

PAOLA CAMARGO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
SEMENTES DE ARROZ EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NA
PANÍCULA E DA ÉPOCA DE COLHEITA.**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em produção vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial pra a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^a Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho.

**LAGES, SC
2016**

Camargo, Paola

Qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz em função da posição na panícula e da época de colheita / Paola Camargo. – Lages, 2016.

73 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Cileide Maria medeiros Coelho

Coorientador: Luis Sangoi

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. Oryza sativa 2. Vigor 3. Posição da semente. I. Camargo, Paola. II.Coelho, Cileide Maria Medeiros. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz em função da

PAOLA CAMARGO

Qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz em função da posição na panícula e da época de colheita.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós- graduação em Produção vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca Examinadora:

Orientadora:

Prof^a. Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho
UDESC – Lages / SC

Membro:

Dra. Janice Regina Gmach Bortoli
IFSC – Lages / SC

Membro:

Prof. Dr. Osmar Klauberg Filho
UDESC – Lages / SC

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar a cada dia uma nova oportunidade de aprender e melhorar.

A minha família, em especial meu marido Paulo, por estarem sempre ao meu lado me ajudando a superar todos os obstáculos do caminho.

A professora Cileide Maria Medeiros Coelho pela orientação e atenção a mim dedicada.

Ao grupo do laboratório de análise de sementes, em especial as meninas LAS, pessoas que aprendi a admirar cada dia mais e que vou levar para sempre na minha memória.

A empresa BASF/SA, em especial o engenheiro agrônomo Fernando Gava, pela parceria.

**“O oponente mais poderoso está dentro de
nós mesmos”.**

Hidetaka nishiyama

RESUMO

A qualidade fisiológica da semente é determinada pelo seu potencial de germinação e vigor. Ela é afetada por diversos fatores, tais como a composição química, a posição da semente na panícula e a época de colheita. O objetivo deste experimento foi avaliar a qualidade fisiológica e a composição química das sementes de genótipos de arroz em função da sua posição na panícula e da época de colheita, bem como a relação entre ela. Foram avaliados dois genótipos, Indica 1 e IR58025B, cujas sementes foram colhidas nas porções apical, mediana e basal da panícula, em quatro épocas, aos 25, 32, 39 e 46 dias após o florescimento. Foram realizadas as seguintes avaliações: umidade, massa seca de 100 sementes, teste de germinação, teste de frio, teste de envelhecimento acelerado e comprimento das plântulas obtidas nos testes de germinação, frio e envelhecimento acelerado. Para composição química foram determinados os teores de proteína total, açúcar solúvel total, amido e fósforo. Os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste de Tukey para comparação das médias. Foi realizada análise de correlação para determinar a relação entre qualidade fisiológica e composição química. As sementes da base da panícula apresentaram maior teor de umidade de colheita, menor massa seca de cem sementes e maior teor de fósforo. A posição da semente na panícula não interferiu na qualidade fisiológica das sementes dos genótipos avaliados. O maior teor de fósforo das sementes da base não favoreceu a sua qualidade fisiológica. A colheita realizada até os 32 dias após o florescimento foi adequada para ambos os genótipos, com manutenção nos teores de fósforo e proteína.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Vigor. Posição da semente.

ABSTRACT

The seed physiological quality is determined by its germination and vigor potential. It can be affected by many factors, such as the chemical composition, the seed position in the panicle and the harvest time. The goal of this research was to evaluate the physiological quality and the chemical composition of rice seeds genotypes in function of its panicle position and harvest time. Two genotypes were evaluated: Indica 1 and IR58025B. Seeds were harvested at three panicle positions: apical, median and basal; and four harvest times: 25, 32, 39 and 46 days after median flowering. The following variables were assessed: moisture content, dry mass of 100 seeds, germination test, cold test, accelerated aging, seedling length obtained by germination test, by cold test and accelerated aging. Chemical composition were determined total protein content, total soluble sugars, starch and phosphorus. Data were submitted to the variance analysis and averages were compared by the Tukey's test. The correlations analysis was performed to determine the relation between physiological quality and chemical composition. The base seeds of the panicle showed higher moisture content, lower dry mass 100 seeds and higher phosphorus content. The seed position in the panicle did not affect the physiological quality of seeds in the evaluated genotypes. The higher phosphorus content in the base seeds do not favored his physiological quality. The harvest until 32 days after flowering was adequate for both genotypes with maintenance of his phosphorus and protein content.

Key-words: *Oryza sativa*. Vigor. Seed position.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dados de precipitação referentes ao período desde o florescimento até a última data de colheita.	35
Figura 2: Umidade das sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B nas porções apical, mediana e basal da panícula na média das quatro épocas de colheita.	42
Figura 3: Massa seca de 100 sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B das porções apical, mediana e basal da panícula, na média de quatro épocas de colheita.	43
Figura 4: Teor de umidade das sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B ao longo da fase de dessecação, na média de três posições na panícula.	44
Figura 5: Massa seca de 100 sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B ao longo da fase de dessecação, na média de três posições na panícula.	46
Figura 6: Percentual de germinação em diferentes épocas de colheita após a floração, na média de três posições na panícula.	47
Figura 7: Percentual de vigor pelo frio em diferentes épocas de colheita após a floração, na média de três posições na panícula.	48
Figura 8: Percentual de vigor pelo envelhecimento acelerado em diferentes épocas de colheita após a floração, na média de três posições na panícula.	49
Figura 9: Teor de fósforo dos genótipos Indica 1 e IR58025B das porções apical, mediana e basal da panícula, na média de quatro épocas de colheita.	54

Figura 10: Teor de fósforo das sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B ao longo da fase de dessecação, na média de três posições na panícula.....	56
Figura 11: Teor de proteína das sementes do genótipo Indica 1(A) e IR58025B (B), ao longo da fase de dessecação nas três posições na panícula.....	57
Figura 12: Teor de açúcar das sementes dos genótipos Indica 1 (A) e IR58025B (B) ao longo da fase de dessecação nas três posições na panícula.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da análise de variância referente ao teor de umidade, qualidade fisiológica e massa seca de cem sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B obtidas na safra 2014/2015.	41
Tabela 2: Coeficiente de correlação (r) entre a massa seca de cem sementes e o testes de germinação e vigor dos genótipos Indica 1 e IR58025B da safra 2014/2015.....	50
Tabela 3: Comprimento de plântula dos genótipos Indica 1 e IR58025B aos 25, 32, 39 e 46 dias após o florescimento (DAF) na média das três posições da panícula.	50
Tabela 4: Coeficiente de correlação entre os testes de germinação, vigor por frio e envelhecimento acelerado com os respectivos comprimentos de plântula dos genótipos de arroz Indica 1 e IR58025B na safra de 2014/2015.	52
Tabela 5: Resumo da análise de variância referente ao teor de proteína, açúcar, amido e fósforo dos genótipos Indica 1 e IR58025B obtidas na safra 2014/2015.	53
Tabela 6: Teor de amido das sementes dos genótipos Indica 1 (A) e IR58025B (B) ao longo da fase de dessecação nas três posições na panícula.....	58
Tabela 7: Correlação entre os teores de açúcar, amido, proteína e fósforo com os testes de germinação e vigor.....	60

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	23
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.1	ARROZ.....	26
2.1.1	IMPORTÂNCIA SOCIAL ECONÔMICA	26
2.1.2	ARROZ IRRIGADO NO BRASIL.....	26
2.1.4	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES	29
2.2	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES.....	31
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1	PRODUÇÃO DAS SEMENTES A CAMPO	34
3.2	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE A PRODUÇÃO DAS SEMENTES.	35
3.3	ANÁLISE DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES	35
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NA PANÍCULA E DA ÉPOCA DE COLHEITA.....	41
4.2	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE ARROZ EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NA PANÍCULA E DA ÉPOCA DE COLHEITA.....	53
4.3	CORRELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA.....	60
5.	CONCLUSÃO.....	62

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS.....	64

1. INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica da semente é determinada através do seu potencial de germinação e vigor. O vigor é o resultado da junção de todos os atributos da semente que permitam a obtenção de um adequado estande sob condições favoráveis e desfavoráveis de campo (PESKE et al., 2003).

Em arroz, a qualidade física e fisiológica das sementes depende de diversos fatores, tais como a cultivar utilizada (GMACH et al., 2013), a composição química das sementes (HENNING et al., 2010), o estádio de maturação (SMIDERLE & DIAS, 2008) e o grau de umidade na colheita (ALVES et al., 2001).

Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), o vigor e o potencial de armazenamento das sementes são influenciados pelos teores dos compostos presentes e, de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será o vigor das plântulas originadas. Em estudo realizado com soja, Henning et al. (2010), concluiu que as sementes mais vigorosas apresentavam maiores teores de proteínas solúveis, amido e açúcares solúveis. Bortolotto et al. (2008) observou que o teor de proteína bruta é capaz de identificar diferenças entre lotes de arroz, com diferentes níveis de potencial fisiológico, e correlacionar-se com a emergência em campo.

A composição química da semente é afetada pela posição da semente na inflorescência. A associação entre o início do florescimento, as épocas em que ocorre a polinização e as condições climáticas predominantes durante a maturação afetam diretamente a uniformidade do processo e a composição química da semente (MARCOS FILHO, 2005). Há uma competição por fotoassimilados entre as sementes localizadas em diferentes posições dentro da panícula. Em arroz, diferenças entre sementes localizadas em diferentes posições

dentro da panícula foram encontradas para fertilidade e dimensão do grão (MOHAMMED & TARPLEY, 2011) e também impactos consideráveis na composição química da semente como proteínas e microelementos (CALDERINE & ORTIS-MONASTERIO, 2003; LIU et al., 2005).

A influência da posição das sementes na sua qualidade vem sendo estudada para outras espécies. Em aveia, o tipo de semente, em função de sua localização na panícula, tem influência direta na qualidade das sementes, principalmente quando associada à massa, à germinação e ao vigor. Nesta espécie, as sementes primárias, que estão localizadas nas ramificações primárias da panícula, apresentam melhor desempenho do que secundárias ou terciárias localizadas nas ramificações secundárias e terciárias, respectivamente (ALVES & KIST, 2011). A posição da cariopse na espiga também influencia na qualidade de sementes de milho, onde as sementes da base e do terço médio da inflorescência apresentam desempenho semelhante e superior às do ápice (MONDO & CICERO, 2005; KIKUTI et al., 2003).

Outro fator que influencia a qualidade fisiológica é o estádio de maturação da semente. Em se tratando de maturação, considera-se que a maturidade fisiológica é o estádio de desenvolvimento da semente no qual é atingido o máximo acúmulo de massa seca, resultando em máximo vigor e germinação (PESKE et al, 2003). Desse modo, o momento correto para a colheita é fundamental para se obter sementes de qualidade. As sementes de arroz atingem o ponto de maturidade adequado para colheita quando dois terços das cariopses da panícula estão maduros (PESKE, 2014). A colheita antecipada, com umidade elevada, aumenta a proporção de sementes mal formadas e gessadas (SMIDERLE & PEREIRA, 2008). O arroz colhido tarde tem a produtividade reduzida pela debulha natural, ocorrendo o trincamento das sementes e redução no rendimento de sementes inteiras no beneficiamento (Smiderle e Dias, 2011).

A germinação e o vigor das sementes também podem ser afetados em colheitas tardias (BINOTTI et al., 2007). Entretanto, o ponto ideal de colheita pode variar em função das exigências de cada genótipo. Neste sentido, trabalhos conduzidos por Smiderle e Dias (2011) e Smiderle e Pereira (2008) mostraram que para a cultivar BR Irga 409 a melhor época foi entre 29 e 43 DAF (dias após o florescimento) e para a cultivar BRS Taim situou-se entre 38 e 42 DAF.

Para o arroz são escassos os trabalhos que diferenciem a composição química e o potencial fisiológico de sementes situadas em diferentes posições da inflorescência. Considerando esta lacuna, o objetivo desse trabalho foi determinar a qualidade fisiológica e a composição química das sementes de genótipos de arroz em função da sua posição na panícula e da época de colheita e a relação entre elas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ARROZ

2.1.1 IMPORTÂNCIA SOCIAL ECONÔMICA

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 158 milhões de hectares (SOSBAI, 2014).

A produção de cerca de 746,7 milhões de toneladas de grãos em casca corresponde a 29% do total de grãos usados na alimentação humana (SOSBAI, 2014).

Os principais países produtores são China, Índia e Indonésia, correspondendo a mais de 59 % do total produzido no mundo (USDA, 2015).

No Brasil, a produção anual na safra 2014/2015 foi de 12.436,1 mil toneladas, um aumento de 2,7% em relação à safra 2013/2014. A produtividade média é de 5.419 Kg/ha (CONAB, 2016).

2.1.2 ARROZ IRRIGADO NO BRASIL

O cultivo do arroz irrigado, praticado na região sul do Brasil contribui em média com 80% da produção nacional (CONAB, 2016).

O Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor nacional, sendo responsável por quase 70% do total produzido

no Brasil, seguido por Santa Catarina com produção de 8 a 9% (CONAB, 2016).

No RS, estima-se que o arroz apresente atualmente um valor bruto de produção (VBP) de mais de cinco bilhões de reais, o que representaria mais do que 3% e 2,74% do ICMS (Imposto para Circulação de Mercadorias e Serviços) e PIB (Produto Interno Bruto), respectivamente, do estado. Quanto ao aspecto social, a importância do arroz é representada pela possibilidade de ser cultivado tanto em pequenas como em médias e grandes áreas (SOSBAI, 2014).

Em Santa Catarina, o valor bruto da produção do arroz no ano de 2014 foi de aproximadamente R\$ 737 milhões (EPAGRI, 2015). Atualmente, mais de 30 mil pessoas dependem economicamente desta atividade. Além disso, o cultivo de arroz ocupa áreas sujeitas à inundação, que seriam exploradas com pecuária pouco produtiva e com baixa ocupação de mão de obra, como já ocorreu no passado (SOSBAI, 2014).

2.1.3 DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E INFLUÊNCIAS DOS FATORES CLIMÁTICOS E EDÁFICOS

O arroz é uma planta anual, adaptada a solos alagados, mas desenvolve-se bem em solos não alagados, e é formada de raízes, caule, folhas e panículas, que, na verdade, são um conjunto de espiguetas (GUIMARÃES et al., 2002).

O crescimento da planta de arroz pode ser dividido em três fases principais: vegetativa, reprodutiva e maturação. A fase vegetativa estende-se da germinação à iniciação do primórdio floral. A fase reprodutiva estende-se da iniciação do primórdio floral ao florescimento. Tem duração relativamente constante, requerendo normalmente 35 dias em condições

tropicais. A fase de maturação também é pouco variável, estende-se do florescimento à maturação completa. Em clima tropical, a fase de maturação dura de 30 a 35 dias (GUIMARÃES et al, 2002).

Entre os fatores climáticos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz irrigado destacam-se a temperatura e a disponibilidade de radiação solar (EMBRAPA, 2005).

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz. Cada fase fenológica da planta tem as suas temperaturas críticas ótima, mínima e máxima. A temperatura ótima para o desenvolvimento do arroz situa-se na faixa de 20 a 35° C para a germinação, 30 a 33° C para a floração e 20 a 25° C para a maturação. Essas faixas referem-se à temperatura média do ar, exceto para a germinação (SOSBAI, 2014).

A exigência de radiação solar pela cultura do arroz varia de uma fase fenológica para a outra. Durante a fase vegetativa, ela tem relativamente pouca influência sobre a produtividade e os seus componentes. Entretanto, a produtividade é fortemente influenciada pela radiação solar durante as fases reprodutiva e de maturação. Vários estudos mostram que, nessas fases, há uma relação linear positiva entre essa variável e a produção de grãos. Em termos práticos, esse período ocorre entre três semanas antes e três semanas após o início da floração (EMBRAPA, 2005).

Sob condições irrigadas, a água não constitui problema, pois ela está sempre disponível em abundância. O arroz requer mais água do que qualquer outra cultura de duração similar. Todavia, menos de 5% da água absorvida é usada no processo fotossintético e o restante perde-se através da transpiração. Em geral, considera-se que o arroz consome, na fase vegetativa, 30% de suas exigências totais, 55% na fase reprodutiva e 15% durante a maturação (SOARES, 2012).

De modo geral, o arroz pode ser cultivado nos mais diversos tipos de solos, desde que sejam atendidas suas exigências mínimas, principalmente quanto a umidade e nutrientes.

2.1.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

2.1.3.1 Principais componentes e sua função

As sementes, à semelhança dos demais órgãos da planta, apresentam uma composição química bastante variável, caracterizando-se por apresentar, basicamente, dois grupos de componentes químicos: os que ocorrem normalmente como constituintes em todos os tecidos da planta e aqueles que são materiais de reserva, estes são principalmente carboidratos, óleos e proteínas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). As sementes contêm outras menores, mas não menos importantes reservas como a fitina (BEWLEY & BLACK, 1943).

A composição química das sementes é determinada fundamentalmente por fatores genéticos, e varia entre as diferentes espécies e entre cultivares de uma mesma espécie. Condições ambientais prevalentes durante a formação da semente, bem como práticas culturais (ex. adubação nitrogenada e sulfídrica, épocas de semeadura) podem provocar modificações na composição química das sementes (PESKE et al., 2003).

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). Além do amido também estão presentes açúcares livres e fibra. (WALTER et al., 2008).

O amido é estocado nas sementes de duas formas, amilose e amilopectina, ambos são polímeros de glicose (BEWLEY & BLACK, 2006). A concentração de amido no arroz pode variar conforme observado por Frei et al. (2003), que obteve teores de amido entre 72 e 82% em arroz integral de diferentes cultivares.

O arroz apresenta pequena quantidade de açúcares livres, localizados principalmente nas camadas externas do grão. Os principais são sacarose (aproximadamente 90%), glicose e frutose (MATSUO et al., 1995). Os açúcares livres são utilizados como fonte de energia e para a formação de paredes celulares e protoplasma (MARCOS FILHO, 2005). O teor varia conforme a variedade. Frei et al. (2003) encontrou valores entre 0,13 e 0,34% da matéria seca.

O conteúdo de proteínas no arroz é considerado baixo, em média 7% (WALTER et al., 2008). Entretanto, observa-se grande variação na concentração desse nutriente (JUGRAN et al. 2010). As proteínas, na semente, tem fundamentalmente a função de prover o nitrogênio para o embrião durante a germinação e para a plântula, em seu estágio inicial de desenvolvimento. Há indicações de que cultivares de arroz e trigo, com alta concentração de proteína na semente, apresentem também uma maior capacidade de síntese de proteínas (PESKE, 2003).

O teor de fósforo em sementes de arroz situa-se entre 1,7-4,3 mg g⁻¹ (WALTER et al., 2008). O fósforo tem papel-chave em todos os metabólitos relacionados com a aquisição, estocagem e utilização de energia (EPSTEIN & BLOOM, 2006). O ácido fítico é uma forma de armazenamento de fósforo, constituindo aproximadamente 70% do conteúdo desse mineral em sementes (WALTER et al., 2008).

2.2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

O uso de sementes de alta qualidade fisiológica permite uma rápida emergência e estabelecimento das plantas, aspectos que facilitam o manejo da cultura e proporcionam menores riscos ao ambiente e ao capital investido (HOFS, 2004).

Fatores que influenciam o potencial fisiológico da semente incluem germinação e vigor, que regem a capacidade teórica de sementes de expressar as suas funções vitais sob condições ambientais favoráveis e desfavoráveis (MARCOS FILHO, 2015).

Germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (RAS, 2009). As normas e padrões para a produção de sementes de arroz estabelecem germinação mínima de 80% (MAPA, 2013).

Juntamente com a germinação, o fator que determina um rápido e uniforme estabelecimento da população de plântulas no campo é o vigor, sendo considerado o atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho das sementes, que não é possível detectar pelo teste de germinação (KRZYZANOWSKI & FRANÇA NETO, 1999).

Vigor é o resultado da conjugação de todos aqueles atributos da semente que permitem a obtenção de um adequado estande sob condições de campo, favoráveis e desfavoráveis (PESKE et al., 2003). O objetivo básico do teste de vigor das sementes é fornecer uma identificação precisa das importantes diferenças entre o potencial fisiológico dos lotes de valor comercial, principalmente os de porcentagem de germinação semelhante, com o objetivo de identificar os lotes de maior probabilidade para um bom desempenho após a semeadura e / ou durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2015).

Entre os testes utilizados para determinar o vigor das sementes encontram-se os testes de frio, envelhecimento acelerado e comprimento de plântula.

O teste de frio tem o objetivo de avaliar a resposta das amostras de sementes submetidas a uma combinação de baixa temperatura, alto conteúdo de água do substrato e, se possível, a presença de agentes patogénicos. Dois tipos de estresse prevalecem neste teste: a temperatura subótima favorece vazamento de solutos celulares durante a captação de água das sementes devido à desorganização dos sistemas de membrana. Em tal situação, a reparação da membrana é relativamente lenta, aumentando a libertação de lixiviados, incluindo açúcares; e a presença de micro-organismos não apenas como uma consequência da exposição a baixa temperatura, mas também estimulada pela liberação de açúcares de modo que os danos ao desempenho das sementes é aprimorado (MARCOS FILHO, 2015) . Esse é considerado um teste de resistência, pois o lote de sementes que melhor resistir às condições adversas é considerado o de maior potencial fisiológico (MIGUEL et al., 2001).

O princípio do teste de envelhecimento acelerado baseia-se no aumento da taxa de deterioração das sementes, pela sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar (RAMOS et al., 2004). As sementes são hidratadas a um nível específico quando exposto a temperatura relativamente alta (40 a 45 ° C, normalmente 41 °C) e umidade (cerca de 100% de umidade relativa RH) (MARCOS FILHO, 2015).

A temperatura e o tempo de envelhecimento variam com a espécie. Para sementes menos vigorosas de algumas espécies, temperaturas mais elevadas, em vez de estresse podem promover a desnaturação de proteínas e a morte de sementes, de modo que o uso de temperaturas entre 43 e 45 °C geralmente causa uma inativação metabólica completa (MARCOS FILHO, 2015). Para o arroz têm sido indicadas as

combinações de 41 °C por 120h (MARCOS FILHO, 2005), 42 °C por 72h (ALBUQUERQUE et al., 1995), 45°C por 96 e 120 horas (GMACH et al., 2013).

Desta forma, são consideradas mais vigorosas as sementes que se deterioram mais lentamente após serem submetidas ao envelhecimento acelerado e que, portanto, podem tolerar estresse mais acentuado e suportar melhor as condições adversas em campo e armazenamento (RAMOS et al., 2004).

O comprimento de plântula é um teste de vigor baseado no desempenho de plântulas. Sementes vigorosas mobilizam de forma mais eficiente as reservas de tecidos de armazenamento para o eixo embrionário e essa capacidade se reflete no crescimento das plântulas (MARCOS FILHO, 2015). A determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras que expressam os maiores valores são mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

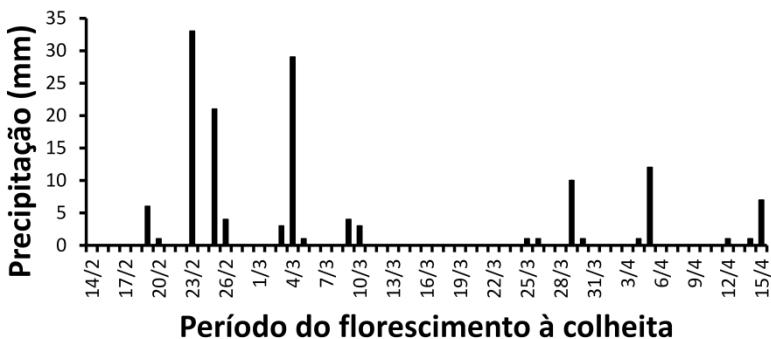
3.1 PRODUÇÃO DAS SEMENTES A CAMPO

O experimento foi conduzido a campo, na cidade de Santo Antônio da Patrulha (RS), onde a precipitação e a temperatura média anual são de 1532 mm e 18,9°C, respectivamente. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados num fatorial 2 x 3 x 4, sendo testados dois genótipos (IR58025B e Indica 1), avaliadas três posições da semente na panícula (ápice, meio e base) em quatro épocas de colheita (25, 32, 39 e 46 dias após o florescimento). As parcelas consistiram em seis linhas de 6 metros de comprimento cada, espaçadas entre si em 20 cm, totalizando uma área de 7,2 m². A colheita foi realizada somente nas duas linhas centrais da parcela, ignorando-se as bordaduras.

A semeadura dos dois genótipos foi realizada no dia 18 de novembro de 2014. O florescimento médio ocorreu no dia 14/02 para o genótipo Indica 1 e no dia 28/02 para o genótipo IR58025B. A colheita das panículas nas parcelas foi manual. Após a colheita foi realizado o corte, com auxílio de uma tesoura, separando-as em ápice, meio e base. As panículas foram debulhadas manualmente até que se obtivesse uma amostra de 1,4 Kg de cada parcela, peso correspondente à amostra média para análise de sementes de arroz (BRASIL, 2009), de cada posição da panícula. As repetições obtidas em campo foram mantidas no laboratório.

3.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE A PRODUÇÃO DAS SEMENTES.

Figura 1: Dados de precipitação referentes ao período desde o florescimento até a última data de colheita.



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

3.3 ANÁLISE DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

As análises das sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UDESC. A partir da divisão e homogeneização da amostra média foi obtida a amostra de trabalho de 70g, conforme as regras para análises de sementes (Brasil, 2009). Primeiramente foi determinada a umidade de colheita das sementes, após realizou-se a padronização da umidade com a secagem em estufa a 30°C até as sementes atingirem o teor de umidade de 12%. As sementes

permaneceram armazenadas em câmara seca com temperatura entre 8 e 10° C e umidade entre 40 e 50%.

Foi determinada a massa seca de cem sementes e sua qualidade fisiológica através dos testes de germinação e vigor. Os testes de vigor realizados foram: testes de frio, envelhecimento acelerado e comprimento das plântulas obtidas nos teste de germinação, frio e envelhecimento acelerado. Previamente a condução dos testes foi realizada a superação de dormência das sementes com a imersão em hipoclorito de sódio 0,5% por um período de 24 horas, conforme descrito nas RAS (BRASIL, 2009).

A composição química das sementes foi determinada através do teor de proteína total, açúcar solúvel total, amido e fósforo.

Descrição dos métodos:

Determinação do teor de umidade das sementes

A umidade das sementes após a colheita foi determinada pelo método da estufa a $105^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas com circulação forçada de ar, com duas repetições de 5 gramas para cada amostra, conforme as Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009).

Determinação da massa seca de cem sementes

Foram pesadas oito repetições laboratoriais de cem sementes e realizada a média entre as repetições conforme RAS (BRASIL, 2009). Previamente a pesagem, as sementes permaneceram em estufa de com circulação de ar à temperatura de 65°C até atingirem massa seca constante (PARANHOS, et al., 1995).

Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado conforme as RAS (BRASIL, 2009) com a seguinte modificação: em vez de 400 sementes foram utilizadas 200 sementes subdivididas em quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em papel tipo Germitest embebido em água, em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, e mantido em germinador a uma temperatura de 25° C por 7 dias. Após esse período foi realizada a contagem das plântulas normais, anormais e sementes mortas. Como plântulas normais foram consideradas as que apresentaram raiz principal de no mínimo 2 cm, presença de raízes secundárias e plâmula atingindo mais da metade da altura do coleóptilo.

Vigor pelo teste de frio

Para a realização do teste de frio foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas conforme teste de germinação. Após a semeadura, os rolos foram primeiramente envolvidos em embalagem plástica e mantidos a temperatura de 10° C por um período de sete dias para depois serem levados ao germinador a 25° por mais sete dias (LOEFFLER et al., 1985). A interpretação do teste foi baseada na porcentagem de plântulas normais.

Vigor pelo teste de envelhecimento acelerado

Para o teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes, colocadas para envelhecer em caixas plásticas tipo “gerbox” contendo 40 ml de água destilada no fundo, distribuídas numa única e uniforme camada sobre uma tela de aço inoxidável (MCDONALD & PHANNENDRANATH, 1978). A combinação da temperatura utilizada foi de 42°C com umidade relativa de 99% pelo período de 72 horas de exposição, (ALBUQUERQUE et al.,

1995). Após o período de envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar, conforme as Regras para Análise de Sementes (2009). A avaliação foi realizada após completar sete dias computando-se a porcentagem de plântulas normais.

Vigor pelo comprimento de plântula

Conduzido quando decorrido o tempo para realização do percentual de germinação, teste de envelhecimento acelerado e de frio. Aos sete dias obteve-se com auxílio de régua o comprimento das 20 plântulas normais de cada repetição. Efetuou-se uma média e os resultados foram expressos em centímetros (AOSA, 1983).

Determinação do teor de proteína bruta

A determinação do teor de nitrogênio foi realizada conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). Primeiramente foi realizada a digestão das amostras. Foram pesadas 0,2 g de sementes secas e moídas e colocadas em tubo de digestão seco. Adicionou-se 1 ml de H_2O_2 (30%) e em seguida 2 ml de H_2SO_4 concentrado colocados lentamente no tubo. Após foram adicionados 0,7 g de mistura digestora (100 g de Na_2SO_4 , 10 g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ e 1 g de selênio). Os tubos foram levados ao bloco digestor a 180° C por 1 hora, em seguida a temperatura foi aumentada para 360° C até que a amostra se tornasse amarelo-esverdeada, por cerca de duas horas. Em seguida os tubos foram retirados do bloco e, após esfriarem, completados com água destilada até o volume de 50 ml e agitados com o auxílio do “vortex”. Para determinação do teor de nitrogênio pipetou-se 10 ml do extrato de digestão em um tubo onde foram adicionados 5 ml de $NaOH$ 10M e realizou-se a destilação até coletar 35 ml do destilado em um copo contendo 5 ml de ácido bórico. Realizou-se a titulação com H_2SO_4 0,025M. O teor de proteína total foi determinado

através do conteúdo de nitrogênio total da amostra, onde o % de proteína = conteúdo de N (%) X 5,95 (MAPA, 2014).

Determinação do teor de fósforo:

Para determinação do teor de fósforo foi utilizado o extrato de digestão descrito na determinação do teor de proteína bruta. Foi transferida uma alíquota de 0,5 ml para um copo plástico descartável e adicionados 2,5 ml de água destilada, 3 ml de solução P-B (HCl 0,87M e $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0,38%) e 3 gotas de solução P-C (ácido 1 amino-2-naftol-4-sulfônico, sulfito de sódio e metabissulfito de sódio) (TEDESCO et al. 1995). A mistura foi agitada e após 15 min determinada a absorbância em espectrofotômetro em comprimento de onda de 660 nm (TEDESCO et al. 1995). O resultado foi expresso em miligrama por grama.

Teor de açúcares solúveis totais

Foi quantificado em 250 mg de sementes secas e moídas, homogeneizadas em 25 ml de etanol (80%) a 60° C durante 15 min, com posterior centrifugação por 7 minutos a 3000 rpm. Foi retirado o sobrenadante e ao resíduo das sementes que permaneceram no tubo foi adicionado 30 ml de etanol (80%) e repetiu-se o processo de aquecimento e centrifugação. Por fim o sobrenadante resultante dessa segunda etapa foi retirado e juntou-se ao sobrenadante anteriormente reservado. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método da Antrona (CLEGG, 1956). Em um tubo de ensaio foi adicionado uma alíquota de 20 µl de amostra extraída e 2 ml de antrona e agitado em vortex. Depois de homogeneizado, o tubo foi levado ao banho-maria fervente por 3 minutos e na sequência permaneceu imerso em cubos de gelo por 5 minutos. As amostras foram colocadas em cubetas de vidro e foi realizada a leitura da absorbância em

espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm. Os resultados foram expressos em mg. g⁻¹ de semente.

Teor de amido

Ao precipitado originado na determinação do açúcar foram adicionados 20 ml de H₂SO₄ (0,2 N), agitado, tampado e levado ao banho-maria a 100° por 2 horas, para hidrolisar o amido. O sobrenadante foi coletado para a quantificação do amido pela reação com antrona. Em um tubo de ensaio foi adicionado uma alíquota de 0,1 ml do sobrenadante, 0,9 ml de água destilada e 3 ml de antrona, o tubo foi levado ao banho-maria fervente por 3 minutos e na sequência permaneceu imerso em cubos de gelo por 5 minutos (MCCREADY et al. 1950). As amostras foram colocadas em cubetas de vidro e foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro em comprimento de onda de 620 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, por meio do programa de análise estatística SAS (SAS, 2009). Os dados em percentagem foram transformados em arc sen $\sqrt{x/100}$, quando necessário para atender os pré-requisitos da análise de variância. Para determinação do grau de associação entre variáveis foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson (r), por meio do programa de análise estatística ASSISTAT (SILVA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NA PANÍCULA E DA ÉPOCA DE COLHEITA

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância (Tabela 1), as variáveis de germinação e vigor foram influenciadas pelo genótipo e época de colheita, exceto o envelhecimento acelerado que apresentou efeitos individuais determinados pelos genótipos e épocas estudadas. No teor de umidade e massa seca de cem sementes houve influência do genótipo na época de colheita e na posição da semente na panícula.

Tabela 1: Resumo da análise de variância referente ao teor de umidade, qualidade fisiológica e massa seca de cem sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B obtidas na safra 2014/2015.

Fontes de variação	QUADRADOS MÉDIOS							
	UM	MCS	G	F	EA	CPG	CPF	CPE
Genótipo	504.854**	3,80**	390,83**	41.343	5735.041**	51.041**	1.041	85.692**
Posição	193.441**	0,46**	9,89	32.6979	13.135	1.048	6.267	0,0903
Época	128.711**	0,007	426,9**	36.2304	256.083**	39,98**	53,850**	76.508**
G X P	21.638**	0,071**	51,33	2.9062	42.385	3,31	0,281	2.4238
G X E	97.625**	0,033*	230.657**	628.704**	103.625	37,38**	60,757**	39.393**
P X E	3,545	0,011	10,7	24.1979	115.177	1.312	0,484	4.4404
G X P X E	1.5208	0,012	14.196	26.350	34.0104	1.403	1.223	3.4226
Média	33,4	2,08	96	91	87	12,4	13,8	13,3
CV (%)	3,88	3,19	4,27	4,64	7,33	7,88	7	9,6

Umidade (UM), germinação (G), Frio (F), comprimento de plântula na germinação (CPG), comprimento de plântula no frio (CPF), Massa de cem sementes (MCS), envelhecimento acelerado (EA) e comprimento de plântula após envelhecimento (CPE).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

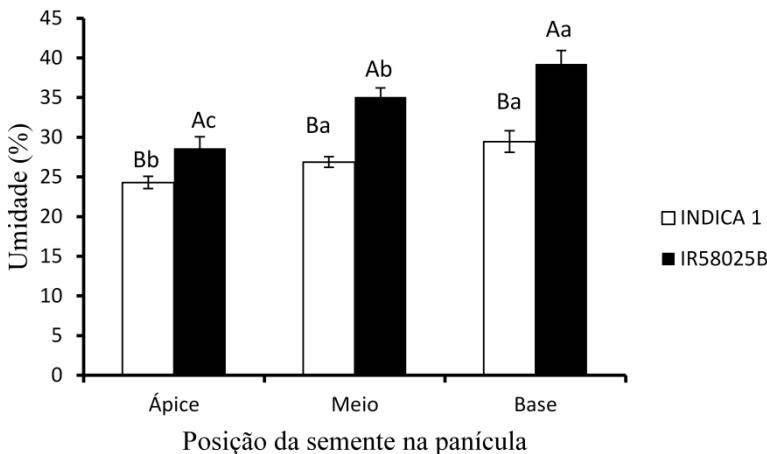
* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Diferenças entre a posição das sementes na panícula só foram observadas quanto à umidade das sementes (Figura 2) e a massa seca de 100 sementes (Figura 3).

O teor de umidade das sementes foi crescente do ápice em direção à base, para ambos os genótipos, em função das sementes da base serem as últimas a serem formadas e, portanto, a entrar no processo de dessecção (Figura 2). No genótipo Indica 1 a diferença entre o teor de umidade das sementes do ápice e da base foi de 5 pontos percentuais. Já para o IR58025B chegou a 10 pontos percentuais, concordando com Peske (2014) que afirma que a diferença de umidade entre as sementes na panícula pode alcançar até dez pontos percentuais.

Figura 2: Umidade das sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B nas porções apical, mediana e basal da panícula na média das quatro épocas de colheita.



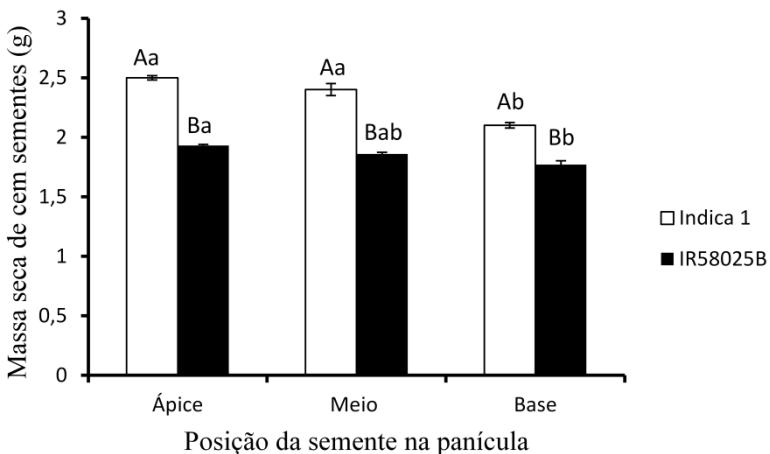
*. As letras maiúsculas compararam os genótipos dentro de cada posição e as letras minúsculas compararam entre as posições dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Em ambos os genótipos, a avaliação da massa seca de cem sementes apresentou diferenças entre as posições (Figura 3). No genótipo Indica 1, a massa de sementes do ápice e meio de panícula foram semelhantes e superiores às da base, enquanto para IR58025B apenas as do ápice foram superiores a base.

Battistella Filho et al..(2002) trabalhando com milho, verificou que independente do genótipo, as sementes do ápice da espiga, que são as últimas a serem formadas apresentam menor massa que as do meio e da base. Portanto, o arroz apresenta um comportamento oposto ao do milho porque a fertilização se dá no sentido inverso (do ápice para a base).

Figura 3: Massa seca de 100 sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B das porções apical, mediana e basal da panícula, na média de quatro épocas de colheita.

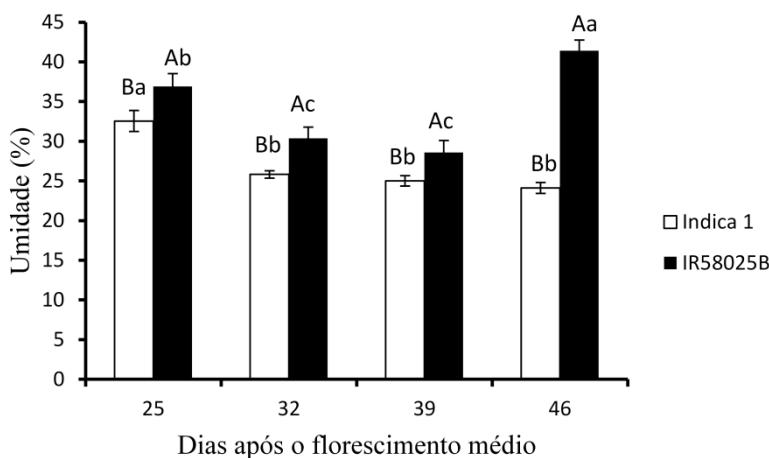


*As letras maiúsculas compararam os genótipos dentro de cada posição e as letras minúsculas compararam entre as posições dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

A porcentagem de umidade das sementes se manteve estável a partir da segunda data de colheita para o genótipo Indica 1, mantendo-se assim até a última colheita, aos 46 DAF. O genótipo IR58025B apresentou redução no teor de umidade a partir dos 25 DAF, mantendo-se estável aos 32 e 39 DAF com posterior aumento, apresentando seu maior teor de umidade aos 46 DAF devido à presença de chuva no dia da colheita (Figura 4).

Figura 4: Teor de umidade das sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B ao longo da fase de dessecção, na média de três posições na panícula.



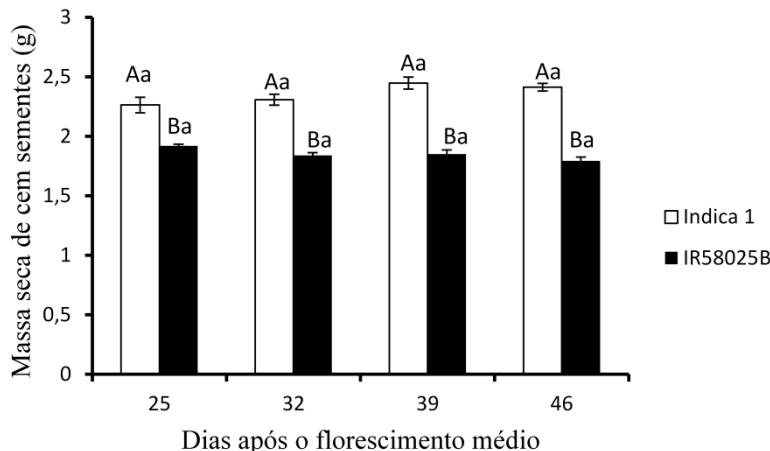
*As letras maiúsculas compararam entre os genótipos dentro de cada época e as letras minúsculas compararam entre as épocas dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O genótipo Indica 1 apresentou teor de umidade inferior ao IR58025B durante todas as datas de colheita. Isso pode ser devido ao período de colheita, que se estendeu do dia 11 de março até o dia 01 de abril, quando o clima foi predominantemente seco, permitindo que o processo de secagem da semente fosse eficiente, apresentando a partir dos 32 DAF umidade dentro do recomendado para a colheita de sementes de arroz, que é entre 18 e 27% (EMBRAPA, 2013). Isto não ocorreu para a IR58025B, pois do dia 25 de março, data da primeira colheita, até 15 de abril ocorreram precipitações durante alguns dias prejudicando a perda de água pelas sementes (Figura 1). Assim, as sementes desta cultivar estavam com umidade superior ao recomendado em todas as quatro datas de colheita.

A massa seca de 100 sementes não variou desde a primeira data de colheita (Figura 5), indicando que ambos os genótipos já haviam atingido a maturidade fisiológica aos 25 DAF. Esta característica tem sido apontada como o melhor índice do estádio de maturação de sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Nesse momento, a umidade das sementes do genótipo Indica 1 foi de 32,5% e a do genótipo IR58025B era de 37% (Figura 4), valor superior ao ponto de maturidade fisiológica do arroz, que, segundo Peske et al. (2003), ocorre em torno de 32%. Smiderle & Pereira (2008), pesquisando a melhor época de colheita para a cultivar BRS 7 Taim, constatou que o máximo peso seco foi atingido somente entre os 39 e 41 DAF, o que demonstra que essa característica varia com o genótipo utilizado e com as condições edáficas e climáticas em que ele é cultivado.

Figura 5: Massa seca de 100 sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B ao longo da fase de dessecação, na média de três posições na panícula.



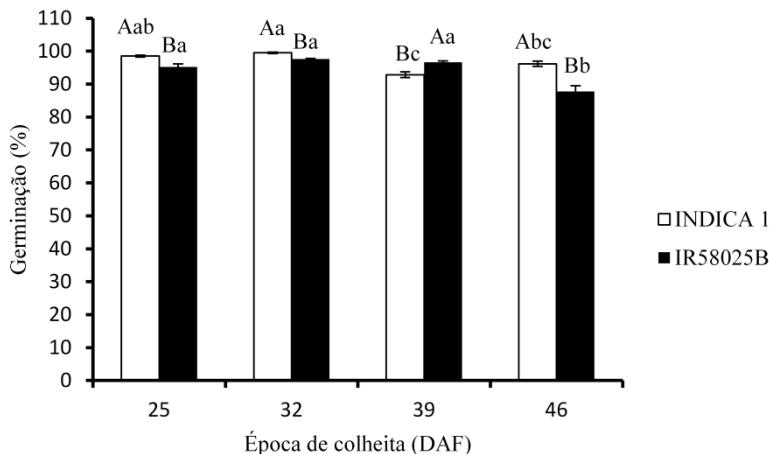
*As letras maiúsculas comparam entre os genótipos dentro de cada época e as letras minúsculas comparam entre as épocas dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O percentual de germinação (Figura 6) se manteve estável ao longo dos tempos de colheita para ambos os genótipos, com exceção de pequeno decréscimo na colheita aos 39 DAF para o genótipo Indica 1 e aos 46 DAF para o genótipo IR58025B. Para o genótipo Indica 1 o baixo desempenho das sementes colhidas aos 39 DAF pode ser consequência delas permanecerem úmidas por 24 horas, para então serem submetidas à secagem, o que prejudica consideravelmente a qualidade fisiológica. Já a redução no percentual de germinação do genótipo IR58025B aos 46 DAF pode ser

devido ao alto teor de umidade das sementes no momento da colheita (Figura 3).

Figura 6: Percentual de germinação em diferentes épocas de colheita após a floração, na média de três posições na panícula.



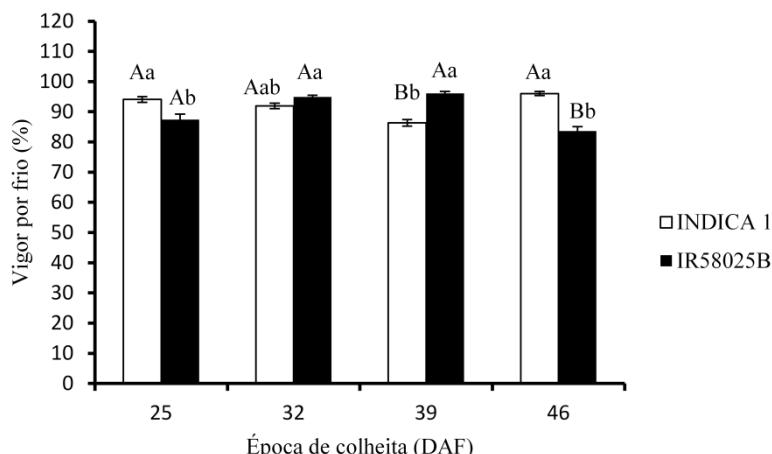
*As letras maiúsculas compararam entre os genótipos dentro de cada época e as letras minúsculas compararam entre as épocas dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

No teste de vigor por frio (Figura 7), ambos os genótipos mostraram-se tolerantes, mantendo o percentual de vigor acima de 80%. Lotes de boa qualidade fisiológica devem ter um mínimo de 70 a 85% de plântulas normais no teste de frio (GRABE, 1976). Para o genótipo Indica 1 o vigor por frio apresentou o mesmo comportamento do percentual de germinação, mantendo-se estável durante os períodos de colheita com exceção da colheita aos 39 DAF, confirmando a

perda da qualidade das sementes devido ao atraso na secagem após a colheita. Para o genótipo IR58025B, as sementes colhidas aos 32 e 39 DAF apresentaram desempenho superior.

Figura 7: Percentual de vigor pelo frio em diferentes épocas de colheita após a floração, na média de três posições na panícula.

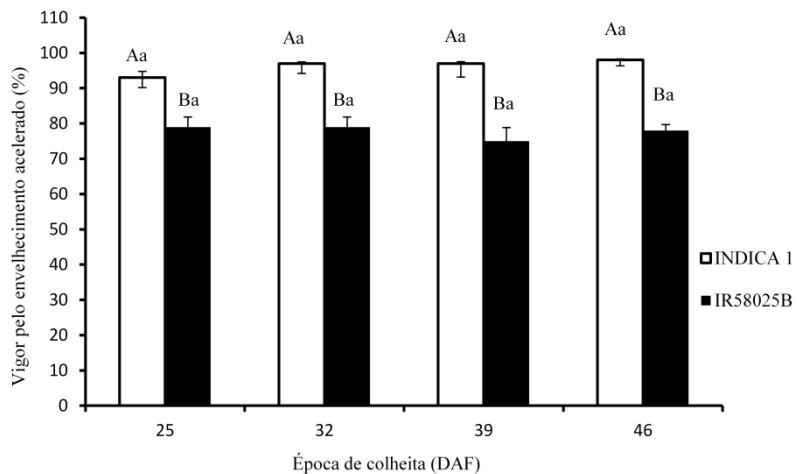


*As letras maiúsculas compararam entre os genótipos dentro de cada época e as letras minúsculas compararam entre as épocas dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

No percentual de vigor pelo envelhecimento acelerado (Figura 8) houve melhor diferenciação entre os dois genótipos, apresentando o IR58025B desempenho inferior em todos os períodos de colheita, com valores abaixo de 80%, enquanto o genótipo Indica 1 apresentou vigor acima de 93% em todas as colheitas, não havendo diferença no percentual entre as datas.

Figura 8: Percentual de vigor pelo envelhecimento acelerado em diferentes épocas de colheita após a floração, na média de três posições na panícula.



*As letras maiúsculas compararam entre os genótipos dentro de cada época e as letras minúsculas compararam entre as épocas dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O maior vigor do genótipo Indica 1 no teste de envelhecimento acelerado pode estar relacionado a maior massa seca de cem sementes, pois houve correlação positiva entre ambos (Tabela 2). Sementes menores, com maior área de exposição, geralmente captam água mais rapidamente e, assim, podem ser mais prejudicadas pelas condições impostas no teste (MARCOS FILHO et al., 2000).

Tabela 2: Coeficiente de correlação (r) entre a massa seca de cem sementes e o testes de germinação e vigor dos genótipos Indica 1 e IR58025B da safra 2014/2015.

	Massa seca de cem sementes
Germinação	0,07
Vigor por frio	-0,14
Envelhecimento acelerado	0,59**
Comprimento de plantula após envelhecimento	0,33**
Comprimento de plântula após frio	-0,11
Comprimento de plântula na germinação	-0,38**

** Significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O comprimento de plântulas obtidas no teste de germinação apontou como melhores as colheitas realizadas aos 32 e 46 DAF para o genótipo Indica 1, o IR58025B 9 não apontou diferenças (Tabela 3).

Tabela 3: Comprimento de plântula dos genótipos Indica 1 e IR58025B aos 25, 32, 39 e 46 dias após o florescimento (DAF) na média das três posições da panícula.

Época de colheita (DAF)	CPG (cm)		CPF (cm)		CPE (cm)	
	INDICA 1	IR58025B	INDICA 1	IR58025B	INDICA 1	IR58025B
25	10,9 bB	12,7 aA	14,7 abA	11,5 cB	11,4 bA	11,2 bA
32	14,1 aA	13,7 aA	15,7 aA	15,7 aA	12,5 bA	13,1 aA
39	8,5 cB	13,4 aA	9,7 cB	14,5 bA	15,9 aA	10,9 bB
46	13,1 aA	12,7 aA	14,5 bA	13,4 bB	17,1 aA	14,1 ab

Comprimento de plântula na germinação (CPG), comprimento de plântula no frio (CPF), comprimento de plântula após envelhecimento (CPE).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O comprimento de plântulas obtidas no teste de frio teve comportamento semelhante ao percentual de vigor por frio, apresentando estabilidade entre as datas de colheita com desempenho inferior significativamente para as sementes do genótipo Indica 1 obtidas aos 39 DAF e apontando como melhor a colheita realizada aos 32 DAF para ambos os genótipos.

O comprimento de plântulas obtidas no teste de envelhecimento acelerado foi maior nas duas últimas datas de coleta para o genótipo Indica 1 e nas coletas realizadas aos 32 e 46 DAF para a IR58025B.

Segundo Vanzolini et al. (2007) quando se realiza a medição das plântulas normais deve-se, na interpretação do vigor do lote, não considerar apenas os resultados do comprimento da plântula ou parte dela, mas também os valores da germinação, pois alguns lotes podem apresentar germinação menor produzindo plântulas com maior tamanho médio e vice-versa. Isto para evitar interpretação errônea do vigor dos lotes. Porém nesse caso sementes que apresentaram maior vigor nos testes de germinação, frio e envelhecimento acelerado também apresentaram os maiores comprimentos de plântula, o que pode ser observado na correlação positiva apresentada (Tabela 4).

Tabela 4: Coeficiente de correlação entre os testes de germinação, vigor por frio e envelhecimento acelerado com os respectivos comprimentos de plântula dos genótipos de arroz Indica 1 e IR58025B na safra de 2014/2015.

	Coeficiente de correlação		
	CPG	CPF	CPE
Germinação	0,54**		
Vigor por frio		0,85**	
Envelhecimento acelerado			0,55**

Comprimento de plântula na germinação (CPG), comprimento de plântula no frio (CPF), comprimento de plântula após envelhecimento (CPE).

**Significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Para ambos os genótipos, a colheita aos 25 DAF, apesar de as sementes apresentarem alto teor de umidade (Figura 3), não houve prejuízos significativos à qualidade fisiológica. Como a colheita não foi mecanizada, o dano latente relativo ao amassamento das sementes foi minimizado neste estudo. A colheita aos 46 DAF também não apresentou grandes perdas de qualidade fisiológica para o genótipo Indica 1. A ocorrência de secagem excessiva das sementes, geralmente observada quando realizada em colheitas tardias, não ocorreu para este genótipo, estando a umidade das sementes acima de 24%. Segundo Teló et al. (2012) a redução da germinação e do vigor das sementes de arroz com o atraso da colheita, é mais evidenciado para colheitas realizadas com o grau de umidade médio inferior a 22%.

4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE ARROZ EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO NA PANÍCULA E DA ÉPOCA DE COLHEITA

De acordo com o resultado da análise de variância (Tabela 5) os teores de proteína e açúcar diferiram nos genótipos dependendo da posição e época de colheita. O teor de fósforo nas sementes variou com a posição na panícula e nos genótipos dependendo da época de colheita. O teor de amido não apresentou efeito significativo para nenhuma das variáveis.

Tabela 5: Resumo da análise de variância referente ao teor de proteína, açúcar, amido e fósforo dos genótipos Indica 1 e IR58025B obtidas na safra 2014/2015.

Fontes de variação	Quadrado médio			
	Fósforo	Proteína	Amido	Açúcar
Genótipo	0,165	0,04	44,45	2,58**
Posição	1,045**	3,73*	30,42	0,11*
Época	0,105	1,25	33,19	0,11*
G X P	0,037	2,49	0,69	1,08**
G X E	0,183*	1,35	28,03	0,13*
P X E	0,104	2,08*	26,96	0,32**
G X P X E	0,08	2,66**	6,1	0,20**
Média	4,43	9,6	73,5	1,51
CV (%)	5,1	9,67	6,5	14,42

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

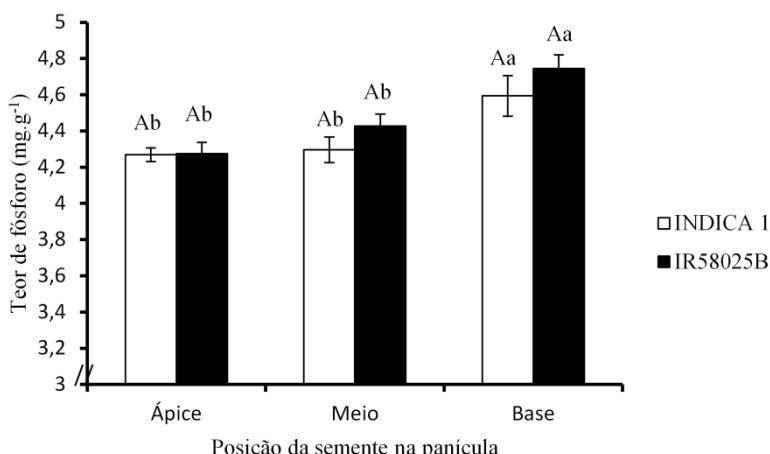
* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Para ambos os genótipos o teor de fósforo foi maior nas sementes provenientes da base da panícula (Figura 9). As

sementes da base da panícula são as últimas a serem formadas e o fósforo é um elemento móvel na planta e se distribui facilmente pelo floema e se acumula nas folhas mais novas, flores e sementes em desenvolvimento (KERBAUY, 2013). Assim, o maior teor de fósforo pode ter ocorrido pela retranslocação desse nutriente das folhas senescentes para a semente em desenvolvimento, pois a folha inicia seu processo de senescência e retranslocação antes mesmo que este efeito seja perceptível a uma avaliação visual (CANCELLIER et al., 2013).

Figura 9: Teor de fósforo dos genótipos Indica 1 e IR58025B das porções apical, mediana e basal da panícula, na média de quatro épocas de colheita.



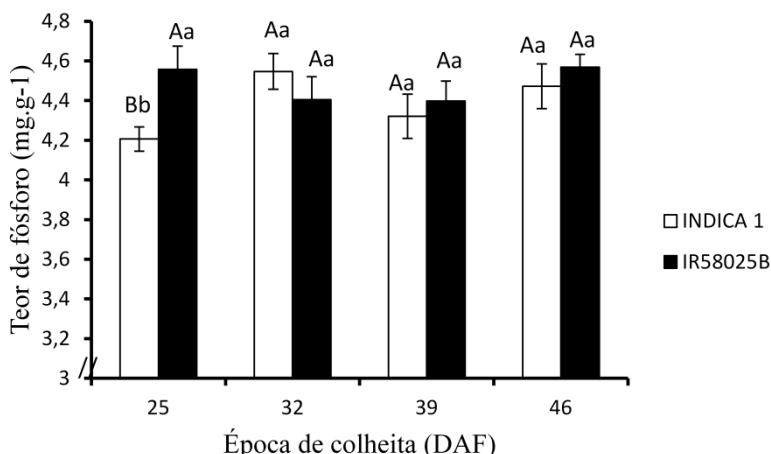
*As letras maiúsculas compararam os genótipos dentro de cada posição e as letras minúsculas compararam as posições da semente na panícula dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Uma forma de armazenamento de fósforo é o ácido fítico (mio-inositol-hexafosfato, IP6), constituindo aproximadamente 70% do conteúdo desse mineral em sementes (WALTER et al., 2008). Su et al. (2014) estudando a variação no teor de nutrientes minerais e sua relação com a concentração de ácido fítico conforme a posição do grão dentro da panícula verificou que os grãos das ráquis primárias e terciárias têm concentrações de ácido fítico um pouco menores que aqueles das ráquis secundárias e basais, já Liu et al.(2005) conclui que essas diferenças são altamente dependentes da cultivar utilizada.

O teor de fósforo foi menor na coleta realizada aos 25 DAF no genótipo Indica 1, se estabilizando a partir dos 32 DAF (Figura 10). Os teores de fósforo encontrados para os dois genótipos foram semelhantes aos encontrados na literatura (MALAVOLTA et al., 1982) (WALTER et al., 2008) (COELHO et al., 2011) (GMACH, 2015).

Figura 10: Teor de fósforo das sementes dos genótipos Indica 1 e IR58025B ao longo da fase de dessecção, na média de três posições na panícula.



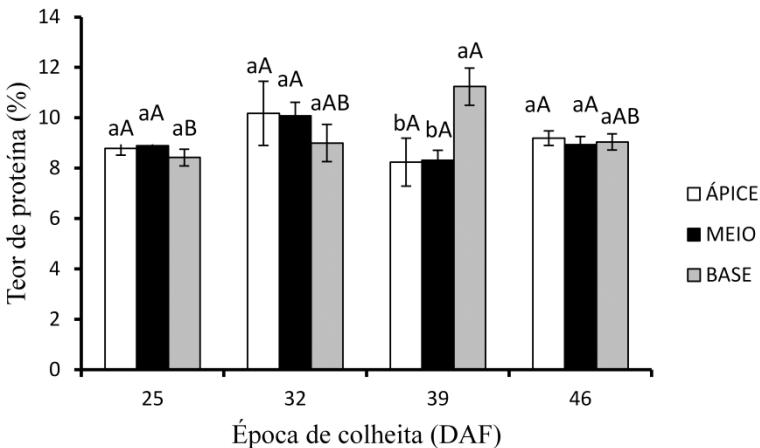
*As letras maiúsculas compararam os genótipos dentro de cada época de colheita e as letras minúsculas compararam as épocas de colheita dentro de cada genótipo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

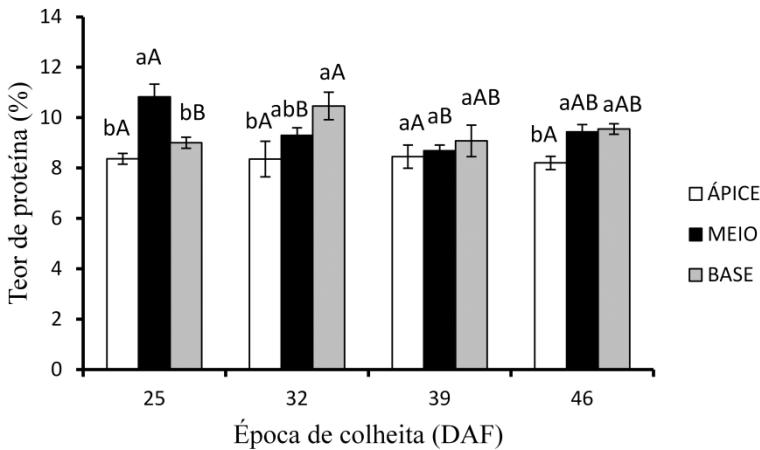
Quanto ao teor de proteína, para o genótipo Indica 1 na coleta aos 39 DAF, as sementes da base apresentaram maior teor (Figura 11A). Já para o genótipo IR58025B, com exceção da coleta aos 39 DAF, o teor de proteína variou entre as posições, indicando que esse genótipo apresenta menor uniformidade na distribuição de proteína dentro da panícula (Figura 11B). O teor de proteína de ambos os genótipos ficou entre 8 e 9%, semelhante aos valores médios encontrados na literatura (PESKE et al., 2003).

Figura 11: Teor de proteína das sementes do genótipo Indica 1(A) e IR58025B (B), ao longo da fase de dessecação nas três posições na panícula.

A.



B.



* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As letras minúsculas comparam as posições da semente na panícula dentro da época de colheita e as letras maiúsculas comparam cada posição ao longo dos períodos de coleta.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O teor de amido não variou entre genótipos, nas posições da semente na panícula e época de colheita (Tabela 6). Segundo Frei et al. (2003) a concentração de amido no arroz pode variar devido a fatores genéticos e ambientais, tendo o autor observado teores de amido entre 72 e 82% em arroz integral de diferentes cultivares, porém nesse caso os resultados obtidos dos dois genótipos foram semelhantes.

Tabela 6: Teor de amido das sementes dos genótipos Indica 1 (A) e IR58025B (B) ao longo da fase de dessecação nas três posições na panícula.

Época de colheita (DAF)	TEOR DE AMIDO (%)						
	Ápice		Meio		Base		
	INDICA 1	IR58025B	INDICA 1	IR58025B	INDICA 1	IR58025B	INDICA 1
25	72	76	71	75	77	79	
32	76	76	71	68	72	73	
39	73	78	72	76	73	74	
46	72	71	73	72	71	73	

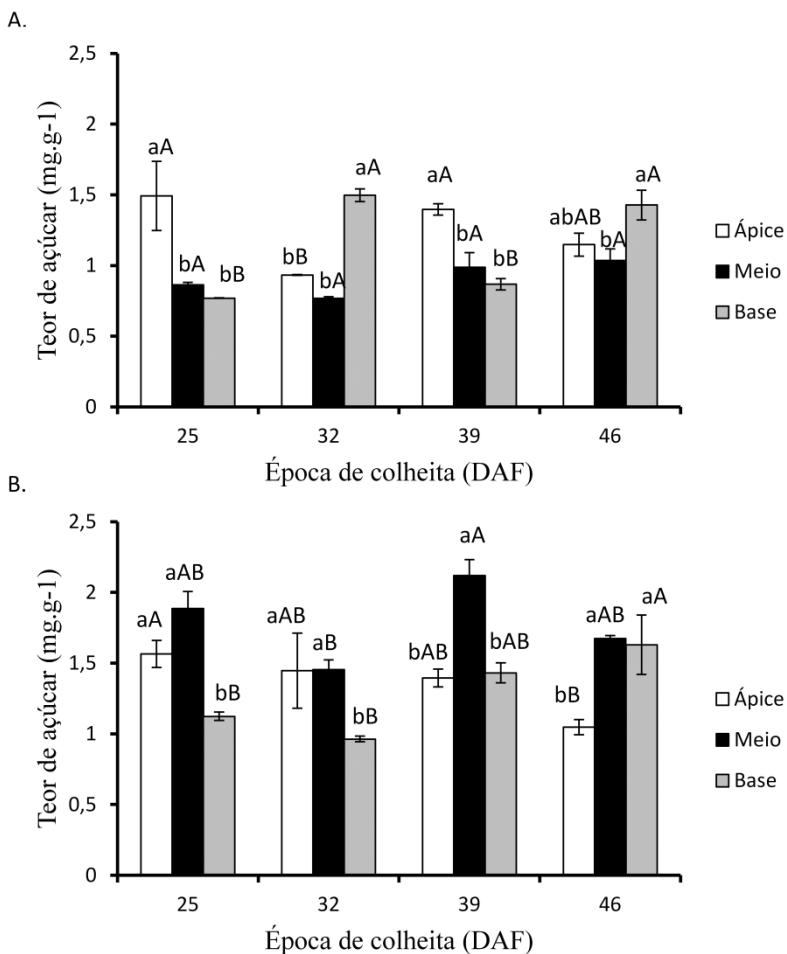
*As médias não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Com relação ao teor de açúcar, dentro de uma mesma época de colheita houve variação entre as posições para ambos os genótipos em todas as épocas, demonstrando grande variação dentro da panícula, porém não houve predomínio de maior ou menor teor para alguma das posições, apresentando as sementes do ápice maior teor nas colheitas aos 25 e 39 DAF e as da base maior teor aos 32 e 46 DAF no genótipo Indica 1 (Figura 12A) e para o IR58025B maiores teores no ápice e meio aos 25 e 32 DAF, no meio aos 39 DAF e no meio e na base aos 46 DAF (Figura 12B).

O genótipo IR58025B apresentou em média maiores teores de açúcar que o genótipo Indica1.

Figura 12: Teor de açúcar das sementes dos genótipos Indica 1 (A) e IR58025B (B) ao longo da fase de dessecação nas três posições na panícula.



* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam as posições dentro da época de colheita e letras maiúsculas comparam cada posição ao longo das datas de colheita.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

4.3 CORRELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA.

Os teores de açúcar e amido das sementes apresentaram correlação negativa com o vigor por envelhecimento acelerado (Tabela 7). Nas condições de temperatura e umidade em que o teste é realizado, as sementes com maior teor de açúcar podem estimular a presença de micro-organismos e consequentemente, intensificar o estresse causado pelo teste (MARCOS FILHO, 2015). O teor de açúcar apresentou correlação positiva com o comprimento de plântula na germinação. Buckeridge et al. (1992) observou, em sementes de *Copaifera langsdorffii*, redução no conteúdo de açúcares solúveis durante e após a germinação, ressaltando a importância da mobilização dessas reservas da semente durante o desempenho inicial das plântulas.

Tabela 7: Correlação entre os teores de açúcar, amido, proteína e fósforo com os testes de germinação e vigor.

	Açúcar	Amido	Proteína	Fósforo
Germinação	-0,11	0,33**	-0,05	-0,12
Vigor por frio	-0,01	0,06	-0,08	0,05
Envelhecimento acelerado	-0,41**	-0,32**	-0,03	0,10
Comprimento de plantula após envelhecimento	-0,21**	-0,34**	-0,08	-0,03
Comprimento de plântula após frio	-0,01	0,004	-0,05	0,11
Comprimento de plântula na germinação	0,25**	0,21	0,16	0,14

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

O teor de amido apresentou correlação positiva com o teste de germinação. Os carboidratos são importante fonte de energia para a retomada de desenvolvimento do embrião durante a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

O teor de proteína não apresentou correlação com a qualidade fisiológica das sementes por meio dos testes avaliados (Tabela 7). Gmach et al. (2013), avaliando seis genótipos de arroz de sequeiro encontrou correlação positiva entre o teor de proteína e o percentual de germinação, vigor por frio e vigor por envelhecimento acelerado e Bortolotto (2008) avaliando duas cultivares de arroz irrigado afirmou que o teor de proteína bruta correlaciona-se positivamente com a emergência a campo quando esta ocorre em condições favoráveis. Em trabalho realizado com soja, Santos et al. (2007) atribui maior qualidade fisiológica das sementes, entre outros fatores, ao teor de proteína. Já em trabalho realizado com gergelim a cultivar que apresentou maior teor de proteína não apresentou qualidade fisiológica superior (QUEIROGA, 2010).

Os teores de fósforo também não apresentaram correlação com a qualidade fisiológica das sementes por meio dos testes avaliados (Tabela 7). Em estudo realizado com feijão, Silva et al. (2003) conclui que o teor de fósforo nas sementes influenciou positivamente o índice de área foliar e a produtividade, porém não realizou testes de qualidade fisiológica, já Salum et al. (2008) concluiu que o maior teor de fósforo na semente não favorece a qualidade fisiológica de sementes de feijão.

5. CONCLUSÕES

1. A qualidade fisiológica das sementes não dependeu das posições apical mediana e basal da panícula nos genótipos estudados.
2. A época de colheita mais adequada para ambos os genótipos foi aos 32 DAF, pois apresentaram os maiores valores de germinação e vigor, e estabilidade nos teores de fósforo e proteína nas sementes.
3. A variação na composição química dentro da panícula não interferiu na qualidade fisiológica das sementes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande variação entre as sementes de uma mesma panícula é desfavorável à qualidade, valor comercial e realização de práticas agronômicas. O estudo das diferenças das sementes dentro da panícula pode ser uma ferramenta para o melhoramento genético, buscando-se maior uniformidade entre elas.

No presente estudo, diferenças entre as sementes dentro da panícula foram encontradas para a composição química em relação ao teor de fósforo, proteína total e açúcar solúvel, mas estas variações não interferiram negativamente na qualidade fisiológica das sementes, o que se torna um componente positivo nos genótipos avaliados.

Com base nos resultados encontrados, a colheita fracionada da panícula, com intuito de obtenção de sementes de maior qualidade fisiológica, em casos em que se realizam colheitas de pequena escala tais como programas de melhoramento, é desnecessária, pois não houve variação nessa característica dentro da panícula.

. Recomenda-se a realização de outras safras para verificar a influência do clima e também a utilização de outros genótipos para comparação. Futuros estudos podem ser realizados comparando estes materiais com híbridos comerciais e/ou variedades, para melhor entender os mecanismos envolvidos com relação à fonte e dreno em espécies desta natureza, visando obter sementes mais uniformes na alocação de suas reservas e consequentemente de maiores produtividades e qualidade de sementes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. C. F. et al. 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.

ALVES, W. M. et al. Qualidade dos grãos Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.469-474, 2001.

ALVES, A. C.; KIST, V. Qualidade fisiológica de sementes primárias, secundárias e terciárias da espigueta de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1-4, p.153-157, jan-mar, 2011.

AOSA. Association of official seed analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.

BATISTELLA FILHO, F.; MÔRO, F.V.; CARVALHO, N.M. Relationships between physical, morphological, and physiological characteristics of seeds developed at different positions of the ear of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. **Seed Science and Technology**, v.30, n.1, p.97-106, 2002.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum press, 1943. 445p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M.; HALMER, P. **The encyclopedia of Seeds: Science, technology and uses**. Cambridge: CABI, 2006. 828p.

BINOTTI, F. F. da S.; ARF, O.; SÁ, E de. Momento de colheita e períodos de armazenamento no rendimento industrial e na qualidade fisiológica do arroz de terras altas. **Maringá**, v. 29, n. 2, p. 219-226, 2007.

BORTOLOTTO, R.P. et al. Teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Bragantia**, v.67, p.513-520, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BUCKERIDGE, M.S. et al. Xyloglucan structure and post-germinative metabolism in seeds of *Copaifera langsdorffii* from savana and forest populations. **Physiologia Plantarum**, 86:145-151, 1992.

CALDERINI, D. F.; ORTIZ-MONASTERIO, I. Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. **Crop Science**, v. 43, n. 1, p. 141-151. 2003.

CANCELLIER, E. L. et al. Índices de clorofila em partes da planta de arroz de terras altas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v.8, n.1, p. 199-206, jan/mar. 2013.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CLEGG, K. M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v.7, n.23, p.40-44, 1956.

COELHO, C. M. M. et al. Potencial produtivo e teor de nutrientes em sementes crioulas de arroz em sistema agroecológico na safra 2010/2011. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza. v.6, n.2, dez. 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 3 - Safra 2015/16, n. 6 – Sexto levantamento, Brasília, p. 1-140, mar. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_11_15_20_36_boletim_graos_marco_2016.pdf> Acesso em 30 mar. 2016

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Colheita, beneficiamento, secagem e tratamento de sementes de arroz irrigado.** 2013. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/991619/1/documento371web.pdf>> Acesso em: 28 nov. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil.** 2005. Disponível em <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap02.htm>> Acesso em 03 mai. 2016.

EPAGRI. Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2014-2015.** Disponível em <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=7473> Acesso em 21 jun. 2016.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas:** princípios e perspectivas. Londrina: Planta. 2006 .403 p.

FREI, M.; SIDDHURAJU, P.; BECKERSTUDIES, K. Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. **Food Chemistry** n. 83, p. 395–402, 2003.

GMACH, J.R. et al. Vigor de sementes de genótipos locais de arroz produzidos em cultivo agroecológico. **Resumos do VII congresso brasileiro de agroecologia**. Porto Alegre, RS. 2013. Disponível em: <[ile:///C:/Users/User/Downloads/14296-62380-1-PB.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/14296-62380-1-PB.pdf)> Acesso em: 12 dez. 2015.

GMACH, J. R. Caracterização agronômica de variedades locais de arroz de sequeiro para produção de sementes no sistema orgânico. 2015. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

GRABE, D. F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.1, n.2, p.18-31, 1976.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Arquivo do agrônomo**. n. 13. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100485/1/Encarte.pdf>> Acesso em 20 abr. 2016.

HENNING, F. A. et al. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p727-734, 2010.

HÖFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista brasileira de sementes**, vol.26, n.2, Pelotas, Dec. 2004.

JUGRAN, A.; BHATT, I. D.; RAWAL, R. S. Characterization of agro-diversity by seed storage protein electrophoresis: focus on rice germplasm from Uttarakhand Himalaya, India. **Rice Science**. v. 17, p. 122-128, 2010.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008. 431 p.

KIKUTE A. L. P. et al. Desempenho de sementes de milho em relação à sua localização na espiga. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 4, ago/2003.

KRZYZANOWSKY, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Testes de vigor em sementes. In: **Encontro sobre avanços em tecnologia de sementes**. Pelotas: FAEM/UFPel, 1999. 111p.

LIU Z.H. et al. Positional variations in phytic acid and protein content within a panicle of japonica rice. **Journal of Cereal Science**, 41, p. 297–303, 2005.

LOEFFLER, N.L.; MEIER, J.L.; BURRIS, J.S. . Comparison of two cold test procedures for use in maize-drying studies. **Seed Science and Technology**, 13: p.653-658,1985.

MALAVOLTA, E. et al. Estudos sobre a nutrição mineral do arroz. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós. v.xl. 1983.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Padrões para produção e comercialização de sementes de arroz.** 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes_arroz.pdf> Acesso em: 13 ago. 2015.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Determinação de proteína bruta.** 2014. Disponível em<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Lab/orat%C3%B3rios/Metodos%20IQA/POV/MET%20LACV%2010-03%20Determinacao%20de%20Proteina%20Bruta-metodo%20Kjeldahl.pdf> Acesso em 19 de mai. 2016.

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia agrícola**, v.57, n.3, Piracicaba, July/Sept. 2000.

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

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia agricola.** Piracicaba, vol.72, n. .4, Jul/Ago. 2015.

MCDONALD JUNIOR, M.B.; PHANNENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, v. 3, n.1, p.27-37, 1978.

McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; WENS, H.S. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytical Chemistry**, Londen, v.10, n. 22, p. 1156-1158, 1950.

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

MIGUEL, H. M. et al. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.741-746, out./dez. 2001

MOHAMMED, A. R.; TARPLEY, L. Effects of Night Temperature, Spikelet Position and Salicylic Acid on Yield and Yield-Related Parameters of Rice (*Oryza sativa L.*) Plants. **Journal of agronomy and crop science**. v. 197,n.1, pág 40-49, 2011.

MONDO, V. H. V.; CÍCERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v.27, n.1, jul/ 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1- 21.

PARANHOS, J. T.; MARCHEZAN, E.; DUTRA, L. M. C. Acúmulo de massa seca em três cultivares de arroz irrigado com diferentes arquiteturas de plantas. **Ciência rural**, v.25, n.1, Santa Maria, 1995.

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

PESKE, S.T.; Desuniformidade de maturação de sementes. **Seed News**, Ano XVIII, n.2, 2014.

QUEIROGA, V. de P. et al. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 4, n. 1, p. 27-33 jan-jun, 2010.

RAMOS, N. P. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº1, p.98-103, 2004.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 10., 2014. Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: Sociedade sul-Brasileira de Arroz Irrigado. 2014, 192 p.

SALUM, J. D. et al. Características químicas e fisiológicas de sementes de feijão em função do teor de fósforo na semente e doses de fósforo o solo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30 n.1, 2008.

SANTOS, E. L. S. et al. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, nº 1, p.20-26, 2007.

SAS Institute INC. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SILVA, F. de A. S. **Assistat**. Versão 7.7 beta (2011). Disponível em <<http://www.assistat.com/>>

SILVA, R. J.S. ; VAHL, L. C. ; PESKE, S. T. Rendimento de grãos no feijoeiro em função dos teores de fósforo nas sementes. **Revista brasileira de agrociência**, v. 9, n. 3, p. 247-250, jul-set, 2003.

SMIDERLE, O. J. ; PEREIRA, P. R. V. da S . Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes** (Impresso), v. 30, p. 74-80, 2008.

SMIDERLE, O. J.; DIAS, C. T. Época de colheita e armazenamento de sementes de arroz produzidas no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v. 5, n. 1, jan/abr 2011.
SOARES, A. A. **Cultura do arroz..** 3. ed. rev. Lavras : UFLA, 2012. 119 p.

SU, D. et al. Positional variation in grain mineral nutrients within a rice panicle and its relation to phytic acid concentration. **Journal of Zhejiang University- SCIENCE B.** v.15, p. 986-996.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia. UFRGS, 1995. 215 p. (Boletim Técnico, 5).

TELÓ, G. M. et al. Aplicação de fungicida em cultivares de arroz irrigado e seu efeito na qualidade de sementes. **Revista brasileira de sementes**, v.34, n.1. Londrina 2012.

USDA; **Global rice producers: annual production, monthly revisions, and annual changes .** 2015. Disponível em:
<<http://www.ers.usda.gov/publications/rcs-rice-outlook/rcs-15l.aspx>> Acesso em 13 jan. 2016.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p.90-96, 2007.

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