

TRATAMENTOS TÉRMICOS E QUÍMICOS EM SEMENTES DE TRIGO

Lilian Madruga de Tunes, Daniele Cardoso Pedroso, Gerusa Massuquini Conceição, Ana Paula Piccinin Barbieri, Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros, Marlove Fátima Brião Muniz e Nilson Lemos Menezes

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com objetivo de estudar a eficiência de diferentes tratamentos, térmicos e químicos, para superar a dormência de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). Para tanto, utilizaram-se quatro lotes de sementes da cv. Raízes. Os tratamentos foram T1- pré-frio: 5-10°C por um período de cinco dias; T2- pré-secagem: 30-35°C por um período de sete dias, em estufa com circulação de ar; T3- pré-secagem: 50°C, em estufa com circulação de ar, por 72h; T4- pré-secagem: 50°C, em estufa com circulação de ar, por 96h; T5- ácido giberélico (AG₃): umedecer o substrato com solução 0,02% (200mg AG₃/litro); T6- nitrato de potássio (KNO₃): umedecer

o substrato com solução 2% (200mg KNO₃/litro); e T7- testemunha: sementes sem tratamento. Também foram realizados a curva de embebição das sementes e teste de tetrazólio para avaliar o tempo de protrusão da radícula e viabilidade das sementes, respectivamente. O delineamento usado foi inteiramente casualizado e as análises de variância foram efetuadas no esquema fatorial 4×7 (lotes de sementes × tratamentos para superação de dormência), com cinco repetições por tratamento. O método térmico, utilizando temperatura de 30-35 e 50°C (72h), apresentou maior eficiência na superação da dormência de sementes de trigo.

Introdução

Em trigo, certo grau de dormência é desejável para evitar a germinação ainda na espiga, especialmente em climas com períodos úmidos e chuvas prolongadas durante a colheita, como ocorre no sul do Brasil. A temperatura é um fator com influência significativa na expressão da dormência, durante o período de enchimento das sementes e após a maturidade. No primeiro caso, durante o período de enchimento das sementes, a baixa temperatura induz a dormência, porém a mesma é considerada efetiva para superar a dormência após a maturidade (Tunes *et al.*, 2009). A expressão da dormência ocor-

re quando sementes maduras e sadias não germinam, em exposição a condições aparentemente adequadas de umidade, temperatura, luz e oxigênio (Carvalho e Nakagawa, 2000; Castro *et al.*, 2004).

Segundo Castro *et al.* (2004) a superação da dormência está relacionada a fatores internos e externos à semente. Existe uma série de métodos e testes indicados pela ISTA para superar a dormência de sementes de gramíneas (ISTA, 2008). Os principais são a ruptura da cariopse, o tratamento com nitrato de potássio, o emprego de tratamento térmico, o pré-esfriamento e tratamento com hormônios. Entre os reguladores de crescimento, as gibere-

linas (geralmente o ácido giberélico, GA₃) são os compostos citados como os mais relacionados à superação de dormência (Carvalho e Nakagawa, 2000). A germinação das sementes inicia-se com a embebição de água e desencadeia uma sequência de mudanças metabólicas que culminam com a protrusão da radícula, quando se refere a sementes viáveis com dormência não tegumentar, como é o caso das sementes de trigo (Marcos Filho, 2005).

O desenvolvimento fisiológico das sementes ortodoxas, como o trigo, pode ser dividido em três fases, sendo a terceira correspondente à desidratação que, resultando na redução gradual do metabolis-

mo, torna o embrião metabolicamente inativo ou quiescente (Kermode *et al.*, 1989).

Diante do exposto, objetivou estudar a eficiência de diferentes tratamentos, térmicos e químicos, para superar a dormência de sementes de *Triticum aestivum* L.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. Foram utilizados quatro lotes de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) da cultivar Fundacep Raízes, safra 2009/2010. Para a caracterização dos lotes de

PALAVRAS CHAVE / Curva de Embebição / Germinação / Sementes / *Triticum aestivum* L. / Viabilidade /

Recebido: 09/09/2010. Modificado: 14/09/2011. Aceito: 16/09/2011.

Lilian Madruga de Tunes. Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências e Tecnologia de Sementes e Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. Endereço: Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Avenida Roraima N° 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil. e-mail: lilianmtunes@yahoo.com.br

Daniele Cardoso Pedroso. Bióloga, Mestre em Agronomia e Doutoranda em Agronomia, UFSM, Brasil. e-mail: danielbioufsm@yahoo.com.br

Gerusa Massuquini Conceição. Estudante de graduação em Agronomia e Bolsista do Laboratório de Sementes, UFSM, Brasil. e-mail: g.massukini@hotmail.com

Ana Paula Piccinin Barbieri. Engenheira Agrônoma e Mestranda em Agronomia, UFSM, Brasil. e-mail: barbieri.anapaula@hotmail.com

Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil. Professor FAEM/UFPEL. e-mail: acbarros@ufpel.edu.br

Marlove Fátima Brião Muniz. Engenheira Agrônoma e Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. Professora UFSM, Brasil. e-mail: marlovemuniz@yahoo.com.br

Nilson Lemos Menezes. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia, Universidade Federal de São Paulo, Brasil. Professor UFSM, Brasil. e-mail: nlmenezes@hotmail.com

THERMAL AND CHEMICAL TREATMENTS ON WHEAT SEEDS

Lilian Madruga de Tunes, Daniele Cardoso Pedroso, Geresa Massuquini Conceição, Ana Paula Piccinin Barbieri, Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros, Marlove Fátima Brião Muniz and Nilson Lemos Menezes

SUMMARY

This work was conducted to study the effectiveness of different treatments, thermal and chemical, for breaking dormancy of seeds of wheat (*Triticum aestivum* L.). Four seed lots of the Roots variety were used. The treatments were T1- pre-cool: 50-10°C for a period of five days; T2- pre-drying: 30-35°C for a period of seven days in an oven with air circulation; T3- pre-drying: 50°C in an oven with air circulation for 72h; T4- pre-drying: 50°C in an oven with circulating air for 96h; T5- gibberellic acid (GA_3): wet the substrate with a 0.02% solution (200mg GA_3 /liter); and T6- po-

tassium nitrate (KNO_3): dampen the substrate with a 2% solution (200mg KNO_3 /liter); and T7- control: untreated seeds. The imbibition curve and tetrazolium test were also carried out to assess the time of radicle protrusion and seed viability, respectively. The trial was randomized and analysis of variance was conducted in a factorial 4×7 scheme (seed lots × treatments to overcome dormancy), with five replicates per treatment. The thermal method, using temperatures of 30-35 and 50°C (72h) was more efficient in overcoming dormancy of wheat seeds.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y QUÍMICOS EN SEMILLAS DE TRIGO

Lilian Madruga de Tunes, Daniele Cardoso Pedroso, Geresa Massuquini Conceição, Ana Paula Piccinin Barbieri, Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros, Marlove Fátima Brião Muniz y Nilson Lemos Menezes

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de estudiar la eficiencia de diferentes tratamientos, térmicos y químicos, para superar la dormición de semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Para ello se utilizaron cuatro lotes de semillas de la variedad Raíces. Los tratamientos fueron T1- prefrijo: 5-10°C por un período de cinco días; T2- presecado: 30-35°C por un período de siete días, en estufa con circulación de aire; T3- presecado: 50°C, en estufa con circulación de aire, por 72h; T4- presecado: 50°C, en estufa con circulación de aire, por 96h; T5- ácido giberélico (AG_3): sustrato humedecido con solución 0,02% (200mg AG_3 /litro); T6- nitrato de potasio (KNO_3):

sustrato humedecido con solución 2% (200mg KNO_3 /litro); y T7- testigo: semillas sin tratamiento. También fueron realizados la curva de embebição de las semillas y el test de tetrazolio para evaluar el tiempo de protrusión de la radícula y viabilidad de las semillas, respectivamente. El diseño experimental usado fue completamente aleatorio y los análisis de variancia fueron efectuados en un esquema factorial 4×7 (lotes de semillas × tratamientos para superar la dormición), con cinco repeticiones por tratamiento. El método térmico, utilizando temperaturas de 30-35 y de 50°C (72h), presentó mayor eficiencia en la superación de la dormición en semillas de trigo.

sementes, utilizaram-se os testes e determinações descritos a seguir.

Teor de água

Foi determinado pelo método de estufa a 105 ±3°C por 24h, utilizando duas subamostras por lote, segundo as recomendações das Regras de Análises de Sementes – RAS (Brasil, 2009).

Métodos para a superação de dormência

Os métodos utilizados para a superação de dormência das sementes em estudo constituíram os tratamentos T1- pré-frio: 5-10°C por um período de cinco dias; T2- pré-secagem: 30-35°C por um período de sete dias, em estufa com circulação de ar; T3- pré-se-

cagem: 50°C, em estufa com circulação de ar, por 72h; T4- pré-secagem: 50°C, em estufa com circulação de ar, por 96h; T5- ácido giberélico (AG_3): umedecer o substrato com solução 0,02% (200mg AG_3 /litro); T6- nitrato de potássio (KNO_3): umedecer o substrato com solução 2% (200mg KNO_3 /litro); e T7- testemunha: sementes sem tratamento.

Teste de germinação

Foi realizada com quatro repetições de 100 sementes por lote, semeadas em rolos de papel toalha, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em germinador, regulado a 20°C. A

avaliação foi realizada aos oito dias após a semeadura (Brasil, 2009). As sementes que não germinaram foram reunidas e submetidas ao teste de tetrazólio para confirmar a presença de dormência.

Teste de tetrazólio

As sementes foram embebidas em água destilada por 18h e temperatura de 20°C antes de serem submetidas a cortes longitudinais. Após o seccionamento, as sementes foram colocadas no escuro, em beakers de 25ml, contendo solução 1% de 2,3,5 trifrenil cloreto de tetrazólio, por 3h (Brasil, 2009). Após a coloração, a solução foi drenada e as sementes lavadas em água corrente. A avaliação foi baseada nos critérios propostos em ISTA (2008), para deter-

minação do percentual de sementes viáveis (Figura 1).

Comprimento da parte aérea e raiz de plântulas normais

Foi realizado aos quatro dias após a montagem do teste de germinação. As plântulas foram escolhidas aleatoriamente, obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 30 sementes, no terço superior da folha de papel toalha, conforme procedimento descrito por Nakagawa (1999). Determinou-se o comprimento da parte aérea e raiz das plântulas, com auxílio de régua graduada em mm. O comprimento médio, da parte aérea e da raiz, foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas nor-

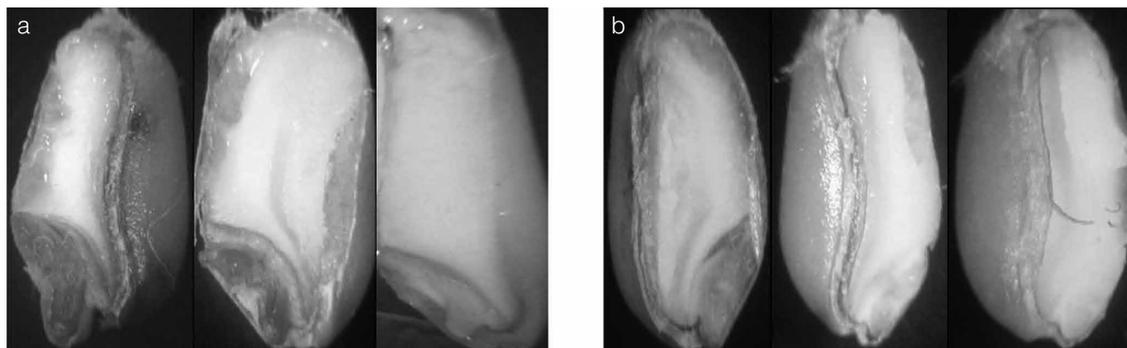


Figura 1. Teste de tetrazólio em trigo: sementes viáveis (a) e não viáveis (b).

mais, com os resultados expressos em cm.

Análise estatística

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, e as análises de variância foram efetuadas no esquema fatorial 4×7 (lotes × tratamentos para superação da dormência), com cinco repetições por tratamento. Utilizou-se a transformação arco-seno $(x/100)^{1/2}$ para os dados em percentagem, com o objetivo de normalizar a distribuição. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa de análises estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). Nas tabelas, as médias foram apresentadas sem transformação.

Resultados e Discussão

As sementes viáveis foram identificadas pelo teste de tetrazólio (Tabela I), decorrido da coloração apresentada pelos embriões das sementes, e de acordo com a metodologia específica para gramíneas proposta pela ISTA (ISTA, 2008). Foi observado que cerca de 90% das sementes dos lotes 1, 3 e 4 mostraram-se viáveis para a germinação. O lote 2 apresentou na maioria dos tratamentos valores acima de 85% de sementes viáveis para o processo germinativo. Entretanto, o tratamento térmico de 50°C com tempo de exposição de 96h prejudicaram a viabilidade das sementes de ambos os lotes analisados.

Segundo Halmer e Bewley (1984), a maior parte das mu-

danças no metabolismo básico da semente está associada a reduções de viabilidade, as quais afetam diretamente o desenvolvimento das sementes. Para gramíneas, esse percentual de viabilidade apresentado é bastante elevado, o que poderá conduzir as sementes de trigo à germinação, mediante, a tratamentos pré-germinativos para superar a sua dormência (Cunha *et al.*, 2004).

A avaliação do vigor da semente como rotina na indústria sementeira tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, fornecendo maior precisão e reprodutibilidade dos resultados, o que é de extrema importância na tomada de decisão pelo sistema de produção e comercialização (Vieira *et al.*, 1994). O teste de tetrazólio tem sido usado,

não somente como técnica para estimar a viabilidade, mas também o vigor das sementes (Brasil, 2009).

Algumas pesquisas têm sido conduzidas, buscando associar a qualidade fisiológica com a velocidade de absorção de água pelas sementes, porém os resultados alcançados, não são conclusivos. Os lotes 2 e 4 (Tabela I) apresentaram-se com a menor qualidade fisiológica. Resultados semelhantes foi encontrado por Rocha *et al.* (1984) avaliando a capacidade de absorção de água pelas sementes de soja, concluindo que as de maior qualidade embebem mais lentamente. Bruno *et al.* (2001) também fazem menção a esta particularidade quando trabalharam com sementes de *Mimosa aesalpinioefolia* Benth. De acordo com Galindo e Landgrafhegarty (2000), a

hidratação ocorre em taxas diferentes para cada indivíduo de um lote de sementes, sendo que as sementes mortas podem se hidratar mais rapidamente do que as capazes de germinar. Por outro lado, segundo Rocha *et al.* (1984), a hidratação de sementes de soja ocorreu de forma similar, independentemente do estágio de deterioração, assim, concluíram que, o teste

de embebição em água não foi eficiente para separar genótipos de soja quanto à qualidade fisiológica de suas sementes.

Na Tabela I estão apresentadas as médias da germinação e os resultados dos tratamentos para superação da dormência dos quatro lotes. O tratamento sem a superação da dormência dos lotes 1 e 3 apresentaram menor intensidade de dormência inicial, provavelmente em virtude das condições ambientais durante o período de maturação das sementes, de acordo com Barros e Peske (2006). A média da germinação indica que todos os lotes da cultivar Raízes possuem alto grau de dormência, havendo a necessidade de tratamento específico para a utilização dessas sementes logo depois de colhidas.

TABELA I
VALORES MÉDIOS DO TESTE DE TETRAZÓLIO E GERMINAÇÃO (%) E RESULTADOS DOS TRATAMENTOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DOS QUATRO LOTES DE SEMENTES DE TRIGO, CV. FUNDACEP RAÍZES. SANTA MARIA, RS - 2010

Lotes	Test	Sementes viáveis (%)					
		F (5-10°C)	T (30-35°C)	T 72h (50°C)	T 96h (50°C)	AG ₃	KNO ₃
1	95 aA	93 aA	95 aA	95 aA	81 aB	94 aA	90 aA
2	80 bA	90 aA	90 aA	92 aA	71 bC	89 aA	90 aA
3	90 aA	92 aA	95 aA	94 aA	82 aB	95 aA	90 aA
4	90 aA	91 aA	95 aA	95 aA	75 bB	95 aA	90 aA
CV (%)= 11,07							
Germinação (%)							
1	49 aD	88 aB	97aA	95 aA	75 aC	90 aB	86 aB
2	30 bC	86 aA	88 bA	86 bA	68 bB	79 bB	77 bB
3	44 aC	87 aB	95 aA	95 aA	77 aB	83 bB	83 aB
4	38 bD	85 aB	91 bA	90 bA	71 bC	82 bB	85 aB
CV (%)= 12,01							

Test.: testemunha; F: frio; T: temperatura de 30 a 35°C, ou de 50°C com a duração indicada; AG₃: ácido giberélico 0,02%; KNO₃: nitrato de potássio 2%. Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Quando se optou pela temperatura de 5-10°C para a superação da dormência em todos os lotes (Tabela I), a germinação atingiu porcentagens >85%, sendo elevada para os padrões de sementes, onde o mínimo exigido é de 80% (Brasil, 2005). O mesmo foi encontrado em sementes de cevada após a colheita, independente da cultivar analisada (Tunes *et al.*, 2009). Segundo Barros e Peske (2006), o frio condicionado pelo teste de frio (5-10°C) pode funcionar como um instrumento de grande valor para a seleção prévia de lotes de sementes que apresentam bom potencial germinativo em solos frios e úmidos, condições estas, normalmente ocorrente na região Sul do Brasil. De acordo com Kissmann e Groth (2000), a variabilidade das respostas quanto ao requerimento de temperatura é um reflexo da adaptação das espécies ao ambiente de ocorrência, justificando elevada germinação do trigo a temperaturas mais baixas, pois esta espécie é encontrada em regiões frias do Brasil. No entanto, apesar de expressar um elevado percentual germinativo este método não permitiu classificar os lotes em alto, médio e baixa qualidade fisiológica.

Por outro lado, sob temperaturas mais altas de 30-35°C em câmara com circulação de ar por um período de sete dias (Tabela I) foram observados os maiores valores para a germinação de todos os lotes de sementes analisados. Os resultados obtidos discordam da observação de Dousseau *et al.* (2008) que apenas atribuíram ao aquecimento a aceleração do processo germinativo e não a um aumento na germinação, como ocorreu no presente trabalho.

O tratamento com temperatura de 50°C por um período de exposição das sementes de 72h (Tabela I) obtiveram resultados similares aos encontrados no tratamento com temperatura de 30-35°C, ou seja, destacando os lotes 1 e 3 como os de melhor qualida-

TABELA II
VALORES MÉDIOS DO COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA E RAIZ E RESULTADOS DOS TRATAMENTOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DOS QUATRO LOTES DE SEMENTES DE TRIGO, CV. FUNDACEP RAÍZES. SANTA MARIA, RS - 2010

Lotes	Test.	Comprimento da parte aérea (cm)					
		F (5-10°C)	T (30-35°C)	T 72h (50°C)	T 96h (50°C)	AG ₃	KNO ₃
1	6,61 aC	8,18 bB	9,53 aA	10,81 aA	6,75 aC	8,45 bB	8,10 aB
2	4,62 bC	7,64 bB	8,55 bA	8,65 bA	5,41 bC	8,10 bA	7,51 bB
3	4,75 bC	9,07 aB	9,32 aB	11,65 aA	5,95 bC	9,86 aB	8,34 aB
4	4,55 bC	7,55 bB	7,64 cB	9,72 bA	5,70 bC	8,03 bB	7,85 bB
CV (%) = 7,87							
Lotes	Test.	Comprimento da raiz (cm)					
		F (5-10°C)	T (30-35°C)	T 72h (50°C)	T 96h (50°C)	AG ₃	KNO ₃
1	7,64 aC	10,88 aB	14,84 aA	15,85 aA	7,63 aC	11,54 aA	10,31 aB
2	5,34 bC	7,53 cC	10,32 bB	12,46 bA	7,02 aC	10,00 bB	9,50 bB
3	5,93 bC	10,42 aB	14,93 aA	16,02 aA	7,13 aC	11,20 aB	9,71 bB
4	5,59 bC	9,05 bB	10,02 bB	11,95 bA	7,32 aC	10,37 bB	9,55 bB
CV (%) = 12,01							

Test.: testemunha; F: frio; T: temperatura de 30 a 35°C, ou de 50°C com a duração indicada; AG₃: ácido giberélico 0,02%; KNO₃: nitrato de potássio 2%. Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

de e maior potencial germinativo. A ação imediata de tratamentos térmicos, na redução da taxa de dormência, foi constatada em sementes de *Brachiaria brizantha* (Martins e Silva, 2001) e em sementes de cevada (Tunes *et al.*, 2009). Dentro da faixa de temperatura em que as sementes de uma espécie germinam, existe uma temperatura ótima, na qual ocorre o máximo de germinação em menor intervalo de tempo, sendo a mesma variável entre as espécies. Seshu e Dadlani (1991) afirmaram que o tratamento com calor seco foi mais eficiente na melhoria da germinação em cultivares de arroz com dormência fraca e intermediária. Os mesmos autores observaram que sementes de cultivares com maior dormência necessitam de períodos mais longos com tratamento a base de calor para a superação da dormência.

As sementes atingiram o valor máximo de germinação quando foram tratadas com temperatura de 50°C por um período de exposição de 72h e acima deste tempo (96h) observou-se uma queda na germinação das mesmas (Tabela II). O mesmo apresentou germinação em todos os lotes abaixo de 80%, valor abaixo dos padrões exigidos para comercialização de sementes

de trigo. Seshu e Dadlani (1991) trabalhando com sementes de arroz observou que o máximo potencial germinativo das sementes era encontrado, quando as mesmas eram submetidas à temperatura de 50°C em 48h de exposição. De acordo com Vieira *et al.*, (1994), isso mostra que temperaturas altas associadas a longos períodos de exposição podem afetar a organização das membranas nos embriões, dessa forma, reduzindo a germinação. No entanto Bradbeer (1988) não acredita que o efeito de temperaturas elevadas remova algum bloqueio metabólico à germinação. Apesar de afetar a capacidade germinativa das sementes de trigo, o método foi eficiente para diferenciar os lotes em relação sua qualidade, porém houve reduções no percentual de germinação.

O tratamento com ácido giberélico (AG₃) estimulou significativamente a superação de dormência nos quatro lotes das sementes de trigo, com germinação acima de 80% (Tabela I). O mesmo tratamento classificou o lote 1 como o de maior qualidade, no entanto os demais lotes não apresentaram diferença significativa entre eles. Bonow (2008) indicou que a germinação de sementes de arroz pode ser promovida pela mu-

dança hormonal e que o AG₃ atua na promoção da germinação, sendo isto comprovado em espécies de milho, de acordo com Aragão *et al.* (2003). De acordo com Stenzel *et al.* (2003), sementes de atemóia e fruta-do-conde que possuem concentração relativa de AG₃ baixa, quando tratadas na concentração adequada, teriam germinação mais homogênea e em maior quantidade. Com relação à resposta ao ácido giberélico, verifica-se, pelos resultados obtidos na espécie em estudo, uma divergência altamente significativa em comparação com outras espécies como *Muntingia calabura* L. (Laura *et al.*, 1994); *Helianthus annuus* L., dentre outras, as quais responderam de forma altamente desfavorável a esse regulador de crescimento.

O efeito do nitrato de potássio (KNO₃) na superação da dormência (Tabela I) apresentou diferença estatística apenas em relação ao lote 2, sendo este classificado como sementes de menor qualidade fisiológica. Este tipo de tratamento vem sendo pesquisado há muitos anos por vários autores (Gazziero *et al.*, 1991), os quais afirmam ser o nitrato de potássio um agente eficiente na promoção da germinação de muitas sementes dormentes. Por outro lado, em

algumas espécies, como capim massambará (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) a embebição do substrato com KNO₃ com concentração de 2% parece não agir quando se trata de superação da dormência dessas sementes. Esse fato foi confirmado por Lula *et al.* (2000) ao testar três concentrações de KNO₃ (0,5, 1,0 e 2%) em sementes de capim massambará *Sorghum halepense* (L.) Pers. Esses autores relatam que em nenhuma dessas concentrações testadas o KNO₃ favoreceu um potencial germinativo máximo.

Verificou-se nesse trabalho que o uso de calor seco (30-35°C e 50°C por um período de exposição de 72h) permitiu obter maiores porcentuais de sementes germinadas que os tratamentos com temperatura baixa e químico. Dentre os diversos fatores do ambiente físico, a temperatura tem sido considerada como um dos principais responsáveis pela percentagem final de germinação, por afetar especialmente a velocidade de absorção de água, a reativação das reações metabólicas, fundamentais aos processos de mobilização de reservas e a retomada de crescimento da radícula (Dousseau *et al.*, 2008). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) é essencial ressaltar que os efeitos da temperatura sobre a germinação são complexos, pois podem afetar cada estágio do processo germinativo de diferentes maneiras, além de estarem relacionados aos processos bioquímicos aos quais as sementes são sujeitas. Sendo assim, o desenvolvimento de pesquisas abordando o mesmo tema, mas contemplando diferentes fatores capazes de influir no processo relacionado à temperatura de germinação das sementes seriam extremamente úteis na avaliação da qualidade das mesmas.

Na Tabela II estão apresentadas as médias referentes ao comprimento da parte aérea e comprimento da raiz. Nas duas variáveis analisadas sem tratamento para superação da dormência, os melhores resul-

tados foram encontrados no lote 1. Em relação aos lotes 2, 3 e 4 o comprimento da raiz e parte aérea não apresentou diferenças expressivas.

Quando o tratamento de frio foi aplicado o comprimento da parte aérea foi maior no lote 3. Para a variável comprimento da raiz, este teste apresentou maiores resultados nos lotes 1 e 3. De acordo com dados de Tunes *et al.* (2009) o mesmo foi encontrado em sementes de cevada, em lotes com maior capacidade germinativa.

Temperatura de 35 e 50°C com tempo de exposição das sementes por 72h tiveram maior resultado nos lotes 1 e 3 para as duas variáveis analisadas. O crescimento e desenvolvimento de plântulas parecem ser os mesmos para os dois lotes (1 e 3). O sistema radicular tende a se desenvolver mais rapidamente que a parte aérea, visto que possui valor mais elevado do comprimento. Segundo Varela *et al.* (2005) em temperaturas mais altas, a velocidade de absorção de água e as atividades enzimáticas tornam-se mais elevadas, fazendo com que o sistema radicular se desenvolva mais rapidamente que o sistema da parte aérea.

No entanto, para o tratamento com o uso de temperatura de 50°C com tempo de exposição de 96h apenas o lote 1 apresentou diferença dos demais em relação ao comprimento da parte aérea. Quando relacionado ao comprimento da raiz este tratamento não diferenciou os lotes, além do que apresentaram resultados estatisticamente similares as testemunhas de todos os lotes das sementes de trigo. Segundo Tunes *et al.* (2009) o mesmo ocorreu com os diferentes lotes de cevada analisados, não diferindo estatisticamente o sistema radicular da parte aérea.

O comportamento do tratamento com AG₃ foi similar ao do frio. De acordo com Bonow (2008), na dormência fisiológica, o embrião, apesar de fisicamente estruturado, completo, não se desenvolve

por razões tais como balanço hormonal inadequado, impermeabilidade a trocas gasosas (O₂ e/ou CO₂) ou presença de compostos químicos inibidores. A superação dessa dormência envolve modificações hormonais no embrião, ou seja, tanto a redução da concentração dos inibidores como a síntese de fitohormônios promotores da germinação. Dessa maneira, o contato direto das sementes em solução de AG₃ é eficaz para algumas espécies, como o trigo.

No que se refere à atuação do KNO₃, observou-se que este produto exerceu efeito favorável, estimulando o crescimento da parte aérea e das raízes de todos os lotes das sementes de trigo. Destacou-se os lotes 1 e 3 para a variável comprimento da parte aérea e para comprimento da raiz o lote 1, sendo considerados estes de melhor qualidade fisiológica. No entanto, não estimulou as sementes a expressarem seu máximo crescimento tanto da parte aérea como das raízes quando comparados aos tratamentos térmicos. A maioria das centenas de espécies de valor econômico contidas nas RAS (Brasil, 2009), sobretudo as das grandes culturas, não reagem ao nitrato de potássio (Faron *et al.*, 2004); no entanto, a aplicação desse estimulante é frequentemente recomendada para testes de germinação e comprimento de plântulas de sementes de gramineas, hortaliças e ornamentais, mostrando que o efeito de KNO₃ realmente difere significativamente entre espécies.

Dentre os tratamentos empregados, dois métodos se mostraram eficientes em superar a dormência de sementes de trigo, o uso de temperatura de 30-35°C e 50°C com um período de exposição das sementes de 72h. Estes tratamentos escolhidos não só beneficiaram o desempenho das sementes como reduziram a dormência sem gerar deterioração fisiológica nas sementes. Os tratamentos com altas temperaturas têm sido os mais utilizados, com tendência ge-

ral, ao longo do tempo, de aumentar a temperatura e reduzir o tempo de exposição das sementes. Contudo, permanecem dúvidas relacionadas à quantificação do calor necessário, nas diferentes espécies, para o desenvolvimento de técnicas eficientes.

Conclusão

O método térmico utilizando temperatura de 30 a 35°C e de 50°C (72h) apresentam maior eficiência na superação da dormência de sementes de trigo.

REFERÊNCIAS

- Aragão CA, Dantas BF, Alves EA, Cataneo C, Cavariani C, Nakagawa J (2003) Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. *Rev. Bras. Sem.* 25: 43-48.
- Barros ACSA, Peske ST (2006) Produção de sementes. Em Peske ST, Lucca OFA, Barros ACSA (Eds.) *Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos*. 2ª ed. UFPEL. Pelotas, Brasil. Vol. 2: 470-498.
- Bonow NR (2008) Dormência e germinação de sementes de arroz. *Seed News* 7: 42.
- Bradbeer JW (1988) The breaking of seed dormancy. Em Bradbeer JW (Ed.) *Seed Dormancy and Germination*. Chapman and Hall. Nova Iorque, EEUU. 146 pp.
- Brasil (2005) *Produção e Comércio de Sementes*. Anexo VII (Instrução Normativa, N° 25 de 16/12/2005). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Brasil. <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=10813> (Cons. 21/058/2011).
- Brasil (2009) *Regras para Análise de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Brasil. 399 pp.
- Bruno RLA, Alves EU, Oliveira AP, Paula RC (2001) Tratamentos prégerminativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpinioefolia* Benth. *Rev. Bras. Sem.* 23: 136-143.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2000) *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. 4ª ed: Funep. Jaboticabal, Brasil. 588 pp.
- Castro RD, Bradford KJ, Hilhorst HWM (2004) Embebição e

- reativação do metabolismo. Em Ferreira AG, Borghetti F (Eds) *Germinação do Básico ao Aplicado*. Artmed. Porto Alegre, Brasil. pp. 149-162.
- Cunha GR, Pires JLF, Pasinato A (2004) Introdução ao problema da germinação na pré-colheita em trigo no Brasil. Em Cunha GR, Pires JLF (Eds.) *Germinação Pré-colheita em Trigo*. EMBRAPA Trigo. Passo Fundo, Brasil. 11-20 p.
- Dousseau S, Alvarenga AA, Arantes LO, Oliveira DM, Nery FC (2008) Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. *Ciê. Agrotecnol.* 32: 438-443.
- Faron MLB, Perecin MB, Lago AA, Bovi OA, Maia NB (2004) Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* L. e *H. brasiliense* Choisy. *Bragantia* 63: 193-199.
- Ferreira DF (2000) Análises Estatísticas por meio do SISVAR para Windows Versão 4.0. *Anais 45 Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria*. UFSCAR. São Carlos, Brasil. pp. 225-258.
- Galindo CAM, Landgraf PRC (2000) Estudo da embebição de sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*). *Resumos V Encontro de Iniciação Científica da UNITAU*. Taubaté, SP, Brasil. 232 pp.
- Gazziero DLP, Kzryzanowski FC, Ulbrich AV, Voll E, Pitelli RA (1991) Estudo da superação de dormência de sementes de capim massambará (*Sorghum halepense*(L.) Pers.) através de nitrato de potássio e ácido sulfúrico. *Rev. Bras. Sem.* 13: 21-25.
- Halmer P, Bewley JDA (1984) A physiological perspective on seed vigour testing. *Seed Sci. Technol.* 12: 561-575.
- ISTA (2008) Biochemical test for viability: the topographical tetrazolium test. Em *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Alemanha. Cap.6, pp. 6.1-6.30.
- Kermode AR, Oishi MY, Bewley JD (1989) Regulatory roles for desiccation and abscisic acid in seed development: a comparison of the evidence from whole seeds and isolated embryos. Em Stanwood PC, McDonald MB (Eds.) *Seed Moisture*. CSSA. Madison, WI, EEUU. pp. 23-50.
- Kissmann KG, Groth D (2000) *Plantas Infestantes e Nocivas*. 2ª ed. BASF. São Paulo, Brasil. 726 pp.
- Laura VA, Alvarenga AA, Arrigoni MF (1994) Effects of growth regulators, temperature, light, storage and other factors on the *Muntingia calabura* L. seed germination. *Seed Sci. and Technol.* 22: 573-579.
- Lula AA, Alvarenga AA, Almeida LP, Alves JD, Magalhães MM (2000) Estudos de agentes químicos na quebra de dormência de sementes de *Paspalum paniculatum* L. *Ciê. Agrotecnol.* 24: 358-366.
- Marcos Filho J (2005) *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. FEALQ. Piracicaba, Brasil. pp. 383-427.
- Martins L, Silva WR (2001) Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. *Pesq. Agropec. Bras.* 36: 997-1003.
- Nakagawa J (1999) Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. Em Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB (Eds) *Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. ABRATES. Londrina, Brasil. pp. 1-21.
- Rocha VS, Sedyama T, Silva RF, Sedyama CS, Thiébaud JTL (1984) Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Rev. Brás. Sem.* 6: 51-66.
- Seshu, DV, Dadlani, M (1991) Mechanism of seed dormancy in rice. *Seed Sci. Res.* 1, 187-194.
- Stenzel, NMC, Murata IM, Neves CSVJ (2003) Superação de dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. *Rev. Bras. de Fruticul.* 25: 305-308.
- Tunes LM, Badinelli PG, Olivo F, Barros ACSS (2009) Tratamentos para superação da dormência de sementes de cevada. *Sci. Agrária* 10: 15-21.
- Varela VP, Costa SS, Ramos MBP (2005) Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. *Acta Amaz.* 35: 35-39.
- Vieira AR, Vieira MGGC, Carvalho VD, Fraga AC (1994) Efeitos de tratamentos pré-germinativos na superação a dormência de sementes de arroz e na atividade enzimática da peroxidase. *Pesq. Agropec. Bras.* 29: 43-48.