



**ARIADNE SANTOS OLIVEIRA**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE  
SEMENTES DE TABACO**

**LAVRAS – MG**

**2016**

**ARIADNE SANTOS OLIVEIRA**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TABACO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho  
Orientadora  
Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2016**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Oliveira, Ariadne Santos.

Condicionamento fisiológico de sementes de tabaco / Ariadne  
Santos Oliveira. – Lavras : UFLA, 2016.

60 p.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Maria Laene Moreira de Carvalho.

Bibliografia.

1. Priming. 2. Nicotiana tabacum. 3. Ácido ascórbico. 4. Nitrato  
de potássio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**ARIADNE SANTOS OLIVEIRA**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TABACO**

**PHYSIOLOGICAL PRIMING IN TOBACCO SEEDS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 13 de setembro de 2016.

Profa. Dra. Marcela Carlota Nery	UFVJM
Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA
Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga	UFLA
Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli	SOUZA CRUZ

Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho  
Orientadora

**LAVRAS – MG**  
**2016**

Ao meu pai Morbeck, minha mãe Liamir e aos  
meus irmãos Herrigthon e Selton, pelo amor e  
carinho, por apoiarem minha decisão e  
entenderem minha ausência.

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e por colocar tanta gente boa e de bom coração no meu caminho.

Ao meu pai Morbeck, meu maior incentivador na carreira acadêmica, a minha mãe Liamir por cuidar com tanto carinho do meu emocional, e aos dois por me apoiarem em todas as escolhas que faço em minha vida.

Aos meus irmãos Herrigthon e Selton, por entenderem minha ausência enquanto trilhava esse caminho, por estarem lá quando eu não podia estar, e ainda assim, me darem toda força para a realização desse sonho.

Família, esse título é tão meu quanto de vocês.

À minha prima Grazyelle e seu marido Vinicius, por me darem a honra e alegria de ser madrinha da Gabriela, princesinha que tem alegrado meus dias.

As minhas avós Cecília, Helena e Íris, pelas orações e palavras carinhosas em cada telefonema. Ao meu avô Eli que tanto se orgulha da carreira que escolhi. Aos meus avôs Almir e Hermógenes, onde quer que eles estejam sei que estão orgulhosos das minhas conquistas.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura por possibilitar a realização do Doutorado.

Ao CNPq e a CAPES, pelo suporte financeiro.

À Empresa Souza Cruz S.A. pela disponibilização do material para a realização do experimento.

À minha orientadora, profa Laene, pelos ensinamentos paciência e confiança.

Aos membros da banca, profa. Marcela, que me acompanha desde o mestrado, prof. Renato, prof. Fraga e Dr. Carlos Eduardo pelas valiosas contribuições ao meu trabalho, e aos demais professores e pesquisadores do setor de sementes, profa. Édila, prof. João Almir, Dra. Sttela e Dr. Antônio

Rodrigues.

Aos amigos de Lavras, em especial, madrinha Neide, Rejane e família Fidélis por tanto carinho e apoio.

Aos amigos que fiz ao longo desses anos, Diego, Corguinha, João Michelle, Joel, Andrea, Cláudio, Gabriel, Vitor e Noêmia, pela amizade extra acadêmica, pelo convívio diário e por tantos bons momentos compartilhados.

Ao Rafael, pela parceria, cumplicidade, tabelas, gráficos, formatação, paciência e compreensão diante da minha variação de humor diária na reta final do doutorado.

Às meninas do *Chuveirinho*, pelas risadas, festas, histórias e por tornarem cada dia de convívio um dia especial.

Aos amigos do *Circuitrevas* e ao pessoal da genética, por todas as boas histórias vividas e compartilhadas.

Aos amigos do setor de sementes pelo convívio diário, risadas, estudos e ajuda na condução dos experimentos.

À secretária do programa de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia Marli e aos funcionários do setor de sementes Dalva, Jaqueline, Geraldo, Fran, Viviana, Íris e Rose.

Enfim, a todos aqueles que me ajudaram, direta ou indiretamente, fica aqui o meu muito obrigada!

## RESUMO

A maturação desuniforme de frutos e sementes de tabaco, tem levado a indústria de sementes a utilização de técnicas como o condicionamento fisiológico, que possibilita uma maior uniformidade e velocidade de germinação, por meio da recuperação do sistema de membranas celulares. Diversos fatores podem afetar o condicionamento fisiológico, tais como o tempo e o meio em que o tratamento é realizado, além da qualidade inicial dos lotes de sementes. A utilização do ácido ascórbico como agente condicionante apresenta vantagens por ser solúvel em água e estando envolvido em diferentes processos celulares, incluindo a divisão celular e a reestruturação de membranas. O  $\text{KNO}_3$  pode atuar como fonte adicional de potássio e nitrogênio durante a germinação, melhorando a qualidade. Para avaliar o efeito de diferentes solutos, períodos e forma de condicionamento sobre a qualidade fisiológica das sementes, foram utilizados três lotes de sementes de tabaco da cultivar CSC 4703. No experimento 1 as sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada variando-se o período (12, 24 e 36 horas) de condicionamento, a concentração de ácido ascórbico [ 0 (hidrocondicionamento), 50, 75 e 100  $\text{mg.L}^{-1}$ ] e três lotes de sementes. No experimento 2 as sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada variando-se o período (12, 24 e 36 horas) de condicionamento, a concentração de  $\text{KNO}_3$  [0 (hidrocondicionamento), -0,5; -1,0 e -1,5 MPa) e três lotes de sementes. Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram lavadas em água corrente e secadas a 30 °C até retornarem à umidade inicial. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, estande inicial de emergência, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. Concluiu-se no experimento 1 que o hidrocondicionamento melhora a germinação e aumenta o vigor de sementes de tabaco. No experimento 2, o condicionamento com solução de  $\text{KNO}_3$  ajustada para -1,0 MPa por 24 ou -0,5 MPa por 36 horas promove incrementos no vigor das sementes de tabaco. Sementes de tabaco com menor qualidade respondem melhor ao condicionamento.

**Palavras-chave:** *Nicotiana tabacum*. Ácido ascórbico. Nitrato de potássio. Vigor.



## ABSTRACT

The desuniformity maturation of fruits and tobacco seeds have led the seed industry to use techniques such as priming, which enables to greater uniformity and speed of germination, by regeneration of the cell membrane system. Several factors may affect the physiological conditioning, such as the weather and the environment in which the treatment is performed, in addition to the initial quality of the seed lots. The use of ascorbic acid as a conditioning agent is advantageous because it is soluble in water and involved in different cellular processes, including cell division and restructuring membranes. The  $\text{KNO}_3$  can act as an additional source of potassium and nitrogen during germination, improving the seed quality. To evaluate the effect of different solutes, periods and forms of conditioning on the physiological quality of seeds were used three lots of tobacco seeds of the cultivar CSC 4703. In experiment 1, the seeds were submitted to priming in aerated solution varying the period (12, 24 and 36 hours) of conditioning, the ascorbic acid concentration [0 (hydropriming), 50, 75 and 100  $\text{mg.L}^{-1}$  ] and three lots of seeds. In experiment 2 the seeds were submitted to priming in aerated solution varying the period (12, 24 and 36 hours) of conditioning, the  $\text{KNO}_3$  concentration [0 (hydropriming), -0.5; -1.0 And -1.5 MPa) and three seed lots. After the treatments, the seeds were washed in water and dried at 30 °C to return to the initial moisture. The seed quality was evaluated by germination, first count, germination speed index, initial emergency stand, emergence percentage and emergence speed index. It was concluded in experiment 1 the hydropriming improves germination and increases the vigor of tobacco seeds. In experiment 2, the conditioning with  $\text{KNO}_3$  solution adjusted to -1.0 MPa for 24 or -0.5 MPa for 36 hours promotes increments in the vigor of tobacco seeds. Tobacco seeds with lower quality respond better to physiological conditioning.

**Keywords:** *Nicotiana tabacum*. Ascorbic acid. Potassium nitrate. Vigor.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valores médios de germinação (G%), Primeira contagem da germinação (PC%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), estande inicial (EI%), estande final (EF%), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e grau de umidade (U%) de lotes de sementes de tabaco antes de serem submetidas ao condicionamento fisiológico .....24
- Tabela 2 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para porcentagem de germinação (%) diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento .....26
- Tabela 3 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para primeira contagem de germinação (%) diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento .....28
- Tabela 4 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de germinação (IVG) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento.....29
- Tabela 5 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande inicial (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento.....31
- Tabela 6 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande final (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento .....32
- Tabela 7 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de

emergência (IVE) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com ácido ascórbico.....	34
Tabela 8 - Valores médios de Germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), estande final (EF%), estande inicial (EI%) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento.....	35
Tabela 9 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para porcentagem de germinação (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com KNO <sub>3</sub> .....	37
Tabela 10 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para primeira contagem da germinação (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com KNO <sub>3</sub> .....	39
Tabela 11 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com KNO <sub>3</sub> .....	40
Tabela 12 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande inicial de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com KNO <sub>3</sub> ..	42
Tabela 13 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande final (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com KNO <sub>3</sub> .....	43
Tabela 14 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de	

Emergência (IVE) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $\text{KNO}_3$ .....44

Tabela 15 - Valores médios de Germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), estande final (EF%), estande inicial (EI%) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento.....46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Descrições da espécie e importância .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Condicionamento fisiológico .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Experimento 1: Condicionamento fisiológico com diferentes concentrações de ácido ascórbico .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Experimento 2: Condicionamento fisiológico com diferentes doses de KNO<sub>3</sub> .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Experimento 1: Condicionamento fisiológico com diferentes concentrações de ácido ascórbico .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2</b>	<b>Experimento 2: Condicionamento fisiológico com diferentes doses de KNO<sub>3</sub> .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador e o segundo maior produtor de *Nicotiana tabacum* L. do mundo, perdendo apenas para a China. No ano de 2015, o tabaco representou 1,14% do total das exportações brasileiras e a produção anual na safra 2014/15 foi de aproximadamente 692 mil toneladas, sendo que 51% desse volume foi produzido no Rio Grande do Sul, 29% em Santa Catarina e 20% no Paraná (SINDITABACO, 2016).

A espécie *Nicotiana tabacum* L., é utilizada no desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas, como a farmacêutica, fisiologia e transgenia, sendo ainda umas das culturas não alimentícias que garante maiores avanços econômicos e sociais em diversos países, como o Brasil.

Uma das dificuldades do setor da fumicultura brasileira que pode ser citada é a qualidade das sementes e seu difícil manejo devido ao tamanho reduzido das sementes que dificulta a semeadura, além de apresentarem problemas de dormência e maturação desuniforme dos frutos e semente.

Uma alternativa para aumentar a velocidade e uniformidade de germinação das sementes é a utilização da técnica de condicionamento fisiológico. Objetiva-se, no condicionamento fisiológico, reduzir o período de germinação, bem como sincronizar e melhorar a emergência das plântulas, submetendo as sementes a um controle da hidratação suficiente para permitir os processos metabólicos essenciais à germinação, porém insuficientes para propiciar a protrusão da radícula. Entretanto, na literatura são poucos os trabalhos referentes à utilização da técnica de condicionamento fisiológico em sementes de tabaco.

A pesquisa foi realizada visando à adequação da metodologia de condicionamento fisiológico para sementes de *Nicotiana tabacum* L., aumentando a uniformidade e velocidade de emergência.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Descrições da espécie e importância**

A fumicultura é a mais importante cultura agrícola não alimentícia do planeta e contribui substancialmente para a economia de mais de 150 países. Caracteriza-se como um importante elemento na agroindústria, criando mais empregos por hectare cultivado do que qualquer outra cultura e, sendo seu principal atrativo, a estabilidade de preços e a maior rentabilidade por área cultivada, proporcionando ainda alto valor agregado às pequenas propriedades (SOUZA CRUZ, 2013).

Apesar de, ao longo do tempo, terem sido atribuídas outras origens para a planta do tabaco, é hoje indiscutível o seu berço americano (América do Sul e América Central), onde era cultivado pelos indígenas devido ao seu sistema de crenças e rituais (CALDEIRA, 2015; GATELY, 2001; HUNZIKER, 2001). No Brasil, no início do século XVI, os primeiros portugueses a desembarcarem no País já encontraram o cultivo de tabaco em quase todas as tribos indígenas. Para os índios brasileiros, a planta possuía caráter sagrado e origem mítica. Seu uso era, geralmente, limitado a ritos mágico-religiosos, como no evocar dos deuses e nas predições, bem como para fins medicinais, para cura de ferimentos, enxaquecas e dores de estômago, sendo seu uso reservado exclusivamente aos pajés (feiticeiros) (SINDITABACO, 2014).

A espécie *Nicotiana tabacum* L. é usada principalmente na indústria do tabaco, mas, além disso, o óleo extraído de suas sementes pode ser utilizado na indústria farmacêutica, na alimentação animal (STANISAVLJEVIC´; LAZIC´; VELJKOVIC, 2007), e até mesmo no biodiesel (VELJKOVIC´ ET AL., 2006). A planta de tabaco serve de modelo com aplicabilidade na engenharia genética

(ZHANG, et al., 2007), pela facilidade da sua transformação genética, o que abre a possibilidade de sua utilização para a síntese compostos farmacêuticos (DAVOODI-SEMIROMI et al, 2009; MORANDINI et al, 2011) e enzimáticos (VERMA et al, 2010; AGRAWAL et al, 2011).

Pertencente à família Solanaceae, gênero *Nicotiana*, o tabaco, é uma planta autógama, herbácea, anual e com um ciclo aproximado de 190 dias. Além do tabaco, fazem parte dessa família importantes espécies como o tomate, batatas, berinjela e pimentas (BADSHAH ET AL., 2013; GHOLIZADEH ET AL., 2012).

Existem diversos grupos varietais de tabaco, os quais são caracterizados, com base nas características bioquímicas da planta em, Virgínia, Burley, Oriental, Charuto e Dark, dentre outros (FRICANO ET AL., 2012). Cada grupo varietal é constituído de várias cultivares comerciais desenvolvidas por programas de melhoramento, o que se torna um entrave no controle de qualidade, uma vez que cada cultivar possui características próprias e distintas.

As sementes de tabaco caracterizam-se pela cor castanha, formato oblongo, endosperma denso, tegumento reticulado e tamanho extremamente reduzido, sendo que um grama delas possui em torno de 16 mil unidades (BRASIL, 2009). Possuem germinação desuniforme, devido à indução da dormência pelo ABA endógeno (LEUBNER-METZGER, 2003) e também pela resistência mecânica exercida em forma combinada pela testa e o endosperma, a qual é maior do que a força do potencial de crescimento do embrião (BEWLEY, 1997; HILHORST, 1995).

O estabelecimento da lavoura de tabaco no campo se dá através do plantio de mudas (VENCATO ET AL., 2011). O sistema de produção de mudas é realizado por meio do sistema float, no qual bandejas de isopor ou plásticas, cheias com substrato são depositadas, após a semeadura, sob uma lâmina de água (SOUZA CRUZ, 2013).



Para a obtenção de sucesso na produção de mudas vigorosas e uniformes de tabaco, é necessário que as sementes tenham uma alta porcentagem de emergência de plântulas e apresentem crescimento rápido e uniforme.

Uma técnica viável que permite a germinação mais sincronizada resultando em um estande uniforme é o condicionamento fisiológico.

## **2.2 Condicionamento fisiológico**

A desuniformidade de maturação de frutos e sementes de tabaco, tem levado a indústria de sementes a utilização de técnicas como o condicionamento fisiológico, que possibilitem uma maior uniformidade e velocidade de germinação.

O condicionamento fisiológico consiste na embebição controlada de sementes, permitindo a ativação dos processos metabólicos da germinação, sem que ocorra emissão da raiz primária (HEYDECKER ET AL., 1973). Nessa técnica, as sementes completariam as fases I e II da embebição, parando esse processo antes de avançarem a fase III, na qual ocorre o alongamento celular com protrusão radicular, de forma que esse evento não ocorra (GHASSEMI-GOLEZANI; ESMAEILPOUR, 2008; SANTOS ET AL., 2008). Dentre os benefícios promovidos por esse tratamento, destacam-se a rapidez e uniformidade na emergência de plântulas (KNYPL; KHAN, 1981; MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008) e a tolerância das sementes a condições ambientais menos favoráveis (Trigo; Trigo, 1999; Nascimento, 2005; Pereira et al., 2009).

Existem vários procedimentos para a realização do condicionamento fisiológico, podendo-se destacar como principais o hidrocondicionamento, o osmocondicionamento e o matricondicionamento (BRADFORD, 1986; TAYLOR ET AL., 1998).

O hidrocondicionamento consiste na embebição das sementes com quantidades limitadas ou não de água, sob temperaturas baixas ou moderadas

(Khan, 1992).

Já o osmocondicionamento e o matricondicionamento consistem na hidratação das sementes em soluções de baixo potencial hídrico de solutos orgânicos e inorgânicos por determinados períodos de tempo (condicionamento osmótico) ou por meio da embebição das sementes em meio sólido (condicionamento mátrico) (HEYDECKER et al., 1973, 1975; KHAN, 1992).

Dentre os fatores que afetam o condicionamento fisiológico, incluem condições do meio de hidratação (temperatura e luz); contaminação microbiana; secagem das sementes; disponibilidade de oxigênio e agente osmótico (BROCKLEHURST; DEARMAN, 1984; SMITH; COBB, 1991; COPELAND; MCDONALD, 1995).

O controle da hidratação é realizado pela redução do potencial hídrico da solução de embebição. Para tanto são utilizados diversos produtos como sais inorgânicos ( $K_3PO_4$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $NaCl$  e  $KNO_3$ ), açúcares (manitol e sorbitol) ou substância com moléculas grandes. O tipo de solução osmótica utilizada pode influenciar no sucesso da técnica, sendo que o melhor agente osmótico varia entre as espécies (WELBAUM ET AL., 1998).

Como agente osmótico, os compostos salinos permitem uma melhor aeração da solução e são facilmente removidos das sementes durante a lavagem. Em se tratando da utilização de  $KNO_3$ , sua maior eficiência no condicionamento fisiológico é possivelmente relacionada a presença de íons  $K^+$  no conteúdo celular. Além disso, esses íons atuam como cofatores em numerosas atividades enzimáticas e a sua absorção pela semente pode ativar rotas metabólicas que, naturalmente, não seriam ativas, podendo favorecer a germinação (TAIZ; ZEIGER, 2006; NAWAZ ET AL, 2012; PACE ET AL, 2012). Os sais de nitrato podem ainda servir como potencial fonte de nitrogênio e outros nutrientes essenciais durante a germinação.

A utilização do  $KNO_3$  no condicionamento de sementes tem sido testada

por diversos pesquisadores. Em sementes de alfafa o condicionamento proporcionou um aumento na porcentagem de germinação (TIRYAKI; KIZILSIMSEK; KAPLAN, 2009), em sementes de cebola proporcionou uma velocidade de emergência mais rápida (ARIN et al, 2011), em sementes de brachiaria houve incremento na velocidade de protrusão radicular e melhoria na uniformidade de germinação (BONOME et al, 2006), efeitos benéficos também foram observados para sementes de berinjela (Reis et al, 2012).

No entanto, devido a seu baixo peso molecular os sais podem penetrar nas sementes e causar toxidez às plântulas. Frett et al. (1991) observaram efeitos negativos sobre sementes de aspargos e Basra et al., (2003) relataram atraso na germinação de sementes de arroz, quando condicionadas em solução de  $KNO_3$ .

Um outro agente osmótico que pode ser utilizado é o ácido ascórbico, que apresenta vantagens por ser solúvel em água, estando envolvido em diferentes processos celulares e reestruturação de membranas (De Gara et al., 2003).

Devido ao seu inerente potencial antioxidante, ele pode atuar aumentando o vigor e melhorando o desempenho das sementes (McCue et al., 2000). Essa melhoria está associada à inibição parcial na ação e produção de espécies reativas de oxigênio atribuído ao efeito da aplicação exógena do ácido ascórbico e sua ação antioxidante (GADALLA, 2009; BASRA, 2006).

Como já observado por Arrigoni et al. (1997) em sementes de *Lupinus albus* L., a aplicação exógena de ácido ascórbico induziu uma elevação na atividade mitótica de diferentes sistemas celulares. El-Saidy et al. (2011), trabalhando com sementes de girassol, verificaram que a aplicação de ácido ascórbico resultou em uma melhoria na porcentagem de germinação e redução no tempo médio de emergência das plântulas.

O período de condicionamento é determinado em função da espécie, do agente osmótico utilizado e a temperatura. Assim, o tempo em e que a semente

permanece sob efeito da solução condicionante deve promover a embebição sem que ocorra a germinação, mas garantindo o seu efeito máximo. Períodos muito curtos podem não permitir o sucesso do tratamento, enquanto períodos muito prolongados podem favorecer a germinação durante o tratamento, além de prejudicar o vigor das sementes, fenômeno conhecido como overpriming (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Para sementes de tabaco Wen-Guang et al. (2009) verificando o efeito do condicionamento feito com água, observaram que esse condicionamento promoveu incrementos na germinação, com um aumento no comprimento e peso seco de plântulas em relação à testemunha (42,6% e 31,1). Caldeira et al, (2014), estudando o efeito do condicionamento em dois períodos de imersão (24 e 48 horas), hidrocondicionamento e o condicionamento com diferentes soluções (PEG-6000,  $\text{KNO}_3$ , PEG-6000 +  $\text{KNO}_3$ , e uma combinação de cada meio com ácido giberélico) também observaram que o condicionamento de sementes de tabaco em água (hidrocondicionamento) resultou em maior rapidez da germinação e maior porcentagem de emergência quando comparados às sementes não condicionadas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de sementes, localizado no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. As sementes de tabaco foram obtidas do Centro de Melhoramento de Tabaco da Empresa Souza Cruz S/A localizada em Rio Negro – PR.

Foram utilizados três lotes de sementes do grupo varietal Virginia e da cultivar CSC 4703, os quais foram submetidos as seguintes determinações e testes para a realização da caracterização inicial.

**Teor de água:** determinado antes do condicionamento, pelo método de

estufa a 130°C por 2 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se 2 repetições de 0,3g de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de teor de água (base úmida).

**Teste de germinação:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas de acrílico tipo gerbox sobre duas folhas de papel mata borrão umedecido com solução de  $\text{KNO}_3$  a 0,2% em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. As sementes foram mantidas em BOD com temperatura alternada de 20-30 °C e fotoperíodo de oito horas. O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, com o auxílio de lupa, para obtenção do **Índice de Velocidade de Germinação (IVG)** (MAGUIRE, 1962). Os resultados de germinação foram expressos em porcentagem de plântulas normais com avaliação aos 7 dias após a montagem do teste para obtenção da **Primeira Contagem de Germinação** e aos 16 dias, para obtenção da germinação (BRASIL, 2009).

**Teste de emergência em sistema “float”** - A semeadura foi realizada em substrato de fibra de côco, previamente umedecido (aproximadamente 1 litro de água/Kg de substrato), colocado em bandejas de isopor com 200 células, que por sua vez foram colocadas em sistema “Float”. Esse sistema se caracteriza por manter as bandejas de isopor perfuradas flutuando sobre uma lâmina de água de, aproximadamente, três centímetros e mantidas em casa de vegetação com temperatura média de 25°C. A avaliação do número de plântulas emergidas e com o primeiro par de folhas foi realizada diariamente, para a obtenção do **Índice de Velocidade de Emergência (IVE)** (MAGUIRE, 1962) e, no sétimo dia e décimo quinto dia, para a obtenção do **Estande Inicial e Estande Final**.

### **3.1 Experimento 1: Condicionamento fisiológico com ácido ascórbico**

As sementes foram submersas em água e solução de ácido ascórbico com concentrações de 50, 75 e 100 mgL<sup>-1</sup> durante três períodos (12, 24 e 36 horas) a uma temperatura de 25 °C.

Para melhor manuseio das sementes devido ao seu tamanho diminuto e sua massa leve, estas foram enroladas em um tecido fino do tipo voal e amarradas com um elástico. Dessa forma foram colocadas para condicionar em erlenmeyers contendo as soluções com as concentrações mencionadas acima, em BOD regulada a 25 °C e adaptada com um compressor de ar, responsável por manter as soluções aeradas. As testemunhas não foram condicionadas (semente seca).

Após aplicação dos tratamentos, as sementes foram lavadas em água corrente e secas a 30 °C, em estufa de circulação de ar, até atingiram um grau de umidade de 7%. Posteriormente foram realizados os testes de germinação, IVG, primeira contagem de germinação, teste de emergência em sistema “float”, IVE, estande inicial e estande final conforme descritos para a caracterização inicial dos lotes.

### **3.2 Experimento 2: Condicionamento fisiológico com nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>)**

Para o condicionamento utilizando-se KNO<sub>3</sub>, foram utilizados os mesmos lotes do experimento 1, bem como o mesmo método de realização do condicionamento.

As sementes foram submersas em água (potencial próximo a zero) e solução de KNO<sub>3</sub> com potenciais de -0,5, -1,0 e -1,5 MPa durante três períodos (12, 24 e 36 horas), em BOD adaptada, regulada a uma temperatura de 25 °C. As testemunhas não foram condicionadas (semente seca).

Após aplicação dos tratamentos, as sementes foram lavadas com água

corrente e secas a 30°C em estufa de circulação de ar até atingiram um grau de umidade de 7%. Posteriormente foram realizados os testes de germinação, IVG, primeira contagem de germinação, teste de emergência em sistema “float”, IVE, estande inicial e estande final conforme descritos para a caracterização inicial dos lotes.

Para os dois experimentos os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial  $3 \times 4 \times 3 + 3$ , sendo três lotes, três períodos de condicionamento (12, 24 e 36 horas), quatro concentrações (hidrocondicionamento, 50, 75 e 100 mg.L<sup>-1</sup>) e três testemunhas adicionais (sementes secas) para o experimento com ácido ascórbico (experimento 1), e três lotes, três períodos de condicionamento (12, 24 e 36 horas) quatro potenciais (hidrocondicionamento, -0,5; -1,0 e -1,5 MPa) e três testemunhas adicionais (sementes secas) para o experimento utilizando-se KNO<sub>3</sub> (experimento 2).

Para a comparação do grupo fatorial com as testemunhas adicionais aplicou-se o teste de F a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional SAS 9.4®. A comparação da testemunha adicional com os tratamentos resultantes do fatorial foi realizada pelo teste de Dunnett, aos 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Posteriormente, foi realizada a análise conjunta para lotes, em blocos inteiramente casualizados, no qual cada bloco foi representado por um lote. A comparação de cada tratamento com a testemunha foi realizada pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade, de modo a determinar qual foi o melhor tratamento, em média, para todos os lotes testados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1: Condicionamento fisiológico de ácido ascórbico

Observando-se os dados referentes a análise de variância (ANEXO A), existem diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos e as testemunhas adicionais (sementes secas), exceto para o estande final.

Observa-se ainda que houve variação entre os lotes, em função das concentrações e períodos de condicionamento utilizados, para a variável primeira contagem da germinação (PC), Índice de Velocidade de germinação (IVG), Estande inicial (EI) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE). Para o estande final (EF) a utilização dos diferentes lotes, variou em função das diferentes concentrações ou dos períodos e a utilização das diferentes concentrações variou em função dos diferentes períodos.

Na tabela 1 observa-se os dados referentes a caracterização inicial dos lotes utilizados para o condicionamento, nos dois experimentos.

Tabela 1- Valores médios de germinação (G%), Primeira contagem da germinação (PC%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), estande inicial (EI%), estande final (EF%), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e grau de umidade (U%) de lotes de sementes de tabaco antes de serem submetidas ao condicionamento fisiológico

Lotes	G	PC	IVG	EI	EF	IVE	U
1	90 B	23 B	11,97 B	7 A	93 A	11,52 A	6,53
2	84 B	33 B	12,62 B	6 A	87 A	10,62 A	6,38
3	97 A	59 A	13,57 A	12 A	84 A	10,20 A	6,92
CV (%)	3,12	22,87	3,83	8,97	12,92	19,23	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Nos testes de estande inicial, estande final e índice de velocidade de emergência, não foi possível separar os lotes em níveis de qualidade. No entanto,



por meio da germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação, observa-se que o lote 3 é o que apresenta qualidade superior.

Observa-se nos dados referentes ao grau de umidade, que não houve variação entre os lotes, e, portanto, interferência nos resultados dos testes realizados, pois a uniformidade do teor de água das sementes é essencial para a padronização das avaliações, favorecendo a obtenção de resultados consistentes (Kryzanowski; Vieira; França Neto, 1999).

Na tabela 2 estão apresentados os dados referentes a germinação dos lotes de sementes de tabaco condicionadas em diferentes concentrações e períodos.

Observa-se que quando comparadas a testemunha, para o lote 2 de menor qualidade inicial, todos os tratamentos foram benéficos, verificando ganhos de até 15% quando as sementes foram condicionadas.

Além disso, no lote 1, de qualidade inferior quando comparado ao lote 3 antes do condicionamento, foi possível observar que o ganho proporcionado pelo condicionamento, elevou a sua qualidade, se igualando ao lote 3, após o condicionamento.

Tabela 2 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para porcentagem de germinação (%) diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	96	99*	99
	24	96	99*	98
	36	97*	95*	99
50	12	99*	95*	96
	24	98*	97*	92
	36	96	92*	98
75	12	96	95*	99
	24	98*	96*	96
	36	96	94*	98
100	12	97*	96*	96
	24	99*	92*	96
	36	95	96*	95
Testemunha (semente seca)		90	84	97
DMS		6,95	6,22	6,34
CV (%)		3,52	3,16	3,24

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Vale ressaltar o efeito benéfico do condicionamento, aumentando o vigor dos lotes de sementes de menor qualidade, o que já foi observado por outros autores como Ávila, et al, 2008, ao avaliar sementes de canola e Fialho, et al, 2010, analisando sementes de pimenta-amarela.

El-Saidy et al. (2011), trabalhando com sementes de girassol, verificaram que a aplicação de ácido ascórbico resultou em uma melhoria na porcentagem de germinação e redução no tempo médio de emergência das plântulas.

Na tabela 3 são apresentados os valores médios da primeira contagem da germinação após o condicionamento, nas diferentes concentrações e períodos avaliados.

A resposta ao condicionamento variou em função do lote, no que se refere a velocidade de germinação pelos valores de primeira contagem. No entanto, quando comparado a testemunha (semente seca), nota-se efeito benéfico do condicionamento na velocidade de germinação, principalmente no lote 1, no qual observa-se aumento da ordem de 71% de germinação na primeira contagem em relação a testemunha, quando condicionado por 12 horas em  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de ácido ascórbico.

O efeito positivo do condicionamento tem sido observado por autores como Lopes et al. (2011) e Caldeira et al. (2014) onde valores de primeira contagem de germinação em sementes condicionadas de cebola por 24 horas e tabaco por 24 ou 48 horas, foram superiores em relação às não condicionadas.

Segundo McCue et al. (2000) a aplicação exógena ou estímulo à síntese endógena de compostos antioxidantes, como o ácido ascórbico, minimizam o combate dos radicais livres aos constituintes químicos e ao sistema de membranas das sementes.

Tabela 3- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para primeira contagem de germinação (%) diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	85*	90*	90*
	24	84*	94*	81*
	36	47	65	93*
50	12	93*	59	86*
	24	86*	69*	69
	36	89*	35	95*
75	12	85*	82*	76*
	24	81*	75*	75*
	36	85*	59	89*
100	12	94*	81*	67
	24	85*	73*	91*
	36	83*	89*	83*
Testemunha (semente seca)		23	33	59
DMS		33,57	34,61	15,42
CV (%)		20,90	24,32	9,28

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Da mesma forma que houve diferentes respostas dos diferentes lotes ao condicionamento com ácido ascórbico na velocidade da germinação pela primeira contagem, a avaliação do IVG também proporcionou resultados divergentes (TABELA 4). No entanto, é possível observar o efeito benéfico do condicionamento, quando comparado as testemunhas (sementes secas).

Assim, pôde-se notar que para o lote 1, os tratamentos realizados por 12 ou 24 horas, promoveram um incremento nos valores do IVG.

Tabela 4 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de germinação (IVG) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	13,56*	13,87*	13,87
	24	13,35	13,97*	13,62
	36	12,28	12,87	13,96
50	12	13,91*	12,71	13,48
	24	13,68*	13,17	12,60*
	36	13,51	11,74	13,87
75	12	13,38	13,23	13,60
	24	13,52*	13,23	13,23
	36	13,38	12,67	13,72
100	12	13,76*	13,33	13,16
	24	13,78*	12,54	13,60
	36	13,31	13,45	13,31
Testemunha		11,97	12,62	13,57
DMS		1,53	1,11	0,92
CV (%)		5,61	4,16	3,35

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Com relação aos agentes condicionantes utilizados é possível observar, para o lote 1, o efeito benéfico do ácido ascórbico. Esses resultados corroboram os encontrados por Afzal et al., (2008), que avaliando o efeito do condicionamento em sementes de milho com água, 50 mM de CaCl<sub>2</sub>, 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico, 100 mg.L<sup>-1</sup> giberelina ou ácido indolacético, observaram maior índice quando o condicionamento foi realizado com solução de ácido ascórbico.

Já para o lote 2, os melhores tratamentos quando comparados a testemunha, foram os relacionados ao hidrocondicionamento. Esse efeito

positivo do hidrocondicionamento observado no lote 2, corrobora os encontrados por Alencar et al., (2012) que, avaliando o efeito do condicionamento em sementes de estilosantes, concluíram que o maior IVG e tempo médio de germinação ocorreu quando as sementes foram condicionadas em água.

Isso se justifica pois, no processo de embebição das sementes, uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem no embrião e, quando essa embebição ocorre de forma prolongada, particularmente sob baixos potenciais hídricos como o da água, há uma influência acentuada na porcentagem, sincronia e velocidade de germinação (BRACCINI et al., 1999).

Além disso, diversos autores relatam a maior capacidade que as sementes possuem de reativar o metabolismo quando absorvem água rapidamente elevando o vigor, sendo isso observado por uma germinação mais rápida e sincronizada (BASRA et al., 2005; KAYA et al., 2006; MCDONALD, 2000; WAHID et al., 2008).

Avaliando-se os resultados obtidos por meio do estande inicial (TABELA 5), observa-se o efeito benéfico do condicionamento quando comparado a testemunha (sementes secas), na ordem de até 27%, dependendo do lote.

Para o lote 3, quando comparado a testemunha, melhores resultados foram obtidos quando o condicionamento foi realizado por 36 horas.

Resultado semelhante foi observado por Wen-Guang et al. (2009) que, trabalhando com sementes de tabaco observaram que o período de 36 horas de condicionamento promoveu a embebição sem que ocorresse a germinação, garantindo o seu efeito máximo.

Tabela 5 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande inicial (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	5	6	6
	24	13	29*	10
	36	12	9	39*
50	12	5	15*	6
	24	7	10	9
	36	12	16*	26*
75	12	7	3	8
	24	5	3	3
	36	7	15*	27*
100	12	15	3	6
	24	8	6	4
	36	5	20*	5
Testemunha		7	6	12
DMS		19,81	11,58	20
CV (%)		11,80	7,14	11,22

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Esses resultados estão ainda em conformidade aos encontrados por Gomes et al., (2012) que, estudando o efeito do condicionamento em jiló, observaram que para a emergência e IVE, maiores valores foram obtidos por meio da exposição das sementes por maior tempo ao tratamento.

Períodos de condicionamento muito curtos nem sempre são suficientes para que se obtenha efeito significativo do tratamento (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Na tabela 6, estão apresentados os resultados relacionados ao estande final de lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento.

Tabela 6 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande final (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	77	80	80
	24	90	92	98
	36	93	96	90
50	12	87	94	76
	24	88	93	89
	36	95	92	69
75	12	68*	81	80
	24	85	71	71
	36	68*	87	87
100	12	93	92	88
	24	72	90	72
	36	92	99	92
Testemunha		93	87	84
DMS		22,22	17,39	32,11
CV (%)		12,78	9,57	18,94

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Observa-se nesses resultados que não houve diferença entre nenhum dos tratamentos testados e a testemunha adicional, exceto quando o quando condicionamento foi realizado por 12 ou 36 horas, em solução de ácido ascórbico na concentração de 75 mg.L<sup>-1</sup>, o qual afetou negativamente os resultados do estande final.

Resposta distintas foram observadas para sementes de girassol, Kaya et



al, 2006, concluíram que o condicionamento com  $75 \text{ mg.L}^{-1}$  de ácido ascórbico foi eficiente para melhoria da germinação e emergência de plântulas.

Analisando-se os dados referentes ao IVE (TABELA 7) nota-se que, quando comparados a testemunha (semente seca) há um efeito benéfico do condicionamento aumentando o IVE, principalmente para o lote 1.

Alguns pesquisadores como Ávila et al., (2008) e Fialho et al., (2010) apontam que os efeitos benéficos do condicionamento são mais evidentes em sementes de baixa qualidade fisiológica.

Esse resultado positivo da utilização do ácido ascórbico pode estar relacionado ao seu efeito redutor nos danos oxidativos além de atuar como um cofator na atividade de algumas enzimas (GOEL et al., 2003). Pode estar ligado ainda a eficiente produção e utilização dos metabólitos envolvidos na germinação e ao melhor reparo genético e rápida síntese de DNA, RNA e proteínas (LEE; KIM, 2000; BASRA et al, 2005; BRAY et al., 1989).

Já se tem evidências de que o ácido ascórbico endógeno pode ser aumentado pela aplicação exógena de ácido ascórbico no meio radicular bem como aplicação foliar ou pelo tratamento das sementes (CHEN; GALLIE, 2004). Esses resultados comprovam que as sementes de tabaco foram hábeis em absorver o ácido ascórbico exógeno, o que pode explicar o efeito benéfico do condicionamento quando utilizado esse agente condicionante.

Tabela 7- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de emergência (IVE) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	9,58*	12,26	9,89
	24	11,50	12,65*	12,52
	36	10,95*	11,38	12,64
50	12	10,54*	12,20	9,23
	24	10,69	11,91	11,25*
	36	11,79	11,25	11,93
75	12	8,44	9,79	10,13
	24	10,49	8,42	12,05
	36	12,33	10,77	11,41
100	12	11,98*	11,04	10,91
	24	8,84*	10,74	8,49
	36	12,01	11,87	11,19
Testemunha		11,52	10,62	10,21
DMS		1,53	1,11	0,92
CV (%)		5,61	4,16	3,35

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Na tabela 2 A (ANEXO) estão apresentados os resultados a ANOVA da análise conjunta, na qual observa-se que para os testes de germinação, primeira contagem da germinação e estande inicial houve diferença entre os tratamentos testados e a testemunha adicional.

Na tabela 8 estão apresentados os resultados obtidos por meio da análise conjunta dos lotes nos diferentes tratamentos testados.

Observa-se na tabela 8 que, quando comparados a testemunha, o hidrocondicionamento foi mais eficiente para que houvesse maior incremento na germinação, primeira contagem da germinação e estande inicial, em média para

todos os lotes.

Tabela 8- Valores médios de Germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), estande final (EF%), estande inicial (EI%) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento em solução de ácido ascórbico

Concentração (mg.L <sup>-1</sup> )	Período (horas)	G	PC	IVG	EF	EI	IVE
Hidrocondicionamento	12	98*	88*	13,76	79	6	10,58
	24	98*	86*	13,65	93	17	12,22
	36	97	68	13,03	93	20*	11,66
50	12	96	79*	13,37	85	9	10,66
	24	96	74*	13,15	90	9	11,28
	36	95	73	13,04	85	11	11,66
75	12	96	81*	13,40	76	6	9,45
	24	97	77*	13,32	75	4	10,32
	36	96	77*	13,26	81	10	11,50
100	12	96	81*	13,41	91	8	11,31
	24	95	83*	13,30	78	6	9,36
	36	95	85*	13,36	94	10	11,69
Testemunha		90	38	12,72	89	4	10,79
DMS		6,86	35,69	1,34	17,16	18,16	2,53
CV (%)		2,91	19,08	4,12	8,19	8,57	9,43

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

No hidrocondicionamento não existe nenhum controle da hidratação, assim as sementes absorvem água rapidamente. Essa rápida hidratação dos tecidos provocada pelo hidrocondicionamento também melhorou a qualidade fisiológica de sementes de girassol (MAITI et al., 2006).

Trigo e Trigo (1999) também observaram que o condicionamento em água foi eficiente em melhorar a germinação de sementes de berinjela. Caldeira et al (2014) e Ma et al (2009), também concluíram que o hidrocondicionamento de sementes de tabaco promoveu incrementos na germinação e emergência.

#### **4.2 Experimento 2: Condicionamento fisiológico com $KNO_3$**

No resumo do quadro de análise de variância (ANEXO 3 A) observa-se que existem diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos e as testemunhas adicionais (semente seca), exceto para a variável germinação e primeira contagem da germinação.

Observa-se ainda que a interação entre os três fatores estudados (lote, concentração e período) foi significativa para todas as variáveis analisadas, germinação, primeira contagem da germinação, Índice de Velocidade de germinação (IVG), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), estande final (EF) e Estande inicial (EI).

Na tabela 9 estão apresentados os resultados referentes a germinação. Comparando-se o efeito de cada tratamento com a testemunha (semente seca), observou-se que houve um aumento da germinação após o condicionamento, sendo que cada lote apresentou uma resposta diferente.

Para o lote 2, de porcentagem de germinação mais baixa, todos os tratamentos testados aumentaram a porcentagem de germinação, já o lote 1 teve sua qualidade negativamente afetada pelo hidrocondicionamento por 36 horas.

Essa dificuldade em definir o melhor tratamento por meio do teste de germinação, pode ser explicada, pois, apesar do teste ser utilizado rotineiramente para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de tabaco, este é realizado sob condições ideais e artificiais, favorecendo o máximo potencial de germinação das sementes, assim os resultados obtidos nem sempre conseguem detectar

diferenças sutis entre resultados de germinação semelhantes (NASCIMENTO; LIMA, 2008).

Tabela 9 - Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para porcentagem de germinação (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $KNO_3$

Potencial (MPa)	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	96	97*	96
	24	91	96*	94
	36	57*	90*	98
-0,5	12	96	96*	97
	24	96	97*	97
	36	99	94*	94
-1,0	12	95	96*	97
	24	99	99*	95
	36	96	98*	96
-1,5	12	96	96*	97
	24	98	94*	97
	36	98	98*	96
Testemunha		90	84	97
DMS		26,80	6,56	5,74
CV (%)		14,06	3,34	2,91

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

No entanto, resultados semelhantes do benefício do uso do  $KNO_3$  também foram verificados por Kaya et al. (2006) que verificaram que o osmocondicionamento com solução de  $KNO_3$  favorece a germinação de aquênios de girassol até o potencial de -0,6 MPa, sendo a melhoria no desempenho das sementes resultante da presença do íon  $NO_3^-$ , por ser considerado promotor da germinação.

Nascimento e Lima (2008) verificaram resultados similares avaliando o condicionamento fisiológico de sementes de berinjela, em que o  $\text{KNO}_3$  proporcionou melhor desempenho germinativo das sementes.

Para o lote 3, de melhor qualidade fisiológica, nenhum tratamento promoveu incrementos nos resultados do teste de germinação, resultado esse também observado para sementes de soja, no qual o condicionamento, independentemente do tempo utilizado, não promoveu um efeito benéfico sobre a qualidade fisiológica de sementes de alto vigor (NETO et al. 2003).

Avaliando-se a os dados referentes a primeira contagem da germinação (TABELA 10), é possível observar que, quando comparadas a testemunha, todos os tratamentos foram significativos, aumentando os valores da germinação na primeira contagem, exceto para os lotes 1 e 2, nos quais o hidrocondicionamento por 36 horas, não diferiu da testemunha, bem como o de 12 horas, apenas para o lote 1.

O efeito benéfico do condicionamento fisiológico com  $\text{KNO}_3$  melhorando a qualidade inicial das sementes, também foi verificado de forma semelhante para outras espécies, como cenoura e pimentão (LOPES et al., 2011), no qual o vigor avaliado pela primeira contagem de germinação foi elevado por meio do condicionamento com solução de  $\text{KNO}_3$  com potenciais de -1,0 MPa.

Tabela 10- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para primeira contagem da germinação (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $KNO_3$

Potencial (MPa)	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	85*	58	90*
	24	84*	94*	81*
	36	47	65	93*
-0,5	12	91*	79*	90*
	24	89*	95*	89*
	36	91*	90*	82*
-1,0	12	87*	88*	89*
	24	94*	97*	90*
	36	86*	94*	92*
-1,5	12	82*	90*	91*
	24	91*	86*	94*
	36	92*	84*	80*
Testemunha		23	33	59
DMS		35,86	25,83	12,65
CV (%)		21,59	15,42	7,26

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Na tabela 11 estão apresentados os resultados referentes ao Índice de Velocidade de Germinação (IVG).

Observou-se no IVG que, para o lote 1, que todos os tratamentos testados foram eficientes para promover incrementos no IVG, com exceção do hidrocondicionamento realizado por 36 horas. Essa redução pode estar relacionada ao chamado overpriming, que é o efeito maléfico do condicionamento quando realizado por períodos muito longos, afetando negativamente o vigor das sementes (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Tabela 11- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $\text{KNO}_3$

Potencial (MPa)	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	13,46*	13,16	13,54
	24	12,82*	13,60	11,20*
	36	7,90*	12,34	13,90
-0,5	12	13,56*	13,42	13,92
	24	13,58*	13,82	13,84
	36	14,00*	13,34	13,58
-1,0	12	13,36*	13,58	11,64*
	24	13,98*	14,24*	13,42
	36	13,54*	13,86*	13,64
-1,5	12	13,40*	13,54	13,74
	24	13,82*	13,22	13,80
	36	13,82*	13,68	11,36*
Testemunha		11,97	12,62	13,57
DMS		1,97	0,48	0,52
CV (%)		14,74	3,51	3,78

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

No entanto, o lote 2 quando condicionado com  $\text{KNO}_3$  no potencial ajustado para -1,5 MPa por 24 e 36 horas, diferiu da testemunha adicional, melhorando os resultados do IVG.

Esses resultados corroboram os encontrados por Kikuti; Kikuti; Minami (2005) que verificaram que, à medida em que se aumentou o tempo de imersão de sementes de pimentão nas soluções de condicionamento, houve uma maior velocidade de germinação. Isso porque quando essa embebição ocorre de forma prolongada, ocorre um aumento na porcentagem, sincronia e velocidade de



germinação das sementes (BRACCINI et al., 1999).

Nascimento; Lima (2008), avaliando o efeito do condicionamento em solução de  $KNO_3$  de sementes de berinjela, também verificaram o efeito benéfico do tratamento sob o IVG.

Além disso, conforme José, Vieira e Guimarães (2000), o uso de  $KNO_3$ , além de melhorar o desempenho germinativo das sementes, tem a vantagem de ser mais viável para a aplicação comercial.

É possível observar ainda que, para o lote 1, de menor IVG, houve mais tratamentos eficientes para promover incrementos no lote.

Essa resposta do lote ao condicionamento, pode estar relacionada ao nível de qualidade das sementes. Silva et al, (2016), trabalhando com sementes de soja concluíram que o condicionamento em sementes de médio vigor influencia positivamente na emergência de plântulas, já Ávila et al. (2008), trabalhando com sementes de canola, concluíram que o condicionamento em água é eficiente para melhorar a qualidade das sementes, especialmente lotes de baixo vigor.

Na tabela 12 estão apresentados os resultados referentes ao estande inicial, nos quais observa-se o efeito positivo do condicionamento em relação a testemunha (semente seca), para todos os lotes avaliados.

De forma geral é possível observar que, quando maiores períodos de condicionamento foram empregados, como 24 ou 36 horas, maior foi o estande inicial.

Esse efeito benéfico no aumento dos resultados do estande inicial pode ser justificado pois, quando o condicionamento é realizado utilizando-se  $KNO_3$ , este pode atuar como fonte adicional de potássio e nitrogênio durante a germinação das sementes (TRIGO; NEDEL; TRIGO, 1999).

Tabela 12- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande inicial de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $KNO_3$

Potencial (MPa)	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	5	9	6
	24	13	29*	10
	36	12	9	39*
-0,5	12	7	16	11
	24	20	19	20*
	36	30*	35*	22*
-1,0	12	53*	15	7
	24	17	38*	11
	36	11	30*	24*
-1,5	12	13	9	11
	24	19	8	11
	36	18	19*	40*
Testemunha		7	6	12
DMS		19,5	21	20
CV (%)		12	12,22	11,37

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Além disso, devido aos baixos potenciais hídricos a velocidade de hidratação dos tecidos é reduzida, permitindo maior tempo para reorganização das membranas celulares (HUSSAIN et al., 2006; KAYA et al., 2006)

Com relação as diferentes respostas dos lotes Ávila et al., (2008) ao comparar os resultados da primeira contagem da germinação de sementes de canola, observou que houve uma resposta diferente para cada lote, dependendo da qualidade inicial do lote, período e a solução utilizada.

Para o estande final (tabela 13) quando comparado a testemunha, observou-se que, principalmente para os lotes 2 e 3, maiores porcentagens foram alcançadas após o condicionamento.

Tabela 13- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o estande final (%) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $\text{KNO}_3$

Potencial (MPa)	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	77*	96	80
	24	90	92	98*
	36	93	96	90
-0,5	12	92	93	95
	24	94	95	90
	36	93	98	92
-1,0	12	95	93	97*
	24	88	97	90
	36	86	95	99*
-1,5	12	89	93	93
	24	87	90	95
	36	90	93	97*
Testemunha		93	87	84
DMS		13,27	11	12
CV (%)		7,2	5,9	6,25

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Trigo e Trigo (1999) também observaram incrementos na porcentagem de emergência, em relação à testemunha, quando as sementes foram condicionadas em água ou  $\text{KNO}_3$ .

Observa-se ainda que, para o lote 3, maior quantidade de tratamentos foi mais efetivo para promover incrementos no estande final, quando comparados a testemunha.

Resultados semelhantes foram observados para sementes de canola, nos quais o efeito positivo do condicionamento foi observado apenas para os lotes de menor vigor inicial. Isto confirmou as observações feitas por Heydecker e Coolbear (1977), que enfatizaram que os lotes de sementes com diferente

qualidade inicial respondem de forma diferente ao condicionamento osmótico. Da mesma forma, Dias et al. (1999), José et al. (1999) e Fessel et al. (2001) concluíram que o efeito de condicionamento fisiológico foi observado apenas nas sementes de baixa qualidade.

Efeito positivo do condicionamento foi observado por meio do IVE (TABELA 14) quando comparados a testemunha (semente seca), no qual os tratamentos resultaram no aumento do índice.

Tabela 14- Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de diferentes lotes de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento com  $KNO_3$

Potencial (MPa)	Período (horas)	Lotes		
		1	2	3
Hidrocondicionamento	12	3,38*	4,42	3,48*
	24	4,15*	4,79	4,51
	36	8,81*	9,15*	9,81*
50	12	8,42*	9,24*	8,86*
	24	9,48*	9,03*	9,17*
	36	9,50*	10,32*	9,24*
75	12	10,70*	9,03*	9,19*
	24	8,50*	10,37*	8,34*
	36	8,06*	9,81*	10,26*
100	12	8,24*	8,50*	8,96*
	24	8,64*	8,42*	9,04*
	36	8,83*	9,19*	10,58*
Testemunha		5,76	5,31	5,11
DMS		1,60	1,49	1,40
CV (%)		9,90	8,79	8,32

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Observa-se pelos resultados do IVE que para os lotes 2 e 3, o hidrocondicionamento afetou negativamente o resultado, nos períodos de 12 e/ou 24 horas.

Na tabela 4 A (ANEXO) estão apresentados os resultados a ANOVA da análise conjunta, na qual observa-se que para os testes de germinação, primeira contagem da germinação e estande inicial houve diferença entre os tratamentos testados e a testemunha adicional.

Na tabela 15 estão apresentados os resultados obtidos por meio da análise conjunta dos lotes nos diferentes tratamentos testados

Para os testes de germinação, índice de velocidade de germinação e estande final, os tratamentos não foram eficientes para que houvesse uma melhoria nesses resultados, quando comparados a testemunha.

Para a primeira contagem da germinação, o melhor tratamento foi quando o potencial da solução foi ajustado pra -1,0, sendo condicionado por 36 horas.

Esse resultado também foi verificado de forma semelhante para outras espécies, como cenoura e pimentão (LOPES et al., 2011), onde o vigor das sementes avaliado pela primeira contagem de germinação foi elevado por meio do condicionamento com solução de  $\text{KNO}_3$  com potenciais de -1,0 MPa.

Tabela 15- Valores médios de Germinação (G%), primeira contagem da germinação (PC%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), estande final (EF%), estande inicial (EI%) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento.

Potencial (MPa)	Período (horas)	G	PC	IVG	EF	EI	IVE
Hidrocondicionamento	12	96	62	6,58	87	5	4,37
	24	93	86*	6,60	93	17	4,48
	36	81	68*	5,69	93	20	9,26*
-0,5	12	97	87*	6,81	93	11	8,84*
	24	97	91*	6,87	93	20	9,23*
	36	97	87*	6,82	94	29*	9,68*
-1,0	12	96	88*	6,76	95	25	9,64*
	24	98	93*	6,94	91	22	9,07*
	36	97	91*	6,84	93	22	9,37*
-1,5	12	96	87*	6,78	92	11	8,57*
	24	96	90*	6,81	91	13	8,70*
	36	97	85*	6,81	93	26*	9,53*
Testemunha		91	41	6,23	89	4	5,39
DMS		16,04	25,02	1,11	1,69	10,16	27,67
CV (%)		6,91	12,54	6,81	4,49	12,07	8,45

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

Para os testes de índice de velocidade de emergência e estande inicial, melhores resultados foram alcançados quando os lotes foram condicionados por 36 horas, com potencial ajustado para -0,5 MPa.

## **5 CONCLUSÕES**

O hidrocondicionamento por 12 ou 24 horas é eficiente para promover incrementos na germinação e primeira contagem da germinação de sementes de tabaco.

O condicionamento fisiológico realizado com solução de  $\text{KNO}_3$  ajustada em  $-1,0$  MPa por 24 horas ou  $-0,5$  MPa por 36 horas, tem efeito positivo no vigor de sementes de tabaco.

O condicionamento fisiológico é mais eficiente em sementes de tabaco de menor vigor.

## REFERÊNCIAS

- AFZAL, I. et al. Priming enhances germination of spring maize (*Zea mays* L.) under cool conditions. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 2, p. 497-503, 2008.
- ALENCAR, K. M. et al. Condicionamento osmótico de sementes de *Stylosanthes*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 627-632, 2012.
- AGRAWAL, P.; VERMA, D.; DANIELL, H. Expression of *Trichoderma reesei* b-mannanase in tobacco chloroplasts and its utilization in lignocellulosic woody biomass hydrolysis. **PLoS ONE**. [S.l.] v. 6, n.º. 12, p. 1-10, 2011.
- ARIN, L. et al. Effects of different osmotic solutions on onion seed emergence. **African Journal of Agricultural Research**, Ekpoma, v. 6, n. 4, p. 986-991, 2011.
- ARRIGONI, O. G. et al. Correlation between changes in cell ascorbate and growth of *Lupinus albus* seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 150, n. 6, p. 302-308, Nov./Dec. 1997
- ÁVILA, M. R. et al. Hydration and pre-osmotic treatments on canola rape seeds (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 1, p. 218-224, Apr. 2008.
- BADSHAH, H. et al. Screening of elite tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) genotypes for their physiological traits and resistant to tobacco bud worm (*Heliothis virescens* F.). **Pakistan Journal of Botany**. [S.l.] v. 45, n.º. 2, p. 671-675, 2013
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BASRA, S.M.A., FAROOQ, M.; KHALIQ, A. Comparative study of pre-sowing seed enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.) seeds. **Pakistan Journal of Life and Social Sciences**, [S.l.] n. 1, p. 5-9. 2003
- BASRA, S. M. A.; FAROOQ, M.; TABASSUM, R. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 3, p. 623-628, Oct. 2005.



BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, Rockville, v. 9, n.7, p. 1055-1066, July 1997.

BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, jun. 1999.

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

BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 3, p. 718-721, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 220 p.

BHERING, M. C. et al. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 171-175, 2000.

BRAY, C.M. et al. (1989). Biochemical changes during osmopriming of leek seeds. **Annals of Botany**, n. 36, p. 185-193.

BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 102, n.3, p.577-584, 1983

CALDEIRA, et al., Physiological priming and pelleting of tobacco seeds. **Seed Science and Technology**. Zürich, n. 42, p. 180-189, 2014.

CALDEIRA, A. M. **O tabaco**: percurso de uma “planta medicinal” entre a América e a Europa, 2015.

CANTLIFFE, D.J.; ELBALLA, M. Improved germination of carrot at stressful high temperature by seed priming. **Proceedings of the Florida State Horticulture Society**, Lake Alfred, v. 107, p.121-128, 1994.

CHEN, Z.; GALLIE, D.R. The ascorbic acid redox state controls guard cell signaling and stomatal movement. **Plant Cell** [S.l.] n. 16, p. 1143–1162, 2004.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 21-29, 2006.

DA SILVA, T. A. et al. Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 46, n. 2, p. 227-232, 2016.

DAVOODI-SEMIROMI, A.; SAMSON, N.; DANIELL, H. The green vaccine: a global strategy to combat infectious and autoimmune diseases. **Human Vaccines** [S.l.]. v. 5, n.º. 7, p. 488-493, 2009.

DIAS, D. C. F. S. et al. Pré-condicionamento de sementes de quiabo: efeitos na qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 224-231, 1999.

EL-SAYDY, A. E. A. et al. Evaluation of different seed priming on seedling growth, yield and quality components in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. **Trends in Applied Sciences Research**, Berlin, v. 9, n. 6, p. 977-991, June 2011.

FESSEL, S. A. et al. Eficiência do condicionamento osmótico em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 128-133, 2001.

FIALHO, G. S. et al. Osmocondicionamento em sementes de pimenta ‘Amarela Comprida’ (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 646-652, maio/jun. 2010.

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

FRICANO, A et al. Molecular diversity, population structure, and linkage disequilibrium in a worldwide collection of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) germplasm. **BMC Genetics** [S.l.]. v. 13, n. 18, p. 1-13, 2012.

GADALLA, S. F. The role of ascorbic acid and  $\alpha$ -tocopherol in minimize of salt induce flag leaf senescence. **Journal of Agriculture Science**, Mansoura, v. 34,

n. 11, p. 10645-10661, Nov. 2009

GATELY, I. **Tobacco**: a cultural history of how an exotic plant seduced civilization. New York: Grove, 2001. 403 p.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ESMAEILPOUR, B. The effect of salt priming on the performance of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 36, n. 2, p. 67-70, 2008.

GHOLIZADEH, S. et al. Molecular Characterization and Similarity Relationships among Flue-Cured Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Genotypes Using Simple Sequence Repeat Markers. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca. v. 40, n. 2, p. 247-253, 2012.

GOEL, A., GOEL, A.K.; SHEORAN, I.S. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**, [S.l.] 160, 1093-1100, 2003

GOMES, D. P. et al. Priming and drying on the physiological quality of eggplant seeds. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 484-488, 2012.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments to improve performance-survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, n. 5. 353-425, 1997.

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

HILHORST, H. W. M. A critical update on seed dormancy: I., primary dormancy. **Seed Science Research**, Wallington, v. 5, n. 1, p. 61-73, 1995

HUNZIKER, A. T. *Genera solanacearum*. Rugell: Gantner Verlag, 2001. 500p.

JOSÉ, S. C. B. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M. Efeito da temperatura e do período de condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 176-184, mar./abr. 2000

HUSSAIN, M. et al. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 8, n. 1, p. 14-18, 2006.

- JOSÉ, S.C.B.R et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de pimentão submetidas ao osmocondicionamento, utilizando diferentes agentes osmóticos e meios de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 1999. n. 21, p. 217- 223, 1999.
- KAYA, M. D. et al. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal Agronomy**, London, v. 24, n. 4, p. 291-295, Aug. 2006
- KIKUTI, A. L. P.; KIKUTI, H.; MINAMI, K. Condicionamento fisiológico em sementes de pimentão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 243-248, 2005.
- KNYPL, J.S.; KHAN, A.A. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperature. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p.112-116, 1981.
- KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.
- LEE, S.S.; KIM, J.H. (2000). Total sugars,  $\alpha$ -amylase activity, and germination after priming of normal and aged rice seeds. **Korean Journal of Crop Science**, [S.l.], n. 45, 108-111.
- LEUBNER-METZGER, G.; MEINS, F. J. R. Sense transformation reveals a novel role for class I b-1,3-glucanase in tobacco seed germination. **Plant Journal, Oxford**, [S.l.] v. 23, n. 2, p. 215-221, July 2000.
- LOPES, M. L. et al. Condicionamento fisiológico de sementes de cenoura e pimentão. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 17, n. 3, p. 296-302, 2011.
- MA, W.G. et al. Effects of water priming duration and different drying methods of pelleted seed on germination of tobacco pelleted seeds and seedling growth. **Acta Agriculturae Jiangxi**. Beijing, 2009
- MAGUIRE, J. D. Speeds of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MAITI, R. K. et al. Studies on genotypic variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). **Indian Journal Crop Science**,

New Delhi, v. 1, n. 1/2, p. 84-87, 2006.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 165-169, 2008.

MASETTO, T. E. et al. Condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS (Fabaceae). **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 629-636, out./dez. 2013

MCCUE, P. et al. A model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 35, n. 6, p. 603-613, Nov./Dec. 2000

MCDONALD, M. B. Seed priming. In: BLACK, M.; BEWLEY, J. D. (Ed.). *Seed technology and its biological basis*. **Sheffield Academic**, Sheffield. p. 287-325. 2000.

MORANDINI, F. et al. Nonfood/feed seeds as biofactories for the high-yield production of recombinant pharmaceuticals. **Plant Biotechnology Journal**. [S.l.] v. 9, n. 8, p. 911-921, 2011.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 211-214, 2005.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, L. B. Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando à germinação sob temperaturas baixas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 224-227, mar./abr. 2008.

NASCIMENTO, W. M.; COSTA, C. J. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2009. p. 345-396.

NAWAZ, A. et al. Induction of salt tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds through sand priming. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 6, n. 7, p. 1199-1203, 2012.

PACE, R. et al. Germination of untreated and primed seeds in rapeseed (*Brassica napus* var. *Oleifera* DEL.) under salinity and low matric potential. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 48, n. 2, p. 238-251, 2012.

PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming **Horticultural Reviews**, New York, v. 16, p.109-141, 1994.

PEREIRA NETO, L.G. et al. Condicionamento osmótico em sementes de soja de diferentes tamanhos e níveis de qualidade fisiológica. **Informativo ABRATES**, 13, 73-73, 2003.

PEREIRA, M.D. et al. Primed carrot seeds performance under water and temperature stress. **Scientia Agricola**, Piracaba, v. 66, n. 2, p.174-179, 2009.

REIS, R. G. E. et al. Physiological quality of osmoprimed eggplant seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 5, p. 526-532, 2012.

ROMMENS, C. Kanamycin resistance in plants: an unexpected trait controlled by a potentially multifaceted gene. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 11, n. 7, p. 317-319, 2006.

SANTOS, M. C. A. et al. Condicionamento osmótico de sementes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 1-6, 2008.

SILVA, M. V.; MENTZ, L. A. O gênero *Nicotiana* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 151-173, jul./dez. 2005.

SINDITABACO, SINDICATO DA INDÚSTRIA DO FUMO DA REGIÃO SUL DO BRASIL **Dimensões do setor** Disponível em:  
<<http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/dimensoes-do-setor/>> Acesso em 09 ago 2016

SINDITABACO, SINDICATO DA INDÚSTRIA DO FUMO DA REGIÃO SUL DO BRASIL **Exportações**. Disponível em:  
<<http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/exportacoes/>> Acesso em: 09 ago 2016

SINDITABACO, SINDICATO DA INDÚSTRIA DO FUMO DA REGIÃO SUL DO BRASIL **Perfis do produtor e da indústria** Disponível em  
<<http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/perfis-do-produtor-e-da-industria/>>  
Acesso em 03 junho 2016

SMITH, P.T.; COBB, B.G. Physiological and enzymatic characteristics of primed, re-dried, and germinated pepper seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 20, n.3, p. 503-513, 1992.

SOUZA CRUZ. **Fases da produção de fumo**: plantio 2011. Disponível em: <[http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU\\_7UVF24.nsf/vwPagesWebLive/DO7V9KLC](http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU_7UVF24.nsf/vwPagesWebLive/DO7V9KLC)>. Acesso em: 15 maio 2016.

STANISAVLJEVIC', I. T.; LAZIC', M. L.; VELJKOVIC, V. B. Ultrasonic extraction of oil from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seeds. **Ultrasonics Sonochemistry**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 646-652, July 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. p. 449-484, 2004

TAYLOR, A. G. et al. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallington, v. 8, n. 2, p. 245-256, June 1998.

TIRYAKI, I.; KIZILSIMSEK, M.; KAPLAN, M. Rapid and enhanced germination at low temperature of alfalfa and white clover seeds following osmotic priming. **Tropical Grasslands**, [S.l.] v. 43, 171-177, 2009.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico de sementes de cebola: I, efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

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

VELJKOVIC', V. B. et al. Biodiesel production from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seed oil with a high content of free fatty acids. **Fuel**, London, v. 85, n. 17/18, p. 2671-2675, Dec. 2006.

VERMA, D.; KANAGARAJ, A.; JIN, S.; SINGH, N°. D.; KOLATTUKUDY, P. E.; DANIELL, H. Chloroplast-derived enzyme cocktails hydrolyse lignocellulosic biomass and release fermentable sugars. **Plant Biotechnology Journal**. [S.l.] v. 8, n°. 3, p.332-350, 2010.

WAHID, A. et al. Priming induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth. **Botanical Studies**, Minneapolis, v. 49, n. 4, p. 342-350, Oct. 2008.

WELBAUM, G.E. et al. The evolution and effects of priming vegetable seeds. **Seed Technology**, Lansing, v. 20, n. 2, p.209-235, 1998.

WEN-GUANG, M. A. et al. Effects of water priming duration and different drying methods of pelleted seed on germination of tobacco pelleted seeds and seedling growth. **Acta Agriculturae Jiangxi**, Beijing, n. 7, 2009.

ZHANG, H. Y. et al. Insectresistant Transgenic Tobacco Plants Containing both B.t and GNA Genes. **Biologia Plantarum**. [S.l.] v. 51, n°. 4, p. 746-748, 2007.



## ANEXOS

Tabela 1A- Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE), estande final (EF) e estande final (EI) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento fisiológico com solução de ácido ascórbico.

FV	GL	Quadrado Médio					
		G	PC	IVG	IVE	EF	EI
Concentração (C)	3	23,41 <sup>ns</sup>	494,85 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	8,14*	317,14 <sup>ns</sup>	140,14 <sup>ns</sup>
Período (P)	2	6,33 <sup>ns</sup>	150,36 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	498,7*	560,78*	1898,82*
Lote (L)	2	45,25*	3280,02*	1,01*	7,70*	380,14 <sup>ns</sup>	36,76 <sup>ns</sup>
CxP	6	3,85 <sup>ns</sup>	385,65 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	5,30*	466,96*	169,63*
CxL	6	19,10 <sup>ns</sup>	994,10*	0,38*	10,15*	350,51*	274,96*
PxL	4	18,08 <sup>ns</sup>	805,19*	0,25*	7,15*	345,89*	194,51*
CxPxL	12	16,38 <sup>ns</sup>	732,82*	0,22*	5,32*	158,25 <sup>ns</sup>	233,72*
TratxTest	1	421,23*	20507,7*	6,54*	36,31*	28,63 <sup>ns</sup>	775,01*
L1 vs L2, L3	1	0,17 <sup>ns</sup>	160,16 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	150 <sup>ns</sup>	54 <sup>ns</sup>
L2 vs L3	1	364,50 <sup>ns</sup>	144,5	1,77 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	18 <sup>ns</sup>	2 <sup>ns</sup>
CV (%)		3,13	20,68	4,32	19,61	13,09	10,60

<sup>ns</sup> Não significativo, \* Valor de F significativo a 5% de probabilidade

Tabela 2A - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F da análise conjunta, relativos a porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE), estande final (EF) e estande final (EI) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento fisiológico com solução de ácido ascórbico.

FV	GL	Quadrado Médio					
		G	PC	IVG	EF	EI	IVE
Lotes	2	2,48 <sup>ns</sup>	475,79 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	122,02 <sup>ns</sup>	37,41 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>
Tratamentos	12	10,97*	484,39*	0,21 <sup>ns</sup>	140,20 <sup>ns</sup>	97,97 <sup>ns</sup>	2,28 <sup>ns</sup>
CV (%)		2,91	19,08	4,12	8,19	8,57	9,43

ns Não significativo, \* Valor de F significativo a 5% de probabilidade

Tabela 3A - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F, relativos a porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE), estande final (EF) e estande final (EI) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento fisiológico com solução de  $KNO_3$

FV	GL	Quadrado médio					
		G	PC	IVG	IVE	EF	EI
Potencial (P)	3	362,56*	1249,81*	2,25*	102,14*	88,77 <sup>ns</sup>	0,089*
Período (Pe)	2	164,78 <sup>ns</sup>	692,03*	0,96 <sup>ns</sup>	45,37*	63,86 <sup>ns</sup>	0,282*
Lote (L)	2	190,53 <sup>ns</sup>	180,03 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	3,01*	275,44*	0,012 <sup>ns</sup>
PxPe	6	194,33*	176,47 <sup>ns</sup>	0,95*	22,75*	101,71*	0,057*
PxL	6	215,86*	304,47 <sup>ns</sup>	1,03*	1,24*	59,74 <sup>ns</sup>	0,067*
PexL	4	106,69 <sup>ns</sup>	314,32 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	1,95*	7,24 <sup>ns</sup>	0,116*
PxPxL	12	167,81*	411,60*	0,90*	2,08*	91,48*	0,086*
TratxTest	1	1,03 <sup>ns</sup>	22611,13 <sup>ns</sup>	2,44*	96,36*	141,13*	0,792*
L1 vs L2, L3	1	8,17 <sup>ns</sup>	228,17 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	150,00*	0,027 <sup>ns</sup>
L2 vs L3	1	24,50 <sup>ns</sup>	4,50	0,10 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	18,00	0,005
CV (%)		8,38	15,86	8,84	9,01	6,44	11,86

<sup>ns</sup> Não significativo, \* Valor de F significativo a 5% de probabilidade

Tabela 4A - Quadrados médios, Coeficientes de variação (CV) e significância do F da análise conjunta, relativos a porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE), estande final (EF) e estande final (EI) de sementes de tabaco submetidas ao condicionamento fisiológico com solução de  $KNO_3$

FV	GL	Quadrado Médio					
		G	PC	IVG	EF	EI	IVE
Lotes	2	32,79 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	56,17 <sup>ns</sup>	15,07 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>
Tratamentos	12	56,24 <sup>ns</sup>	694,29*	0,35 <sup>ns</sup>	14,75 <sup>ns</sup>	182,30*	11,87*
CV (%)		6,91	12,54	6,81	4,49	12,07	8,45

ns Não significativo, \* Valor de F significativo a 5% de probabilidade