

Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

Qualidade fisiológica de Semente de Arroz irrigado colhidas em diferentes épocas

Marina Fontana Fernandes

Pelotas, 2020

Marina Fontana Fernandes

Qualidade fisiológica de Semente de Arroz irrigado colhidas em diferentes épocas

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

Orientadora: Dr^a. Andreia da Silva Almeida

Coorientadora: Dr^a. Daniele Brandstetter Rodrigues

Pelotas, 2020

Dados de catalogação na fonte:
(Nome da Bibliotecária – CRB-xx/yyy)

--

Marina Fontana Fernandes

Qualidade fisiológica de Semente de Arroz irrigado colhidas em diferentes épocas

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

Data da defesa: 16/03/2020

Banca examinadora:

Dr^a. Andreia da Silva Almeida (Orientadora)

Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pedroso

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

.....

Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

.....

Dr^a. Andrea Bicca Noguez Martins

Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho ao meu pai, José Carlos
Fernandes Filho – *in memoriam*.

“...Pra que digam quando eu passe. Saiu
igualzito ao pai...” João Machado e Julio Machado
Filho

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a minha família pelo suporte que sempre me foi prestado, pelo apoio e motivação, em especial a minha mãe, Flavia Fontana Fernandes, meu pai, José Carlos Fernandes Filho – *in memoriam* e meu irmão, Guilherme Fontana Fernandes que jamais mediram esforços para que eu conquistasse cada etapa da minha formação. Agradecimento especial a Ítalo Dias de Oliveira, meu namorado, por estar sempre presente e me impulsionando ao sucesso, sempre com uma grande torcida e por último e não menos importante a minha cunhada, Luíza Santos Stone, sempre disposta a ajudar, torcer e calcular.

A Anete Fagundes Dias, minha sogra, por estar sempre presente, pelo carinho e seus conselhos.

Aos amigos que me acompanham sempre, que dividiram os dias de estresse e os dias de calma, sendo sempre um suporte, em especial Gabriel Barros, Victória Nunes Caileo, Felipe Daniel Ribeiro, Julio Gabriel Leite, Anelise Chagas Kerchner, Jonatas Munari e Lennon Silveira.

Aos meus amigos e colegas desta etapa de Pós-Graduação, que compartilhamos momentos dia após dia, em disciplinas, trabalhos e cada conquista.

A minha orientadora Dr. Andreia da Silva Almeida e co-orientadora Dr. Daniele Brandstetter Rodrigues, pelo suporte durante todo desenvolvimento do trabalho.

Ao eng. Agrônomo, Dr. Geri Eduardo Meneguelo pelo auxílio e esclarecimentos técnicos.

A Universidade Federal de Pelotas, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por todas estruturas e materiais cedidos e a CAPES e a FAPERGS pela concessão de minha bolsa de mestrado.

E claro o meu agradecimento ao Centro Tecnológico do Chasqueiro, Dr. Orozimbo Silveira Carvalho, pela atenção de sempre e empréstimos de materiais para auxílio do desenvolvimento das atividades; aos pesquisadores Valmir Gaedke Menezes e Anderson Vedelago, da empresa Oriza&Soy, os quais cederam seus experimentos para que eu realizasse a colheita para o presente trabalho.

Aos estagiários que acompanharam desde a colheita até as últimas análises realizadas: Nicolas da Conceição Ávila, Natália Pedra Madruga, Vanderson Mota e Ana Helena Mendes.

Às servidoras do laboratório Irene Leitzke Cardoso, Maria Luiza Marins Machado pela ajuda com equipamentos e materiais e a Carla Regina da Silva Soares pela sua disponibilidade e atenção.

Muito obrigada.

Resumo

FERNANDES, Marina Fontana. **Épocas de colheita e qualidade fisiológica de Sementes de Arroz Irrigada cultivar IRGA 424 RI**. 2020. 31f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

O sucesso da produção de grãos de arroz depende, entre outros insumos, do emprego de sementes de boa qualidade, uma vez que plantas originadas de sementes de alto vigor apresentam desempenho superior. As sementes da cultivar IRGA 424 RI foram colhidas de um experimento localizado no Centro Tecnológico do Chasqueiro, Arroio Grande, RS. As análises foram conduzidas no Laboratório Didático de Análise de Sementes, Flávio Rocha, do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no período de março de 2019 a janeiro de 2020. A semeadura da cultivar IRGA 424 RI foi realizada em 22 de outubro e sua emergência ocorreu em 02 de novembro de 2018 numa área de 45,9m² (15m x 3,06 m). A adubação equivaleu a doses de 170 Kg/ha de N – 96 kg/ha de P₂O₅ – 132 Kg/ha de K₂O. A colheita foi dividida em 4 vezes com 3 amostras, com diferentes umidades na hora da colheita, a primeira foi em 20 de março (U% 28,18), segunda em 1º de abril (U% 18,77), terceira em 04 de abril (U% 19,78) e a quarta em 8 de abril de 2019 (U% 16,78). A avaliação da qualidade fisiológica das sementes baseou-se na determinação do teor de água, teste de germinação, teste de frio e teste de envelhecimento acelerado. O percentual de germinação médio (G) variou de 78%, aos 149 dias após a emergência (DAE), até 89%, aos 161 DAE, evidenciando três grupos distintos de médias (Tukey 5%), nos quais as maiores foram observadas nas colheitas 2 e 3, nos 161 e 164 DAE. Não foi observada diferença significativa entre as colheitas para os testes de frio e de envelhecimento acelerado. A partir dos dados experimentais foi feita uma análise de regressão, cujas equações se constituíram na base da estimativa do período ideal para colheita da cultivar IRGA 424 RI. Para as condições experimentais, foi calculado o ponto de umidade das sementes na colheita relacionado com o máximo percentual germinativo (89,73%), estimada em 21,78%. Considerou-se aceitável um intervalo de umidade das sementes entre 19,92%U e 23,63%U, de modo a limitar a perda de percentual germinativo de até 1% em relação ao máximo obtido. O período de colheita ideal para as sementes de IRGA 424 RI foi dos 152 aos 158 dias após a emergência.

Palavras-chave: ponto de colheita, *Oryza sativa*, umidade.

Abstract

FERNANDES, Marina Fontana. **Harvest times and physiological quality of Irrigated Rice Seeds cultivar IRGA 424 RI**, 2020. 31f. Dissertation (Master in Seed Science and Technology) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

The success of rice grain production depends, among other inputs, on the use of good quality seeds, since plants originating from seeds of high vigor have superior performance. The seeds of cultivar IRGA 424 RI were harvested from an experiment located at the Technological Center of Chasqueiro, Arroio Grande, RS. The analyzes were conducted at the Didactic Laboratory of Seed Analysis, Flávio Rocha, of the Phytotechnics Department of the Faculty of Agronomy "Eliseu Maciel" (FAEM), Federal University of Pelotas (UFPEL), from March 2019 to January 2020. The sowing of the cultivar IRGA 424 IR was carried out on October 22 and its emergence occurred on November 2, 2018 in an area of 45.9m² (15m x 3.06 m). Fertilization was equivalent to doses of 170 Kg / ha of N - 96 kg / ha of P₂O₅ - 132 Kg / ha of K₂O. The harvest was divided into 4 times with 3 samples, with different humidity at the time of harvest, the first was on March 20 (U% 28.18), second on April 1 (U% 18.77), third on 04 April (U% 19.78) and the fourth on April 8, 2019 (U% 16.78). The evaluation of the physiological quality of the seeds was based on the determination of the water content, germination test, cold test and accelerated aging test. The average germination percentage (G) varied from 78%, at 149 days after emergence (DAE), to 89%, at 161 DAE, showing three distinct groups of averages (Tukey 5%), in which the highest were observed in the harvests 2 and 3, at 161 and 164 DAE. No significant difference was observed between harvests for the cold and accelerated aging tests. From the experimental data, a regression analysis was performed, whose equations formed the basis for estimating the ideal period for harvesting the cultivar IRGA 424 RI. For the experimental conditions, the moisture point of the seeds in the harvest was calculated, related to the maximum germinative percentage (89.73%), estimated at 21.78%. A seed moisture interval between 19.92% U and 23.63% U was considered acceptable, in order to limit the germination percentage loss of up to 1% in relation to the maximum obtained. The ideal harvest period for IRGA 424 IR seeds was from 152 to 158 days after emergence

Key-words: harvest point, *Oryza sativa*, moisture.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Precipitação pluviométrica mensal na Barragem do Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Fonte: COODIC LTDA. Barragem do Chasqueiro.....18
- Figura 2- Colheita das sementes de arroz IRGA 424 RI. Centro Tecnológico do Chasqueiro, Arroio Grande, RS, Safra 2018/19. Fonte: Ítalo Dias.....19
- Figura 3- Umidade das sementes de arroz IRGA 424 RI no momento da colheita. CTC – Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Média de 3 repetições. 26
- Figura 4- Percentagem de germinação de sementes de arroz IRGA 424 RI relacionada à data de colheita. CTC – Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Média de 3 repetições.26
- Figura 5- Percentagem de germinação de sementes de arroz IRGA 424 RI em função da umidade no momento da colheita. CTC – Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Média de 3 repetições.27

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1- Participação da cultivar de arroz IRGA 424 RI para as regionais do IRGA na lista dos cinco mais semeados no Estado do Rio Grande do Sul na Safra 2018/19.....	14
Tabela 2- Valores médios de umidade das sementes de arroz IRGA 424 RI no momento da colheita em quatro épocas e das porcentagens de germinação (G), teste de frio (TF) e teste de envelhecimento acelerado (TEA) após secagem a 17%U e de armazenamento em câmara fria.	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	Erro! Indicador não definido.
2.2	QUALIDADE DE SEMENTE DE ARROZ.....	15
2.3	PERDA DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Caracterização da área de estudo	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA).....	Erro! Indicador não definido.
4.2	ANÁLISE DE REGRESSÃO	Erro! Indicador não definido.
5	CONCLUSÕES	29
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado exerce influência marcante na economia do Rio Grande do Sul, especialmente na porção Sul do Estado. O sucesso da produção de grãos de arroz depende, entre outros insumos, do emprego de sementes de boa qualidade, uma vez que plantas originadas de sementes de alto vigor apresentam desempenho superior em relação às originadas de sementes de baixo vigor (SARTORI et al., 2014).

Uma questão relacionada ao momento mais adequado para a colheita das sementes deve-se ao produtor preferir colher mais tarde, com o arroz mais seco, visando diminuir o risco de acúmulo de material interrompendo o bom funcionamento das colhedoras, bem como o custo de secagem das sementes. Entretanto, esta ação pode contribuir para a perda de qualidade das mesmas.

Tendo em vista essa possível contradição entre a preferência do ponto para colheita e a necessidade de sementes de maior qualidade, pretende-se estudar os possíveis impactos do atraso de colheita a partir da maturação fisiológica da semente de arroz sobre seus atributos qualitativos.

No processo de produção de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), há uma preocupação em assegurar todas as condições necessárias para que a planta produza a maior quantidade possível de sementes de alta qualidade, uma vez que plantas originadas de sementes de vigor elevado apresentam desempenho superior em relação às originadas de sementes de menor qualidade. Já na pós-colheita, os processos de transporte, recepção, secagem e armazenamento também podem afetar a qualidade das sementes.

O momento da colheita de sementes de arroz irrigado por alagamento é delicado porque a lavoura se localiza em áreas de várzea e um evento de chuva ocorrido pode atrasar a entrada das colhedoras na lavoura por dias, já que a drenagem nestas áreas é limitada. Assim, a dúvida é definir o que seria mais adequado: colher a semente ainda úmida e secá-las posteriormente, ou arriscar que um evento de chuva atrase a colheita e prejudique a qualidade das sementes. Ainda é importante pensar se existe um limite de umidade da semente a partir do qual ela já está fisiologicamente madura e pode ser colhida.

A avaliação qualidade das sementes de arroz é baseada num conjunto de análises que considera atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (PESKE, S.T.; VILLELLA, F.A.; MENEGHELLO, 2012). O foco do presente trabalho foi a qualidade fisiológica, cujos resultados são apresentados a seguir. De acordo com (JOSÉ SMIDERLE et al., 2008) as sementes de arroz estão no ponto de colheita quando dois terços das sementes da panícula estão maduras.

O cultivo do arroz é de grande importância econômica para o estado do Rio Grande do Sul e a cultivar IRGA 424 RI está entre as cinco mais semeadas (Tabela 1). De acordo com (IRGA, 2019) a área de arroz colhida no Rio Grande do Sul foi de 964.537 hectares na safra 2018/19. Nesta mesma safra, a cultivar IRGA 424 RI representou 48,38% da área total cultivada no estado, ao passo que na Zona Sul a mesma ocupou 40% da área semeada de acordo com (IRGA, 2019).

Tabela 1- Participação da cultivar de arroz IRGA 424 RI para as regionais do IRGA na lista dos cinco mais semeados no Estado do Rio Grande do Sul na Safra 2018/19.

Região	Área Total semeada na regional	Área com IRGA 424 RI	
	(ha)	(ha)	(%)
Fronteira Oeste	284985	148192	52
Campanha	139985	37796	27
Central	132519	63609	48
Planície Costeira Interna	138655	85966	62
Planície Costeira Externa	112774	68792	61
Zona Sul	155619	62278	40
Total		466633	-

Fonte: Adaptado de IRGA (2019)

2 REVISÃO DE LITERATURA

Conforme Cauduro (2019), a cultivar IRGA 424 RI deriva do IRGA 424. Entre as razões de seu sucesso pode-se listar o alto potencial de produtividade, a resistência aos herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas - característica esta que possibilita o manejo em áreas com histórico de infestação de arroz vermelho - bem como a resistência à brusone na folha e na panícula. Este cultivar de ciclo médio pode atingir produção média de 10,5 toneladas por hectare, ligeiramente abaixo do seu antecessor, IRGA 424. Possui uma facilidade de adaptação em todas as regiões que cultivam o arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul.

2.1 QUALIDADE DE SEMENTE DE ARROZ

A qualidade das sementes pode ser definida pelo viés fisiológico, genético, físico e sanitário, entretanto, só poderá ser considerada de alta qualidade aquela semente que reunir atributos dentro dos padrões estipulados em todos estes quesitos (FRANÇA NETO, 2016).

São vários os fatores que afetam uma boa produção de sementes. Dentre eles, considera-se importante definir o ponto exato de colheita. O maior rendimento é obtido quando os dois terços superiores do ráquis estão amarelecidos e a panícula passa a mostrar uma curvatura. De acordo com (FRANCO, D. F.; ALONÇO, A. DOS S.; INFELD, 2004) a colheita deve ser realizada quando o arroz se encontrar com teores de umidade adequados, em torno de 18% a 23%.

A identificação do momento em que a semente atingiu o ponto de maturidade fisiológica é relevante para obter tanto bons resultados de rendimento como de qualidade das sementes de arroz. A antecipação da colheita com as sementes muito úmidas aumenta a proporção de grãos malformados e gessados; ao passo que a colheita tardia é afetada pela debulha natural e o aumento do número de grãos trincados, contribuindo para relevantes perdas durante seu beneficiamento (SMIDERLE et al., 2008).

Quando a semente chega ao ponto de maturidade fisiológica, ela já atingiu o seu máximo de acumulação de matéria seca, de tamanho e seu maior potencial de germinação e vigor. Deste modo considera-se que está fisiologicamente pronta. (livro

do arroz) A semente de arroz atinge esse ponto em torno dos 30% de umidade, mas se tratando da colheita mecanizada esta umidade é elevada para se obter bons rendimentos. (Dias, 1993)

2.2 PERDA DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE

Independentemente de a secagem da semente ocorrer na própria planta, ou após a colheita, há contração das células externas dos grãos, gerando tensão na superfície e compressão na parte central, o que leva à formação de fissuras. Já que as diversas partes da semente não apresentam uniformidade de composição química, isto resulta em variações de textura e estrutura. No arroz, o conteúdo de proteínas é maior na porção periférica do que na parte central, razão pela qual as células internas são fisicamente mais resistentes do que as demais de acordo com (FRANCO; PETRINI, 2006).

No Estado de Roraima, dois trabalhos foram realizados com o objetivo de determinar a melhor época de colheita para dois cultivares de arroz. Para BRS Jaburu (JOSÉ SMIDERLE et al., 2008), observou que o melhor período ocorreu de 29 a 36 dias após o florescimento (DAF), quando as sementes apresentaram maior qualidade, produtividade e reduzida dormência. Já para BRS 7 Taim este período ficou entre os 38 e 42 DAF, nos quais os parâmetros produtividade, rendimento de grãos inteiros, qualidade fisiológica e armazenabilidade foram superiores (SMIDERLE et al., 2008).

Segundo (MARCHEZAN; MENEZES; SIQUEIRA, 2001), os produtores de arroz irrigado do RS empregavam sementes de arroz consideradas de qualidade fisiológica e sanitária de média a boa na safra agrícola de 1997/1998. Apesar disto, continham altos níveis de arroz vermelho, o que foi considerado o principal fator restritivo à obtenção de maiores rendimentos e responsável pela redução da qualidade dos lotes de sementes.

Esses resultados indicam a importância de se utilizar a tecnologia RI e determinar a melhor época de colheita para cada cultivar de arroz em uso nas diferentes regiões produtoras de sementes. Tendo em vista a escassez de trabalhos científicos neste âmbito para o Sul do Rio Grande do Sul, foi elaborado o presente estudo, que visa aprofundar conhecimentos e gerar informações para as comunidades técnica, científica e produtores de sementes de arroz, bem como para a sociedade da região.

Com relação ao ponto de colheita do arroz IRGA 424 RI - uma das principais cultivares em uso, questiona-se qual seria o melhor momento para a colheita. Quando a semente atinge a maturidade fisiológica, ainda está muito úmida e a colheita pode causar danos mecânicos. À medida que vai perdendo umidade, chega um momento em que a semente está na umidade ideal, associada à maior qualidade fisiológica. Como se trata de cultivo em solos de várzea com má drenagem, a ocorrência de um evento de chuva antes das sementes atingirem umidade ideal, pode atrasar a colheita de modo a prejudicar a qualidade das sementes obtidas, por ficarem muito secas. Assim, deve haver um intervalo de tempo ao redor do ponto de colheita no qual a retirada das sementes da lavoura pode ser mais vantajosa do que aquela colhida tardiamente.

Para verificar essa hipótese, foi delineado um objetivo geral de avaliar o impacto das datas de colheita próximo e após a maturidade fisiológica da semente de arroz IRGA 424 RI em condição de alagamento sobre parâmetros relacionados a sua qualidade. Especificamente foi dada atenção aos aspectos relacionados ao vigor das sementes e à qualidade de sua germinação, visando identificar o ponto após a maturidade fisiológica da semente mais adequado para realizar a colheita e minimizar possíveis danos às sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O Experimento foi conduzido no Centro Tecnológico do Chasqueiro, Arroio Grande, RS. O solo da área do experimento se tratava de um planossolo. As análises foram conduzidas no Laboratório Didático de Análise de Sementes, Flávio Rocha, do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no período de março de 2019 a janeiro de 2020.

O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa), conforme a classificação climática de Köppen (CLIMA: RIO GRANDE DO SUL - CLIMATE-DATA.ORG, [s.d.]). Na Figura 1 pode-se verificar que a distribuição de chuvas na safra 2018/19 foi desuniforme com excessos ocorridos especialmente em outubro e janeiro.

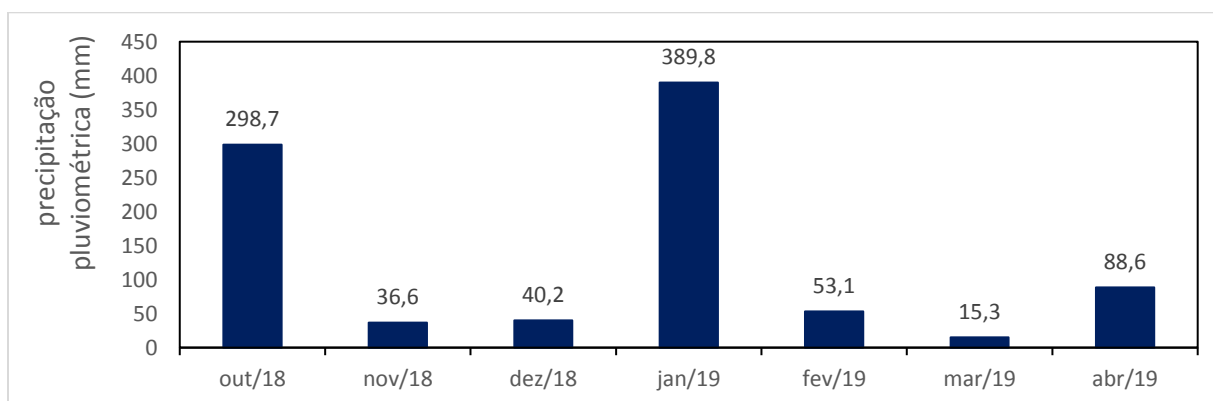


Figura 1- Precipitação pluviométrica mensal na Barragem do Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Fonte: COODIC LTDA. Barragem do Chasqueiro.

A semeadura da cultivar IRGA 424 RI foi realizada em 22 de outubro e sua emergência ocorreu em 02 de novembro de 2018 numa área de 45,9m² (15m x 3,06 m). A adubação de semeadura realizada foi de 200 Kg/ha da fórmula 10-48-00 na linha de semeadura e 220 Kg/ha de 00-00-60 a lanço. Também foram aplicados 375 Kg/ha de 40-00-00 em cobertura (260 Kg/ha na entrada da água + 115 Kg/ha na diferenciação da panícula). Desta forma a adubação foi equivalente a doses de 170 Kg/ha de N – 96 kg/ha de P₂O₅ – 132 Kg/ha de K₂O.

Para o controle de plantas daninhas foi aplicado Penoxsulam + Cialofop-butílico + Óleo vegetal (Ricer® + Clincher® + Veget Oil®) (200 ml/ha + 2 L/ha + 1,5 L/ha), para fungos foram utilizados os fungicidas Duo + Trio Dinâmico (1ª aplicação no final do emborrachamento e a 2ª 15 dias depois).

Foram estudadas 4 épocas de colheita com 3 amostras, com diferentes umidades na hora da colheita, a primeira foi em 20 de março (U% 28,2), segunda em 1º de abril (U% 18,8), terceira em 04 de abril (U% 19,8) e a quarta em 8 de abril de 2019 (U% 16,8).

A colheita foi feita manualmente com auxílio de uma foice e sacos para carregamento e transporte (Figura 2). Como deveriam ser feitas várias colheitas em uma mesma parcela, as mesmas foram realizadas com lâmina de água na lavoura.



Figura 2- Colheita das sementes de arroz IRGA 424 RI. Centro Tecnológico do Chasqueiro, Arroio Grande, RS, Safra 2018/19. Fonte: Ítalo Dias.

A separação das panículas foi realizada com auxílio de tesouras e a debulha das sementes, foi realizada manualmente. Cada amostra foi disposta em sacos de pano, e seca em um secador estacionário de fundo falso perfurado, fabricado por Maquinas Vitória S.A.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes baseou-se na determinação do teor de água, teste de germinação, teste de frio e teste de envelhecimento acelerado.

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

Teste de germinação: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote, semeadas em rolos de papel umedecidos com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, as quais foram mantidas em germinador regulado a 25°C . As avaliações foram realizadas aos 5 e aos 14 dias, após o início do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. (BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2009)

Teste de Frio Sem Terra: Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada lote, distribuídas em rolos de papel toalha, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, vedados com fita adesiva e mantidos em câmara regulada a 10°C , durante sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador à temperatura de 25°C , onde permaneceram por mais cinco dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, de acordo com a descrição de CÍCERO & VIEIRA (1994).

Envelhecimento acelerado: conduzido com a utilização de caixas de plástico transparente (tipo gerbox), contendo 40ml de água e uma bandeja de tela de alumínio, onde as sementes, após pesagem (3g), foram distribuídas formando uma camada uniforme. As caixas foram mantidas em câmara do tipo BOD, a 41°C , durante 120h. (BRAZ et al., 2008) Decorrido o período de envelhecimento, quatro subamostras de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação, seguindo método descrito anteriormente.

Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003), aplicando-se um delineamento inteiramente casualizado, com tukey a 5% de significância estatística.

A partir destas relações, seria possível estimar o ponto em que a umidade (U) das sementes está associada ao máximo porcentual germinativo (G) para as condições do experimento e na safra 2018/19. Isto foi calculado aplicando-se a primeira derivada na equação de regressão da Figura 5 e igualando este resultado a zero, conforme pode ser visto a seguir:

$$\text{Se } Y = G \text{ e } x = U;$$

$$G_{(U)} = -0,2921 U^2 + 12,722 U - 48,789$$

$$G'_{(U)} = -0,5842 U + 12,722 ; \quad G'_{(U)} = 0$$

$$U = 21,8\%$$

Substituindo-se o valor de umidade U na equação de regressão da Figura 3, pode-se estimar o dia após a emergência em que a colheita produziria este resultado:

$$\text{Se } Y = U \text{ e } x = \text{DAE};$$

$$U\% = 1439,6 \cdot e^{-0,027 \text{DAE}};$$

$$\text{Se } U\%=21,8$$

$$21,78 = 1439,6 \cdot e^{-0,027 \text{DAE}}$$

$$\ln\left(\frac{21,78}{1439,6}\right) = \ln(e^{0,027 \text{DAE}})$$

$$-0,27x = -4,1911284558$$

$$x = 155 \text{ DAE}$$

Assim calcula-se o ponto máximo de germinação.

$$G = -0,2921U^2 + 12,722U - 48,789$$

$$G = -0,2921(21,78)^2 + (12,722 \times 21,78) - 48,789$$

$$G = 89\%$$

Ao calcular as raízes da equação quadrática, tem-se o intervalo de umidade em que o G seria 1% menor que o valor máximo possível de ser atingido, ou seja, um intervalo de umidade aceitável, sem perdas significativas.

Se $G = -0,2921U^2 + 12,722U - 48,789$ e $G=88$ (%)

$$-0,2921U^2 + 12,722U - 48,789 = 88$$

$$-0,2921U^2 + 12,722U - 48,789 - 88 = 0$$

$$-0,2921U^2 + 12,722U - 137,519 = 0$$

$$U' = 19,9\%$$

$$U'' = 23,6\%$$

Os limites de umidade das sementes na colheita, nos quais o porcentual germinativo ainda seria elevado, foram estabelecidos como sendo 19,9% e 23,6%U. Substituindo esses valores de U na equação de regressão da Figura 5 foi possível definir os limites de dias ao redor do ponto de colheita em que G seria elevado.

Se $U= 19,9\%$;

$$19,92 = 1439,6 \times e^{-0,027DAE}$$

$$e^{-0,027DAE} = \frac{19,92}{1439,6} = 0,013837177$$

$$\ln(e^{-0,027DAE}) = \ln 0,013837177$$

$$0,027DAE = 4,2803963236$$

$$DAE = \frac{4,2803963236}{0,027} = 158 \text{ DAE}$$

Se $U= 23,6\%$;

$$23,63 = 1439,6 \times e^{-0,027DAE}$$

$$e^{-0,027DAE} = \frac{23,63}{1439,6} = 0,0166142817$$

$$\ln(e^{-0,027DAE}) = \ln 0,0166142817$$

$$0,027DAE = 4,10960348$$

$$DAE = \frac{4,10960348}{0,027} = 152 \text{ } DAE$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar a Tabela 2, pode-se verificar que o intervalo de 19 dias entre a primeira e a última colheita afetou a umidade das sementes da cultivar IRGA 424 RI, o que pode estar relacionado com sua qualidade fisiológica.

A umidade média das sementes diminuiu de modo altamente significativo à medida que se atrasou a colheita, o que já era esperado. Observa-se que oscilou de 28,2%, quando a colheita foi efetivada aos 149 DAE, até 16,8% com o atraso da mesma em 19 dias. Este resultado é semelhante aos obtidos por José Smiderle et al. (2008)a e Smiderle et al. (2008)b. Cada uma das umidades médias determinadas pela época de colheita diferiu das demais pelo teste Tukey a 5%. Observa-se que dos 161 para os 164 DAE, ocorreu um aumento no teor médio de água na semente. Isto pode ser explicado porque houve um evento de chuva no dia anterior à terceira colheita.

Tabela 2- Valores médios de umidade das sementes de arroz IRGA 424 RI no momento da colheita em quatro épocas e das porcentagens de germinação (G), teste de frio (TF) e teste de envelhecimento acelerado (TEA) após secagem a 17%U e de armazenamento em câmara fria.

Tratamento	Dias após Emergência	U% na colheita	GERM	TF	TEA
		 %			
Colheita 1	149	28.2 A	78 C	67 A	66 A
Colheita 2	161	18.8 C	85 AB	68 A	62 A
Colheita 3	164	19.8 B	89 A	68 A	65 A
Colheita 4	168	16.8 D	83 BC	70 A	70 A

¹ Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância estatística.

Com respeito ao percentual de germinação (G) percebe-se que variou de 78% aos 149 DAE até 89% aos 161 DAE ou 3ª colheita. Neste caso a comparação das médias pelo teste Tukey 5% evidenciou três grupos distintos: as menores G foram observadas na primeira e na última colheitas, indicando que a umidade inicial das sementes colhidas pode ter afetado este resultado. Por outro lado, as maiores médias de G foram observadas nas colheitas 2 e 3, dos 161 a 164 DAE. E por fim, os valores médios do grupo intermediário, compostos pelas colheitas 2 e 4. Segundo (JOSÉ SMIDERLE et al., 2008), a qualidade da semente de arroz depende de diversos

fatores, tais como a cultivar, estágio de maturação, conteúdo de umidade e danos mecânicos que podem ocorrer durante a colheita, secagem ou beneficiamento e mesmo no transporte. Como a colheita e separação das sementes no presente trabalho foi realizada manualmente, descartou-se a importância dos danos mecânicos para este resultado. Entretanto, as sementes mais úmidas e imaturas na colheita 1, e as demasiado secas da colheita 4 devem ter sido as maiores determinantes dos resultados observados.

Pode-se notar também que tanto os testes de vigor de frio como de envelhecimento acelerado não permitiram observar diferenças estatísticas significativas entre as referidas épocas de colheita das sementes de arroz IRGA 424 RI na safra 2018/19.

Quando se relacionaram as variáveis resposta com as épocas de colheita ou a umidade inicial, obteve-se as curvas de regressão que serão apresentadas a seguir.

As épocas de colheita das sementes do Arroz IRGA 424 RI afetaram de modo altamente significativo sua umidade inicial, conforme pode ser verificado na Figura 3, em que 92,31% da variável dependente foi explicada pelo número de dias após a emergência (DAE), ou seja, a época de colheita.

Quando se relacionou os dados dos testes de germinação com a época de colheita e a umidade das sementes no momento da colheita (Figura 4 e Figura 5, respectivamente) observou-se um comportamento quadrático da porcentagem de germinação das sementes do cultivar arroz IRGA 424 RI de forma altamente significativa em relação às variáveis independentes.

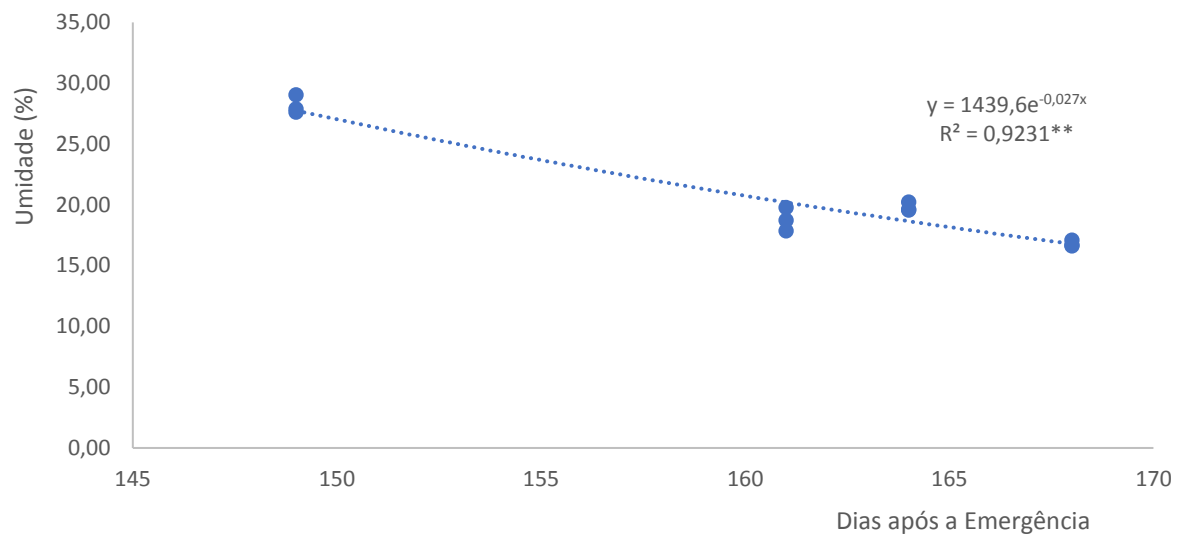


Figura 3- Umidade das sementes de arroz IRGA 424 RI no momento da colheita. CTC – Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Média de 3 repetições.

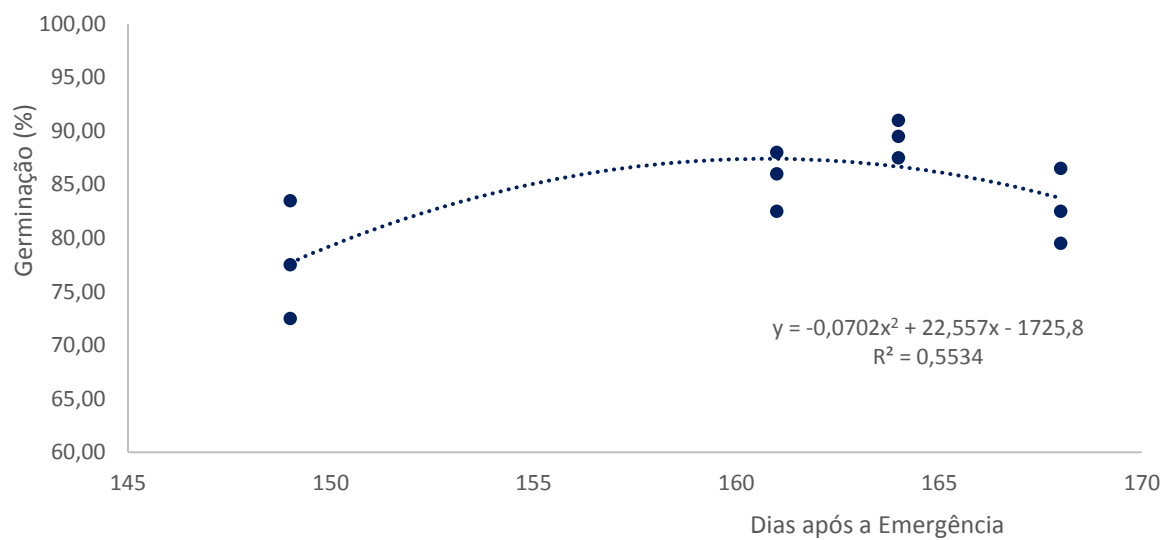


Figura 4- Percentagem de germinação de sementes de arroz IRGA 424 RI relacionada à data de colheita. CTC – Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Média de 3 repetições.

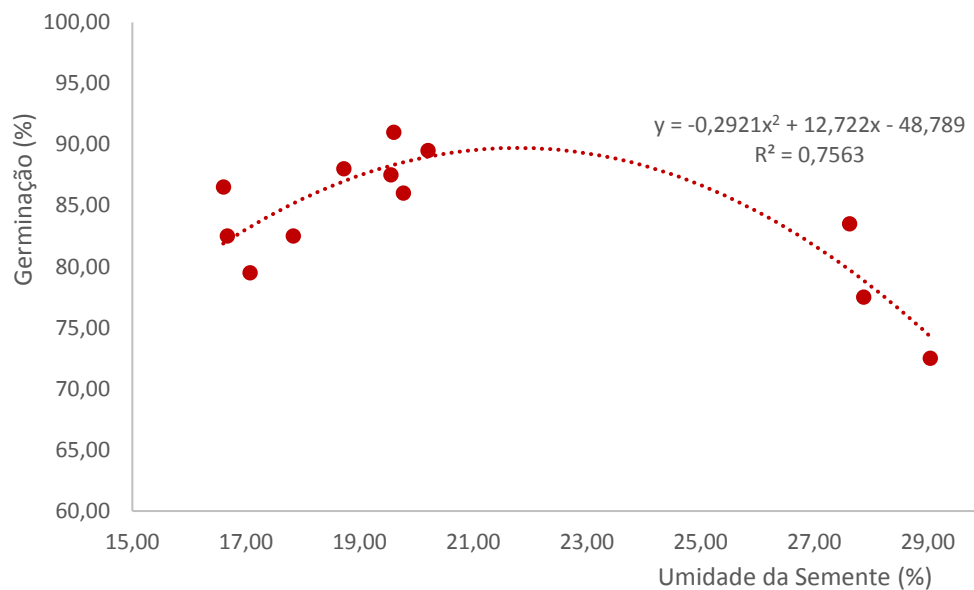


Figura 5- Percentagem de germinação de sementes de arroz IRGA 424 RI em função da umidade no momento da colheita. CTC – Chasqueiro, Arroio Grande, RS. Safra 2018/19. Média de 3 repetições.

Quando se compara os coeficientes de determinação dessas equações, verifica-se que o $R^2=0,5534$ da Figura 4 foi menor do que a relação observada na Figura 5 ($R^2=0,7563$), sugerindo que a umidade inicial da semente na colheita explicaria melhor os resultados de porcentual de germinação das sementes de arroz do que a época de colheita em si.

Na equação de regressão da Figura 5 e igualando este resultado a zero, conforme apresentado no material e métodos

$$U = 21,8\%$$

Assim, estima-se que G foi máximo quando a umidade das sementes atingiu 21,8%. Este valor vem ao encontro dos limites mencionados por (FRANCO, D. F.; ALONÇO, A. DOS S.; INFELD, 2004).

Se $U\%=21,8$, encontrou-se 155 dias após a emergência

Tratando-se de um cálculo de estimativas, a regressão acima apresenta a relação obtida entre a umidade e o número de dias após a emergência apresentadas na Figura 3. A partir da mesma, foi possível determinar que o potencial máximo de

germinação seria obtido com a colheita realizada aos 155 DAE. Este pode ser considerado o ponto central de um período ideal para a colheita das sementes desta cultivar. Assim, seria possível obter sementes com o maior potencial de germinação nas condições do presente experimento.

Vale ressaltar, contudo, que o desenvolvimento da planta pode ser afetado por diversos fatores, tais como atributos climáticos, radiação solar incidente, temperaturas e as distribuições de chuvas, também a presença ou não de pragas, doenças e competições com plantas daninhas (João Nakagawa, 2014).

Com a estimativa do valor de umidade definida em 21,8%, pode-se calcular também o valor de germinação máxima ao substituí-la na equação de regressão da Figura 5.

$$G = 89\%$$

A partir desses cálculos ficaram estabelecidos que o potencial máximo de valores de germinação demonstrados na Figura 5 foi de 89% e coincidiria com umidade das sementes de 21,8% e seria obtido se a colheita fosse realizada aos 155 dias após a emergência. Entretanto, seria mais importante para os produtores de semente conhecer um intervalo de colheita no qual o percentual germinativo, estivesse próximo deste valor máximo. Assim, estipulou-se para fins de cálculo que a perda de 1% de poder germinativo seria aceitável, ou seja, definir o intervalo de umidade das sementes para colheita no qual a máxima perda de G seria de 1%: (89-1).

Assim estimou-se que, para as condições experimentais, o intervalo mais adequado de colheita de sementes IRGA 424 RI estaria entre os 152 e 158 dias após a emergência, e estas apresentariam umidades entre 19,9% e 23,6%. Nestes intervalos encontrar-se-ia o maior percentual germinativo, entre 89% e 88%.

5 CONCLUSÕES

Para as condições experimentais na local do experimento e para a safra de Arroz 2018/19, pode-se concluir que:

1. A umidade ideal para colheita das sementes do arroz IRGA 424 RI foi de 21,8% visando obter percentual germinativo máximo.
2. O percentual germinativo máximo foi de 89%.
3. Considerou-se aceitável um intervalo de umidade das sementes entre 19,9%U e 23,6%U, de modo a limitar a perda de porcentual germinativo de até 1% em relação ao máximo obtido.
4. O período de colheita ideal para as sementes de IRGA 424 RI foi dos 152 aos 158 dias após a emergência.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAZIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. e A. **Regras para Análise de Sementes**. [s.l.] : Mapa/ACS, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2019.

BRAZ, M. R. S. et al. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 38, n. 7, p. 1857–1863, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n7/a09v38n7.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

CAUDURO, S. **Sementes Cauduro – IRGA 424 RI**. [s.d.]. Disponível em: <<http://sementescauduro.com.br/irga-424-ri/>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

Clima: Rio Grande do Sul - Climate-Data.org. [s.d.]. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul-187/>>. Acesso em: 4 mar. 2020.

FRANÇA NETO, J. de B. **SEEDnews**. 2016. Disponível em: <<https://seednews.com.br/edicoes/artigo/710-evolucao-do-conceito-da-qualidade-das-sementes-edicao-setembro-2016>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

FRANCO, D. F.; ALONÇO, A. DOS S.; INFELD, J. A. Colheita do Arroz Irrigado. In: GOMES, A. DA S.A; DE MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. 1ª Edição ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 727–744.

FRANCO, D.; PETRINI, J. F. A. **Secagem do Arroz Comunicado Técnico: Comunicado Técnico. Pelotas**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/comunicado_145_000fz2xq9vq02wx5ok0ejlyhducen5jp.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2019.

IRGA. **Boletim de resultados da lavoura - safra 2018/19 - Arroz irrigado e soja em rotação Iriga**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201909/05171808-relatorio-da-safra-2018-19-31-agosto-2019.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

JOÃO NAKAGAWA. **Os componentes da produtividade de sementes**. Londrina. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/img/informations/2e657a36-8464-406e-abc6-54e00b0db458_IA v24 n1.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2019.

JOSÉ SMIDERLE, O. et al. COLHEITA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE ARROZ IRRIGADA CULTIVAR BRS JABURU EM RORAIMA. **Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 57, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10346>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

MARCHEZAN, E.; MENEZES, N. L. De; SIQUEIRA, C. do A. CONTROLE DA QUALIDADE DAS SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO UTILIZADAS EM SANTA MARIA/RS. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 375–379, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v31n3/a02v31n3.pdf>>. Acesso em: 14 maio. 2019.

PESKE, S.T.; VILLELLA, F.A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3ª ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2012.

SARTORI, G. M. S. et al. Germinação de arroz irrigado e de biótipos de arroz-vermelho submetidas a diferentes temperaturas. **Revista Ciencia Agronomica**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 319–326, 2014. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/2418>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

SMIDERLE, O. J. et al. **ÉPOCAS DE COLHEITA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE ARROZ IRRIGADA CULTIVAR BRS 7 TAIM, EM RORAIMA** **1Revista Brasileira de Sementes**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a10v30n1>>. Acesso em: 14 maio. 2019.