimento da panícula	Média	24,4 cm
Comprimento do grão descascado	Longo	
Formato do grão descascado	Muito alongada	7,65 cm
Cor da folha	Verde	
Espiguetas - Cor do ápulo na maturação	Branca	
Espiguetas - Cor das glumelas	Palha/Dourada	
ANa 9005 CL		
Ângulo da folha bandeira	Intermediário	
Comprimento do colmo	Curto	
Presença de arista	1/4 Superior	
Comprimento da panícula	Médio	
Comprimento do grão descascado	Longo	
Formato do grão descascado	Muito alongada	
Cor da folha	Verde	
Espiguetas - Cor do ápulo na maturação	Amarela	
Espiguetas - Cor das glumelas	Palha/Dourada	
ANa 9027		
Ângulo da folha bandeira	Ereto	
Comprimento do colmo	Curto	
Presença de arista	Ausente	
Comprimento da panícula	Curto	
Comprimento do grão descascado	Longo	
Formato do grão descascado	Alongada	
Cor da folha	Verde	
Espiguetas - Cor do ápulo na maturação	Amarela	
Espiguetas - Cor das glumelas	Palha/Dourada	

A cultivar ANa 9027 com potencial produtivo de 11000 kg.Ha⁻¹ e dupla aptidão com possibilidade de plantio no sistema de sequeiro e irrigado, de porte médio e indicação de época de plantio entre outubro e dezembro para o estado de Mato Grosso. Com massa de mil sementes (MMs) de aproximadamente 24 g e ciclo de 125 dias, de classe longo-fino e com rendimento de inteiros por volta de 61% e rendimento de benefício de 72%.

Apendice B. Tabelas complementares

Tabela 1B. Porcentagem de umidade em base úmida

	ANa 8001 L1	ANa 8001 L2	ANa 8001 L3	ANa 9005 CL L1	ANa 9005 CL L2	ANa 9005 CL L3	ANa 9027 L1	ANa 9027 L2	ANa 9027 L3
2 h	17,11	17,57	17,86	17,62	17,65	17,68	16,14	16,53	16,43
4 h	19,58	19,92	20,21	20,62	20,46	20,51	18,15	18,63	19,74
6 h	21,93	22,26	22,03	22,82	22,56	22,43	20,36	20,93	21,84
8 h	23,75	23,85	24,39	24,02	24,37	23,74	22,16	22,33	23,44
10 h	25,14	25,45	25,67	25,22	25,47	24,75	23,47	23,93	24,84
12 h	26,86	27,36	27,60	27,01	27,48	27,17	25,77	25,73	26,85
24 h	32,64	32,68	33,92	32,11	32,69	32,62	30,19	29,73	30,35
36 h	35,53	35,45	35,74	34,91	35,30	34,84	31,79	31,03	32,65
48 h	35,96	36,51	36,27	35,91	36,60	35,75	32,79	32,03	33,95
60 h	39,17	39,49	39,70	38,90	39,51	38,98	35,10	34,33	35,55
72 h	40,78	41,19	41,09	39,80	40,72	40,89	35,90	34,33	36,35

Tabela 2B. Valores para o coeficiente de normalidade de Shapiro-Wilk

Retenção em peneira				
Variável Peneira 1	ANa 8001	W =	0.939055912291	pr<W = 0.485939196712
	ANa 9005 CL	W =	0.938094813886	pr<W = 0.473792400120
	ANa 9027	W =	0.950863305617	pr<W = 0.649639173153
Variável Peneira 2	ANa 8001	W =	0.939055912291	pr<W = 0.485939196712
	ANa 9005 CL	W =	0.938094813886	pr<W = 0.473792400120
	ANa 9027	W =	0.950863305617	pr<W = 0.649639173153
Massa de sementes retidas em cada peneira				
Variável Peneira 1	ANa 8001	W =	0.913177952093	pr<W = 0.234282970686
	ANa 9005 CL	W =	0.944372082510	pr<W = 0.556691130749
	ANa 9027	W =	0.775746590422	pr<W = 0.005030514063
Variável Peneira 2	ANa 8001	W =	0.936556992261	pr<W = 0.454796858207
	ANa 9005 CL	W =	0.902212080090	pr<W = 0.169393882728
	ANa 9027	W =	0.704154300263	pr<W = 0.000924214048
Massa de sementes retidas em cada peneira				
Variável Comprimento	ANa 8001	W =	0.932617916937	pr<W = 0.000014066109
	ANa 9005 CL	W =	0.955936789040	pr<W = 0.000605112204
	ANa 9027	W =	0.957203122265	pr<W = 0.000759238634

Variável Largura	ANa 8001	W =	0.993271195091	pr<W =	0.834916704093
	ANa 9005 CL	W =	0.991091617714	pr<W =	0.635001935514
	ANa 9027	W =	0.991670405654	pr<W =	0.689924600882
Variável Relação comprimento/largura	ANa 8001	W =	0.991337660836	pr<W =	0.658319017696
	ANa 9005 CL	W =	0.968425607742	pr<W =	0.006391132355
	ANa 9027	W =	0.987302534898	pr<W =	0.326754827957
Peso de mil sementes					
Variável PMs	ANa 8001	W =	0.966055840590	pr<W =	0.571327316383
	ANa 9005 CL	W =	0.936276028227	pr<W =	0.134693092240
	ANa 9027	W =	0.859639678099	pr<W =	0.003318271640
Renda e Inteiro					
Variável Renda	ANa 8001	W =	0.984593244272	pr<W =	0.995905212080
	ANa 9005 CL	W =	0.933868786765	pr<W =	0.422927724350
	ANa 9027	W =	0.962887687008	pr<W =	0.824122785412
Variável Inteiro	ANa 8001	W =	0.940714938506	pr<W =	0.507389410968
	ANa 9005 CL	W =	0.889270050994	pr<W =	0.115314179562
	ANa 9027	W =	0.835911898944	pr<W =	0.024702324871
Umidade					
Variável Umidade	ANa 8001	W =	0.888026408083	pr<W =	0.111137047736
	ANa 9005 CL	W =	0.924907392461	pr<W =	0.329237345864

	ANa 9027	W =	0.857174279816	pr<W =	0.045067980637
Colorimetria sementes com casca					
	ANa 8001	W =	0.968337486482	pr<W =	0.892629614695
Variável L	ANa 9005 CL	W =	0.870558590602	pr<W =	0.066424649561
	ANa 9027	W =	0.955537652247	pr<W =	0.718745761494
	ANa 8001	W =	0.962390262196	pr<W =	0.817333437006
Variável a*	ANa 9005 CL	W =	0.927946076011	pr<W =	0.358849771186
	ANa 9027	W =	0.960087937941	pr<W =	0.785084743070
	ANa 8001	W =	0.957613944813	pr<W =	0.749303835720
Variável b*	ANa 9005 CL	W =	0.942634132248	pr<W =	0.532932187892
	ANa 9027	W =	0.896223771486	pr<W =	0.141776775137
	ANa 8001	W =	0.960149150556	pr<W =	0.785957334748
Variável C	ANa 9005 CL	W =	0.958848652902	pr<W =	0.767274962788
	ANa 9027	W =	0.867647866905	pr<W =	0.061017373707
	ANa 8001	W =	0.544373568534	pr<W =	0.000038272075
Variável H	ANa 9005 CL	W =	0.656100753879	pr<W =	0.000328616131
	ANa 9027	W =	0.585377425526	pr<W =	0.000081224692
Colorimetria sementes sem casca					
	ANa 8001	W =	0.919618168314	pr<W =	0.282766383691
Variável L	ANa 9005 CL	W =	0.907004893135	pr<W =	0.195267997342

	ANa 9027	W =	0.945869347313	pr<W =	0.577596188911
	ANa 8001	W =	0.373467681049	pr<W =	0.000002374254
Variável a*	ANa 9005 CL	W =	0.934889452239	pr<W =	0.434825194680
	ANa 9027	W =	0.908470317075	pr<W =	0.203920913231
	ANa 8001	W =	0.964694245902	pr<W =	0.848124926647
Variável b*	ANa 9005 CL	W =	0.837591756710	pr<W =	0.025885517336
	ANa 9027	W =	0.941256122091	pr<W =	0.514514950916
	ANa 8001	W =	0.782747814321	pr<W =	0.006003743691
Variável C	ANa 9005 CL	W =	0.838942302766	pr<W =	0.026880192228
	ANa 9027	W =	0.936907666156	pr<W =	0.459080161527
	ANa 8001	W =	0.680508680950	pr<W =	0.000550452561
Variável H	ANa 9005 CL	W =	0.611103730155	pr<W =	0.000132962972
	ANa 9027	W =	0.463119985754	pr<W =	0.000009569193
Teste padrão de germinação					
	ANa 8001	W =	0.930053242580	pr<W =	0.380676584868
Variável primeira contagem	ANa 9005 CL	W =	0.929010562642	pr<W =	0.369742670538
	ANa 9027	W =	0.924375130791	pr<W =	0.324273355307
	ANa 8001	W =	0.929614733243	pr<W =	0.376046284283
Variável Germinação	ANa 9005 CL	W =	0.855544974988	pr<W =	0.043009479306
	ANa 9027	W =	0.962851924466	pr<W =	0.823637065037

Teste de emergencia em areia				
Variável Vigor	ANa 8001	W =	0.966544561776 pr<W =	0.871458475016
	ANa 9005 CL	W =	0.956617458568 pr<W =	0.734678026518
	ANa 9027	W =	0.909842120797 pr<W =	0.212355722099
Teste de tetrazólio				
Variável Viabilidade	ANa 8001	W =	0.959234873315 pr<W =	0.772852923026
	ANa 9005 CL	W =	0.959985010965 pr<W =	0.783615888837
	ANa 9027	W =	0.957336960211 pr<W =	0.745247723061
Envelhecimento Acelerado				
Variável Plântulas normais ao 7° dia de semeadura	ANa 8001	W =	0.721262350708 pr<W =	0.000000000003
	ANa 9005 CL	W =	0.877207658285 pr<W =	0.000000219010
	ANa 9027	W =	0.877454699184 pr<W =	0.000000224180
Condutividade elétrica sob fotoperíodo				
Variável Condutividade elétrica	ANa 8001	W =	0.869119644018 pr<W =	0.000000006914
	ANa 9005 CL	W =	0.907849371962 pr<W =	0.000000505639
	ANa 9027	W =	0.654599051228 pr<W =	0.000000000000

Condutividade elétrica na ausência de luz				
	ANa 8001	W =	0.912945467707	pr<W = 0.000000958538
Variável Condutividade elétrica	ANa 9005 CL	W =	0.882538934929	pr<W = 0.000000027686
	ANa 9027	W =	0.744341485049	pr<W = 0.000000000000
Curva de embebição				
	ANa 8001	W =	0.928156400163	pr<W = 0.000002869782
	ANa 9005 CL	W =	0.924194671630	pr<W = 0.000001607100
Variável Massa de água	ANa 9027	W =	0.952092224544	pr<W = 0.000145440472
	ANa 8001	W =	0.928714286463	pr<W = 0.000003118253
	ANa 9005 CL	W =	0.927456793213	pr<W = 0.000002587258
Variável Umidade	ANa 9027	W =	0.955271027690	pr<W = 0.000261505360