

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E  
REVESTIMENTO DE SEMENTES DE  
*Brachiaria brizantha* CULTIVAR MARANDU**

**LISANDRO TOMAS DA SILVA BONOME**

**2003**

55855

048069

**LISANDRO TOMAS DA SILVA BONOME**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E REVESTIMENTO DE  
SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* CULTIVAR MARANDU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras como parte das exigências do  
Programa de Pós - Graduação em Agronomia,  
área de concentração Fitotecnia, para obtenção  
do título de "Mestre."

**Orientador**

**Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - Brasil  
2003**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

**Bonome, Lisandro Tomas da Silva**

**Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de *Brachiaria  
brizantha* cultivar Marandu / Lisandro Tomas da Silva Bonome. -- Lavras :  
UFLA, 2003.**

**99 p. : il.**

**Orientador: Renato Mendes Guimarães.**

**Dissertação (Mestrado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

**1. Capim brachiaria. 2. Condicionamento osmótico. 3. Peletização. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

**CDD-633.2**

**LISANDRO TOMAS DA SILVA BONOME**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E REVESTIMENTO DE  
SEMENTES DE *Brachiaria Brizantha* CULTIVAR MARANDU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras como parte das exigências do  
Programa de Pós - Graduação em Agronomia,  
área de concentração Fitotecnia, para obtenção  
do título de "Mestre"

**APROVADA em quarta-feira, 20 de fevereiro de 2003**

**Prof. Dr. João Almir Oliveira - UFLA**

**Profª. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho - UFLA**

**Dr. Antônio Rodrigues Vieira - EPAMIG**

  
**Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meus pais, Rolando Bonome e Sonia de Oliveira,  
pela confiança, amor e carinho;

À minha irmã, Dulcinéia Bonome,  
pela amizade e carinho,

**OFEREÇO.**

À minha querida esposa, Ceyça e minha filha, Nicolle;  
pelo amor, carinho, incentivo e amizade;  
**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por tudo.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Às empresas de sementes Na Terra e Matsuda, pelo fornecimento das sementes utilizadas no trabalho.

Ao professor Dr. Renato Mendes Guimarães, pela excelente orientação, compreensão e amizade.

Aos professores João Almir Oliveira e Édila Vilela de Resende Von Pinho, pela co-orientação, incentivo e amizade.

À professora Maria Laene Moreira de Carvalho pelos esclarecimentos e auxílio na execução deste trabalho.

Aos funcionários do setor de sementes, Andréia, Elza e Dalva, pelo auxílio na condução do experimento e amizade.

Aos mestrandos José Roberto e Paula, pela amizade, sugestões, e companheirismo.

A todos enfim,

**Agradeço.**

## SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Embebição de sementes.....	3
2.2 Condicionamento fisiológico de sementes.....	6
2.2.1 Fatores que afetam a técnica do condicionamento osmótico.....	11
2.2.2 Vantagens da técnica de condicionamento osmótico.....	15
2.3 Revestimento.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Experimento I – Avaliações preliminares.....	22
3.1.1 Ensaio I: Ajuste do condicionamento fisiológico.....	22
3.1.1.1 Teste de germinação.....	23
3.1.1.2 Índice de velocidade de protrusão radicular.....	23
3.1.1.3 Determinação do tempo para ocorrência de 50% de germinação ( $T_{50}$ ).....	24
3.1.2 Ensaio II: Adequação da concentração e do período de condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	24
3.1.3 Ensaio III: Adequação do período de condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	25
3.1.4 Análise estatística.....	25
3.2 Experimento II: Condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	26
3.2.1 Cálculo das soluções osmóticas.....	28
3.2.1.1 Cálculo do potencial osmótico das soluções com polietileno glicol (PEG 6000).....	28
3.2.1.2 Cálculo do potencial osmótico da solução com $KNO_3$ (nitrato de potássio).....	29
3.2.2 Determinação do grau de umidade.....	30
3.2.3 Teste de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular e $T_{50}$ .....	30
3.2.4 Teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência.....	31
3.2.5 Teste de condutividade elétrica.....	31
3.2.6 Análise estatística.....	32
3.3 Experimento III: Influência do condicionamento fisiológico e do revestimento em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	32

3.3.1 Análise estatística .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
4.1 Experimento I - Avaliações preliminares.....	34
4.1.1 Ensaio I: Ajuste do condicionamento fisiológico .....	34
4.1.2 Ensaio II: Adequação da concentração e do período de condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	35
4.1.2.1 Porcentagem de germinação.....	36
4.1.2.2 Índice de velocidade de protrusão radicular .....	39
4.1.2.3 Tempo médio para ocorrência de 50% de germinação .....	42
4.1.3 Ensaio III: Adequação do período de condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	45
4.1.3.1 Teste de germinação .....	45
4.1.3.2 Índice de velocidade de protrusão radicular .....	50
4.1.3.3 Tempo para germinação de 50% das sementes ( $T_{50}$ ) .....	53
4.2 Experimento II: Condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	55
4.2.1 Condicionamento fisiológico de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	55
4.2.1.1 Determinação do grau de umidade.....	55
4.2.1.2 Porcentagem de germinação.....	57
4.2.1.3 Índice de velocidade de protrusão radicular .....	60
4.2.1.4 Emergência de plântulas .....	62
4.2.1.5 Índice de velocidade de emergência de plântulas .....	63
4.2.1.6 Tempo para ocorrência de 50% de germinação ( $T_{50}$ ).....	65
4.2.1.7 Condutividade elétrica .....	67
4.3 Experimento III: Influência do condicionamento fisiológico e do revestimento em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	69
4.3.1 Porcentagem de germinação.....	70
4.3.2 Índice de velocidade de protrusão radicular .....	73
4.3.3 Emergência de plântulas .....	76
4.3.4 Índice de velocidade de emergência .....	78
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>95</b>



## RESUMO

BONOME, Lisandro Tomas da Silva. **Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. 2003. 99p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

A implantação rápida e segura de pastagens por meio de sementes de boa qualidade é condição básica para o sucesso de sua exploração. Com o objetivo geral de contribuir para a solução de problemas relativos às sementes de *Brachiaria brizantha*, foram conduzidos três experimentos. O primeiro foi dividido em três ensaios, nos quais procurou-se ajustar uma metodologia de condicionamento fisiológico para sementes de *Brachiaria brizantha*. O segundo experimento foi instalado conforme metodologia estabelecida nos ensaios preliminares e o terceiro experimento teve por objetivo avaliar a eficiência do condicionamento fisiológico e do revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha*. Os ensaios foram realizados nos Laboratórios de Análise e Biotecnologia de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. Para ajustar uma metodologia de condicionamento fisiológico às sementes de *Brachiaria brizantha*, foram realizados ensaios preliminares, sendo o ensaio I conduzido com diferentes solutos (PEG,  $\text{KNO}_3$  e P+K), concentrações (-0,3, -0,6 e -0,9MPa) e períodos de condicionamento (3, 6 e 9 dias); o segundo ensaio foi conduzido com os mesmos solutos, nas concentrações -0,9; -1,1 e -1,4MPa e períodos de condicionamento de 12, 24, 48 e 72 horas. Por último, o ensaio III foi conduzido com os mesmos solutos, nas concentração -0,9; -1,1 e -1,4MPa e períodos de condicionamento de 5, 10 e 15 horas. Os três ensaios foram constituídos de duas testemunhas (escarificada em ácido sulfúrico e não escarificada), ambas sem condicionamento. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular e tempo para ocorrência de 50% de germinação ( $T_{50}$ ). No segundo experimento, foram utilizadas metodologias préestabelecidas nos ensaios preliminares, onde utilizaram-se três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* com distintas qualidades fisiológicas (baixa, média e alta), dois solutos (PEG e  $\text{KNO}_3$ ) e quatro períodos de condicionamento (0, 6, 12, 18 horas), com concentração fixa -1,1Mpa, à temperatura de 25°C. As avaliações foram feitas pelo teste de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas,  $T_{50}$  e

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães - UFLA (Orientador), Prof. Dr. João Almir Oliveira - UFLA, Profª Drª Maria Laene Moreira de Carvalho - UFLA.

condutividade elétrica. O terceiro experimento foi instalado com base nos resultados obtidos no experimento II, onde utilizando-se a metodologia que mais se destacou nesse experimento. As sementes foram condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  à concentração de  $-1,1\text{MPa}$  por um período de 12 horas de embebição. Após esse tratamento, as sementes dos três lotes foram revestidas por dois materiais. Um composto por areia + microcelulose (M+A) na proporção 2:1 e outro constituído de areia + microcelulose + explosol (M+A+E) na proporção 4:2:1. Como adesivo foi utilizada cola à base de acetato de polivinila (PVA), da marca cascolax diluída a 20% sendo o revestimento realizado em uma betoneira. Para comparação das sementes condicionadas e revestidas, utilizou-se uma testemunha (semente seca, sem qualquer tratamento de embebição e sem peletização). Os testes utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes após os tratamentos foram: teste de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. Pelos resultados pôde-se concluir que o condicionamento fisiológico em solução de  $\text{KNO}_3$ , além de ser um eficiente método para quebra de dormência e recuperação da qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*, é uma importante ferramenta para minimizar os efeitos negativos do revestimento.

## ABSTRACT

BONOME, Lisandro Tomas da Silva. **Physiologic conditioning and seed coating of *Brachiaria brizantha***. LAVRAS: UFLA, 2003. 99p. (Master Program in Phytotechny)\*

The fast and safe establishment of pastures through good quality seeds is a basic condition for its successful exploration. With the general objective of contributing for the *Brachiaria brizantha* seeds problems solution, three experiments were carried out. The first experiment was divided into three essays, which aimed to adjust a physiologic conditioning methodology for *Brachiaria brizantha* seeds. The second experiment was installed according to a methodology established in preliminary tests, and the third experiment had the objective to evaluate the physiologic conditioning accuracy of covered *Brachiaria brizantha* seeds. The essays were carried out in the Laboratories Analysis and Biotechnology of Seeds of UFLA's Agriculture Department. To adjust a physiologic conditioning methodology to the *Brachiaria brizantha* seeds, preliminary tests were accomplished. The essay I was carried out with different solutes (PEG, KNO<sub>3</sub> and P+K), concentrations (-0,3; -0,6 and -0,9Mpa) and conditioning periods (3, 6 and 9 days), the essay II was carried out with different solutes (PEG, KNO<sub>3</sub> and P+K), concentrations (-0,9; -1,1 and -1,4Mpa) and conditioning periods (12, 24, 48 and 72 hours), finally, the essay III was carried out with different solutes (PEG, KNO<sub>3</sub> and P+K), concentration (-0,9; -1,1 and -1,4 Mpa) and conditioning periods (5, 10 and 15 hours). The three essays consisted of two control (scarified in sulfuric acid and no scarified), both without conditioning. The treatments effects were appraised by the germination test, speed index of rootlet protrusion and time of 50% germination (T<sub>50</sub>). In the second experiment pre-established methodologies were used in the preliminary tests, in which it was used three sets of *Brachiaria brizantha* seeds with different physiologic quality (low, average and high), two solute (PEG and KNO<sub>3</sub>) and four conditioning periods (0, 6, 12 and 18 hours), with fixed concentration -1,1 MPa at the temperature of 25°C. The approvals were done by the germination tests, speed index of rootlet protrusion, seedling rising, index of seedling rising speed, T<sub>50</sub> and electric conductivity. The third experiment was installed based in the results obtained in the experiment II, in which it was used the methodology that had presented more prominence. In this methodology, the seeds were conditioned in a KNO<sub>3</sub> solution at the concentration of -1,1MPa for a 12 hours

---

\* Guidance Committee: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães - UFLA (Major Professor), Prof. Dr. João Almir Oliveira - UFLA, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Laene de Moreira Carvalho - UFLA.

period of soak. After that treatment, seeds from those three sets were coated by two materials. One of them consisted of sand + microcellulose (M+S) in the 2:1 proportion, and the other consisted of sand + microcellulose + explosol (M+A+E) in the 4:2:1 proportion. Polivinila acetate glue (PVA), of cascolax brand, was used as a sticker, diluted to 20% as the coating accomplished in a cement mixer. For the conditioned and coated seeds comparison, a control was used (dried seeds, without any treatment of soaking and without coat). The tests used to evaluated the physiologic quality of the seeds after the treatments were: germination test, index of germination speed, seedling rising and index of rising speed. The results made possible to conclude, in a general way, that the physiologic conditioning in a  $\text{KNO}_3$  solution, besides being an efficient method for *Brachiaria brizantha* seeds dormancy break and physiologic quality recovery, it is also an important tool to diminish the negative effects of coating.

## 1 INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a principal fonte de alimentação dos bovinos no Brasil e, na maioria dos casos, elas representam a sua única fonte de alimento. Além disso, as pastagens são a forma mais barata e prática de alimentação do rebanho brasileiro que conta, atualmente, com cerca de 161,8 milhões de cabeças de gado. Este número lhe confere a posição de segundo maior rebanho do mundo, superado apenas pela Índia, representando aproximadamente 60% do rebanho sul americano e 15% do rebanho mundial.

No Brasil, são semeadas anualmente 5.500.000 ha de pastagens, incluindo novas formações, recuperação ou renovação, consumindo um total de 80.000 toneladas de sementes/ano. Destas, tem havido uma preferência marcante pela *B. brizantha* cv. Marandu, com mais de 50% das sementes consumidas (Zimmer & Euclides Filho, 1997). No entanto, a utilização de sementes de baixa qualidade, associada a fatores, tais como baixo número de sementes férteis, desuniformidade na emissão das inflorescências, elevada degrana natural, florescimento irregular dentro das panículas e dormência das sementes, fenômeno fisiológico que dificulta o estabelecimento uniforme das pastagens, interferem sobremaneira nas formações de pastagens com altas produções.

A utilização de sementes com qualidade é de fundamental importância para o sucesso das culturas de interesse econômico, pois possibilita a obtenção de uma boa emergência no campo, além de plantas vigorosas e uniformes.

Neste sentido, um tratamento a ser experimentado para melhorar o desempenho das sementes de *brachiaria* no campo é o condicionamento fisiológico. Após esse tratamento têm-se observado, em sementes de diversas espécies, ganhos significativos em quantidade, velocidade e uniformidade de

germinação, além de outros benefícios relacionados com o avanço do processo de germinação em condições controladas.

Um outro problema na formação de pastagens é a utilização excessiva de sementes, pois estas são semeadas quase que exclusivamente a lanço. Este fato se justifica, uma vez que as sementes apresentam tamanho reduzido e desuniforme, além da presença de impurezas de difícil separação.

Visando minimizar o gasto de sementes e melhorar a eficiência da semeadura, surgiu, há vários anos, a peletização de sementes. Esta técnica consiste na aplicação de uma cobertura sólida seca, composta de materiais não fitotóxicos, geralmente um pó fino e agentes cimentantes solúveis em água, visando dar à semente uma nova forma e tamanho (Tonkin, 1984).

Considerando que o mercado de sementes forrageiras encontra-se em rápida ascensão, é necessário que soluções para os problemas inerentes a estas espécies sejam pesquisados.

Este trabalho teve por objetivo desenvolver metodologias de condicionamento fisiológico para quebra de dormência e recuperação da qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*, bem como avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e do revestimento sobre o desempenho destas sementes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Embebição de sementes

A água é essencial para o processo de germinação, pois é com a embebição dessa pelas sementes que se dá o início de uma série de alterações metabólicas, como ativação enzimática, digestão de materiais de reserva e translocação dos mesmos, que culminam com a retomada do crescimento do eixo embrionário (Bewley & Black, 1994).

Para maior entendimento do processo de embebição de água pelas sementes, torna-se necessário o conhecimento das principais forças que atuam sobre a água. Estas forças são expressas como componentes do potencial hídrico ( $\Psi$ ), definido por (Duniway, 1979) como sendo a diferença entre o potencial químico da água em um sistema, ou parte do sistema, e o potencial químico da água livre, em condições ideais de pressão atmosférica e temperatura. O potencial hídrico é resultado da interação de três forças. A primeira é o potencial osmótico ( $\Psi_s$ ), que representa a influência de substâncias dissolvidas em água, sendo esta inversamente proporcional à concentração de solutos dissolvidos na solução. A segunda é o potencial mátrico ( $\Psi_m$ ), resultante da capacidade de algumas matrizes (parede celular, amido, proteínas) interagirem com a água. Por último, o potencial de pressão ( $\Psi_p$ ), que consiste no resultado de forças contrárias exercidas pela parte externa da parede celular, em função da entrada de água na célula e conseqüente turgescência (Bewley & Black, 1994). Os valores dos potenciais osmóticos e mátricos são negativos e o potencial de pressão é positivo. Quando os valores dos componentes do potencial hídrico são somados, estes resultam em um valor negativo, com exceção de células totalmente túrgidas, em que este valor tende a zero.

A diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o substrato com a qual ela está em contato é o que determina o movimento de água para o interior da semente. Geralmente, o potencial hídrico em sementes secas é menor que o de substratos úmidos. Como o movimento de água ocorre sempre em direção do maior para o menor potencial hídrico, esta penetra nas sementes (Bewley & Black, 1994).

De acordo com Popinigis (1985), a embebição é um tipo de difusão que ocorre quando as sementes absorvem água. Todas as sementes embebem-se ou reidratam-se quando em contato com a água, com exceção daquelas sementes com tegumento impermeável. Com a absorção de água pelas sementes, inicia-se uma série de processos físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente viva, que, na ausência de outro fator limitante, resulta na emergência da plântula.

O processo de embebição pode alterar as membranas das sementes. Quando sementes são embebidas rapidamente, injúrias ocorrem, principalmente quando o conteúdo de água dessas sementes é inferior a 13%. Por meio de outros trabalhos, tem sido observado que os primeiros cinco minutos de embebição são críticos para a entrada de água, podendo ocorrer danos ou injúrias às membranas, caso esta seja muito rápida (Parrish & Leopold, 1977).

A rápida embebição em sementes com baixo grau de umidade pode causar uma hidratação diferencial nas proteínas componentes dos tecidos, resultando em pressões e até em quebras nos cotilédones. A combinação de rápida hidratação das proteínas e baixas temperaturas pode resultar em aumento na exsudação e, possivelmente, ruptura das estruturas das membranas (Obendorf & Hobbs, 1970).

De acordo com Ragus (1987), sementes imaturas ou deterioradas apresentam maior rapidez de embebição em decorrência da menor organização



dos sistemas de membranas celulares e da acentuada permeabilidade do tegumento.

Segundo Bewley & Black (1985), quando sementes de diferentes espécies são colocadas para germinar em condições adequadas de temperatura e suprimento de água, apresentam um padrão trifásico de embebição (fases I, II e III). A duração de cada fase depende de certas propriedades inerentes a cada semente, como composição química, tamanho e condições fisiológicas da semente.

A fase I caracteriza-se por ser um processo puramente físico, ou seja, ocorre independentemente da semente ser viável ou morta e dormente, a não ser que trate de dormência por impermeabilidade do tegumento à água. Caracteriza-se, ainda, por ser uma fase relativamente rápida quando comparada às demais. Isto ocorre em decorrência da alta diferença de potencial hídrico entre a semente e o substrato com a qual ela está em contato. É nesta fase ainda que os materiais de reserva começam a ser desdobrados em substâncias menores, capazes de serem transportadas até o embrião. Já a fase II caracteriza-se por ser a mais longa das fases, além de ter uma absorção de água quase nula, visto que os potenciais hídricos da semente e do meio com o qual ela está em contato encontram-se em equilíbrio. É nesta fase ainda que ocorre o transporte ativo dos metabólitos produzidos na fase anterior. A terceira fase está associada com o início da protrusão da raiz primária, ou seja, com o início da germinação visível e a retomada da absorção de água. Esta fase só é atingida por sementes viáveis e não dormentes.

Sementes de cada espécie, para que possam germinar, necessitam atingir um determinado grau de umidade que varia de 35% a 40% para as endospermáticas e de 50% a 60% para as cotiledonares (Carvalho & Nakagawa, 1988).

De acordo com Bewley & Black (1994), as sementes que atingirem as fases I e II apresentam tolerância à dessecação e esta tolerância é decrescente a partir da fase I. No entanto, após as sementes terem atingido a fase III, os danos provocados pela deficiência hídrica são irreparáveis.

## **2.2 Condicionamento fisiológico de sementes**

A utilização de sementes com alta qualidade fisiológica que proporcione um plantel uniforme e vigoroso é de fundamental importância para o êxito econômico das culturas. À medida em que os agricultores vão tomando conhecimento da importância de utilizar sementes de boa qualidade o mercado se torna cada vez mais exigente por sementes que possam ter uma germinação mais rápida e uniforme, de maneira a diminuir o tempo de exposição das culturas no campo, minimizar a competição com plantas invasoras e facilitar a colheita.

Heydecker & Coolbear (1977) observaram que, dentre os tratamentos que visam melhorar a performance das sementes em germinação, os de pré-semeadura, que envolvem a promoção do início do metabolismo de germinação, merecem maior destaque. Estes, por sua vez, podem ser divididos naqueles que modificam o processo de germinação, “retendo” as sementes embebidas, de modo que a emergência da radícula seja inibida por algum tempo antes da sementeira e aqueles que antecipam parte ou mesmo todos os eventos metabólicos da germinação também antes da sementeira.

Diversos termos têm sido propostos para designar os pré-tratamentos de sementes que envolvem hidratação, incluindo: ‘hardening’, ‘advancing’, ‘chitting’, ‘osmoconditioning’, ‘priming’, ‘fluid drilling’ (Khan et al., 1978; Khan, 1992), condicionamento osmótico e condicionamento fisiológico (Marcos Filho et al., 1987; Doni Filho, 1992).

Dentre os tratamentos pré-semeadura existentes que visam melhorar o desempenho germinativo de sementes no campo, destaca-se o condicionamento fisiológico que, de acordo com Heydecker & Gibbins (1978) e Bradford (1986), consiste na hidratação controlada das sementes em uma solução osmótica com potenciais hídricos adequadamente ajustados de maneira a permitir o início dos processos metabólicos para que ocorra a germinação, no entanto, sem permitir a protrusão radicular. As sementes são colocadas em contato com uma solução aquosa osmoticamente ativa, de modo a permitir o início do processo de embebição, o qual é paralisado quando o equilíbrio entre o potencial hídrico da semente e o potencial hídrico da solução é atingido. Este potencial é ajustado de maneira a permitir que todos os processos preparatórios para a germinação das sementes ocorram, impedindo a emergência da radícula, mesmo após semanas de contato entre as sementes e a solução (Heydecker et al., 1975).

A técnica do condicionamento fisiológico é altamente dependente das propriedades do soluto que irão compor a solução na qual as sementes serão condicionadas. Dessa forma, diversos produtos já foram testados como agentes osmóticos (destaque para alguns sais:  $MgSO_4$ ,  $KNO_3$ ,  $NaCl$ ,  $K_3PO_4$ ,  $MgCl_2$  e  $NaNO_3$  e açúcares: manitol, glicerol e o polietileno glicol), no intuito de encontrar aquele cujas propriedades satisfaçam a alguns pré-requisitos, como não serem tóxicos ou causar alterações estruturais nas sementes, não serem metabolizados, não estarem sujeitos a mudanças causadas por microrganismos durante o condicionamento das sementes e nem penetrarem no sistema de membranas das células dos tecidos das sementes (Bradford, 1986; Slavik, 1974; citado por Eira, 1988).

Vale ressaltar que nenhum desses solutos comumente utilizados no condicionamento osmótico obedece completamente a essas exigências e que a escolha do mesmo é determinada em função do efeito desejável sobre a semente (Heydecker & Coolbear, 1977). A escolha do soluto que será utilizado como

agente osmótico é uma difícil tarefa devido, principalmente, à grande variabilidade de resultados encontrados em pesquisas.

Yoon (1990) obteve diminuição considerável na porcentagem de germinação de sementes de sete espécies de gramíneas, em resposta ao aumento das tensões de PEG. Nesse trabalho, os tratamentos com altas tensões resultaram em efeitos semelhantes às condições de estresse no campo.

Avaliando o efeito do condicionamento fisiológico em sementes de quatro espécies de gramíneas, usando tensões na faixa de  $-1,5$  a  $-7,7$  Mpa, Hardegree & Emmerich (1992) verificaram maiores porcentagens de germinação nos tratamentos em que foi aplicado o condicionamento em altas tensões osmóticas e por períodos curtos de embebição (2 a 3 dias). Entretanto, em baixas tensões e em períodos longos de embebição (até 14 dias), as sementes exibiram menores valores na germinação.

Jett & Welbaum (1996) constataram que sementes de brócolis embebidas em solução de PEG 8000 na concentração de  $-1,2$  Mpa a  $20^{\circ}\text{C}$  por sete dias, germinaram em taxas mais altas que a testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Saracco et al. (1995), com sementes de pimentão.

Visando comparar a eficiência de diferentes produtos para o condicionamento osmótico de sementes de cenoura, aipo, alho-porró e cebola, Brocklehurst & Dearman (1984) usaram como agentes osmóticos PEG 6000, glicerol e ortofosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Concluíram que a solução de PEG possibilitou os melhores resultados em todas as espécies estudadas.

Atualmente, o produto químico PEG é o soluto mais utilizado no condicionamento fisiológico de sementes, justamente por ser um composto inerte com alto peso molecular (6000 a 8000 daltons), não penetrar nas sementes e não causar efeito tóxico às mesmas (Michel & Kaufmanm, 1973). No entanto, este soluto apresenta algumas desvantagens quando comparado aos sais

utilizados como agentes osmóticos, como alto custo e baixa solubilidade ao oxigênio. Esta última é inversamente proporcional à sua concentração e alta viscosidade, havendo necessidade de fornecimento de ar à solução para um suprimento adequado de oxigênio às sementes (Akers, 1990).

Já os sais utilizados como agentes osmocondicionadores são usados em menor escala que o polietileno glicol, uma vez que estes possuem reduzido peso molecular, o que facilita sua penetração nas sementes causando, na maioria das vezes, toxidez às plântulas.

Estudando a influência de soluções de  $K_2HPO_4$ ,  $K_3PO_4$  e  $KNO_3$ , uma combinação desses sais e solução de PEG 6000 na germinação de sementes de cenoura, cebola, tomate e sorgo Haigh & Barlow (1987) observaram que o condicionamento fisiológico em solução de PEG foi mais benéfico que em soluções de sais para cebola. Verificaram, ainda, que os sais foram tóxicos às sementes de sorgo, porém, para as sementes de tomate e cenoura os sais foram eficientes com destaque para a solução de  $KNO_3$ , a qual apresentou efeito sinérgico nas sementes destas espécies.

Perez & Negreiros (2001) observaram que o condicionamento fisiológico de sementes de canafístula com solução de  $KNO_3$  reduziu o poder germinativo dessas sementes e que esta redução foi proporcional ao aumento da concentração de  $KNO_3$ .

Em contrapartida, o uso de sais no condicionamento traz alguns benefícios às sementes como supri-las com nitrogênio e outros nutrientes essenciais para a síntese protéica durante a germinação, além de não reduzirem a disponibilidade de oxigênio dentro da solução, como é verificado com o PEG.

A maneira pela qual a técnica de condicionamento fisiológico é capaz de aumentar o desempenho das sementes é ainda assunto de muita discussão. Aliás,

ela já havia sido definida por Heydecker et al. (1975) como uma técnica simples em conceito, mas fisiologicamente complexa.

Duas hipóteses têm sido sugeridas para explicar a melhoria da “performance” das sementes condicionadas. A primeira delas refere-se à restauração da integridade das membranas, perdida durante o processo de secagem nas sementes maduras. De acordo com Woodstock & Taylorson (1981a e b), a taxa de absorção de água pelas sementes é reduzida quando estas são colocadas para embeber em uma solução osmótica, evitando injúrias às sementes, que normalmente ocorreriam durante o processo de embebição em água. Esta redução na taxa de entrada de água durante o período inicial de embebição permite maior tempo para reparação ou reorganização da membrana, possibilitando que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada.

A segunda hipótese refere-se ao incremento na disponibilidade de metabólitos prontos para serem utilizados na germinação e crescimento da plântula. Por meio de estudos bioquímicos, tem sido evidenciado que o condicionamento fisiológico promove a quebra e a mobilização de materiais de reserva, como açúcares, lipídeos e proteínas, pela ativação ou síntese-de-novo de enzimas-chave durante o tratamento (Khan, 1977). Variações no padrão eletroforético de proteínas extraídas de sementes envigoradas de soja também foram observados por Knypf et al. (1980). Estes mesmos autores sugeriram que a absorção de uma quantidade limitada de água tenha induzido a uma ativação bioquímica responsável pela melhoria da qualidade fisiológica das sementes.

Jeng & Sung (1994) observaram que, em sementes de amendoim envigoradas, houve um aumento da isocitrato liase (ICL) e malato sintetase (MS), que são enzimas responsáveis pela conversão de lipídeos em sacarose, que é utilizada no crescimento das plântulas. O mesmo foi observado por Smith & Cobb (1991) em sementes de pimentão.

De acordo com Dell'aquila & Tritto (1991), o aumento na velocidade de germinação de sementes de trigo condicionadas foi em decorrência do aumento na síntese de proteínas no embrião.

### **2.2.1 Fatores que afetam a técnica do condicionamento osmótico**

Mesmo considerando o condicionamento fisiológico como uma importante ferramenta para se alcançar a melhoria da qualidade fisiológica de lotes de sementes, uma grande variabilidade de resultados de pesquisa vem lançando dúvidas sobre a eficiência desta técnica para algumas espécies.

Para muitos autores, estas divergências nos resultados de pesquisa são resultantes de fatores que podem afetar a técnica do condicionamento fisiológico, tais como qualidade fisiológica inicial da semente (Heydecker & Coolbear, 1977; Guedes & Cantliffe, 1980; Bodsworth & Bewley, 1981; Nascimento, 1998), temperatura (Copeland & McDonald, 1995; Akers et al., 1987), intensidade de luz, agente osmótico e sua concentração, duração do tratamento, secagem das sementes após o tratamento (Copeland & McDonald, 1995), armazenamento após o condicionamento e disponibilidade de oxigênio. Segundo Heydecker et al. (1975), estes fatores são variáveis, de acordo com a espécie e o cultivar.

A qualidade fisiológica das sementes é um fator que pode influenciar sobremaneira no resultado do tratamento, ocorrendo, muitas vezes, controvérsias em relação a condicionamento fisiológico e vigor das sementes. Brocklehurst & Dearman (1983a e b), trabalhando com três lotes de sementes de três cultivares de cebola, observaram maiores efeitos na velocidade de emergência das plântulas em lotes de baixo vigor. Resultados semelhantes foram verificados por Fessel et al. (2001) que, estudando o efeito do condicionamento fisiológico em sementes de alface com diferente vigor, observaram que a técnica somente foi

eficiente para sementes de baixo vigor. Estes mesmos autores concluíram, ainda, que a resposta de sementes de alface ao condicionamento fisiológico varia em função do cultivar e do nível de vigor das sementes. De maneira similar, Camargo (1998) e Lima (1999) verificaram respostas mais significativas do condicionamento fisiológico em sementes de café de baixa qualidade fisiológica quando comparadas às observadas em sementes de alta qualidade. Já Parera & Canthiffe (1994) sugeriram que, para a obtenção de resultados satisfatórios com o condicionamento osmótico, deve-se ter como pré-requisito o uso de sementes vigorosas.

A temperatura, a concentração do soluto e o tempo de duração a ser utilizado no condicionamento são outros fatores a serem observados para o sucesso do envigoreamento. As melhores combinações destes três fatores devem ser feitas por tentativas e erros para cada lote de sementes. No entanto, geralmente, têm-se conseguido bons resultados com a técnica, utilizando-se potencial osmótico variando de  $-0,5$  MPa a  $-2,0$  MPa a uma temperatura de  $10^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  por um período de 5 a 10 dias na solução.

Diversas pesquisas já foram realizadas visando à obtenção da temperatura ideal na qual deve ser realizado o condicionamento osmótico. O que se pôde concluir é que, apesar da grande variabilidade de resultados existentes, a temperatura ideal de condicionamento das sementes de diversas espécies está entre  $10^{\circ}$  e  $25^{\circ}\text{C}$ . Del Giudice et al. (1998) verificaram que, para soja, a melhor temperatura de condicionamento está entre  $20^{\circ}$  e  $25^{\circ}\text{C}$ ; para feijão,  $25^{\circ}\text{C}$  (Pandey, 1989); para amendoim,  $20^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  (Fu et al., 1988) e para alface,  $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  (Guedes & Cantliffe, 1980).

Furutani et al. (1986) verificaram que quando sementes de cebola foram condicionadas a uma temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ , estas responderam melhor ao tratamento quando comparadas às sementes condicionadas a  $24^{\circ}\text{C}$ . De acordo



com estes autores, temperaturas mais elevadas ocasionam uma elevação na respiração das sementes, o que pode ter contribuído para uma escassez de oxigênio.

A duração do tratamento é fundamental para o sucesso da técnica, devendo ser ajustada de maneira a permitir a inibição da germinação por um período que garanta o efeito máximo do "priming". Entretanto, este período não deve ser estendido além do necessário para que não ocorra reversão dos efeitos benéficos do condicionamento, fenômeno conhecido como "overpriming" (Eli & Heydecker, 1981).

De acordo com Khan et al. (1980/81), no condicionamento osmótico com PEG 6000, o potencial hídrico normalmente utilizado está na faixa de  $-0,5$  a  $-2,0$  MPa e a duração do tratamento varia de 4 a 35 dias, em função das espécies.

O suprimento adequado de oxigênio é outro fator que deve ser levado em consideração, pois este é, muitas vezes, o responsável pelo insucesso da técnica. Trigo et al. (1999b) verificaram que a germinação e o vigor de sementes de cebola diminuíram à medida que foram aumentados os potenciais osmóticos da solução de PEG de  $-1,0$  MPa até  $-1,4$  MPa e os períodos de embebição de 24 até 96 horas. Estes autores discutiram que, provavelmente, isto tenha ocorrido em decorrência do PEG apresentar alta viscosidade em soluções aquosas que, somada à baixa taxa de difusão de  $O_2$ , compromete a disponibilidade de oxigênio. Resultados semelhantes foram verificados por Lopes et al. (1996). Com relação à luz, esta pode ser necessária para espécies que a requerem para ocorrência da germinação.

Muitas discussões têm sido geradas em torno da eficiência da técnica após a secagem e o armazenamento das sementes. O mecanismo de secagem das sementes, após o condicionamento fisiológico, é conhecido como processo de

hidratação-desidratação. Também chamado de “dry back”, tem por finalidade diminuir o teor de água das sementes em níveis compatíveis com o armazenamento, mantendo os efeitos benéficos do tratamento. Segundo Bradford (1986), normalmente, quando as sementes são condicionadas, secadas e posteriormente reidratadas elas apresentam uma germinação mais rápida e uniforme. Saha et al. (1990) e Braccini (1996) verificaram que o processo de hidratação-desidratação propiciou um aumento no vigor de sementes de soja. Resultados similares foram observados por Peñaloza & Eira (1993) em sementes de tomate. Entretanto, em outras pesquisas, diversos autores consideraram que os efeitos benéficos do tratamento foram revertidos com a secagem (Heydecker & Coolbear, 1977; Bodsworth & Bewley, 1981; Saha & Basu, 1981; Armstrong & Mc Donald, 1992).

Quanto ao armazenamento, Brocklehurst et al. (1987) verificaram que os benefícios do condicionamento fisiológico às sementes de cebola não foram perdidos, mesmo após 12 meses de armazenamento. O mesmo foi observado por Lima (1999), o qual, estudando o condicionamento fisiológico em sementes de café, verificou que as sementes condicionadas e armazenadas por 3 meses apresentaram um incremento na taxa de germinação de 40% em relação à testemunha. Resultado semelhante foi observado por Braccini (1996) que, avaliando o efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja em solução de PEG 6000, concluiu que o tratamento propiciou um aumento na porcentagem de emergência, favorecendo um estabelecimento mais rápido e uniforme das plântulas, mesmo após um período relativamente prolongado de armazenamento das sementes. Porém, Vazquez (1995) relatou que o condicionamento fisiológico em sementes de soja proporcionou somente benefícios imediatos e que os mesmos foram revertidos com a posterior secagem e armazenamento das sementes.

### 2.2.2 Vantagens da técnica de condicionamento osmótico

Dentre as vantagens do condicionamento fisiológico, a protrusão radicular precoce e uniforme parece ser uma das principais, pois permite uma emergência mais rápida das plântulas, de maneira a possibilitar uma competição mais efetiva com as plantas invasoras, além de permitir uma aplicação mais eficiente de herbicidas de pós-emergência (Heydecker et al., 1975; Khan et al., 1976).

Além desses, outros benefícios têm sido relatados por muitos pesquisadores. Del Giúdice et al. (1998) observaram que o condicionamento em solução de PEG das sementes de soja melhorou a germinação, reduziu a lixiviação de eletrólitos das sementes, promoveu maior crescimento da plântula e produção de biomassa seca. Resultados semelhantes foram obtidos por Trigo et al. (1999a). Estudando comportamento de sementes de cebola submetidas ao condicionamento osmótico em soluções aeradas de PEG, estes autores concluíram que o tratamento foi muito eficiente para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes, proporcionando uma maior germinação, emergência mais rápida e uniforme, maior crescimento de raiz primária e parte aérea e maior acúmulo de biomassa. O mesmo foi verificado por Trigo & Trigo (1999) em sementes de berinjela condicionada em solução de  $\text{KNO}_3$ .

Por meio do condicionamento fisiológico, as sementes são capazes de aumentar a replicação do DNA antes da germinação (Bino et al., 1992), aumentar o teor de proteínas (Braccini, 1996), bem como reduzir a produção de peróxidos (Gao et al., 1988). A técnica do condicionamento fisiológico aumenta ainda a capacidade das sementes germinar em condições adversas (Heydecker et al., 1975; Perez & Negreiros, 2001)

Por meio dos resultados de várias pesquisas, tem sido comprovado que o condicionamento fisiológico promove um aumento na velocidade de germinação

das sementes e emergência das plântulas, permite uma germinação mais sincronizada resultando em um estande mais uniforme, aumenta a tolerância das sementes em germinar em condições adversas, permite a reestruturação das membranas e também a preparação da maquinaria metabólica para a germinação. Resultados como estes evidenciam a importância de adequação de metodologias desta técnica para as diversas espécies existentes e a tornam promissora para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes.

### 2.3 Revestimento

A excessiva utilização de sementes na formação de pastagens deve-se, principalmente, ao seu reduzido tamanho e sua forma irregular, impedindo com isto a utilização da semeadura com precisão.

Para Millier & Sooter (1967), semeadura de precisão consiste na colocação de uma ou mais sementes no solo, numa profundidade e espaçamento determinado, com cobertura uniforme e a uma velocidade razoável. Esta operação proporciona algumas vantagens consideráveis, como economia de sementes, redução ou eliminação do desbaste, maior uniformidade na maturação, populações definidas de plantas, entre outras. Convergindo tudo para uma diminuição dos custos de produção, incremento do rendimento e da qualidade da colheita.

Uma das alternativas que se apresentam visando possibilitar a utilização da semeadura de precisão em sementes pequenas e irregulares é a peletização. De acordo com Silva & Nakagawa (1998a), esta técnica consiste na aplicação de uma cobertura sólida seca, composta basicamente por um material inerte de granulometria fina (material de enchimento) e um cimentante solúvel em água, visando dar à semente nova forma e novo tamanho.

Trabalhando com sementes muito pequenas, Borderon (1989) com fumo e Sachs et al. (1981) com fumo, begônia, alface e aipo, afirmaram que a semeadura de precisão não seria possível nessas sementes sem o uso do revestimento.

Esta técnica não somente permite o uso da semeadura de precisão, como também é a responsável por diversas outras vantagens, tais como: maior facilidade de manuseio das sementes; uso de menor quantidades de sementes; modificação do peso; tamanho e forma da semente; manutenção da qualidade sanitária da semente por meio do recobrimento com produtos fitossanitários; viabilização da aplicação de inoculantes às sementes; possibilita a aplicação de nutrientes de forma mais racional diminuindo o custo de produção; funciona como uma barreira protetora para as sementes contra danos mecânicos, entre outros benefícios.

De acordo com Roos & Moore III (1975), o uso de sementes revestidas pode facilitar a semeadura mecânica, pois o emprego de sementes mais uniformes e/ou pesadas é fundamental para o sucesso desta operação. Avaliando a precisão na colocação de sementes revestidas no solo como um método para o estabelecimento de plântulas de cebola, alface, cenoura e beterraba açucareira, Tonkin (1979) concluiu que, com o uso de sementes recobertas, pode-se conseguir populações ótimas, com altas taxas de emergência e com mínima utilização de mão-de-obra.

Em relação ao peso das sementes, Scott (1989) afirma que o recobrimento desempenha um importante papel na semeadura aérea, melhorando a projeção balística das mesmas. Este aspecto é relevante quando se trata de implantação de pastagens.

Quanto à eficiência de produtos fitossanitários aplicado às sementes em conjunto com o recobrimento, Laska et al. (1986) concluíram que sementes de

couve tratadas com Carbofuran, Benomyl e Thiram e, posteriormente, revestidas, tiveram produções comerciais mais elevadas no campo, além de uma redução clara na porcentagem de mosca de raízes quando comparadas às sementes sem recobrimento.

Segundo Dunn & Lorduy (1990), a inoculação de sementes com microrganismos é uma das técnicas que se viabilizam por meio de algum sistema de recobrimento. IPAGRO (1983) relata que, normalmente, as condições ecológicas do solo de cultivo podem não ser favoráveis para que ocorra simbiose entre o microrganismo e as plantas. Dessa forma, a utilização de materiais protetores no recobrimento, como fosfato de rocha e carbonato de cálcio, contribui para formar um microambiente favorável à sobrevivência e multiplicação de microrganismos inoculados junto às sementes, diminuindo os efeitos prejudiciais da acidez e de condições climáticas adversas.

Um outro benefício da técnica é a possibilidade de recobrimento com nutrientes. Em alguns trabalhos tem sido demonstrado que a adição localizada de fertilizantes faz com que as plântulas respondam favoravelmente e cresçam de forma mais rápida e vigorosa. Hathcock et al. (1984) relatam que o recobrimento de sementes de espécie forrageiras com nutrientes melhora consideravelmente o estabelecimento de plântulas, com uma economia significativa nos custos de implantação das pastagens. Resultados semelhantes foram verificados por Scott (1989).

Embora o recobrimento de sementes seja reconhecidamente uma técnica eficiente, algum efeito negativo no desempenho das sementes revestidas pode ser observado.

Roos & Moore III (1975) relatam que os maiores efeitos negativos da peletização ocorrem na fase inicial da germinação, causando geralmente seu retardamento, que pode ser de 1 a 2 dias, mas atingem geralmente taxas de

germinação final semelhante à germinação de sementes nuas/ De maneira semelhante, Chrimes & Gray (1982), Morton (1985) e Yamanouchi (1988) relataram que a germinação de sementes peletizadas foi retardada e que isto causou uma desuniformidade inicial das plântulas. Porém, depois de vencida a barreira imposta pelo pelete à plântula, não houve qualquer efeito negativo da peletização, resultando em índices normais de produtividade e qualidade/ Santos et al. (2000), estudando o efeito da peletização em sementes de alface, observaram que as sementes nuas germinaram mais rapidamente do que as sementes peletizadas. Estes resultados corroboram os estudos realizados por Tonkin (1984).

/ A integridade física dos peletes e a quebra da resistência ao serem umedecidas são características muito importantes. Os peletes não devem se desmanchar ou quebrar durante o processo de classificação, no transporte, no manuseio ou na semeadura mecanizada. E, ao serem umedecidos após, a semeadura, devem se desintegrar com facilidade, para não constituírem resistência à germinação. Para isso, utilizam-se cimentantes que devem ter como pré-requisitos: não serem fitotóxicos, terem afinidade com os demais ingredientes, serem solúveis em água e serem prontamente reidratáveis/

/ A escolha correta dos materiais empregados na peletização, incluindo aqueles de cobertura, adesivos e acabamento, é de fundamental importância para o sucesso do revestimento. Segundo Silva (1997) e Silva & Nakagawa (1998b), estes materiais influenciam, dentre outros aspectos, a rigidez do pelete, a absorção de água e a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pelete. Todos estes aspectos afetam diretamente a germinação das sementes/

Um outro efeito adverso do pelete na semente está relacionado à restrição da troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pelete. Sachs et al. (1981) demonstraram que a germinação de sementes de pimentão doce foi

inibida após o recobrimento. Os autores concluíram que isso provavelmente aconteceu em função do material de recobrimento utilizado que, de alguma maneira, exauriu o oxigênio existente na água de embebição. Este fato já havia sido relatado por Tonkin (1979), que ressaltou a importância da escolha correta do material a ser utilizado no recobrimento, pois estes seriam os principais responsáveis pela limitação ou não de oxigênio às sementes.

A utilização de sementes vigorosas é essencial para o sucesso da peletização, pois as mesmas não só necessitam vencer as barreiras impostas pelo pelete para que ocorra sua germinação e posterior emergência, como também precisam fazer isso em um curto período de tempo e de forma mais uniforme possível para que garanta o estabelecimento das plântulas.

Durrant & Loads (1986) e Kaufman (1991) relataram que o efeito da peletização sobre qualquer processo fisiológico da semente depende também do seu vigor inicial. Por essa e outras razões, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de estudar técnicas que possam atribuir maior vigor às sementes. Neste sentido, destaca-se o condicionamento fisiológico ou “priming” que, de acordo com Tonkin (1984) e Valdes et al., (1985) é uma técnica que se relaciona indiretamente com a atuação da camada de peletização, uma vez que é uma tentativa de superar a barreira imposta pelo pelete. Bons resultados foram obtidos no trabalho de Khan & Taylor (1986), que verificaram melhoras significativas na emergência e na população final de sementes de beterraba quando as mesmas foram peletizadas com material que continha doses de 1,10 a 3,95 mg de polietileno glicol-8000 (PEG 8000) por pelete. Estes autores verificaram que, dezesseis dias após a semeadura, o número de plantas variou de 1,39 a 1,60 para as sementes peletizadas com PEG, frente a 0,71 para os peletes sem PEG. Os autores observaram ainda que as sementes peletizadas com PEG produziram de 16 a 18 raízes comerciais por metro de sulco, enquanto que as não tratadas produziram somente 11 raízes no mesmo espaço. Os autores



sugerem ainda que esta pode ser uma forma mais econômica e prática de aplicação da técnica do “priming”.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (DAG/UFLA).

#### 3.1 Experimento I – Avaliações preliminares

Para a determinação do soluto, potencial osmótico e do período de embebição para o condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, foram realizados três ensaios preliminares.

As sementes passaram por um processo de ventilação (soprador) e, posteriormente, foram limpas manualmente, com o objetivo de se excluir sementes chochas e mal formadas, paus, pedras, torrões, sementes atípicas, entre outras. Após este processo inicial de limpeza, as sementes foram submetidas aos tratamentos.

##### 3.1.1 Ensaio I: Ajuste do condicionamento fisiológico

As sementes foram condicionadas em solução de PEG,  $\text{KNO}_3$  e  $\text{PEG}+\text{KNO}_3$  sob imersão com aeração, nas concentrações de -0,3; -0,6 e -0,9Mpa, por três períodos de embebição (3, 6 e 9 dias), totalizando 27 tratamentos, mais dois adicionais, testemunha escarificada em ácido sulfúrico por 15 minutos e não escarificada. Após o condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 minutos para eliminar resíduos da solução. Em seguida, foram secadas até atingirem o teor de água inicial e avaliadas quanto à qualidade fisiológica por meio dos testes de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular e  $t_{50}$  (tempo para ocorrência de 50% de germinação).

### **3.1.1.1 Teste de germinação**

O teste de germinação foi realizado em caixas plásticas transparentes (tipo gerbox 11,5 x 11,5 x 3,5 cm), com 4 repetições de 50 sementes, distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do mesmo. Foi utilizado regime de temperatura de 25°C e fotoperíodo alternado (12 horas com luz e 12 horas sem luz), em câmara de germinação modelo 347 CDG. As avaliações foram feitas aos 7 e 21 dias, computando-se o número de plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

### **3.1.1.2 Índice de velocidade de protrusão radicular**

Este teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação. As contagens do número de sementes germinadas (protrusão radicular) foram realizadas diariamente, durante 21 dias.

Posteriormente, foi calculado o índice de velocidade de protrusão radicular, de acordo com a formula de Maguire (1962), citado por Vieira & Carvalho (1994):

$$\text{IVPR: } G1/N1 + G2/N2 + \dots + G_n/N_n$$

em que:

IVPR: índice de velocidade de protrusão radicular;

G1, G2, ... Gn = número de sementes com radículas emergidas, computadas na primeira, segunda, ... , última contagem;

N1, N2, ... , Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda, ... , última contagem.

### **3.1.1.3 Determinação do tempo para ocorrência de 50% de germinação (T<sub>50</sub>)**

Utilizando-se os mesmos dados obtidos no índice de velocidade de protrusão radicular, o T<sub>50</sub> foi calculado pela fórmula proposta por Guimarães (2000):

$$T_{50}: [(G-G_1)/G_2-G_1]+T$$

em que:

T<sub>50</sub>: tempo de ocorrência de 50% da germinação

G: metade do valor máximo de germinação

G<sub>1</sub>: valor de germinação igual ou imediatamente inferior a G

G<sub>2</sub>: valor de germinação imediatamente superior a G

I: intervalo entre as contagens

T: tempo para a ocorrência de G<sub>1</sub>

### **3.1.2 Ensaio II: Adequação da concentração e do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha***

As sementes foram condicionadas nas mesmas soluções utilizadas no ensaio I, porém, alterando-se as concentrações para -0,9; -1,1 e -1,4MPa e os períodos de embebição (12, 24, 48 e 72 horas), totalizando 36 tratamentos, mais dois adicionais; testemunha escarificada em ácido sulfúrico por 15 minutos e não escarificada. Após o condicionamento, procedeu-se à mesma técnica e às mesmas avaliações adotadas no ensaio I.

### **3.1.3 Ensaio III: Adequação do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha***

As sementes foram condicionadas nas mesmas soluções e concentrações do ensaio II, diferindo apenas os períodos de embebição (5, 10 e 15 horas), totalizando 27 tratamentos, mais dois adicionais; testemunha escarificada em ácido sulfúrico por 15 minutos e não escarificada. Após o condicionamento, procedeu-se à mesma técnica e às mesmas avaliações adotadas no ensaio II.

### **3.1.4 Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com exceção do ensaio I, em que não foi realizada análise estatística, uma vez que as sementes germinaram durante o condicionamento. Para o ensaio II, o esquema fatorial foi  $(3 \times 3 \times 4) + 2$ , com quatro repetições, sendo três solutos (PEG,  $\text{KNO}_3$  e P+K), três concentrações (-0,9; -1,1 e -1,4MPa) e quatro períodos de condicionamento (12, 24, 48 e 72 horas), mais dois adicionais, testemunha escarificada em ácido sulfúrico por 15 minutos e não escarificada. No ensaio III, o esquema fatorial foi  $(3 \times 3 \times 3) + 2$ , com quatro repetições, sendo três solutos (PEG,  $\text{KNO}_3$  e P+K), três concentrações (-0,9; -1,1 e -1,4MPa) e três períodos de condicionamento (5, 10 e 15 horas), mais dois adicionais; testemunha escarificada em ácido sulfúrico por 15 minutos e não escarificada. Dados quantitativos foram avaliados por meio de análise de regressão e dados qualitativos foram avaliados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise dos dados foi realizada pelo Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – SISVAR, para microcomputadores.

### **3.2 Experimento II: Condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha***

Foram utilizados três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandú, com qualidades fisiológicas distintas, sendo dois deles fornecidos pela empresa Na Terra e o outro pela empresa Matsuda. Inicialmente, as sementes dos três lotes passaram por um processo de ventilação (soprador) e, posteriormente, foram limpas manualmente, com o objetivo de excluir sementes chochas, paus, pedras, torrões e sementes atípicas.

Com a finalidade de se caracterizar os lotes de sementes quanto à presença de dormência, a qualidade inicial e o vigor das sementes, realizou-se a escarificação química em parte das sementes de cada lote e instalou-se o teste de germinação, conforme metodologia adotada no experimento I. Conjuntamente com o teste de germinação, foi realizado o índice de velocidade de protrusão radicular, com avaliações diárias, cujos resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

O grau de umidade inicial das sementes foi determinado pelo método de estufa a 105°C por 24 horas (Brasil, 1992).

Posteriormente, parte das sementes de cada lote foi condicionada por submersão em solução de PEG 6000 e outra parte em solução de KNO<sub>3</sub>, a -1,1MPa por períodos de 0, 6, 12 e 18 horas de embebição. Todos os tratamentos receberam aeração individual utilizando-se um compressor de ar Kohl Bach. Após completado cada período de imersão, as sementes foram lavadas em água corrente por um período de cinco minutos, a fim de se eliminar qualquer resíduo da solução de imersão e, posteriormente, secadas à temperatura ambiente por um período de 24 horas até o restabelecimento do grau de umidade anterior ao condicionamento. Como testemunha, foram utilizadas sementes de cada lote sem nenhum tratamento.

Na Tabela 3 A, estão apresentados os dados relativos ao resumo da análise de variância para os resultados dos testes de germinação e índice de velocidade de protrusão radicular.

Diferenças significativas foram detectadas para a interação lotes (baixa, média e alta qualidade fisiológica) x escarificação química (com e sem escarificação) para o teste de germinação.

Os lotes de sementes diferiram-se entre si quanto à germinação, quando não foram escarificados com ácido sulfúrico. No entanto, quando foi realizada a escarificação química, observou-se incremento na porcentagem de germinação das sementes de baixa qualidade fisiológica, quando comparado ao observado para as sementes do mesmo lote, porém, sem escarificação. Isso indica que as sementes deste lote apresentavam dormência e que esta foi superada por meio da escarificação com ácido sulfúrico. Para os lotes de média e alta qualidade fisiológica, a escarificação com ácido sulfúrico promoveu efeitos negativos sobre a germinação das sementes, indicando que estes lotes não apresentavam dormência (Tabela 1).

**TABELA 1** - Médias de germinação (%) de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* com baixa, média e alta qualidade fisiológica, escarificadas ou não com ácido sulfúrico. UFLA, Lavras, MG, 2003.

LOTES	ESCARIFICAÇÃO QUÍMICA	
	COM	SEM
BAIXA	19,50 Ba	5,00 Cb
MÉDIA	46,50 Aa	55,00 Ba
ALTA	59,00 Ab	75,00 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o índice de velocidade de protrusão radicular (Tabela 2), verificou-se que os lotes de sementes diferenciaram-se estatisticamente quanto ao vigor, de maneira semelhante ao observado no teste germinação. Maior vigor foi verificado em sementes de alta qualidade, seguidas por sementes de média e baixa qualidade fisiológica, respectivamente. Porém, não houve efeito significativo para a interação lote x escarificação.

**TABELA 2** – Índice de velocidade de protrusão radicular de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* com baixa, média e alta qualidade fisiológica. UFLA, Lavras, MG, 2003.

LOTES	MÉDIAS
BAIXA	1,41 C
MÉDIA	8,57 B
ALTA	12,48 A

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3.2.1 Cálculo das soluções osmóticas

#### 3.2.1.1 Cálculo do potencial osmótico das soluções com polietileno glicol (PEG 6000)

As soluções de PEG foram preparadas em água destilada e as quantidades de soluto tiveram, como base de cálculo, a fórmula desenvolvida por Michel & Kaufmann (1973).

$$\Psi_s: -(1,18 \times 10^{-2})C - (1,18 \times 10^{-4})C^2 + (2,67 \times 10^{-4})CT + (8,39 \times 10^{-7})C^2T$$



em que:

$\Psi_s$ : potencial osmótico ou potencial de soluto (bars);

C: concentração (g de PEG-6000/kg de água);

T: temperatura (°C).

### 3.2.1.2 Cálculo do potencial osmótico da solução com $\text{KNO}_3$ (nitrato de potássio)

O cálculo da quantidade de sal a ser adicionada para a obtenção do potencial osmótico foi realizado de acordo com a equação de Van't Hoff (Hillel, 1971):

$$\Psi_{os} = -i RTC$$

em que:

$\Psi_{os}$ : potencial osmótico (bars);

i: coeficiente isotômico;

R: constante geral dos gases perfeitos ( $0,082 \text{ atm} \times \text{l} \times \text{mol}^{-1} \times ^\circ\text{K}^{-1}$ );

T: temperatura (°K);

C: concentração (mol/l).

De acordo com Robinson & Stokes (1949), o coeficiente isotômico a 25°C para a solução salina de  $\text{KNO}_3$  com molalidade entre 0,2 e 0,3 é de 0,873 e 0,851, respectivamente. Foi considerado, neste trabalho  $i = 1,72$  ( $0,86 \times 2$ ).

### **3.2.2 Determinação do grau de umidade**

Após cada tratamento, duas repetições de 3 gramas foram colocadas em recipientes de alumínio (diâmetro de 4 centímetros), pesadas e secadas a  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$  por 24 horas, conforme as Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem média de umidade.

### **3.2.3 Teste de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular e $T_{50}$**

Este teste foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. Cada repetição foi distribuída em caixas plásticas transparentes (tipo gerbox 11,5 x 11,5 x 3,5 cm) sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do mesmo. As sementes permaneceram num regime de temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  e luz alternada 12/12 (escuro/luz) em câmaras de germinação Modelo 347 CDG. As avaliações foram realizadas diariamente, considerando germinadas as plântulas que apresentaram radícula com comprimento maior ou igual a 1mm. Após a estabilização do número de sementes germinadas, foi calculado o índice de velocidade de protrusão radicular pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a contagem (Maguirre, 1962). A porcentagem de germinação foi avaliada após 21 dias, segundo as prescrições da RAS (Brasil, 1992) e o  $T_{50}$  calculado pela fórmula proposta por Guimarães (2000), como descrito no item 3.1.1.3

### **3.2.4 Teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência**

Foram semeadas 50 sementes em 4 repetições para cada tratamento, em bandejas contendo mistura de terra e areia, na proporção de 1:1. A profundidade da semeadura foi de 1 cm e as bandejas mantidas em câmara de crescimento vegetal, previamente regulada à temperatura de 25°C em regime alternado de luz e escuro (12 horas). As bandejas foram irrigadas quando necessário. A partir da emergência, foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas, até a estabilização. O índice de velocidade de emergência foi calculado segundo fórmula proposta por Maguirre, (1962). A porcentagem de emergência das plântulas foi computada após a estabilização da emergência nas parcelas, avaliando-se o número de plântulas normais emergidas.

### **3.2.5 Teste de condutividade elétrica**

Esse teste foi efetuado com quatro repetições de 50 sementes. Sementes de cada repetição foram pesadas com precisão de 0,01g e, a seguir, colocadas em copos de plástico contendo 75ml de água deionizada, permanecendo por um período de 24 horas à temperatura constante de 25°C. Com um condutivímetro de massa, marca DIGIMED, modelo CD21A, foi efetuada a leitura em  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e os resultados expressos com base no peso da amostra (Vieira & Carvalho, 1994; Torres, 1996). Os resultados foram obtidos por meio da fórmula de transformação:

$$\text{Condutividade } (\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}) = \frac{\text{Condutividade lida} - \text{Condutividade da água}}{\text{Peso das 50 sementes (g)}}$$

### 3.2.6 Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial (3 x 2 x 4) com quatro repetições, sendo três lotes de sementes (baixa, média e alta qualidade fisiológica), dois solutos (PEG e KNO<sub>3</sub>) e quatro períodos de condicionamento (0, 6, 12 e 18 horas). Os dados obtidos foram interpretados por meio de análise de variância.

O fator período de condicionamento foi avaliado por meio de análise de regressão e as médias dos demais fatores foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.3 Experimento III: Influência do condicionamento fisiológico e do revestimento em sementes de *Brachiaria brizantha*

Este experimento foi planejado a partir dos resultados obtidos no experimento II: Condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*.

Como o condicionamento fisiológico em solução de KNO<sub>3</sub>, a uma concentração de -1,1MPa, por um período de 12 horas de embebição foi o que proporcionou melhores resultados em todos os lotes de sementes, utilizou-se esta metodologia para o condicionamento fisiológico das sementes a serem revestidas

Foram testados dois tipos de revestimentos. Um composto de areia + microcelulose (I) na proporção 2:1 e outro constituído de areia + microcelulose + explosol (II) na proporção 4:2:1. Como adesivo foi utilizada cola à base de acetato de polivinila (PVA), da marca cascolax diluída a 20%. O revestimento foi realizado em uma betoneira, em que as sementes ficaram girando em torno de seu próprio eixo, recebendo aos poucos os ingredientes de enchimento

(materiais I e II) e agentes cimentantes (adesivos) até que estes aderissem à superfície da semente em camadas sucessivas até atingir o tamanho desejado.

O pelete foi selecionado em peneira número 10, a fim de que o tamanho dos peletes fossem uniformes. Após o recobrimento das sementes, estas permaneceram por 24 horas expostas à temperatura ambiente para secagem dos peletes.

Os testes utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes após os tratamentos foram: teste de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, seguindo a mesma metodologia adotada no experimento II.

### **3.3.1 Análise estatística**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial  $3 \times 3 \times 2$ , sendo: 3 lotes de sementes com baixa, média e alta qualidade fisiológica; 2 tipos de recobrimento ( areia + microcelulose 2:1 e areia + microcelulose + esplosol 4:2:1) mais as testemunhas (sem revestimento), com e sem condicionamento osmótico.

Dados quantitativos, quando possível, foram avaliados por meio de análise de regressão e os dados qualitativos foram avaliados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise dos dados foi realizada pelo Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados, SISVAR, para microcomputadores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento I - Avaliações preliminares

#### 4.4.1 Ensaio I: Ajuste do condicionamento fisiológico

Devido ao alto índice de protrusão radicular de sementes de *Brachiaria brizantha* dentro das soluções de imersão, nenhum teste foi instalado para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Verifica-se, por meio da Tabela 3, que para todos os tratamentos a porcentagem de protrusão radicular das sementes dentro das soluções apresentaram-se inversamente proporcional à diminuição dos potenciais hídricos de -0,3 a -0,9MPa.

A solução de PEG nas três concentrações e períodos de condicionamento testados não foi eficiente para impedir a emissão da radícula de sementes de *Brachiaria brizantha*, com exceção das sementes imersas nessa solução na concentração -0,9MPa por um período de 3 dias, onde não houve protrusão radicular. Resultados similares a este foram verificados por Roveri-José (1999) que, estudando o efeito do condicionamento osmótico na germinação, vigor e atividade enzimática de sementes de pimentão, observou que a porcentagem de sementes germinadas na solução de PEG com concentração de -1,1MPa a 25°C aumentou a medida em que foi aumentado o período de condicionamento das sementes. Já para as sementes imersas nas soluções de KNO<sub>3</sub> e P+K, observa-se que as concentrações de -0,6 e -0,9Mpa foram eficazes em impedir a emergência da radícula, mesmo nos maiores períodos de imersão. No entanto, o mesmo não foi verificado na concentração de -0,3 MPa, nos três períodos de imersão.

**TABELA 3** – Porcentagem de protrusão radicular de sementes de *Brachiaria brizantha* nas soluções de imersão de polietileno glicol (PEG), nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>) e da mistura PEG + KNO<sub>3</sub> (P+K), nas concentrações -0,3; -0,6 e -0,9MPa e sob diferentes períodos de embebição. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Solutos	P. hídricos	Períodos de embebição		
		3 dias	6 dias	9 dias
PEG	-0,3	15,50	11,50	9,00
	-0,6	14,50	18,50	15,50
	-0,9	0,00	1,00	1,50
KNO <sub>3</sub>	-0,3	12,00	8,50	3,00
	-0,6	0,00	0,00	0,00
	-0,9	0,00	0,00	0,00
P+K	-0,3	11,50	16,50	11,50
	-0,6	0,00	0,00	0,00
	-0,9	0,00	0,00	0,00

#### 4.1.2 Ensaio II: Adequação da concentração e do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*

O resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes para avaliar o efeito do condicionamento fisiológico, conduzidos em quatro períodos de embebição (12, 24, 48, 72 horas), três soluções (PEG, KNO<sub>3</sub> e P+K) e três concentrações (-0,9, -1,1 e -1,4MPa), sobre as sementes de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, está registrado na Tabela 1A.

#### **4.1.2.1 Porcentagem de germinação**

Foi verificado efeito significativo para o fator concentração e para a interação período de condicionamento x soluto (Tabela 1A).

Pela Tabela 4 fica evidenciado que, à medida que o potencial osmótico da solução foi reduzido de  $-0,9$  para  $-1,4\text{MPa}$ , ocorreu um incremento na porcentagem de germinação das sementes. No entanto, verifica-se que não há diferença estatística quanto à porcentagem de germinação entre sementes imersas em soluções de concentração  $-1,1$  e  $-1,4\text{MPa}$ . Este resultado corrobora com os observados por Hardegree & Emmerich (1992) que, trabalhando com quatro espécies de gramíneas, verificaram maiores porcentagens de germinação nos tratamentos submetidos a tensões osmóticas mais negativas. Porém, Borges et al. (1994) e Braccini et al. (1996) obtiveram respostas divergentes. De acordo com esses autores, concentrações osmóticas mais negativas nas soluções levam a uma redução acentuada da germinação das sementes. Para Heydecker et al. (1975), estas discordâncias devem-se ao fato de a relação ideal entre temperatura, potencial osmótico e período de condicionamento, ser variável segundo a espécie e o cultivar.

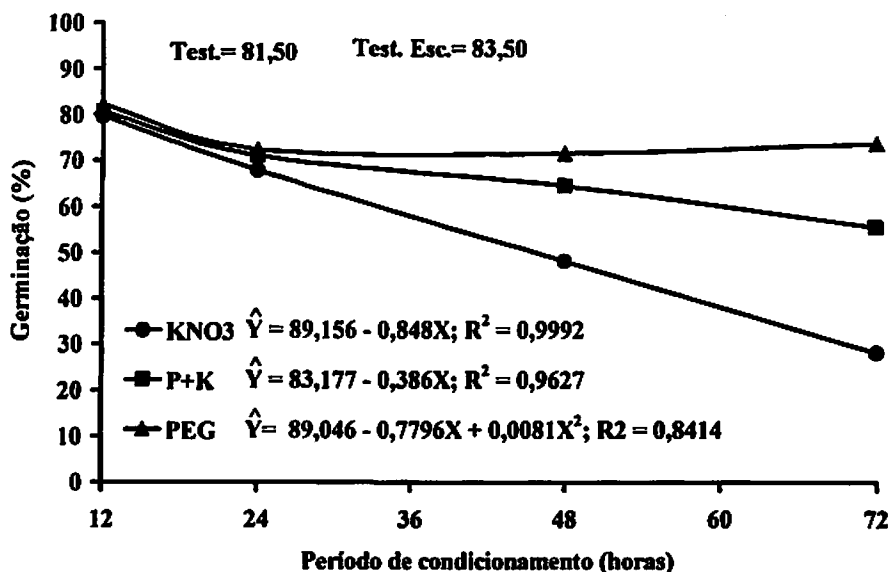


**TABELA 4** - Resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* osmocondicionadas em diferentes concentrações de soluto (0,9; 1,1 e 1,4MPa). UFLA, Lavras, MG, 2003.

CONCENTRAÇÃO	MÉDIAS
-0,9	64,54 B
-1,1	65,92 AB
-1,4	68,92 A

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Pela Figura 1, observa-se que a porcentagem de germinação das sementes escarificadas foi semelhante à porcentagem de germinação das sementes sem escarificação, indicando que as sementes não apresentavam dormência. Verifica-se ainda que as porcentagens de germinação das sementes imersas por um período de 12 horas em soluções contendo os diferentes solutos, não diferiram entre si e não diferiram também das porcentagens de germinação observadas nas testemunhas escarificada e não escarificada.



**FIGURA 1** – Estimativa da porcentagem de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (12, 24, 48 e 72 horas) e da solução de imersão (PEG, KNO<sub>3</sub> e P+K) na temperatura de 25°C. UFLA, Lavras, MG, 2003.

De maneira geral, observa-se que, à medida que o período de condicionamento das sementes é aumentado, ocorre uma redução na porcentagem de germinação destas. Para as sementes imersas em solução de PEG, esta redução foi relativamente pequena, de 80% no período de 12 horas para 70% no período de 24 horas de embebição. Houve um pequeno incremento na germinação após 24 horas de imersão em relação aos valores observados nas soluções contendo KNO<sub>3</sub> e P+K, porém, sem atingir o valor observado com 12 horas de embebição.

As sementes imersas em solução de KNO<sub>3</sub> e P+K apresentaram respostas semelhantes entre si, ou seja, à medida que o período de embebição das

sementes na solução foi aumentado a porcentagem de germinação das sementes foi reduzida. Vale ressaltar ainda que esta redução foi maior para sementes imersas em solução de  $\text{KNO}_3$  quando comparada à observada para as sementes imersas na mistura P+K.

Provavelmente isto ocorreu em função do baixo peso molecular do sal utilizado, que pode ter penetrado nos tecidos das sementes causando fitotoxidez, que foi tão mais severa quanto maior o tempo de exposição das sementes à solução. Resultados semelhantes a este foram verificados por Haigh & Barlow (1987) que, avaliando a eficiência do condicionamento fisiológico de sementes de sorgo em solução de  $\text{KNO}_3$ , observaram efeito fitotóxico desta solução às sementes.

#### **4.1.2.2 Índice de velocidade de protrusão radicular**

Para o índice de velocidade de protrusão radicular, verificou-se efeito significativo para o fator concentração, para a interação período de condicionamento x soluto e entre adicionais e adicionais vs. fatorial.

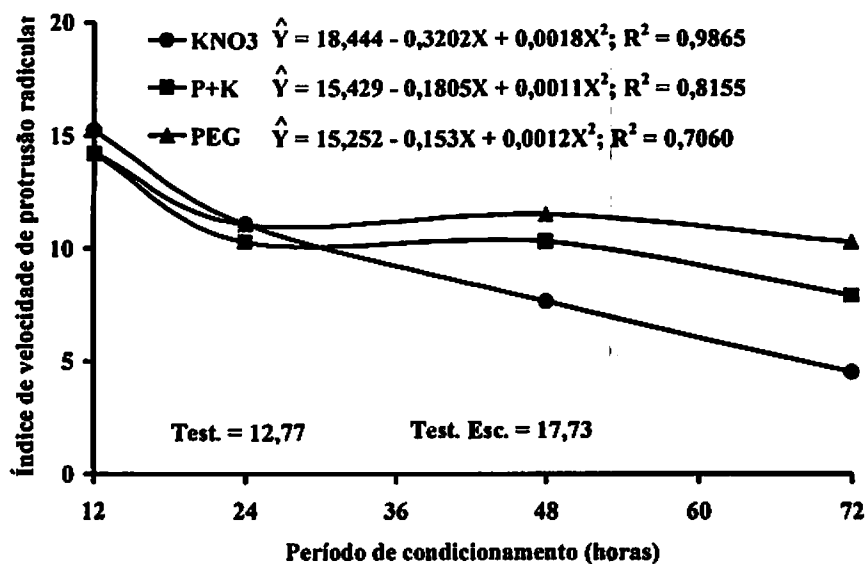
De maneira semelhante ao observado para a porcentagem de germinação, verifica-se, pela Tabela 5, que à medida que o potencial osmótico da solução foi reduzido de -0,9 para -1,4MPa, ocorreu um incremento no índice de velocidade de protrusão radicular das sementes. No entanto, quando se compararam sementes imersas em soluções a concentração de -1,1 e -1,4 MPa, verifica-se que estas não diferenciaram-se estatisticamente entre si.

**TABELA 5 - Resultados médios do índice de velocidade de protrusão radicular de sementes de *Brachiaria brizantha* osmocondicionadas em diferentes concentrações de soluto (0,9, 1,1 e 1,4MPa). UFLA, Lavras, MG, 2003.**

CONCENTRAÇÃO	MÉDIAS
-0,9	10,28 B
-1,1	10,62 AB
-1,4	11,16 A

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Para os adicionais (Figura 2), observa-se uma maior velocidade de protrusão radicular quando as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico 17,73 em comparação às sementes não escarificadas 12,77, sugerindo que a escarificação química das sementes proporcionou uma maior rapidez em sua germinação. Na comparação dos adicionais com a média dos resultados dispostos em fatorial, verifica-se superioridade dos adicionais.



**FIGURA 2** - Estimativa do índice de velocidade de protrusão radicular de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (12, 24, 48 e 72 horas) e das soluções de imersão (PEG e KNO<sub>3</sub>). UFLA, Lavras, MG, 2003.

Observa-se, ainda, pela Figura 2, que o osmocondicionamento de sementes de *Brachiaria brizantha* por um período de 12 horas de embebição foi o que proporcionou maior índice de velocidade de protrusão radicular para todas as soluções testadas. Vale ressaltar que, neste período de condicionamento, todos os tratamentos se sobressaíram em relação às sementes não escarificadas (testemunha). No entanto, nenhum superou as sementes escarificadas. Merecem destaque as sementes condicionadas em solução de KNO<sub>3</sub> por um período de 12 horas que se sobressaíram em relação às submetidas aos demais tratamentos e sobre a testemunha sem escarificação. Para Khan et al. (1980/81), este aumento

na velocidade de germinação de sementes condicionadas está relacionado com o aumento na síntese de proteínas.

Observa-se, ainda, pela Figura 2, que de maneira geral, quando o período de condicionamento das sementes foi elevado de 12 para 24 horas, houve uma queda acentuada na velocidade de germinação em todos os tratamentos. Porém, quando esse período passou para 48 horas de embebição, verificou-se um pequeno acréscimo na velocidade de protrusão radicular das sementes condicionadas em solução de PEG e P+K. A partir daí houve tendência de queda com o aumento do período de condicionamento.

Vale ressaltar que, nesta pesquisa, a velocidade de protrusão radicular das sementes condicionadas em solução de PEG e P+K foi bastante aproximada, obedecendo a uma mesma tendência. Apesar dessa aproximação, observa-se, de maneira geral, que as sementes condicionadas em solução de PEG se sobressaíram em relação às imersas em solução de P+K. Para as sementes condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$ , verificou-se maior desempenho quando estas foram embebidas por 12 horas. No entanto, a partir de 24 horas de embebição, a velocidade de protrusão radicular das sementes imersas nesta solução foi menor que nos demais solutos utilizados, confirmando mais uma vez o provável efeito fitotóxico dessa solução sobre as sementes.


#### **4.1.2.3 Tempo médio para ocorrência de 50% de germinação**

Para o vigor das sementes, medido pelo  $T_{50}$ , verificou-se significância nos fatores período de condicionamento, soluto e nas interações período de condicionamento x soluto e período de condicionamento x concentração. Observou-se, ainda significância entre adicionais e adicionais vs. fatorial.

Para os tratamentos adicionais, verificou-se que a escarificação das sementes foi eficiente em reduzir o tempo para 1,99 dia (dados não mostrados) para que 50% das sementes germinassem em relação ao observado para as sementes não escarificadas (2,80 dias) (dados não mostrados). Isto indica que a escarificação das sementes em ácido sulfúrico possibilita uma maior uniformidade na germinação das sementes em comparação às sementes sem escarificação. Na comparação das testemunhas com a média dos resultados dispostos em fatorial verifica-se superioridade das testemunhas.

Já para a interação período de condicionamento x soluto, foi observado que, em todas as soluções, o período de imersão de 12 horas foi o que proporcionou maior redução no tempo para que 50% das sementes emitissem a radícula (Tabela 6). Porém, esses valores não diferiram estatisticamente dos observados quando as sementes foram imersas em soluções de PEG e P+K por um período de 48 horas de embebição. A emergência da radícula em um menor período de tempo parece ser a principal vantagem do condicionamento fisiológico, fato este comprovado por diversos autores (Dell'Áquila & Tritto, 1991; Cavallaro et al., 1994), entre outros. Estes resultados também foram observados no teste de germinação e índice de velocidade de protrusão radicular (Figura 1 e 2). Quando as sementes foram imersas por um período de 72 horas, os valores de  $T_{50}$  foram, de maneira geral, inferiores. Porém observa-se que esses valores neste período de condicionamento não diferiram estatisticamente daqueles observados para o período de 24 horas.

Quanto ao soluto, verifica-se que para um pequeno período de embebição (12 horas) a imersão das sementes em solução de  $KNO_3$  foi a que possibilitou melhores resultados para o  $T_{50}$ . Porém, à medida que o tempo de condicionamento foi aumentando de 24 para 72 horas, não foi observada diferença estatística nesses valores para as soluções utilizadas. Trabalhando com sementes de tomate condicionadas em soluções de  $KNO_3$  e PEG-8000, Alvarado

  
& Bradford (1988) observaram efeitos positivos dessas soluções em reduzir o tempo médio para 50% de germinação das sementes.

**TABELA 6** - Valores médios do  $T_{50}$  de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento 12, 24, 48 e 72 horas) e do soluto (0,9, 1,1 e 1,4MPa). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PERÍODO (horas)	SOLUTO		
	PEG	KNO <sub>3</sub>	P+K
12	2,55 Ab	2,10 Aa	2,43 Ab
24	3,17 Cb	2,73 Ba	3,13 Bb
48	2,79 ABa	2,85 Ba	2,74 Aa
72	2,99 BCa	2,88 Ba	3,15 Ba

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados da Tabela 7, verifica-se, de maneira geral, um melhor desempenho das sementes quanto ao  $T_{50}$ , quando estas foram condicionadas por um período de 12 horas, em relação às sementes submetidas aos outros períodos de condicionamento, independentemente da concentração do soluto utilizada, com exceção dos valores observados para as sementes condicionadas por um período de 48 horas na concentração de -0,9MPa, os quais não diferiram daqueles observados para as condicionadas por um período de 12 horas.

Em relação à concentração do soluto não foi verificada diferença significativa entre os tempos para que 50% das sementes germinassem, com exceção da observada para sementes condicionadas por um período de 72 horas a uma concentração de -0,9 MPa, para as quais foi requerido um tempo maior para que 50% da germinação fossem alcançados.



**TABELA 7** - Valores médios do  $T_{50}$  de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento 12, 24, 48 e 72 horas) e da concentração do soluto (0,9; 1,1 e 1,4MPa). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PERÍODO (horas)	CONCENTRAÇÃO (MPa)		
	-0,9	-1,1	-1,4
12	2,39 Aa	2,31 Aa	2,39 Aa
24	3,09 Ba	2,96 Ba	2,98 Ba
48	2,71 Aa	2,85 Ba	2,82 Ba
72	3,31 Bb	2,89 Ba	2,81 Ba

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.1.3 Ensaio III: Adequação do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*

O resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes para avaliar o efeito do condicionamento fisiológico conduzidos em três períodos de embebição (5, 10 e 15 horas), três solutos (PEG,  $KNO_3$  e P+K) e três concentrações (-0,9, -1,1 e -1,4MPa), sobre as sementes de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, está registrado na Tabela 2A.

##### 4.1.3.1 Teste de germinação

Verificou-se efeito significativo da interação tripla (Tabela 2 A), indicando que os três fatores (período de condicionamento, soluto e concentração do soluto) estão interagindo, ou são dependentes, com um dos fatores influenciando na ação dos outros dois. Nas Figuras 3, 4 e 5, observa-se o

efeito do período de condicionamento em cada uma das combinações de soluto e concentração do soluto.

Comparando-se as testemunhas (escarificada e não escarificada), observa-se à presença de dormência no lote de sementes, a qual foi quebrada por meio da escarificação com ácido sulfúrico por 15 minutos, elevando-se a porcentagem de germinação de 49,5% para 79,5% (Figuras 3, 4 e 5).

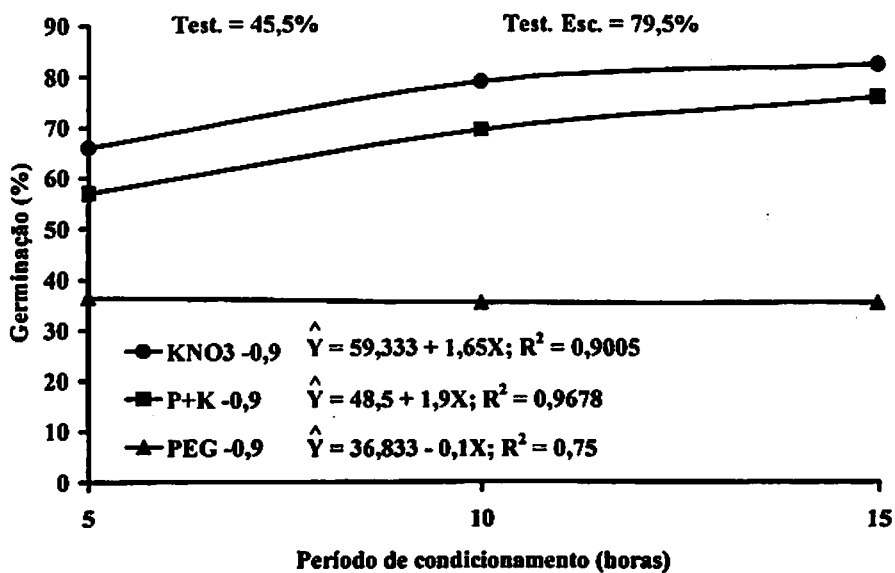
Observa-se ainda que todos os tratamentos em que foram utilizados os solutos  $\text{KNO}_3$  e  $\text{P+K}$ , mostraram-se superiores quanto à porcentagem de germinação em relação à testemunha não escarificada, embora os resultados observados para esta testemunha tenham superado aqueles das sementes condicionadas com PEG. Esta baixa capacidade de envigoramento, quando as sementes foram imersas em solução de PEG, deve-se provavelmente ao pequeno período de tempo utilizado para o condicionamento. Isto porque sabe-se que este soluto apresenta alta viscosidade e talvez necessite de um maior período de imersão das sementes para que elas atinjam graus de umidade próximos daqueles nos quais ocorrem a germinação das sementes. Vale ressaltar que esta é uma das condições básicas para o sucesso da técnica. A grande diferença observada entre a germinação das sementes sem escarificação (testemunha) e a observada nos tratamentos em solução de  $\text{KNO}_3$  e  $\text{P+K}$ , é explicada por Heydecker et al. (1973) e Taylor et al. (1998). Estes autores afirmam que as sementes osmocondicionadas têm melhor desempenho de germinação e vigor, em comparação às não tratadas.

De maneira geral, nos tratamentos cujo condicionamento foi realizado em solução de  $\text{KNO}_3$ , pôde-se observar porcentagem de germinação mais alta, quando comparados aos tratamentos cuja imersão das sementes foi realizada em solução de  $\text{P+K}$  e PEG, independentemente do período de embebição e da concentração do soluto utilizada. Observa-se, ainda, que houve uma tendência

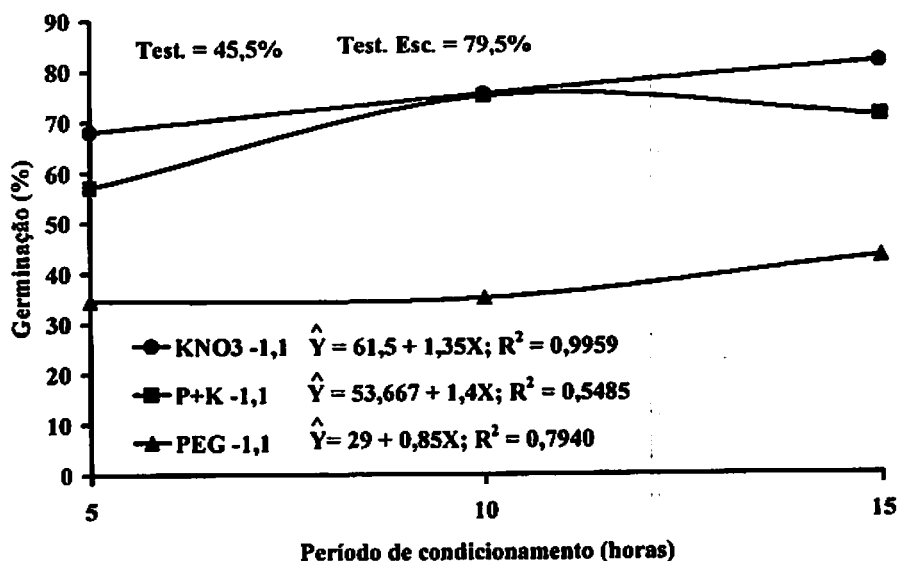
de aumento da germinação das sementes à medida que o período de condicionamento foi elevado, com exceção das sementes imersas em solução de PEG a uma concentração de  $-0,9\text{MPa}$ . Estas sementes apresentaram estabilização na germinação das sementes à medida em que aumentou-se o período de condicionamento e das sementes imersas em solução P+K a  $-1,1\text{MPa}$ , que apresentaram acréscimo na porcentagem de germinação quando o período de condicionamento foi aumentado de 5 para 10 horas e diminuiu quando esse período passou de 10 para 15 horas.

Dentre os tratamentos realizados, merece destaque aquele cujo condicionamento foi realizado em solução de  $\text{KNO}_3$  por um período de 15 horas de embebição, independente da concentração. Este tratamento, além de promover maior incremento na porcentagem de germinação em relação aos demais, foi capaz de superar os ganhos adquiridos pela escarificação química, indicando que esta metodologia é eficiente em promover a quebra de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha*.

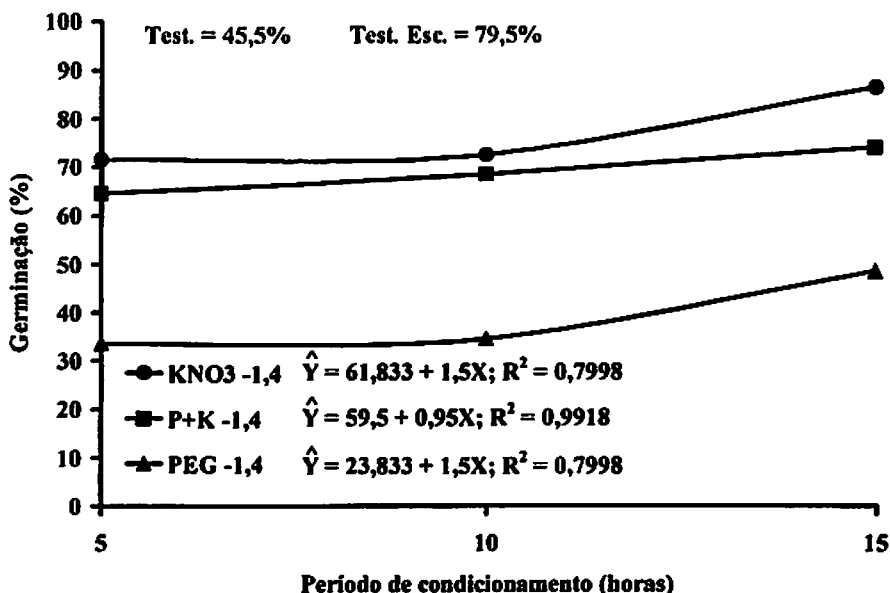
Deve-se ressaltar que a escarificação química com ácido sulfúrico é, atualmente, a principal forma de superar a dormência de sementes forrageiras.



**FIGURA 3** – Estimativa da porcentagem de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (5, 10 e 15 horas) e do soluto (PEG, KNO<sub>3</sub> e P+K), à concentração de -0,9 MPa. UFLA, Lavras, MG, 2003.



**FIGURA 4** - Estimativa da porcentagem de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (5, 10 e 15 horas) e do soluto (PEG, KNO<sub>3</sub> e P+K), à concentração de -1,1 MPa. UFLA, Lavras, MG, 2003.



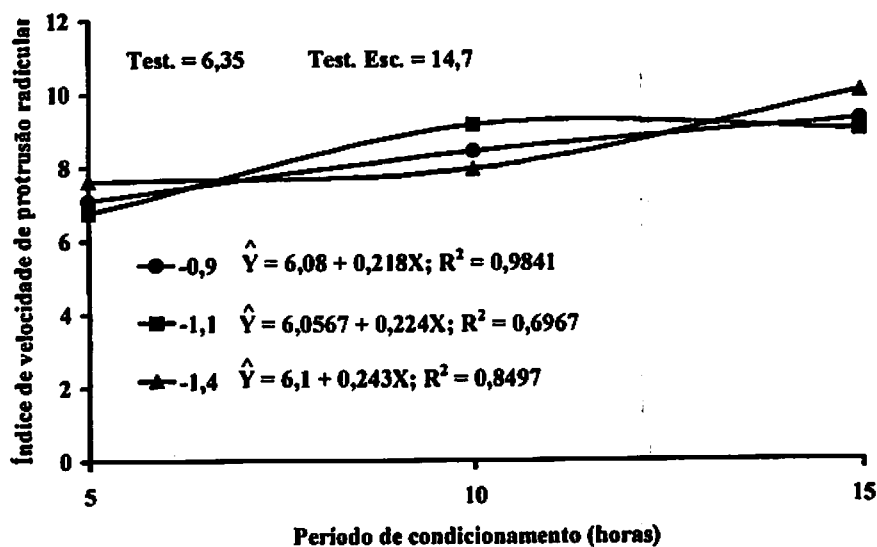
**FIGURA 5** - Estimativa da porcentagem de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (5, 10 e 15 horas) e do soluto (PEG, KNO<sub>3</sub> e P+K), à concentração de -1,4 MPa. UFLA, Lavras, MG, 2003.

#### 4.1.3.2 Índice de velocidade de protrusão radicular

Na Figura 6 são apresentados os resultados do índice de velocidade de protrusão radicular. Para a interação período de condicionamento x concentração de soluto verifica-se que à medida que o tempo de embebição das sementes foi aumentado houve uma tendência de acréscimo no índice de protrusão radicular, seguindo o mesmo padrão observado no teste de germinação. Somente o tratamento realizado em solução a uma concentração de -1,1MPa apresentou resposta contrária a este padrão. Neste tratamento, quando o período de condicionamento foi acrescido de 5 para 10 horas de embebição, ocorreu um

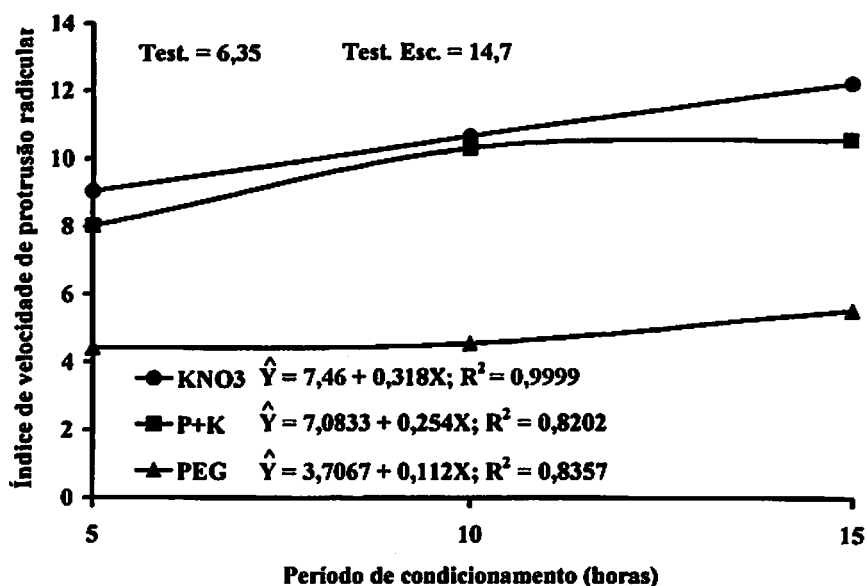
aumento no índice de protrusão radicular. No entanto, quando este período passou de 10 para 15 horas de embebição, houve um decréscimo nesses valores.

Verifica-se, ainda, diferença significativa entre adicionais. Nas sementes tratadas com ácido sulfúrico, a velocidade da protrusão radicular foi maior que nas sementes não tratadas, semelhante ao que ocorreu no teste de germinação. Ainda na Figura 6, verifica-se que, para as sementes submetidas ao condicionamento, os índices de protrusão radicular foram maiores quando comparados aos índices das sementes sem escarificação (testemunha). No entanto, esses valores foram menores quando comparados aos observados para as sementes escarificadas.



**FIGURA 6** – Estimativa do índice de velocidade de protrusão radicular de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (5, 10 e 15 horas) e da concentração do soluto (-0,9; -1,1 e -1,4 MPa). UFLA, Lavras, MG, 2003.

A maior velocidade de protrusão radicular (Figura 7) verificada em todos os tratamentos nos quais as sementes foram condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  em relação aos demais tratamentos envolvendo o condicionamento e as sementes sem escarificação, confirmam os resultados observados por Trigo et al. (1999a) em sementes de cebola. Vale ressaltar que as sementes condicionadas na mistura de soluções P+K também superaram as sementes não escarificadas (testemunha) quanto à velocidade de protrusão radicular. No entanto, proporcionou um menor incremento na velocidade de protrusão radicular quando comparada às sementes osmocondicionadas em  $\text{KNO}_3$ . As sementes condicionadas em solução de PEG, por sua vez, apresentaram os menores valores quanto à velocidade de protrusão radicular.



**FIGURA 7** – Estimativa do índice de velocidade de protrusão radicular de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (5, 10 e 15 horas) e do soluto utilizado (PEG,  $\text{KNO}_3$  e P+K). UFLA, Lavras, MG, 2003.



Efeitos negativos sobre a porcentagem de protrusão radicular e o  $T_{50}$  (tempo médio para ocorrência de 50% de protrusão radicular) foram evidenciados quando sementes de cebola foram imersas em solução de PEG 6000 (Heydecker et al., 1975). O baixo incremento no índice de velocidade de protrusão radicular quando as sementes foram imersas em solução de PEG, pode ser devido ao reduzido período de condicionamento dessas sementes que, talvez, não tenham tido tempo suficiente para atingir patamares de umidade próximos daquele no qual ocorre a germinação das sementes. Quando se compara a velocidade de protrusão radicular das sementes condicionadas com a observada para as sementes escarificadas, verificam-se maiores valores para esta última. No entanto, observa-se que o tratamento cuja imersão das sementes ocorreu em solução de  $KNO_3$  por um período de 15 horas de embebição chegou a valores bem próximos. Houve também uma tendência de aumento do índice de velocidade de protrusão radicular, à medida que o período de condicionamento foi aumentado.

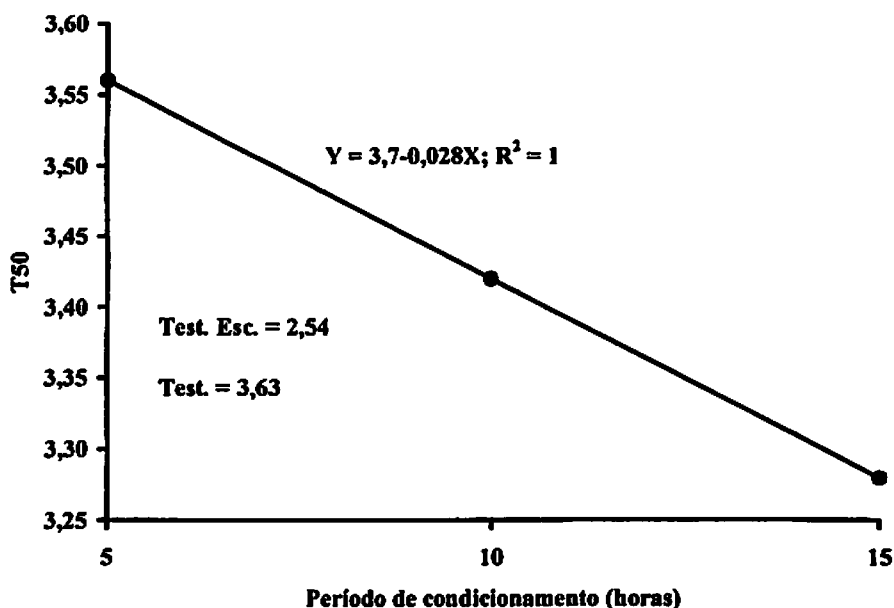
#### 4.1.3.3 Tempo para germinação de 50% das sementes ( $T_{50}$ )

Quanto ao vigor das sementes medido pelo  $T_{50}$ , verifica-se que só houve significância entre tratamentos adicionais e para os fatores período de condicionamento e soluto (Tabela 2 A), isoladamente, indicando, que estes fatores agem de forma independente.

Observa-se, pela Figura 8, que o condicionamento fisiológico proporcionou uma maior redução no tempo para que 50% das sementes germinassem quando comparadas às sementes não escarificadas. No entanto, a situação se inverte quando se comparam os valores do  $T_{50}$  das sementes condicionadas com os da testemunha escarificada. Verifica-se, ainda, que este incremento no valor do  $T_{50}$  é maior à medida que o período de condicionamento

aumenta. Em relação às testemunhas, verifica-se um maior incremento no valor do  $T_{50}$  quando as sementes foram escarificadas.

Em relação à solução de imersão, as sementes que foram imersas na solução de  $KNO_3$  e P+K não diferiram estatisticamente entre si, porém, quando comparadas àquelas imersas em solução de PEG, estas apresentaram superioridade. O tempo gasto para que 50% das germinassem, foi menor (Tabela 8).



**FIGURA 8** – Estimativa do tempo para a germinação de 50% das sementes de *Brachiaria brizanta* em função do período de condicionamento (5, 10 e 15 horas). UFLA, Lavras, MG, 2003.

**TABELA 8** – Valores médios do  $T_{50}$  das sementes de *Brachiaria brizantha* em função da solução de imersão (PEG,  $KNO_3$  e P+K). UFLA, Lavras, MG, 2003.

SOLUTO	MÉDIAS
PEG	3,71 B
$KNO_3$	3,33 A
P+K	3,23 A

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 4.2 Experimento II: Condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*

### 4.2.1 Condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*

Na Tabela 4 A estão apresentados os dados relativos ao resumo da análise de variância para os resultados dos testes de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência,  $T_{50}$  (tempo para que ocorra 50% de germinação) e condutividade elétrica.

#### 4.2.1.1 Determinação do grau de umidade

Os dados obtidos na determinação do grau de umidade das sementes osmocondicionadas não foram submetidos à análise estatística e estão apresentadas na Tabela 9.

**TABELA 9** – Médias em porcentagem do grau de umidade de sementes de *Brachiaria brizantha* de três lotes (baixa, média e alta qualidade fisiológica), condicionados em duas soluções (PEG e KNO<sub>3</sub>) por diferentes períodos (6, 12 e 18 horas). UFLA, Lavras, MG, 2003.

LOTE	PERÍODO (horas)	UMIDADE	
		PEG	KNO <sub>3</sub>
Baixa	6	28,04	34,05
Baixa	12	29,42	35,61
Baixa	18	30,56	34,24
Média	6	23,78	28,46
Média	12	28,63	28,45
Média	18	27,50	32,17
Alta	6	23,97	27,36
Alta	12	25,71	28,54
Alta	18	27,43	30,57

As sementes de baixa qualidade fisiológica apresentaram um conteúdo de água ligeiramente superior ao das sementes de média qualidade fisiológica que, por sua vez, foi superior ao das sementes de alta qualidade fisiológica. Este maior grau de umidade apresentado pelas sementes de baixa qualidade fisiológica pode ter sido em função da maior desorganização das membranas celulares, o que permitiu uma entrada de água mais rápida para o interior da célula dessas sementes.

Observa-se, ainda, de maneira geral, que em todos os tratamentos, à medida que o período de condicionamento foi aumentado, houve um incremento no teor de água das sementes, com exceção do observado para as sementes de

baixa qualidade fisiológica condicionadas em  $\text{KNO}_3$ , cujos valores permaneceram praticamente estáveis.

Estes resultados indicam que as sementes condicionadas por um período de 6 e 12 horas não haviam atingido a fase II de embebição, já que as mesmas apresentaram aumento nos valores de teor de água com o aumento do período de condicionamento para 18 horas. A exceção ocorreu com as sementes de baixa qualidade fisiológica condicionada em  $\text{KNO}_3$ , que parecem ter atingido a fase II de embebição com 6 horas de imersão na solução. De acordo com Carvalho & Nakagawa (1988), as sementes atingem a fase II quando seu teor de água estiver entre 35% e 40% (para tecido do tipo cotiledonar) e 25% e 30% (para tecido do tipo endospermático). Com relação à solução de imersão verifica-se que em todos os lotes e períodos de condicionamento as sementes condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  apresentaram maior grau de umidade em relação às sementes condicionadas em solução de PEG, destacando mais uma vez a maior facilidade de absorção de água pelas sementes na presença deste soluto.

#### 4.2.1.2 Porcentagem de germinação

Pelos resultados da análise de variância Tabela 4 A, observa-se efeito significativo para as interações lote x soluto e período de condicionamento x soluto.

Os resultados contidos na Tabela 10 indicam que a exposição das sementes de *Brachiaria brizantha* em soluções de  $\text{KNO}_3$ , em comparação às sementes imersas em PEG, proporcionou maiores valores de germinação, independentemente da qualidade fisiológica que elas apresentavam. Vale ressaltar que este incremento foi mais expressivo quando as sementes apresentavam baixa qualidade fisiológica (43,32%), seguida pelas sementes de média qualidade fisiológica (27,75%) e, por último, as com alta qualidade

fisiológica (11,14%). Tais resultados concordam com os de Burgass & Powell (1984), os quais observaram que sementes de couve-flor de baixa qualidade fisiológica apresentaram maiores ganhos em relação às sementes de alto vigor, após o condicionamento fisiológico. Estes autores relataram ainda a pouca probabilidade desse ganho ter ocorrido somente em função de quaisquer mudanças durante os estádios iniciais de germinação, pois, neste caso, as sementes de melhor qualidade também teriam sido “envigoradas”. Diante disso, os autores concluíram que os mecanismos de reparo também atuaram nas sementes de pior qualidade, contribuindo para reverter os efeitos provocados pela deterioração.

**TABELA 10** - Resultados médios de germinação (%) de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) condicionadas em dois solutos (PEG e KNO<sub>3</sub>). UFLA, Lavras, MG, 2003.

LOTES	SOLUTO	
	PEG	KNO <sub>3</sub>
BAIXA	6,87 Cb	12,12 Ca
MÉDIA	47,75 Bb	66,00 Ba
ALTA	71,75 Ab	80,75 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Sementes condicionadas em solução de KNO<sub>3</sub> exibiram maiores valores de germinação em todos os períodos de condicionamento quando comparados aos valores observados em sementes condicionadas em solução de PEG (Tabela 11). A exceção foi a testemunha (tempo zero), cujas sementes não foram

colocadas para embeber em nenhuma solução. Verifica-se, ainda, que não houve diferença significativa entre os períodos de condicionamento quando as sementes foram imersas em solução de PEG. No entanto, quando as sementes foram osmocondicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$ , verificou-se uma superioridade destas em relação à testemunha (tempo zero). Este resultado indica que o condicionamento em solução de  $\text{KNO}_3$  é uma importante ferramenta para promover a reestruturação do sistema de membranas, o que leva a um maior equilíbrio na capacidade de regulação do fluxo de solutos, tanto da célula como da organela (Koostra & Harrington, 1973).

**TABELA 11** - Resultados médios de germinação (%) de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (0, 6, 12 e 18 horas) e do solutos (PEG e  $\text{KNO}_3$ ). UFLA, Lavras, MG, 2003.

TEMPO (horas)	SOLUTO	
	PEG	$\text{KNO}_3$
0	42,50 Aa	42,50 Ba
6	40,00 Ab	55,00 Aa
12	43,00 Ab	58,00 Aa
18	43,00 Ab	56,33 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.2.1.3 Índice de velocidade de protrusão radicular

Verifica-se, pelos resultados da Tabela 4 A, que houve efeito significativo para a interação tripla lote x soluto x período de condicionamento.

Em sementes de baixa qualidade fisiológica, o condicionamento em solução de PEG não teve efeito algum sobre o índice de velocidade de protrusão radicular (Tabela 12). No entanto, para as sementes condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$ , apesar de não se observar diferença significativa entre os períodos de condicionamento e a testemunha (tempo zero), verifica-se que, à medida que ocorre uma elevação no tempo de embebição das sementes, este índice tende a aumentar. O melhor tratamento foi aquele cuja imersão das sementes foi realizada por um período de 18 horas. Vale ressaltar que este tratamento propiciou uma velocidade de protrusão radicular 68% superior à da testemunha.

Para sementes com média qualidade fisiológica verifica-se que a variação no período de condicionamento não influenciou na velocidade de protrusão radicular das sementes quando imersas em solução de PEG. Porém, quando imersas em solução de  $\text{KNO}_3$ , incrementos foram verificados. Merece destaque o tratamento cuja imersão foi realizada em solução de  $\text{KNO}_3$  por um período de 12 horas, com um ganho na ordem de 49% na velocidade de protrusão radicular em relação à testemunha. Quando se compara a eficiência dos solutos, observam-se ganhos mais expressivos na velocidade de protrusão radicular de sementes osmocondicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$ . Vale ressaltar que esse incremento em sementes imersas em solução de  $\text{KNO}_3$  sobre as imersas em PEG foi verificado em todos os períodos de condicionamento. Este maior incremento pode ser devido a algum efeito sinérgico dessa solução nas sementes de *Brachiaria brizantha*, conforme relatado por Haigh & Barlow (1987) em sementes de cenoura, Haigh & Barlow (1987) e Frett et al. (1991) em tomate e Frett et al. (1991) em sementes de aspargus.



Para as sementes com alta qualidade fisiológica, a imersão em ambos os solutos por um período de 12 horas de condicionamento foi a que propiciou maior incremento na velocidade de protrusão radicular das sementes, com destaque para o tratamento realizado em solução de  $\text{KNO}_3$  por 12 horas. Efeito negativo sobre as sementes foi verificado quando estas foram imersas em solução de PEG por um período de 6 horas, a qual apresentou velocidade de protrusão radicular inferior à testemunha. Observa-se, ainda, pela Tabela 12 que diferenças significativas entre as soluções só foram verificadas nos períodos de condicionamento de 6 e 12 horas, com superioridade das sementes imersas em solução de  $\text{KNO}_3$  em comparação às embebidas em PEG.

**TABELA 12** - Resultados médios de índice de velocidade de protrusão radicular de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) condicionadas em dois solutos (PEG e  $\text{KNO}_3$ ) e em quatro períodos de condicionamento (0, 6, 12 e 18 horas). UFLA, Lavras, MG, 2003.

TEMPO (horas)	LOTE X SOLUTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	PEG	$\text{KNO}_3$	PEG	$\text{KNO}_3$	PEG	$\text{KNO}_3$
0	0,48 Aa	0,48 Aa	7,16 Aa	7,16 Ca	12,03 Aba	12,03 Ba
6	0,61 Aa	0,86 Aa	6,53 Ab	11,52 Ba	9,91 Bb	14,36 Ba
12	0,45 Aa	1,09 Aa	6,63 Ab	14,03 Aa	14,05 Ab	18,11 Aa
18	0,50 Aa	1,52 Aa	7,65 Ab	10,49 Ba	12,51 Aa	13,95 Ba

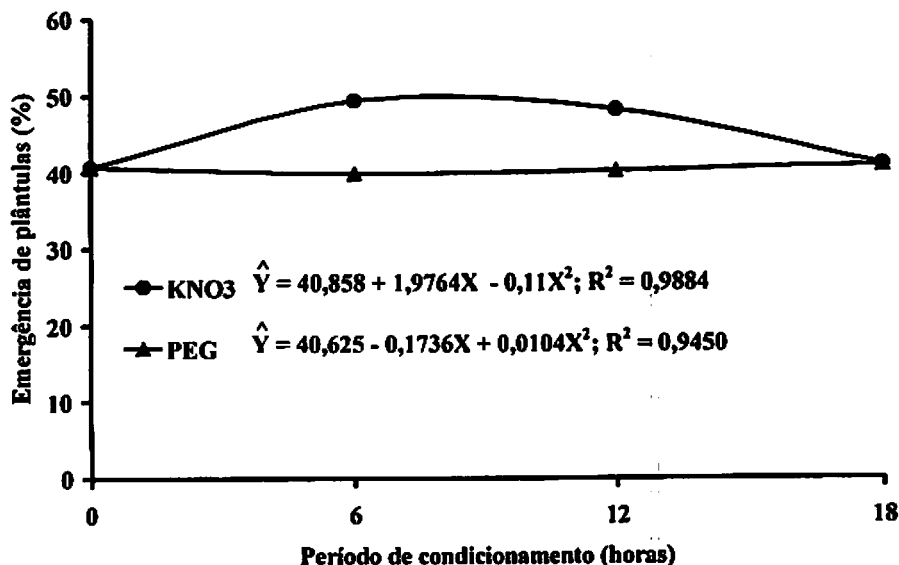
Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### **4.2.1.4 Emergência de plântulas**

Para emergência de plântulas, diferença significativa foi observada para a interação período de condicionamento x soluto (Tabela 4 A).

À semelhança do verificado no teste de germinação (Tabela 11) e índice de velocidade de protrusão radicular (Tabela 12), o condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha* realizado em solução de  $\text{KNO}_3$  proporcionou maiores ganhos na emergência de plântulas que o condicionamento em solução de PEG. Exceção feita ao período de embebição de 18 horas no qual houve uma igualdade na emergência de plântulas (Figura 9).

Observa-se, ainda, que para o condicionamento em solução de PEG houve uma tendência de estabilização na emergência de plântulas nos diversos períodos de embebição. No entanto, para sementes condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  verifica-se um incremento na emergência de plântulas à medida em que se eleva o período de embebição das sementes, atingindo ponto máximo próximo de 9 horas, com posterior redução. Os menores níveis de porcentagem de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular e emergência de plântulas nas sementes condicionadas com PEG podem estar relacionados com danos devidos à permanência das sementes em nível intermediário de umidade durante o condicionamento (Tabela 9). Diversos autores indicam níveis de umidade das sementes próximos ao da ocorrência da germinação como pré-requisitos básicos para o sucesso da técnica.



**FIGURA 9** - Estimativa da porcentagem de emergência de plântulas de *Brachiaria brizantha* em função do período de condicionamento (0, 6, 12, 18 horas) e do soluto (PEG e KNO<sub>3</sub>). UFLA, Lavras, MG, 2003.

#### 4.2.1.5 Índice de velocidade de emergência de plântulas

Observa-se, para o índice de velocidade de emergência de plântulas, significância para a interação tripla, lote (baixa, média e alta qualidade fisiológica) x período de condicionamento (6, 12 e 18 horas) x soluto (PEG e KNO<sub>3</sub>) (Tabela 4 A). Os resultados da Tabela 13 indicam que o condicionamento osmótico de sementes de *Brachiaria brizantha*, tanto em solução de KNO<sub>3</sub> como em solução de PEG, não foram eficientes para incrementar a velocidade de emergência de plântulas em sementes de baixa qualidade fisiológica, independentemente do tempo que estas permaneceram na solução. Para Guedes & Cantliffe (1980), Bodsworth & Bewley (1981) e

Cantliffe (1989), a qualidade inicial das sementes pode influenciar no sucesso da técnica.

**TABELA 13** - Resultados médios de índice de velocidade de emergência de plântulas de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) condicionadas em dois solutos (PEG e KNO<sub>3</sub>) e em quatro períodos de condicionamento (0, 6, 12 e 18 horas). UFLA, Lavras, MG, 2003.

TEMPO (horas)	LOTE X SOLUTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	PEG	KNO <sub>3</sub>	PEG	KNO <sub>3</sub>	PEG	KNO <sub>3</sub>
0	0,22 Aa	0,22 Aa	3,32 ABa	3,32 Ba	4,69 Aa	4,69 Ba
6	0,15 Aa	0,29 Aa	3,79 Ab	5,36 Aa	4,26 Ab	6,77 Aa
12	0,08 Aa	0,22 Aa	2,83 Bb	4,59 Aa	4,33 Aa	5,01 Ba
18	0,12 Aa	0,13 Aa	3,16 ABa	3,65 Ba	4,31 Aa	4,39 Ba

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em sementes de média qualidade fisiológica, observa-se, para as duas soluções de imersão, um maior incremento na velocidade de emergência de plântulas quando as sementes foram embebidas por um período 6 horas. Vale ressaltar, no entanto, que, quando se comparam os solutos, observa-se um maior incremento de sementes osmocondicionadas em KNO<sub>3</sub>. Apesar do tratamento em que as sementes foram condicionadas em solução de KNO<sub>3</sub> por um período de 6 horas ter proporcionado maiores ganhos na velocidade de emergência de plântulas em relação aos demais, o mesmo não diferiu estatisticamente do tratamento que ocorreu na mesma solução, porém, por um período de 12 horas.

Verificam-se, ainda por meio da Tabela 13, efeitos negativos sobre a velocidade de emergência de plântulas quando as sementes de média qualidade fisiológica foram embebidas em solução de PEG por um período de 12 e 18 horas. Apesar de não diferenciarem-se estatisticamente da testemunha, estas sementes apresentaram valores inferiores quanto à velocidade de emergência de plântulas. Sementes de alta qualidade fisiológica, quando condicionadas em solução de PEG, não exibiram nenhum incremento quanto à velocidade de emergência de plântulas nos variados tempos de embebição. Já para sementes condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$ , ganhos expressivos foram detectados quando estas ficaram embebidas por 6 horas, sobressaindo-se sobre a testemunha e os demais tratamentos.

#### 4.2.1.6 Tempo para ocorrência de 50% de germinação ( $T_{50}$ )

Pelos resultados da Tabela 4 A, verifica-se que houve significância para a interação lote x soluto.

Nota-se, pelos dados apresentados na Tabela 14, que somente as sementes de baixa qualidade fisiológica diferiram entre si quando condicionadas em diferentes soluções. As sementes condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  tiveram uma germinação mais rápida reduzindo, portanto, o valor do  $T_{50}$ . Heydecker et al. (1975) verificaram efeitos negativos sobre o  $T_{50}$  (tempo médio para ocorrência de 50% de germinação) quando sementes de cebola foram imersas em solução de PEG 6000. Já Furutani et al. (1986) observaram que o osmocondicionamento em solução de  $\text{KNO}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4$  não afetou o tempo médio para 50% de germinação de sementes de cebola. Pela Tabela 13, observa-se, ainda, que sementes de média e alta qualidade não diferiram entre si quanto ao  $T_{50}$ . Porém, apresentaram maior redução no tempo para germinação de 50% das

sementes, quando comparadas às sementes de baixa qualidade fisiológica, independentemente da solução em que foram imersas.

**TABELA 14** - Resultados médios de  $T_{50}$  de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) condicionadas em dois solutos (PEG e  $KNO_3$ ). UFLA, Lavras, MG, 2003.

LOTES	SOLUTO	
	PEG	$KNO_3$
BAIXA	8,23 Bb	6,22 Ba
MÉDIA	3,31 Aa	2,91 Aa
ALTA	2,75 Aa	2,42 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Já pela Tabela 15, verificou-se que o condicionamento osmótico não foi eficiente para uniformizar a germinação das sementes de baixa qualidade com as de média e alta qualidade fisiológica, independentemente do período de condicionamento a que estas foram submetidas. Sementes de baixa qualidade apresentaram maiores valores para o  $T_{50}$  quando comparadas às sementes de média e alta qualidade fisiológica, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Estes resultados não fornecem suporte aos relatos de Heydecker et al. (1975) e Heydecker & Gibbins, (1978) que sugeriram que, com o condicionamento fisiológico, as sementes de baixo vigor tendem a igualar-se às de alto vigor, diminuindo essas diferenças e contribuindo para uma maior uniformidade de germinação e emergência.

**TABELA 15** - Resultados médios de  $T_{50}$  de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) condicionadas em quatro período de tempo (0, 6, 12 e 18 horas). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PERÍODO (horas)	LOTE		
	BAIXA	MÉDIA	ALTA
0	6,35 Ab	3,22 Aa	2,58 Aa
6	6,71 Ab	3,11 Aa	3,06 Aa
12	8,85 Bb	3,10 Aa	2,16 Aa
18	6,99 Ab	3,00 Aa	2,54 Aa

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4.2.1.7 Condutividade elétrica

Pelos resultados do resumo da análise de variância referente ao teste de condutividade elétrica (Tabela 4 A), foi observada diferença estatística para a interação tripla, qualidade fisiológica (baixa, média e alta) x soluto (PEG e  $KNO_3$ ) x período de condicionamento (0, 6, 12, 18 horas). De maneira geral, observaram-se menores valores de condutividade elétrica quando as sementes foram condicionadas em solução de PEG, em comparação às imersas em solução de  $KNO_3$  (Tabela 16). Vale ressaltar que os lixiviados das sementes condicionadas em solução de PEG foi menor, inclusive, que da testemunha.

**TABELA 16** - Resultados médios de condutividade elétrica de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) condicionadas em dois solutos (PEG e KNO<sub>3</sub>) e em quatro períodos de condicionamento (0, 6, 12 e 18 horas). UFLA, Lavras, MG, 2003.

TEMPO (horas)	LOTE X SOLUTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	PEG	KNO <sub>3</sub>	PEG	KNO <sub>3</sub>	PEG	KNO <sub>3</sub>
0	88,61 Ca	88,61 Aa	31,03 Ba	31,03 Aa	27,91 Ba	27,91 Aa
6	52,09 ABa	90,51 Ab	23,34 ABa	39,62 Bb	20,16 ABa	25,93 Aa
12	56,26 Ba	113,40 Cb	24,74 ABa	34,37 ABb	21,57 ABa	41,12 Bb
18	47,32 Aa	99,31 Bb	19,29 Aa	35,33 ABb	19,08 Aa	39,07 Bb

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Este resultado indica que a imersão das sementes em PEG promoveu uma reestruturação do sistema de membranas, impedindo que grande parte dos exsudatos lixiviasse das sementes para a água durante a condução do teste. De acordo com Woodstock & Taylorson (1981a e b), a taxa de absorção de água pelas sementes é reduzida quando estas são colocadas para embeber em solução osmótica, evitando assim, injúrias às sementes que, geralmente, ocorreriam durante a embebição das sementes em água. Esta redução da taxa de entrada de água durante o período inicial de embebição das sementes, possibilita maior tempo para reparação das membranas, permitindo que os tecidos se desenvolvam mais ordenadamente (Woodstock & Tao, 1981).

Em sementes de baixa qualidade fisiológica observaram-se maiores valores de condutividade elétrica para a testemunha. Esses valores tenderam a diminuir com o aumento do período de condicionamento das sementes quando em solução de PEG. Já o osmocondicionamento em solução de KNO<sub>3</sub>



apresentou resultados opostos aos verificados em solução de PEG. Sementes da testemunha apresentaram menores valores de condutividade elétrica e esses valores aumentaram com o aumento do período de condicionamento das sementes. No entanto, vale ressaltar que as sementes condicionadas por um período de tempo de 12 horas foram as que apresentaram maiores valores.

Quando se observam os resultados apresentados para as sementes de média qualidade, verifica-se que os mesmos foram semelhantes aos observados para sementes de baixa qualidade fisiológica, com exceção das sementes osmocondicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  por um período de 6 horas, as quais apresentaram maiores valores de condutividade elétrica. Resultados similares foram verificados também para as sementes de alta qualidade fisiológica, as quais apresentaram baixos valores de condutividade elétrica, quando foram condicionadas por períodos de tempo mais longos em solução de PEG e altos valores de condutividade elétrica por períodos mais longos em solução de  $\text{KNO}_3$ . Os maiores valores de condutividade observados nos tratamentos conduzidos em soluções de  $\text{KNO}_3$  provavelmente ocorreram em função de uma dissociação dos íons das soluções contendo sais, que podem ter penetrado nos tecidos das sementes e, posteriormente, terem sido liberados para a solução de embebição, contribuindo para o aumento dos valores da condutividade.

#### **4.3 Experimento III: Influência do condicionamento fisiológico e do revestimento em sementes de *Brachiaria brizantha***

Na Tabela 5 A estão apresentados os dados relativos ao resumo da análise de variância para os resultados dos testes de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência.

#### **4.3.1 Porcentagem de germinação**

Diferenças significativas foram verificadas para a interação tripla lote x condicionamento x revestimento.

Observa-se, pela Tabela 17, que, de maneira geral, o revestimento afetou a porcentagem de germinação das sementes independentemente da qualidade fisiológica em que elas se encontravam. A exceção foi o lote de sementes de média qualidade fisiológica sem condicionamento osmótico que não mostrou diferença significativa entre sementes revestidas com microcelulose + areia (M+A) e aquelas sem revestimento. Estes resultados corroboram com os observados por Nascimento et al. (1993) que relataram menor germinação de sementes de tomate peletizadas em comparação às sementes nuas. Porém, divergem dos resultados obtidos por Roos & Moore III (1975), Sachs et al. (1982), Silva & Márton (1992), Silva et al. (1992) que relataram que as sementes peletizadas não tiveram o mesmo desempenho durante a germinação, quando comparadas com as sementes nuas, mas resultaram em porcentagem de germinação final semelhantes.

**TABELA 17** – Resultados médios de germinação (%) de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) submetidas ou não ao condicionamento osmótico (com e sem) e a dois materiais de revestimento: revestida com microcelulose + areia (M+A) e revestida com microcelulose + areia + explosol e testemunha sem revestimento (SP). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PELETE	LOTE X CONDICIONAMENTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
SP	26,00 Ab	42,00 Aa	64,00 Ab	89,50 Aa	76,50 Aa	85,00 Aa
M+A	2,00 Ba	5,50 Ba	59,00 Ab	70,50 Ba	47,00 Bb	63,00 Ba
M+A+E	0,50 Ba	0,00 Ba	36,00 Bb	64,50 Ba	39,50 Ba	46,00 Ca

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o lote de sementes de baixa qualidade fisiológica, verifica-se que o condicionamento fisiológico só foi eficiente em envigorar sementes sem revestimento. Também, os dois materiais utilizados para a peletização das sementes afetaram sobremaneira a germinação das sementes quando comparados com os das sementes sem peletização. Além disso, observa-se que não houve diferença estatística quanto à porcentagem de germinação entre os dois materiais utilizados para o revestimento. Em um trabalho de levantamento de cinco anos de serviços de peletização feitos pela Topseed Sementes, Silveira (1997) relatou que sementes destinadas à peletização devem apresentar alta germinação e alto vigor. Informou, ainda, que sementes com baixa germinação são contraindicadas porque tornam o processo antieconômico, anulando os benefícios básicos da peletização e que sementes de baixo vigor encontram dificuldades para o rompimento da camada envolvente (pelete).

Em relação ao lote de semente de média qualidade fisiológica, verifica-se que o condicionamento osmótico foi eficiente em melhorar a performance das sementes quanto à porcentagem de germinação, independentemente do material de revestimento utilizado. Melhoras significativas na emergência e na população final foram descritas por Khan & Taylor (1986) com aplicação de PEG nas sementes. Porém, este foi aplicado de forma incorporada aos ingredientes do pelete, o que pode ser uma forma mais econômica e prática de aplicação da técnica do “priming”. Observa-se também que as sementes sem o condicionamento osmótico foram mais afetadas na germinação quando revestidas com microcelulose + areia + explosol (M+A+E) em comparação às sementes sem revestimento ou revestidas com M+A, as quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Já para as sementes condicionadas, verificou-se superioridade das sementes nuas em relação às sementes revestidas.

Quanto ao lote de sementes de alta qualidade fisiológica (Tabela 17) observa-se que o condicionamento osmótico só proporcionou um aumento significativo na germinação quando as sementes foram revestidas com M+A. Além disso, observa-se que os materiais de revestimento M+A e M+A+E não diferem entre si quanto à porcentagem de germinação quando as sementes não são submetidas ao condicionamento fisiológico. No entanto, quando se comparam estes materiais de revestimento com a testemunha sem peletização, diferença significativa é observada.

Para as sementes osmocondicionadas verifica-se que aquelas que foram revestidas com M+A+E apresentaram efeitos mais negativos sobre a germinação. Este efeito negativo foi menor quando as sementes foram revestidas com M+A que, por sua vez, foi menor quando comparado ao das sementes sem revestimento. Silva & Nakagawa (1998c), testando diversos materiais de enchimento para a peletização de sementes, concluíram que a utilização dos substratos microcelulose e areia fina permitiu os melhores resultados de

germinação em sementes de alface. Este efeito negativo do revestimento sobre a germinação na maioria dos tratamentos deve-se, provavelmente, à limitação da disponibilidade de  $O_2$  para a semente, podendo o pelete estar atuando como uma barreira mecânica.

Neste sentido, os trabalhos de Sachs et al. (1981) demonstraram que a germinação de sementes de pimentão doce foi inibida depois de realizado o recobrimento. Segundo estes autores, os resultados finais indicaram que altas concentrações de oxigênio são necessárias para manter um alto nível metabólico na germinação das sementes recobertas, desde o início da embebição até a alongação da radícula. Isto se pode dar, fundamentalmente, em função do material de recobrimento utilizado que, de alguma maneira, parece limitar a quantidade de oxigênio da água quando esta passa em direção à semente através do mesmo.

#### **4.3.2 Índice de velocidade de protrusão radicular**

Para os dados de índice de velocidade de protrusão radicular, diferença significativa foi detectada para a interação tripla revestimento x lote x condicionamento (Tabela 5 A).

Quanto aos resultados do índice de velocidade de protrusão radicular (Tabela 18) não foi observada superioridade das sementes do lote de baixa qualidade fisiológica quando submetidas ao condicionamento em relação às sementes não condicionadas. Para Cantliffe (1989), a técnica de condicionamento só é eficaz para sementes de alta qualidade, não transformando sementes de qualidade inferior em saudáveis e de alta germinabilidade. No entanto, Szafirowska et al. (1981) demonstraram que o condicionamento tem revigorado sementes de baixa qualidade fisiológica, reduzindo os efeitos do envelhecimento.

**TABELA 18** – Resultados médios de índice de velocidade de protrusão radicular de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) submetidas ou não ao condicionamento osmótico (com e sem) e a dois materiais de revestimento: revestida com microcelulose + areia (M+A) e revestida com microcelulose + areia + explosol mais a testemunha, sem revestimento (SP). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PELETE	LOTE X CONDICIONAMENTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
SP	2,33 Aa	3,81 Aa	9,66 Ab	18,71 Aa	13,30 Ab	15,06 Aa
M+A	0,09 Ba	0,26 Ba	5,95 Bb	9,81 Ba	4,64 Bb	8,49 Ba
M+A+E	0,02 Ba	0,00 Ba	3,08 Cb	5,34 Ca	3,23 Ba	2,73 Ca

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação ao revestimento observa-se que este influenciou de maneira negativa o índice de velocidade de protrusão radicular das sementes, quando comparado à testemunha sem revestimento. No entanto, quando se comparam os materiais de revestimento M+A e M+A+E, verifica-se que não houve diferença significativa entre eles. Para o lote de sementes de média qualidade fisiológica, os resultados indicaram que o condicionamento incrementou a velocidade de protrusão radicular das sementes sem revestimento, bem como as com revestimento.

Quanto ao revestimento das sementes, verifica-se que este influenciou negativamente na velocidade de protrusão radicular das sementes, de maneira semelhante ao ocorrido no lote de baixa qualidade fisiológica. No entanto, observa-se que as sementes revestidas com M+A germinaram mais rapidamente

que as revestidas com M+A+E. No lote de sementes de alta qualidade, observou-se que o condicionamento osmótico também foi eficiente em melhorar a performance das sementes quanto à velocidade de protrusão radicular, com exceção das sementes revestidas com M+A+E. Mais uma vez, as sementes sem revestimento apresentaram superioridade em relação às sementes revestidas, indicando que a peletização afeta a velocidade de protrusão radicular das sementes.

Quando se comparam os dois materiais de revestimento M+A e M+A+E, verifica-se que estes não apresentaram diferenças significativas para sementes não condicionadas. No entanto, em sementes condicionadas, o revestimento com M+A propiciou maior velocidade de protrusão radicular. A redução na germinação e no índice de velocidade de germinação das sementes revestidas com M+A+E na maioria dos tratamentos, em comparação com as revestidas com M+A, pode ser devido à maior limitação da passagem de oxigênio, imposta por essa combinação de materiais. Pois, foi observado, durante a condução do experimento, que esse, quando em contato com umidade, formava uma massa sem resistência ("papa"), recobrando as sementes, provavelmente pela presença do explosol utilizado, que pode ter sido o responsável pela baixa disponibilidade de oxigênio para a semente. Tonkin (1979) ressaltou a importância do tipo de material utilizado no recobrimento de sementes, especificando que este não deve desintegrar-se durante a embebição, formando uma "papa" (massa sem resistência), o que limitaria a passagem de oxigênio e, em alguns casos, da umidade para o embrião, fatores estes necessários durante a germinação.

Vale ressaltar que, de maneira geral, os resultados observados para o índice de velocidade de protrusão radicular foram similares aos verificados no teste de germinação.

### 4.3.3 Emergência de plântulas

Para o parâmetro emergência de plântulas, diferença significativa foi detectada para a interação tripla revestimento x lote x condicionamento (Tabela 5 A).

Para sementes de baixa qualidade fisiológica, observou-se uma resposta semelhante à verificada no teste de germinação (Tabela 19). Sementes condicionadas apresentaram superioridade quanto à porcentagem de emergência de plântulas em relação às sementes não condicionadas, somente quando estas não foram revestidas. Também os materiais de revestimento M+A e M+A+E não diferiram estatisticamente entre si quanto à porcentagem de emergência de plântulas. No entanto, quando se comparam estes tratamentos com as testemunhas sem revestimento, observa-se superioridade deste último.

**TABELA 19** - Resultados médios de emergência de plântulas de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) submetidas ou não ao condicionamento osmótico (com e sem) e a dois materiais de revestimento: revestida com microcelulose + areia (M+A) e revestida com microcelulose + areia + explosol mais a testemunha, sem revestimento (SP). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PELETE	LOTE X CONDICIONAMENTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
SP	19,00 Ab	30,00 Aa	66,50 Ab	83,00 Aa	70,00 Ab	82,50 Aa
M+A	0,00 Ba	0,50 Ba	26,00 Bb	61,50 Ba	12,00 Cb	42,00 Ca
M+A+E	0,50 Ba	4,50 Ba	59,00 Ab	73,00 ABA	56,00 Ba	58,50 Ba

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



Quanto às sementes de média qualidade fisiológica, observa-se que o condicionamento osmótico propiciou incremento na emergência de plântulas, tanto para as sementes revestidas como para as sem revestimento. Vale ressaltar que resposta similar a esta foi verificada no teste de germinação e índice de velocidade de germinação. Estes resultados confirmam as suposições de Tonkin (1984) e Valdes et al. (1985), os quais relataram que a utilização de produtos estimuladores de germinação e o condicionamento fisiológico "priming" relacionam-se indiretamente com a atuação da camada de peletização, uma vez que são tentativas de superar a barreira imposta pelo pelete. Em relação ao revestimento das sementes, verifica-se que, tanto para as sementes condicionadas como para as não condicionadas, as sementes sem revestimento não diferiram das revestidas com M+A+E e que estes, por sua vez, apresentaram melhores resultados que as sementes revestida com M+A.

É importante ressaltar que a resposta apresentada pelas sementes revestidas com M+A e M+A+E em relação à emergência de plântulas, foram diferentes dos apresentados no teste de germinação e índice de velocidade de protrusão radicular.

Ainda na Tabela 19, observa-se que o condicionamento fisiológico melhorou o desempenho do lote de sementes de alta qualidade fisiológica quanto à emergência de plântulas, com exceção das sementes revestidas com M+A+E, que não apresentaram diferenças significativas entre as condicionadas e não condicionadas. Com relação ao material de revestimento das sementes, observa-se que nas sementes não revestidas a porcentagem de emergência de plântulas foi maior, seguida pelas sementes revestida com M+A+E que, por sua vez, propiciou maior porcentagem de emergência em relação às sementes revestidas com M+A. Esse ganho em emergência de plântulas nas sementes revestida com M+A+E em relação à revestida com M+A pode ter ocorrido em função da presença do solo neste teste. De alguma maneira, este solo não permitiu que

aquela massa sem resistência oriunda do pelete em contato com umidade permanecesse por muito tempo em contato com a semente, disponibilizando assim oxigênio suficiente para a germinação das sementes e emergência das plântulas.

#### **4.3.4 Índice de velocidade de emergência**

Pelos resultados do resumo da análise de variância referente ao índice de velocidade de emergência (Tabela 5 A), observa-se significância para a interação tripla revestimento x lote x condicionamento.

Os resultados médios do índice de velocidade de emergência estão apresentados na Tabela 20. Observa-se que o condicionamento osmótico não foi capaz de elevar a velocidade de emergência de plântulas em sementes com baixa qualidade fisiológica revestidas ou sem revestimento. Parera & Cantliffe (1994) já haviam sugerido sementes de alto vigor como pré-requisito para se obter um bom resultado com o condicionamento osmótico. Quanto ao material de revestimento, verifica-se que a peletização influenciou de maneira negativa na velocidade de emergência das plântulas. Vale ressaltar que estes resultados foram similares aos verificados no teste de germinação, índice de velocidade de protrusão radicular e emergência de plântulas.

**TABELA 20** - Resultados médios de índice de velocidade de emergência de três lotes de sementes de *Brachiaria brizantha* (baixa, média e alta qualidade fisiológica) submetidas ou não ao condicionamento osmótico (com e sem) e a dois materiais de revestimento: revestida com microcelulose + areia (M+A) e revestida com microcelulose + areia + esplosol mais a testemunha, sem revestimento (SP). UFLA, Lavras, MG, 2003.

PELETE	LOTE X CONDICIONAMENTO					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
SP	1,33 Aa	1,88 Aa	6,46 Ab	8,22 Aa	6,23 Ab	8,53 Aa
M+A	0,00 Ba	0,08 Ba	1,72 Cb	5,01 Ba	0,82 Cb	3,47 Ba
M+A+E	0,08 Ba	0,28 Ba	4,33 Ba	5,14 Ba	4,17 Ba	3,79 Ba

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para cada lote e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para sementes de média e alta qualidade fisiológica, observa-se que o condicionamento fisiológico melhorou a velocidade de emergência de plântulas, exceto quando as sementes foram revestidas com M+A+E cujo desempenho, sendo elas condicionadas ou não, foi semelhante. Com relação ao material de revestimento, observou-se, nas sementes sem revestimento, um melhor desempenho quanto à velocidade de emergência de plântulas, em comparação com as sementes revestidas, independentemente de elas estarem osmocondicionadas ou não. No entanto, observa-se, tanto para sementes de média quanto para as de alta qualidade fisiológica, que quando estas foram condicionadas, os diferentes materiais utilizados para o revestimento das sementes não diferiram entre si quanto ao índice de velocidade de emergência de plântulas. Porém, o mesmo não é verdadeiro para sementes não condicionadas, tendo, aquelas revestidas com M+A+E, apresentado maior incremento na

velocidade de emergência de plântulas em comparação às sementes revestidas com M+A.

## 5 CONCLUSÕES

Maiores incrementos de germinação e vigor em sementes de *Brachiaria brizantha* são proporcionados quando estas são imersas em solução de  $\text{KNO}_3$  por um período de 12 horas de embebição.

A técnica de condicionamento fisiológico é uma eficiente ferramenta para quebra de dormência de sementes de *Brachiaria brizantha*.

O condicionamento fisiológico em solução de  $\text{KNO}_3$  é eficiente em melhorar a performance de sementes de *Brachiaria brizantha*.

O condicionamento fisiológico em solução de PEG não é capaz de envigorar as sementes de *Brachiaria brizantha*.

O revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* afeta negativamente a porcentagem final de germinação, o índice de velocidade de protrusão radicular, a emergência e velocidade de emergência de plântulas.

O condicionamento fisiológico é eficiente em minimizar os efeitos negativos do revestimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKERS, S. W. Seed response to priming in aerated solutions. *Search*, London, v. 19, n. 1, p. 8-17, 1990.
- AKERS, S. W.; BERKOWITZ, G. A.; RABIN, J. Germination of parsley seed primid in aerated solutions of polyethylene glycol. *HortScience*, Alexandria, v. 22, p. 250-252, 1987.
- ALVARADO, A. D.; BRADFORD, K. J. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 16, n. 3, p. 601-612, 1988.
- ARMSTRONG, H.; MCDONALD, M. B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conducting in soybean seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 20, n. 3, p. 391-400, 1992.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1985. 367 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BINO, R. J.; VRIES, J. N. de; KRAAK, H. L.; PIJLEN, J. G. VAN. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in tomato seeds during priming and germination. *Annals of Botany*, Oxford, v. 69, n. 3, p. 231-236, Mar. 1992.
- BODSWORTH, S.; BEWLEY, J. D. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 59, n. 5, p. 672-676, 1981.
- BORDERON, M. A. Enrobage et pelliculage: La semence habillée. *Cultivar*, Santa Cruz, v. 246, p. 77-78, 1989.

BORGES, E. E. L.; SILVA, L. F.; BORGES, R. C. G. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia candolleana* Triana). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 90-94, 1994.

BRACCINI, A. de L. Relação entre potencial hídrico, condicionamento osmótico e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 1996. 135 p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRACCINI, A. de L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, Oct. 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análises de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. A comparison of different chemicals for osmotic treatment of vegetable seed. *Annals Applied Biology*, Warnick, v. 105, n. 2, p. 391-398, Oct. 1984.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interaction between seed priming treatments and nine seeds lots of carrot, celery and onion: I. Laboratory germination. *Annals of Applied Biology*, Warwick, v. 102, p. 577-584, 1983a.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion: II. Seedling emergence and plant growth. *Annals of Applied Biology*, Warwick, v. 102, n. 2, p. 585-593, June 1983b

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J.; DREW, R. L. K. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v. 215, p. 193-201, Oct. 1987.

BURGASS, W. R.; POWELL, A. A. Evidence for Repair Process in the Invigoration of Seeds by Hydration. *Annals of Botany*, London, v. 53, n. 5, p. 753-757, May 1984.

CAMARGO, R. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CANTLIFFE, D. J. Stand establishment. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v. 247, p. 175-179, 1989.

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

CAVALLARO, V.; MAUROMICALE, G.; VINCENZO, G. D.; DIVICENZO, G.; QUAGLIOTTI, BELLETTI, P. Effects of osmoconditioning on emergence characteristics of the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v. 362, p. 213-220, 1994.

CHRMES, J. R.; GRAY, D. Comparisons of the use of pre-germinated dry and pelleted seeds for block-raising of glasshouse lettuce. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 15-25, 1982.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman e Hall, 1995. 409 p.

DEL GIÚDICE, M. P.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 254-262, 1998

DELL'ÁQUILA, A.; TRITTO, V. Germination and biochemical activittes in wheat seeds following delayed harvesting, ageing and osmotic priming. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 19, n. 1, p. 73-82, 1991.

DONI FILHO, L. **Efeitos do condicionamento fisiológico no comportamento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1992. 108 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.



DUNIWAY, J. M. Water relations of water molds. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 431-460, 1979.

DUNN, N.; LORDUY, E. Semillas: nuevas tecnologías. **Campo y Mecánica**, Milne, p. 4-6, 1990.

DURRANT, M. J.; LOADS, A. H. The effect of pellet structure on the germination and emergence of sugar-beet seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n. 2, p. 343-353, 1986.

EIRA, M. T. S. Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): Efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresses hídricos, salino e térmico. 1988. 90 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, SP.

ELY, P. R.; HEYDECKER, W. Fast germination of parsley seeds. **Science Horticulturae**, Athens, v. 15, n. 2, p. 127-136, 1981.

FESSEL, S. A.; VIEIRA, R. D.; RODRIGUES, T. de J. D.; FAGIOLI, M.; PAULA, R. C. de. Eficiência do condicionamento osmótico em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, V. 23, n. 1, p. 128-133, 2001.

FRETT, J. J.; PILL, W. G.; MORNEAU, D. C. A comparasion of priming agents for tomato and asparagus seeds. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 9, p. 1158-1159, Sept. 1991.

FU, J. R.; LU, X. H.; CHEN, R. Z.; ZHANG, B. Z.; LIV, Z. S.; LI, Z. S.; CAI, D. Y. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n. 1, p. 197-212, 1988.

FURUTANI, S. C.; ZANDSTRA, B. H.; PRICE, H. C. The effects of osmotic solute composition and duration and temperature of priming on onion seed germination. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n. 3, p. 545-551, 1986.

GAO, I. A.; YANG, X. C.; LIU, T. Effect of PEG on physiological damage in irradiated soybean seeds. **Acta Agricultural Universitatis Jilinensis**,

Changchun, v. 10, n.1, p. 56-60, 1988. In: SEED ABSTRACTS, Wallingford, v. 13, n. 1, p. 39, Jan. 1993.

GUEDES, A. C.; CANTLIFFE, D. J. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 105, n. 6, p. 777-801, Nov. 1980.

GUIMARÃES, R. M. Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.). 2000. 180 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HAIGH, A. M.; BARLOW, E. W. R. germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotica. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Alexandria, v. 112, n. 2, p. 202-208, Mar. 1987.

HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution-saturated filter paper. *Plant Physiology*, Rockville, v. 92, n. 2, p. 462-466, Feb. 1992.

HATHCOCK, A. L.; DERNOEDEN, P. H.; TURNER, T. R.; MCINTOSH, M. S. Tall fescue and kentucky bluegrass response to fertilizer and lime seed coatings. *Agronomy Journal*, Madison, v. 76, n. 6, p. 879-883, Nov./Dec. 1984.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. seed trataments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 5, n. 2, p. 353-425, 1977.

HEYDECKER, W.; GIBBINS, B. M. The priming of seeds. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v. 83, p. 213-223, 1978

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R. L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature*, London, v. 246, n. 5427, p. 42-44, Nov. 1973.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 3, n. 3/4, p. 881-888, 1975.

HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes.** New York: Academic Press, 1971. 288 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS - IPAGRO. **Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose entre *Rhizobium* e leguminosas.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1983. p. 5-52. (IPAGRO. Boletim Técnico, 11).

JENG, T. L.; SUNG, J. M. Hydration effects on lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes activity of artificially age peanut seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1994.

JETT, L. W.; WELBAUM, G. E. Changes in broccoli (*Brassica oleracea* L.) seed weight, viability, and vigour during development and following drying and priming. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 24, n. 1, p. 127-137, 1996.

KAUFMAN, G. Seed coating: A tool for stand establishment; a stimulus to seed quality. **HortTechnology**, Alexandria, v. 1, n. 1, p. 98-102, 1991.

KHAN, A. A. Preconditioning, germination and performance of seeds. In: KHAN, A. A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination.** Amsterdam: North-Holland, 1977. p. 283-316.

KHAN, A. A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, Edinburgh, v. 13, p. 131-181, 1992.

KHAN, A. A.; BRAUM, J. W.; TAO, K. L.; MILLIER, W. F.; BENSIN, R. F. New methods for maintaining seed vigor and improving performance. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 1, n. 2, p. 33-57, 1976.

KHAN, A. A.; PECK, N. H.; SAMIMY, C. Seed osmoconditioning: physiological and biochemical changes. **Israel Journal of Botany**, Jerusalem, v. 29, n. 1/4, p. 133-144, 1980/81.

KHAN, A. A.; TAO, K. L.; KNYPL, J. S.; BORKOWSKA, B.; POWELL, L. E. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, p. 267-283, 1978.

KHAN, A. A.; TAYLOR, A. G. Polyethyleneglycol incorporation in table beet seed pellets to improve emergence and yield in wet soil. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 4, p. 987-989, Aug. 1986.

KNYPL, J. S.; JANAS, K. M.; RADZIWONOWSKA-KOSWIAK, A. Is enhanced vigour in soybean (*glycine max*) dependente on activation of protein turnover during controlled hydration of seeds? **Physiologie Végétale**, Paris, v. 18, n. 1, p. 157-161, 1980.

KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. Biochemical effects of age membranal lipids of *Cucumis sativus* L. seed. **Proceedings International Seed Testing Association**, Copenhagen, v. 34, p. 329-340, 1973.

LÁSKA, P.; BARTOS, J.; ROD, J. Pelleting of cabbage seed using carbofuran, benomyl, and thiram with sacrust against pests and diseases. **Horticultural Abstracts**, Farnham Royal, v. 56, n. 3, p. 739, Mar. 1986.

LIMA, W. A. A. **Condicionamento fisiológico, germinação e vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LOPES, H. M.; FONTES, P. C. R.; MARIA, J.; CECON, P. R.; MALAVASI, M. M. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura de condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 173-179, 1996.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination - aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potencial of poliethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Rockville, v. 51, n. 5, p. 914-916, May 1973.

MILLIER, W. F.; SOOTER, C. Improving emergence of pelleted vegetable seed. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 10, n. 5, p. 658-666, Sept./Oct. 1967.

MORTON, J. D. Effect of seed coating on establishment and yield of grasses on a west coast pakihi soil. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, Wellington, v. 13, n. 4, p. 403-405, 1985.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109, nov. 1998.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; MARTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. *Informativo ABRATES*, v. 3, n. 3, jun. 1993. (Resumo)

OBENDORF, R. L.; HOBBS, P. R. Effect of seed moisture on temperature sensitivity during imbibition of soybean. *Crop Science*, Madison, v. 10, n. 5, p. 563-566, Sept./Oct. 1970.

PANDEY, D. K. Priming induced alleviation of the effects of natural ageing derived selective leakage of constituents in French bean. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 17, n. 2, p. 391-397, 1989.

PARERA, C. A.; CANTLIFFE, D. J. Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, Cairo, v. 16, n. 2, p. 109-139, 1994.

PARRISH, D. J.; LEOPOLD, A. C. Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physiology*, Lancaster, v. 59, n. 6, p. 1111-1115, June 1977.

PEÑALOSA, A. P. S.; EIRA, M. T. S. Hydration-dehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 21, n. 2, p. 309-316, 1993.

PEREZ, S. C. J. G. de A.; NEGREIROS, G. de F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 146-153, 2001.

PEREZ, S. C. J. G. de A.; NEGREIROS, G. F. Efeito do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium*

(Spreng.)Taub.) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 175-183, 2001.

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

RAGUS, L. Role of water absorbing capacity in soybean germination an seedling vigour. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 15, n. 2, p. 285-296, 1987.

ROBINSON, R. A.; STOKES, P. H. Tables of osmotic and activity coefficients of eletrolytes in aqueous solutions at 25°C. **Faraday Society Transactions**, London, n. 45, p. 612-625, 1949.

ROOS, E. E.; MOORE III, F. D. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 100, n. 5, p. 573-576, Sept. 1975.

ROVERI-JOSÉ, S. C. B. **Condicionamento osmótico de sementes de pimentão: efeito na germinação, vigor e atividade enzimática**. 1999. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D. J.; NELL, T. A. Germination behavior of sand-coated sweet pepper seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 3, p. 412-6, May 1982.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D. J.; NELL, T. A. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 3, p. 385-389, May 1981.

SAHA, R.; BASU, R. N. Maintenance of soybean seed viability by hydration-dehydration treatments. **Indian Agriculturist**, Calcutta, v. 25, n. 4, p. 275-278, 1981.

SAHA, R.; MANDAL, A. K.; BASU, R. N. Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 18, p. 269-276, 1990.

✶ SANTOS, P. E. C.; SILVA, J. B. C.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de materiais para peletização de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 1036-1037, jul. 2000. Suplemento.

SARACCO, F.; BINO, R. J.; BERGERVOET, J. H. W.; LANTERI, S. Influence of priming induced nuclear replication activity on storability of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 5, n. 1, p. 25-29, Mar. 1995.

✶ SCOTT, J. M. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. **Advances in Agronomy**, New York, v. 42, p. 43-83, 1989.

✶ SILVA, J. B. C. Avaliação de métodos e materiais para a peletização de sementes. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. OK

SILVA, J. B. C.; MÁRTON, L. Adaptation of pelletization techniques of seeds in Brazil. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE. [ON] The application and utilization of the agricultural scientific results in developing countries, 2., 1992, Godollo, Hungria. **Papers...** Godollo: University of agriculture, tropical and subtropical agriculture department, 1992. p. 286-289.

SILVA, J. B. C.; MÁRTON, L.; NASCIMENTO, W. M. Peletização de sementes com calcário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 69, ago. 1992. (Resumo 129)

✶ SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151-158, nov. 1998a. OK

✶ SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 31-37, maio 1998b. OK

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Métodos para a avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 44-49, maio 1998c.

SILVEIRA, S. R. Peletização de sementes: vantagens e efeitos na qualidade fisiológica e na longevidade. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 7, n. 1/2, jun./ago. 1997. (Resumo)

SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. New York: Springer-Verlag, 1974. 449 p.

SMITH, P. T.; COBB, B. G. Physiological and enzymatic activity of pepper seeds (*Capsicum annuum*) during priming. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n. 82, n. 3, p. 433-439, July 1991.

SZAFIROWSKA, A.; KHAN, .A.A.; PECK, N.H. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p.845-848, 1981.

TAYLOR, A. G.; ALLEN, P. S.; BENNETT, M. A.; BRADFORD, K. J.; BURRIS, J. S.; MISRA, M. K. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 245-256, June 1998.

TONKIN, J. H. B. Pelleting and other pre-sowing treatments. In: THOMPSON, J. R. (Ed.) **Advances in research and technology of seeds**. part 9. Wageningen: ISTA, 1984. p. 95-97.

TONKIN, J.H.B. Pelleting and other presowing treatments. **Advances Seed Technology**, 4, 84-105, 1979.

TORRES, S. S. B Qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L. ) através do teste de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 246-250, 1996.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; GARCIA, A.; TRIGO, L. F. N. Efeito do condicionamento osmótico com soluções aeradas de nitrato de potásio no desempenho de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 139-144, 1999a.



TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; LOPES, N. F.; TRIGO, L. F. N. Osmocondicionamento de sementes de cebola (*allium cepa* L.) com soluções aeradas de polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 145-150, 1999b.

TRIGO, M. F. O. O.; TRIGO, L. F. N. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 107-113, 1999.

VALDES, V. M.; BRADFORD, K. J.; MAYBERRY, K. S. Alleviation of thermodormancy in coated lettuce seeds by seed priming. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 6, p. 1112-1114, Dec. 1985.

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

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

WOODSTOCK, L. W.; TAYLORSON, R. B. Ethanol and acetaldehyde in imbibing soybean seeds in relation to deterioration. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 67, n. 3, p. 424-428, Mar. 1981a.

WOODSTOCK, L. W.; TAYLORSON, R. B. Soaking injury and its reversal with polyethylene glycol in relation to respiratory metabolism in high and low vigor soybean seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 53, p. 263-268, 1981b.

WOODSTOCK, L.W.; TAO, K.L.J. Prevention of imbibitional injury in low vigor soybean embryonic axes by osmotic control of water uptake. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.51, p.133-139, 1981.

YAMANOUCHI, M. Peletização de sementes produto: cenoura nantes Forto peletizada - RS. In: SEMINÁRIO DE HORTALIÇAS, 1., 1988, São Paulo. **Trabalhos apresentados...** São Paulo: Cooperativa Agrícola de Cotia, 1988. p. 23-27

YOON, S. H. Effects of drought by polyethylene glycol solution on seven grasses germination. **Journal of Korean Society Grassland Science**, Seoul, v. 10, n. 2, p. 70-76, 1990.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, viçosa. **Anais. . . Viçosa**, 1997. p. 349-379.

## ANEXOS

**TABELA 1A** - Resumo da análise do experimento I, ensaio II – Adequação da concentração e do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG); índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR) e tempo médio para ocorrência de 50% de protrusão radicular ( $T_{50PR}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2003. .... 96

**TABELA 2A** - Resumo da análise do experimento I, ensaio III – Adequação do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG); índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR) e tempo médio para ocorrência de 50% de protrusão radicular ( $T_{50PR}$ ). UFLA, Lavras, MG, 2003. .... 97

**TABELA 3A** - Resumo da análise do experimento II - Caracterização dos lotes de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG) e índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR). UFLA, Lavras, MG, 2003. .... 98

**TABELA 4A** - Resumo da análise do experimento II - Condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG), índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVEP), tempo para ocorrência de 50% de germinação ( $T_{50}$ ) e condutividade elétrica (CE). UFLA, Lavras, MG, 2003. .... 98

**TABELA 5A** - Resumo da análise do experimento III – Influência do condicionamento fisiológico em sementes de *Brachiaria brizantha* peletizadas, dos dados obtidos do teste de germinação (TG), índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVEP). UFLA, Lavras, MG, 2003. .... 99

**TABELA 1A** - Resumo da análise do experimento I, ensaio II – Adequação da concentração e do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG); índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR) e tempo médio para ocorrência de 50% de protrusão radicular (T<sub>50</sub>PR). UFLA, Lavras, MG, 2003.

FV	GL	Quadrados médios		
		TG	IVPR	T <sub>50</sub>
Tempo	3	5202,5462**	306,4478**	3,3427**
Soluto	2	4470,0833**	55,6908**	0,8376**
Conc.	2	240,2500**	9,5212**	0,2309ns
T x S	6	1248,7129**	33,0151**	0,2544*
T x C	6	44,6571ns	3,4472ns	0,2551*
S x C	4	72,4583ns	1,0639ns	0,2088ns
T x S x C	12	36,8657ns	2,4863ns	0,1170ns
Trat. Adic.	1	8,0000ns	49,3521**	1,3122**
Adic. vs Fat.	1	1950,3289**	157,7664**	1,2071**
<b>Erro</b>	<b>114</b>	<b>49,2192</b>	<b>2,0552</b>	<b>0,1073</b>
<b>CV (%)</b>		<b>10,42</b>	<b>13,11</b>	<b>11,82</b>

\* e \*\* Significativo pelo Teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente  
ns não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade.

**TABELA 2A -** Resumo da análise do experimento I, ensaio III – Adequação do período de condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG); índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR) e tempo médio para ocorrência de 50% de protrusão radicular (T<sub>50</sub>PR). UFLA, Lavras, MG, 2003.

FV	GL	Quadrados médios		
		TG	IVPR	T <sub>50</sub>
Tempo	2	1344,7777**	47,4225**	0,7028*
Soluto	2	14904,3333**	347,0647**	2,3048**
Conc.	2	34,3333ns	0,7588ns	0,0298ns
T x S	4	115,4444**	5,5562**	0,0924ns
T x C	4	69,9444ns	4,7409**	0,4241ns
S x C	4	5,5000ns	0,0551ns	0,050ns
T x S x C	8	61,5277**	1,7269ns	0,1441ns
Trat. Adic.	1	2312,0000**	139,1973**	2,3653**
Adic. vs Fat.	1	31,4712ns	34,8054**	0,8131ns
Erro	87	31,1954	1,2779	0,1967
CV (%)		9,22	13,28	13,04

\* e \*\* Significativo pelo Teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente  
ns não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade.

**TABELA 3A** - Resumo da análise do experimento II - Caracterização dos lotes de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG) e índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR). UFLA, Lavras, MG, 2003.

FV	GL	Quadrados médios	
		TG	IVPR
Lotes	2	6325,1667**	251,7813**
Esc.	1	66,6667ns	1,3495ns
L x E	2	505,1667**	4,7703ns
Erro	18	58,5556	2,6211
CV(%)		17,66	21,63

\* e \*\* Significativo pelo Teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente  
ns não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade

**TABELA 4A** - Resumo da análise do experimento II - Condicionamento fisiológico de sementes de *Brachiaria brizantha*, dos dados obtidos do teste de germinação (TG), índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVEP), tempo para ocorrência de 50% de germinação (T<sub>50</sub>) e condutividade elétrica (CE). UFLA, Lavras, MG, 2003.

FV	G L	Quadrados médios					
		TG	IVPR	EP	IVEP	T <sub>50</sub>	CE
Lote	2	37735,1667**	1310,2607**	35259,0417**	188,2423**	206,8745**	27417,2671**
Soluto	1	2816,6667**	122,3565**	468,1667**	9,0589**	19,9837**	9188,3110**
Tempo	3	309,5000**	26,5520**	103,6667*	3,1252**	1,8990ns	325,0947**
L x S	2	358,1667**	22,4940**	57,7917ns	1,8006**	7,3113*	1800,9920**
L x T	6	45,3333ns	7,9741**	25,0417ns	0,7526**	4,6032*	189,9643**
S x T	3	316,6667**	18,8699**	152,5000**	2,4938**	3,7234ns	1126,9299**
L x S x T	6	78,0000ns	5,2100**	48,1250ns	0,8454**	1,2302ns	262,5562**
Erro	72	35,9722	1,6489	37,5833	0,2377	1,7728	18,6543
CV (%)		12,62	16,74	14,40	16,73	30,92	9,44

\* e \*\* Significativo pelo Teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente  
ns não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade.

TABELA 5A - Resumo da análise do experimento III - Influência do condicionamento fisiológico em sementes de *Bracharia brizantha* pelletizadas, dos dados obtidos do teste de germinação (TG), índice de velocidade de protrusão radicular (IVPR), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVEP). UFLA, Lavras, MG, 2003.

FV	GL	Quadrados médios			
		TG	IVPR	EP	IVEP
Lote	2	19357,7222**	424,7585**	19137,3889**	144,7709**
Cond.	1	6752,0556**	411,3436**	7285,7222**	81,0819**
Rev.	2	2964,5000**	106,5873**	3556,0556**	28,0750**
L x T	2	210,6389**	38,9260**	564,7222**	6,9951**
L x R	4	388,5000**	32,8996**	429,0556**	4,5435**
T x R	2	68,1667ns	18,6954**	347,3889**	5,2124**
L x T x R	4	147,4167*	8,6620**	186,8889*	1,7591**
Erro	54	49,2778	1,4156	57,5741	0,4354**
CV	15,48	15,48	20,10	18,35	19,30

\* e \*\* Significativo pelo Teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente  
ns não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade.