

Avaliação da germinação e dormência de sementes de arroz vermelho e branco

Germination and dormancy of red and white rice seeds

Bruna Rafaela da Silva Menezes^{1*}, Higino Marcos Lopes², Maurício Ballesteiro Pereira², Luiz Beja Moreira², Daniele Lima Rodrigues³, Elania Rodrigues da Silva²

Recebido em 19/04/2011; aprovado em 27/03/2013.

RESUMO

As sementes de arroz branco possuem dormência, porém de intensidade menor que as de arroz vermelho. Entretanto, já foram observados alguns genótipos de arroz vermelho com dormência de intensidade semelhante à de sementes de arroz branco. Após o estágio de maturidade fisiológica, a semente pode ficar exposta a condições menos favoráveis. Com isso, os objetivos deste trabalho foram determinar o estágio de maturidade fisiológica e monitorar a germinação e a dormência, aos 0, 30 e 60 dias após a colheita, de sementes de genótipos de arroz vermelho e de arroz branco. O delineamento experimental para a determinação do ponto de maturidade fisiológica foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de regressão. Para avaliação da germinação e dormência em cada época de armazenamento foi feita a análise da variância conjunta, segundo o delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 (genótipos) x 3 (1 controle e 2 tratamentos de quebra de dormência), com cinco repetições. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. A maturidade fisiológica das sementes dos genótipos Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 é atingida no estágio duro. O período de 30 dias de armazenamento é suficiente

para a superação da dormência das sementes do genótipo Vermelho Pequeno e para os genótipos Vermelho Virgínia, EPAGRI109 e SCSBRS Tio Taka o período necessário é de 60 dias de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa* L., germinação, vigor.

SUMMARY

White rice seeds have dormancy, but of lower intensity than red rice seeds. However some red rice genotypes have been observed with similar intensity to the dormancy of white rice seeds. After the physiological maturity stage, seeds can be exposed to less favorable conditions. Thus, the objectives were to determine the physiological maturity stage and to monitor germination and dormancy at 0, 30 and 60 days after the seed harvest of red and white rice genotypes. The experiment to determine the physiological maturity stage was a completely randomized block subdivided into plots and five replications. Data was obtained by regression analysis. Germination and dormancy data in each storage period was submitted to variance analysis, according to a completely randomized block design, analyzed as a 4 (genotypes) x 3 (1 and 2 control treatments break dormancy) factorial, with five replications. Means were compared by

¹ Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. Email: brunarafamenezes@hotmail.com. *Autora para correspondência.

² Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. BR-465, Km 7, CEP 23.890-000, Seropédica, RJ, Brasil.

³ Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

the Student-Newman-Keuls at 5% probability level. Physiological maturity of seeds from rice genotypes Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka and EPAGRI109 is reached at dent stage. A 30-day storage period is efficient at overcoming the seed dormancy of the Vermelho Pequeno genotype but a 60-day period is required by the other genotypes.

KEY WORDS: *Oryza sativa* L., germination, vigor.

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é conhecido como uma das principais invasoras de lavouras do arroz branco (PEREIRA, 2004). Por pertencerem à mesma espécie botânica, as condições edafoclimáticas que favorecem o arroz cultivado geralmente favorecem o arroz vermelho competindo principalmente por luz, água e nutrientes (AGOSTINETTO et al., 2001a).

As sementes de arroz vermelho apresentam dormência, característica evolutiva que favorece em especial as plantas invasoras, de intensidade variável com o genótipo (AGOSTINETTO et al., 2001a). As sementes de arroz branco também possuem dormência pós-colheita, porém em menor intensidade comparativamente à dormência de sementes de arroz vermelho (FONSECA et al., 2007). Alguns genótipos de arroz vermelho avaliados por Schwanke et al. (2008), aos 150 dias após a colheita, apresentaram dormência variando de 19 a 49% enquanto que em cultivares de arroz branco a porcentagem de sementes dormentes foi praticamente zero aos 60 dias após a colheita.

A intensidade da dormência em sementes de arroz além do genótipo pode variar de acordo com as condições ambientais durante a maturação e armazenamento. Segundo Jennings e Jesus Júnior (1964) sementes colhidas no período mais quente necessitam de um período adicional de armazenamento para a superação da dormência em relação às colhidas em temperaturas mais baixas. Vieira et al. (2008) observaram que temperaturas mais elevadas durante o armazenamento aceleram

a superação da dormência.

Compostos fenólicos presentes nas glumelas impedem que o oxigênio absorvido chegue ao eixo embrionário. A dormência é superada somente após a saturação desses compostos (BEWLEY e BLACK, 1985). Porém, Agostinetti et al. (2001b) observaram que a maior germinação obtida aos oito dias em sementes de arroz descascadas foi de 22%, indicando que esses podem não ser os únicos fatores envolvidos na superação da dormência e indução da germinação. Segundo Gianinetti e Vernieri (2007) o ácido abscísico (ABA) é importante para a manutenção da dormência em arroz vermelho, mas não é o fator chave do processo.

Existe a possibilidade de cruzamentos entre plantas de arroz branco e vermelho como observado em Brunet et al. (2007). Esses cruzamentos fazem com que os genótipos de arroz vermelhos adquiram características, dentre elas a dormência, cada vez mais assemelhadas a cultivares de arroz branco (MENEZES et al., 2002). A redução da intensidade de dormência já observada em alguns genótipos de arroz vermelho pode ser uma característica evolutiva (ÁVILA et al., 2000).

O máximo acúmulo de massa de matéria seca normalmente coincide com a máxima qualidade fisiológica da semente (CARVALHO e NACAGAWA, 2000). Nesse ponto há interrupção da translocação de nutrientes da planta mãe para as sementes. A partir desse ponto as sementes permanecem no campo expostas às condições adversas do ambiente, como altas temperaturas, alta umidade relativa, contaminação por microorganismos, entre outros, podendo ocorrer perdas quantitativas e qualitativas (MARCOS FILHO, 2005).

Com isso, os objetivos deste trabalho foram determinar o estágio de maturidade fisiológica e monitorar a germinação e dormência, aos 0, 30 e 60 dias após a colheita, de sementes de genótipos de arroz vermelho e de arroz branco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de Outubro de 2009 a Março de 2010, no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ, município de Seropédica, RJ, situado a 22° 45' S de latitude, 43° 41' W de longitude e entre 35-40 m de altitude. O solo foi classificado como Planossolo Áplico (EMPRAPA, 2006), distrófico e de textura arenosa. Antes da instalação do experimento foi feito o nivelamento da área e coletadas amostras de solo da área e realizadas as análises químicas cujos resultados foram os seguintes: pH (água) = 6,1; P = 278,6; K = 37 mg dm⁻³; e Ca, Mg, Al = 4,3; 0,7; 0,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente. Durante o período de condução do experimento a temperatura média foi de 26,8°C, com temperatura máxima de 38,4°C e mínima de 18,6°C, precipitação de 1.241 mm e 78% de umidade relativa média.

Foram comparados os genótipos de arroz branco SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 e os denominados de Vermelho Virgínia e Vermelho Pequeno, ambos de arroz vermelho. O genótipo Vermelho Virgínia foi obtido de pequenos agricultores do Estado de Minas Gerais e o Vermelho Pequeno selecionado no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ.

A semeadura em viveiro foi realizada no dia 20 de outubro de 2009 e as mudas transplantadas quando apresentavam quatro folhas completamente desenvolvidas, ou seja, 18 dias após a emergência das plântulas. Foram transplantadas de 6 a 10 mudas por cova, com espaçamento de 20 cm. A densidade de semeadura no viveiro foi de 200 g m⁻² para os genótipos Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109. Para o genótipo Vermelho Pequeno, foi utilizada a densidade de 160 g m⁻² devido ao tamanho reduzido das sementes. A densidade foi ajustada de acordo com o resultado obtido no teste de germinação. Foram aplicados 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, e 45 kg ha⁻¹ de potássio, na forma de cloreto de potássio, em cobertura logo após o transplante e no emborrachamento. O fornecimento da água

de irrigação foi o contínuo (abastecimento por gravidade) de forma que se mantivesse uma lâmina d'água de 10 cm em toda a extensão dos tabuleiros. Após sete dias do transplante das mudas iniciou-se a irrigação dos tabuleiros.

As parcelas foram constituídas de 14 m², ou seja, 8 fileiras de 4 m de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre as mesmas. A área útil da parcela constou de duas fileiras, excluindo-se 1 m das extremidades destas fileiras, correspondendo a 1,5 m² de área.

Para determinação do ponto de maturidade fisiológica, a área de cultivo, por ocasião do cacheamento, foi visitada diariamente até a data da floração média, ou seja, quando ocorreu 50% das espiguetas abertas. As coletas foram parceladas e realizadas nos estádios leitoso, cera-mole (pastoso inicial), cera-dura (pastoso tardio), duro e em cada parcela de cada genótipo sendo as panículas colhidas manualmente no campo (BRASIL, 1997). Após a colheita, as sementes foram embaladas em sacos plásticos para minimizar perdas de umidade e levadas ao Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes da UFRRJ onde foram imediatamente avaliadas quanto ao teor de água e massa. Para a determinação do teor de água foi utilizado o método da estufa (BRASIL, 2009) com 200 sementes (2 repetições de 100 sementes) de cada parcela. A massa de sementes foi avaliada de acordo com as adaptações de Brasil (2009), sendo os resultados expressos em gramas (g) de 100 sementes.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com cinco repetições, tendo como tratamento principal os genótipos de arroz e os tratamentos das subparcelas os dias após a floração média (estádios de desenvolvimento das sementes). Os dados de teor de água e massa de sementes foram submetidos à análise de regressão (ZIMMERMANN, 2004).

Anteriormente às avaliações de germinação e superação da dormência das sementes ao longo do armazenamento, as amostras de sementes de cada parcela dos genótipos de arroz vermelho e branco tiveram os teores de água determinados e

foram submetidas à secagem até que atingissem teores de água de aproximadamente 12%. As sementes foram, então, acondicionadas em embalagem de papel multifoliado e mantidas em ambiente de 25°C e UR 40%. Aos 30 e 60 dias após a colheita, amostras de sementes tiveram os teores de água novamente determinados e foram submetidas aos seguintes tratamentos: controle (sementes não tratadas); imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 24 h (BRASIL, 2009); e imersão em água a 40°C por 24 h (BRASIL, 2009). Em seguida foram submetidas ao teste de germinação. O teste de germinação de cada parcela foi conduzido com 200 sementes (4 repetições de 50 sementes), distribuídas em rolo de papel, umedecido com água na proporção de 2,5: 1 (mL de água destilada: massa do papel (g)) sob temperatura constante de 25°C. As avaliações foram realizadas cinco (primeira contagem) e 14 dias após a implantação do teste segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os dados de primeira contagem e germinação foram submetidas à análise de variância, separadamente para cada época de armazenamento (30 e 60 dias), segundo delineamento experimental em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 (genótipos) x 3 (1 controle e 2 tratamentos de superação de dormência), com cinco repetições. Para a variável teor de água, foi feita análise de variância das três épocas de armazenamento (0, 30 e 60 dias), utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco repetições. Em seguida, os dados das duas (primeira contagem do teste de germinação e germinação) e três épocas (teor de água), depois de verificada a homogeneidade das variâncias residuais. Após a análise de variância, em caso de interação significativa, foram realizados os desdobramentos necessários. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade (ZIMMERMANN, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados verificou-se que o estágio leitoso dos quatro genótipos foi obtido entre o sétimo e o oitavo dia após a floração média. As sementes apresentaram um alto teor de água inicial variando de 55 a 59% (Figura 1). Embora decresça durante a maturação, o teor de água se mantém relativamente alto devido ao processo de transferência de matéria seca da planta para as sementes, que deve ocorrer em meio líquido (MARCOS FILHO, 2005). Os valores de massa de 100 sementes encontrados nesse estágio variaram de 0,72 e 0,92 g nos genótipos Vermelho Pequeno e Vermelho Virgínia, respectivamente (Figuras 2a e 2b).

O estágio cera-mole foi obtido no décimo primeiro dia após a floração média para os quatro genótipos sendo observado o menor valor de massa de matéria seca de 100 sementes de 1,19 g no genótipo Vermelho Pequeno e o maior de 1,71 g no genótipo Vermelho Virgínia (Figuras 2a e 2b). Nesse estágio os teores de água atingiram valores substancialmente altos, entre 44 e 59% (Figura 1).

O estágio cera-dura foi alcançado aos 14 dias após o florescimento médio nos genótipos SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109. No genótipo Vermelho Pequeno e no Vermelho Virgínia esse estágio foi alcançado aos 17 e 19 dias, respectivamente. O teor de água atingiu valores de aproximadamente 29% (Figura 1). Smirdele e Pereira (2008a), em estudo conduzido com a cultivar BR IRGA 409, também verificaram uma redução acentuada no teor de água das sementes dos 15 aos 29 dias após o florescimento.

Normalmente a máxima qualidade fisiológica da semente coincide com o máximo acúmulo de massa seca, ou seja, com a maturidade fisiológica (CARVALHO e NACAGAWA, 2000). É possível afirmar que as sementes dos genótipos de arroz vermelho e branco atingiram a maturidade fisiológica no estágio duro, pois foram observados os maiores valores de massa de 100 sementes. Nesse ponto, as sementes dos genótipos Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 apresentaram teores de

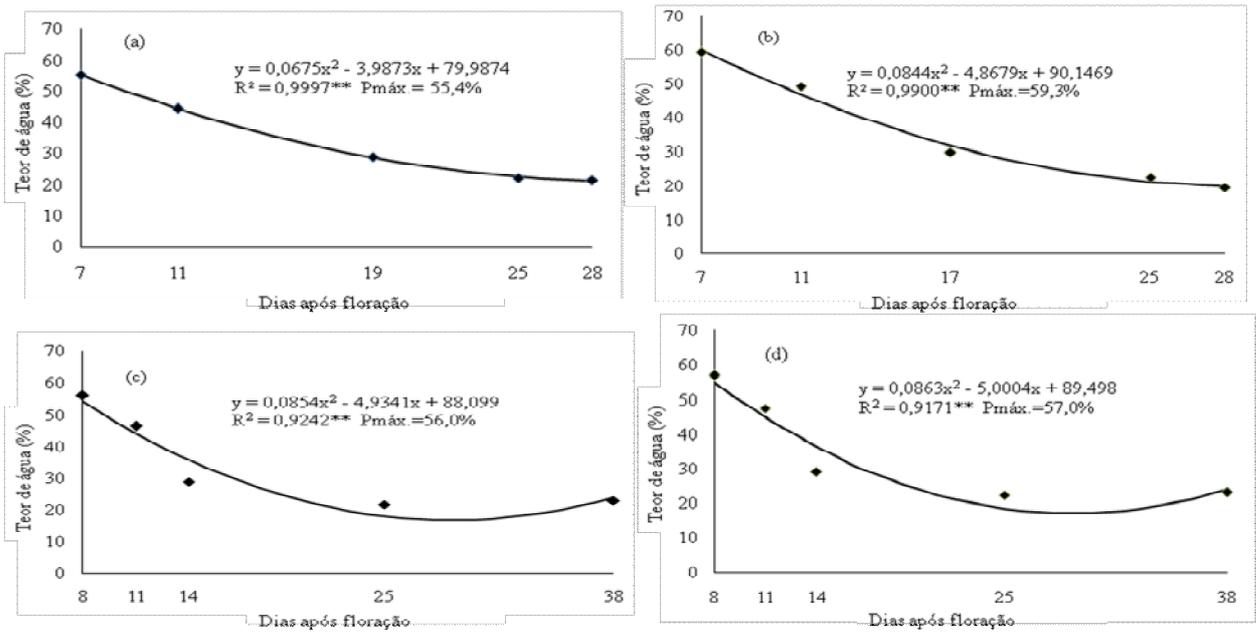


Figura 1 - Teor de água (%) durante a fase de maturação das sementes de arroz dos genótipos Vermelho Pequeno (a), Vermelho Virgínia (b), SCSBRS Tio Taka (c) e EPAGRI109 (d). ** Significativo a 1% de probabilidade. C.V. = 4,00% (Seropédica, RJ, 2009/2010).

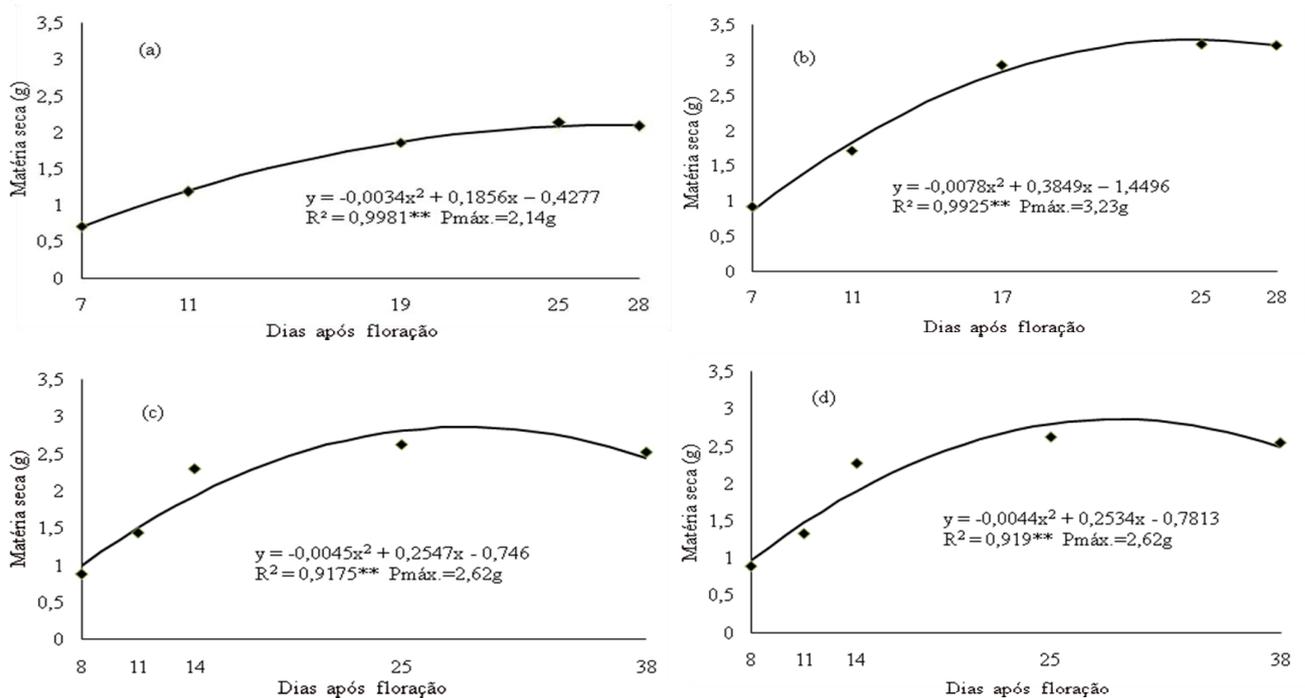


Figura 2 - Massa de 100 sementes (g) durante a fase de maturação das sementes de arroz dos genótipos Vermelho Pequeno (a), Vermelho Virgínia (b), SCSBRS Tio Taka (c) e EPAGRI109 (d). ** Significativo a 1% de probabilidade. C.V. = 4,78% (Seropédica, RJ, 2009/2010).

água de 22,2, 22,5, 21,8, 22,3%, respectivamente (Figura 1). Esses valores se encontram próximos aos obtidos por Smirdele e Pereira (2008a), em torno de 25% aos 29 dias após o florescimento e são coincidentes com os teores de água descritos na maturação fisiológica em sementes, de arroz, de acordo com Marcos Filho (2005).

Como já esperado, houve redução do teor de água das sementes após secagem não havendo diferenças significativas dos 30 para os 60 dias de armazenamento nos genótipos de arroz vermelho e branco. Essa falta de significância pode ter ocorrido devido ao curto período de armazenamento (Tabela 1). Vieira et al. (2008) observaram que houve aumento no teor de água em sementes de arroz armazenadas em câmara fria e seca (10°C e 50% UR) até o sexto mês e houve tendência de estabilização dos percentuais de teor de água até o décimo segundo mês quando se encerraram as avaliações. Segundo Smirdele e Pereira (2008a), os valores de teor de água de sementes da cultivar BR IRGA 409 se estabilizaram em torno de 10,3% após secagem, ou seja, valores próximos aos encontrados no presente experimento.

Os genótipos de arroz branco foram os que apresentaram os mais altos valores de teor de água na colheita e os menores aos 60 dias de armazenamento enquanto que no genótipo Vermelho Virgínia ocorreu o inverso (Figura 1 e

Tabela 1). Em média, os menores teores foram apresentados pelo genótipo EPAGRI109 (Tabela 1). As diferenças quanto ao teor de água durante o armazenamento nas sementes dos genótipos podem ser atribuídas a diferenças na composição química. Segundo Marcos Filho (2005) as proteínas têm maior afinidade pela água em relação ao amido e lipídios. Soares e Camargos (2009) observaram que o genótipo Vermelho Pequeno apresentou significativamente maior teor de proteína bruta em comparação a outros genótipos de arroz vermelho e a cultivar de arroz branco Caiapó.

O teor de água e o acúmulo de massa seca das sementes podem também ter sofrido influência das condições climáticas predominantes durante a realização do experimento. A porcentagem do teor de água significativamente menor em sementes do genótipo Vermelho Virgínia em relação aos demais genótipos durante a colheita pode ser um exemplo (Figuras 3 e 4). A colheita do genótipo Vermelho Pequeno foi realizada 103 dias após a semeadura em viveiro, temperatura média e a umidade relativa nesse dia foram 25°C de 72%, respectivamente. A colheita dos genótipos SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 foi realizada 115 dias após a semeadura em viveiro. Nesse dia observou-se 28,7°C de temperatura média e 67% de umidade relativa. Já na colheita do genótipo Vermelho Virgínia foi observado

Tabela 1 - Teor de água (%) de sementes dos genótipos Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 na colheita (zero), aos 30 e 60 dias de armazenamento (Seropédica, RJ, 2009/2010).

Genótipo	Teor de água (%)			Média geral ¹ (%)
	0 ²	30 dias	60 dias	
Vermelho Pequeno	21,5 Aa*	10,8 Ab	10,8 ABb	14,4 A
Vermelho Virgínia	19,4 Ba	11,4 Ab	11,8 Ab	14,2 A
SCSBRS Tio Taka	23,0 Aa	9,7 ABb	9,4 Bb	14,1 A
EPAGRI109	23,2 Aa	8,4 Bb	7,9 Cb	13,2 B
Médias	21,8a	10,1b	9,9b	
Média geral ¹	13,40		CV (%) ¹	8,47

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$). ¹Valores obtidos na análise conjunta da variância. ²Valores logo após a colheita.

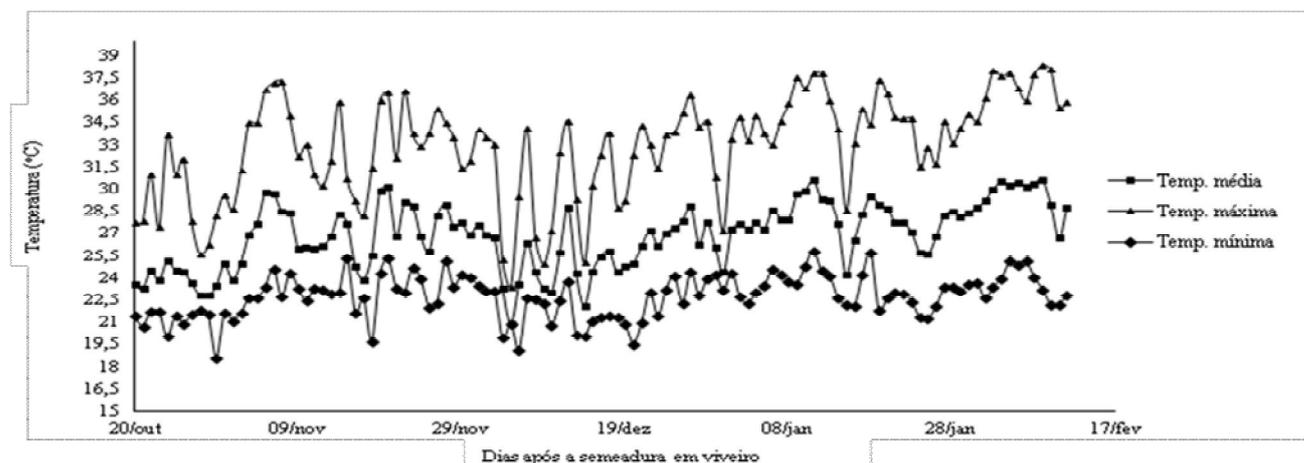


Figura 3 - Temperatura média, máxima e mínima (°C) registradas durante a condução do experimento (Seropédica, RJ, 2009/2010).

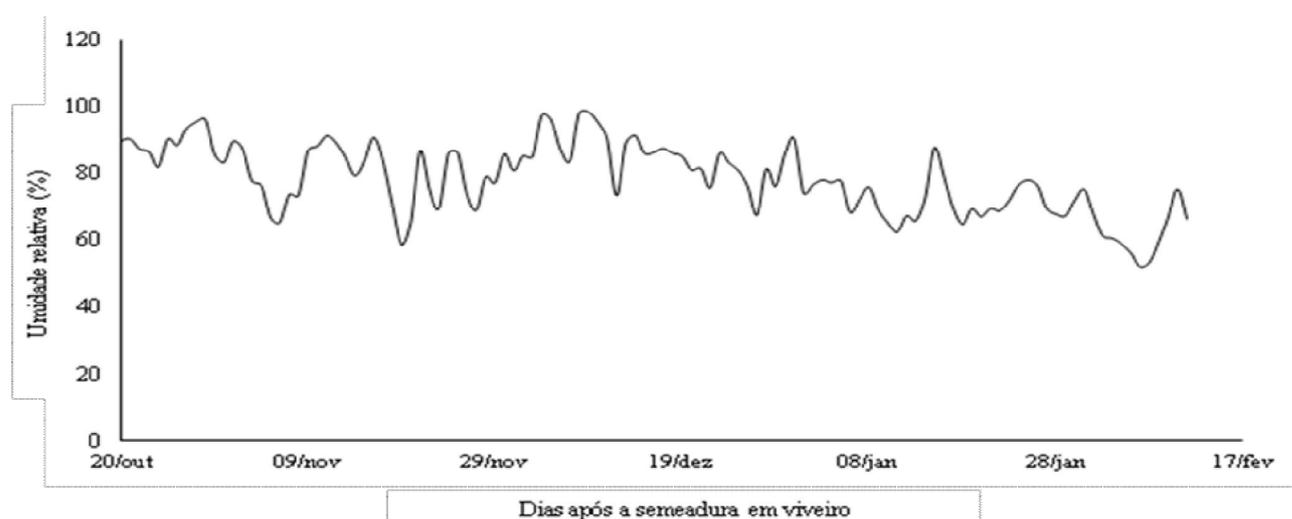


Figura 4 - Umidade relativa do ar (%) registradas durante a condução do experimento (Seropédica, RJ, 2009/2010).

valor de temperatura média superior (30,4°C) e menor valor de umidade relativa (56%) em relação a colheita dos outros genótipos. Segundo Freire et al. (2002) as sementes por serem higroscópicas perdem ou ganham umidade em função da temperatura e da umidade relativa do ar.

Em relação ao efeito dos tratamentos de superação de dormência de imersão em hipoclorito de sódio a 0,5% e em água a 40°C por 24 h sobre a primeira contagem de germinação houve, em média, acréscimos na porcentagem em comparação com o controle (sementes não tratadas) aos 30 e 60 dias de armazenamento (Tabela 2). Esse aumento na porcentagem de

primeira contagem do teste de germinação pode ser devido ao efeito de pré-embebição visto que essas sementes ficaram 24 h imersas em solução. É possível que essas sementes tenham atingido a fase I e II da embebição sem ocorrer a protrusão da raiz primária (fase III). A absorção de água pelas sementes pode ter sido suficiente para ativar processos metabólicos como a atividade respiratória e reorganização do sistema de membranas (BEWLEY, 1997).

Houve diferenças entre os dois tratamentos de superação de dormência sendo, na média geral, o tratamento de imersão em água a 40°C por 24 h o que apresentou significativamente os melhores resultados de porcentagem de primeira

contagem do teste de germinação. Isso sugere que a alta temperatura de 40°C não afetou a qualidade fisiológica e ainda contribuiu para que as sementes menos vigorosas tivessem tempo suficiente para atingir estágio de atividade metabólica semelhante ao das mais vigorosas (MARCOS FILHO, 2005). O tratamento de imersão em hipoclorito de sódio a 0,5% por 24 h na média geral também foi significativamente superior ao controle, mas ao analisar os tratamentos de superação de dormência dentro dos genótipos verifica-se que nos Vermelho Virgínia e EPAGRI109 a porcentagem de primeira contagem de germinação do tratamento com hipoclorito não diferiu do controle (Tabela 2). De acordo com Lopes et al. (1998), a porcentagem de primeira contagem de germinação das sementes da cultivar Franciscano submetidas ao tratamento de imersão em hipoclorito de sódio foi superior ao controle, porém a das sementes da cultivar GA 3882 submetidas ao mesmo tratamento não

diferiu do controle. Esses resultados mostram que a resposta a um determinado tratamento de superação de dormência poderá variar em função da cultivar.

As sementes não tratadas, tratadas com hipoclorito e imersas em água a 40°C do genótipo SCSBRS Tio Taka apresentaram os menores valores de primeira contagem do teste de germinação não deferindo significativamente do controle do genótipo Vermelho Pequeno aos 30 dias, do tratamento com hipoclorito dos genótipos Vermelho Virgínia e EPAGRI109 aos 30 e 60 dias de armazenamento. O genótipo Vermelho Virgínia também não diferiu significativamente do EPAGRI109 aos 30 e 60 dias após a colheita no controle e tratamento com hipoclorito a 0,5%. No tratamento de imersão em água a 40°C esse genótipo foi significativamente superior ao EPAGRI109 aos 30 dias e aos 60 dias de armazenamento. Foi observado que o genótipo Vermelho Virgínia apresentou, na média

Tabela 2 - Primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de arroz dos genótipos Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 submetidas a tratamentos para a superação de dormência, aos 30 e 60 dias de armazenamento (Seropédica, RJ, 2009/2010).

Genótipo	Controle	Hipoclorito de sódio a 0,5%	Água a 40°C	Média geral ¹ (%)
30 dias				
Vermelho Pequeno	34 Bb*	75 Aa	78 Aa	64 B
Vermelho Virgínia	65 Ab	60 Bb	82 Aa	89 A
SCSBRS Tio Taka	38 Bb	52 Ba	57 Ba	47 C
EPAGRI109	58 Ab	60 Bb	75 Aa	60 B
Médias	49c	62b	72a	
60 dias				
Vermelho Pequeno	49 Ab	73 Aa	76 Ba	
Vermelho Virgínia	49 Ab	51 Bb	79 Aa	
SCSBRS Tio Taka	31 Bb	50 Ba	55 Ca	
EPAGRI109	45 Ab	46 Bb	73 Ba	
Médias	43c	55b	71a	
Média geral ¹	59	CV (%) ¹	16,22	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$). ¹ Valores obtidos na análise conjunta da variância.

geral, porcentagens de primeira contagem de germinação significativamente superior aos de arroz branco. Observa-se que em alguns casos as sementes de arroz vermelho apresentaram vigor semelhante ou até mesmo superior em relação às sementes de arroz branco (Tabela 3).

Em Moreira et al. (2011) verificou-se que aos 60 dias após a colheita as sementes do genótipo vermelho Pequeno apresentou vigor semelhante as cultivares de arroz branco Caiapó e BRS Primavera. O genótipo Vermelho Pequeno também não diferiu do EPAGRI109 na média geral. Contudo, deve-se ressaltar que o teste de primeira contagem da germinação foi conduzido em condições totalmente favoráveis e, nestas condições mostra-se pouco sensível para diferenciar lotes com diferentes níveis de vigor próximos ou semelhantes (WRASSE et al., 2009).

Em relação ao efeito dos tratamentos de superação de dormência sobre a germinação das sementes dos genótipos aos 30 dias de armazenamento, verificou-se que não houve diferenças entre as sementes não tratadas e tratadas com imersão em hipoclorito de sódio e água a 40°C no genótipo Vermelho Pequeno. O mesmo resultado foi obtido aos 60 dias mostrando que para esse genótipo o período de armazenamento de 30 dias foi suficiente para a superação da dormência (Tabela 3). Esse resultado está em contradição ao encontrado por Schwanke et al. (2008), onde sementes de ecótipos de arroz vermelho avaliados apresentaram aos 30 dias após a colheita dormência variando de 70 a 100%.

No genótipo Vermelho Virgínia aos 30 dias houve diferenças significativas entre o controle e as sementes tratadas com imersão em água a 40°C o que mostra a presença de dormência nesse período de armazenamento. Apesar de ser detectada dormência nas sementes desse genótipo, essa pode ser considerada baixa. Esse resultado corrobora com o encontrado por Smirdele e Pereira (2008b), onde foi encontrado baixos percentuais de sementes dormentes durante armazenamento, tanto na colheita quanto durante o armazenamento, porém em uma cultivar de sementes de pericarpo branco (BRS 7 Taim). Nesse genótipo também aos 30 dias

não foi observada diferença significativa entre o controle e o tratamento com imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. Resultado semelhante foi observado por Vieira et al. (1994) onde os tratamentos com hipoclorito de sódio em diversos períodos de imersão proporcionou resultados semelhante ao da testemunha. Dias e Shioga (1997) verificaram que o tratamento de imersão em água a 40°C por 24 h demonstrou melhoria da germinação em lotes com menor intensidade de dormência. Os mesmos autores observaram que o tratamento com hipoclorito de sódio foi eficiente em melhorar a germinação de lotes de arroz, tanto com baixa quanto com alta intensidade de dormência. Aos 60 dias o controle não apresentou porcentagem de germinação significativamente diferente aos tratamentos de quebra de dormência.

Os dois genótipos de arroz branco utilizados neste experimento apresentaram comportamento semelhante quanto a resposta aos tratamentos de superação de dormência. Aos 30 dias houve diferenças significativas entre o controle e os tratamentos de superação de dormência. Aos 60 dias essas diferenças já não foram detectadas o que permite concluir que nesse período de armazenamento não havia dormência nas sementes dos genótipos de arroz branco (Tabela 3). Esses resultados confirmam a hipótese da existência de fatores intrínsecos à semente eliminados durante o armazenamento, tais como compostos fenólicos, que inibem a germinação das sementes (VIEIRA et al., 2008).

Analisando os resultados, aos 60 dias já não foi mais constatado a presença de dormência nas sementes tanto nos genótipos de arroz vermelho quanto nos de arroz branco (Tabela 3). Esse resultado está de acordo com os encontrados por Fonseca et al. (2001) onde sementes de cultivares de arroz irrigado não apresentaram dormência 80 dias após a colheita. O tempo de armazenamento necessário para a superação natural da dormência pode ter sofrido influência das condições de temperatura do meio e embalagem empregada. Vieira et al. (2008) observaram que a redução da dormência apresentou-se de forma mais rápida em lotes de sementes armazenados em

armazém (temperatura mínima 15 a 20 e máxima 22 a 28°C UR 60 a 72%) em comparação aos armazenados em câmara fria e seca (10°C e 50% UR). Porém, segundo esses mesmos autores, a redução da porcentagem de germinação também foi observada mais rapidamente nos lotes de sementes armazenados nas condições de armazém. Segundo Vieira et al. (2002) lotes armazenados em sacos de rafia apresentam redução da dormência de forma mais rápida em comparação com os armazenados em papel multifoliado, como os deste experimento. A intensidade da dormência também pode ser influenciada pelas condições climáticas durante a maturação das sementes. Dias mais quentes podem resultar em lotes de sementes com maior intensidade de dormência (JENNINGS e JESUS JÚNIOR, 1964). Ao analisar a temperatura média registrada durante a maturação de 26,8°C, considerada uma temperatura amena, pode ter contribuído para o curto período de dormência pós-colheita dessas sementes (Figura 3). As

sementes do genótipo Vermelho Virgínia e de arroz branco, utilizados neste experimento, necessitaram de mesmo período que as do genótipo Vermelho Pequeno que precisou de período menor de armazenamento para que a dormência fosse superada, diferentemente de genótipos tradicionais de arroz vermelho.

O genótipo SCSBRS Tio Taka apresentou menor porcentagem de germinação não diferindo significativamente do genótipo Vermelho Virgínia e ambos os genótipos de arroz vermelho não diferiram quanto a porcentagem de germinação do genótipo EPAGRI109. Aos 30 dias de armazenamento as sementes dos genótipos de arroz branco do controle apresentaram significativamente os menores valores de porcentagem de germinação em comparação com os genótipos Vermelho Pequeno e o Vermelho Virgínia. Contudo, essas diferenças não foram observadas aos 60 dias de armazenamento o que pode ser resultado da superação natural da dormência dos genótipos (Tabela 3). Dias

Tabela 3 - Germinação (%) de sementes de arroz dos genótipos Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 submetidas a tratamentos para superação de dormência, aos 30 e 60 dias de armazenamento (Seropédica, RJ, 2009/2010).

Genótipo	Controle	Hipoclorito de sódio a 0,5%	Água a 40°C	Média geral ¹ (%)
30 dias				
Vermelho Pequeno	91Aa*	90Aa	88Aa	92 A
Vermelho Virgínia	82Bb	82Bb	93Aa	89 BC
SCSBRS Tio Taka	69Db	87Aa	87Aa	88 C
EPAGRI109	77Cb	90Aa	89Aa	90 AB
Médias	80 b	87 a	89 a	
60 dias				
Vermelho Pequeno	94 Aa	95 Aa	96 Aa	
Vermelho Virgínia	95 Aa	91Aa	96 Aa	
SCSBRS Tio Taka	92 Aa	96 Aa	95 Aa	
EPAGRI109	94 Aa	94 Aa	97 Aa	
Médias	94 a	94 a	96 a	
Média geral ¹	90,03	CV (%) ¹	3,91	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$). ¹ Valores obtidos na análise conjunta da variância.

e Shioiga (1997), avaliando a superação da dormência em lotes de sementes da cultivar de arroz branco CICA 9, observaram que as sementes de determinado lote não apresentavam mais dormências dos 60 dias de armazenamento.

CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica das sementes dos genótipos Vermelho Pequeno, Vermelho Virgínia, SCSBRS Tio Taka e EPAGRI109 é atingida no estágio duro.

O período de 30 dias de armazenamento é suficiente para a superação da dormência das sementes do genótipo Vermelho Pequeno, enquanto que para os genótipos Vermelho Virgínia, EPAGRI109 e SCSBRS Tio Taka o período necessário é de 60 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p.341-349, 2001a.
- AGOSTINETTO, D. et al. Liberação da dormência em arroz vermelho: ações do período e da temperatura de armazenamento e da integridade física das sementes. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v.2, p.17-23, 2001b.
- ÁVILA, L. A. et al. Evolução do banco de sementes de arroz vermelho em diferentes sistemas de utilização do solo de várzeas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, p.217-230, 2000.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds – physiology of development and germination**. New York, Plenum Press, 1985. 367p.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, Rockville, v.9, p.1055-1066, 1997.
- BRASIL. Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997. Regulamenta a lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares –SNPC, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n.216, p.25333–25354, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- BRUNES, T. O. et al. Fluxo gênico entre arroz vermelho e arroz cultivado estimado por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p.86-92, 2007.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DIAS, M. C. L. L.; SHIOGA, P. S. Tratamentos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, p.52-57, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FREIRE, A. B. et al. Monitoramento de germoplasma de arroz em câmara de conservação. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras. v.26, p.943-948, 2002.
- FONSECA, J. R. et al. **Ocorrência e duração de dormência em arroz de terras altas e de várzeas**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 54).
- FONSECA, J. R. et al. **Dormência de sementes de arroz-vermelho e branco**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 138).
- GIANINETTI, A.; VERNIERI, P. On the role of abscisic acid in seed dormancy of red rice. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.58, p.3449–3462, 2007.
- JENNINGS, P. R.; JESUS JÚNIOR, J. Effect of heat on breaking seed dormancy in rice. **Crop Science**, Madison, v.4, p.530-533, 1964.
- LOPES, J. C. et al. Tratamentos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, p.87-92, 1998.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

- MENEZES, V. G. et al. Caracterização de biótipos de arroz vermelho em lavouras de arroz no Estado do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, p.221-227, 2002.
- PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90p.
- SCHWANKE, A. M. L. et al. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, p.497-505, 2008.
- SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. S. **Época de Colheita e Qualidade Fisiológica de Sementes de Arroz Irrigado Cultivar BR IRGA 409 Produzidas em Roraima**. Boa Vista, Embrapa Roraima, 2008a. 16p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 03).
- SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. S. Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, p.74-80, 2008b.
- SOARES, A. P.; CAMARGOS, S. L. Morfologia de grão e qualidade protéica em variedades de arroz vermelho. **Agrarian**, Dourados, v.2, p.31-40, 2009.
- VIEIRA, A. R. et al. Efeitos de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes de arroz e na atividade enzimática da peroxidase. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.535-542, 1994.
- VIEIRA, A. R. et al. Dormência e qualidade fisiológica de sementes de arroz armazenadas em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, p.33-44, 2002.
- VIEIRA, A. R. et al. Marcador isoenzimático de dormência em sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, p.81-89, 2008.
- WRASSE, C. F. et al. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. **Científica**, Jaboticabal, v.37, p.107-114, 2009.
- ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e Feijão, 2004. 402p.