

# Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento

## Physiological performance of vegetable seeds at different times of hydropriming

Mateus Bortoluzi Bisognin<sup>1</sup>, Stela Maris Kulczynski<sup>1</sup>, Mauricio Ferrari<sup>2\*</sup>, Ronei Gaviraghi<sup>1</sup>, Alan Junior de Pelegrin<sup>1</sup> e Velci Queiróz de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais, Centro de Educação Superior Norte, Universidade Federal de Santa Maria. Campus de Frederico Westphalen, C.P. 54, 98400-000, Frederico Westphalen, Brasil;

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Centro de Genômica e Fitomelhoramento, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, C.P. 354, 96010-900, Capão do Leão, Brasil.

(\*E-mail: ferraritatu@gmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15163>

Recebido/received: 2015.11.26

Aceite/accepted: 2016.03.23

### RESUMO

A produção de sementes de alta qualidade fisiológica é um dos principais desafios para os produtores de sementes. Na busca de condicionadores de menor custo surge a possibilidade do uso de hidrocondicionamento, o qual consiste na hidratação controlada das sementes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do hidrocondicionamento em sementes de alface, repolho e tomate, submetidos a diferentes tempos de embebição em água. Foram utilizados oito períodos de hidrocondicionamento para as três espécies olerícolas, sendo que para cada uma das espécies foi conduzido um ensaio. Para a alface e repolho, os períodos testados foram 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 horas e para o tomate foram 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas. As sementes de cada tratamento foram submetidas ao teste de germinação e vigor, para determinar o potencial fisiológico. Para a cultura do tomate, as melhores respostas para o tempo médio de germinação, índice de velocidade de emergência e emergência a campo foram encontradas com 72 horas de embebição. Já para a cultura do repolho as melhores respostas para essas variáveis foram obtidas com 20 horas de embebição. A alface não respondeu de forma positiva aos tempos de embebição.

**Palavras-chave:** Embebição, índice de velocidade de emergência, vigor.

### ABSTRACT

The production of high quality physiological seed is a major challenge for seed producers. In the search for lower cost conditioners arises the possibility of using hydropriming, which consists of a controlled hydration of seeds. The aim of this study was to evaluate the efficiency of this technique on lettuce, cabbage and tomato seeds, submitted to different times of imbibition in water. Eight periods of hydropriming in three vegetable crops were used, wherein for each of these was conducted a separate experiment. For lettuce and cabbage, periods tested were 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 hours and for tomato were of the periods 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 and 168 hours. The seeds of each treatment were submitted to the germination test and vigor to determine the physiological potential. For the tomato crop, the best answers to the average time of germination, emergence speed index and emergency field were found 72 hours of imbibition. As for the cabbage crop the best answers to these variables were obtained with 20 hours of imbibition. Lettuce did not respond positively to the imbibition times.

**Keywords:** Imbibition, emergency speed index, vigor.

## INTRODUÇÃO

A produção de sementes de alta qualidade genética, fisiológica, física e sanitária é um dos principais desafios para os produtores de sementes. Ao se tratar de espécies de ciclo curto, como a alface, repolho e tomate, as dificuldades de obtenção de um estabelecimento adequado de plantas são maiores, visto que o período compreendido entre a sementeira e a emergência das plântulas é reduzido, resultando na fase mais crítica para o cultivo. Em condições de campo muitas espécies de interesse agrônomico caracterizam-se por apresentar uma baixa e irregular germinação (Nascimento, 2005), influenciando, dessa forma, o rendimento e a qualidade do produto obtido.

Inúmeras técnicas são testadas para reduzir o período compreendido entre a sementeira e a emergência das plântulas, buscando-se aumentar a velocidade de germinação e, conseqüentemente, aumentar a taxa de uniformidade de germinação, melhorando a percentagem de germinação e aumentando a tolerância das sementes às condições de estresse térmico e hídrico.

Entre essas várias técnicas tem-se o hidrocondicionamento, que consiste na hidratação das sementes, suficiente para promover as atividades pré-metabólicas (Nascimento e Aragão, 2002), tendo como objetivo 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 respiratórios essenciais à germinação, porém insuficiente para propiciar a emissão da radícula. As sementes completam as fases I e II da embebição, que são preparatórias para a germinação, sem, no entanto, avançarem para a fase III, caracterizada pelo alongamento celular e emissão da radícula (Santos *et al.*, 2008).

De acordo com Marcos Filho e Kikuti (2008), o hidrocondicionamento induz a redução do tempo médio de germinação e conseqüente aumento na germinação das sementes. Sendo que, em condições ambientais pouco favoráveis à germinação, tais como temperatura do solo ou substrato elevada, e excesso ou déficit de umidade, a utilização de técnicas de hidrocondicionamento propiciam a manutenção da viabilidade e do vigor das sementes.

Vários estudos demonstram que o condicionamento fisiológico melhora o desempenho de sementes de diferentes espécies, como: beringela (*Solanum melongena* L.) (Fanan e Novembre, 2007), couve-flor (*Brassica oleracea* L.) (Marcos Filho e Kikuti, 2008), cenoura (*Daucus carota* L.) (Pereira *et al.*, 2008), tomate (*Solanum lycopersicon* L.) (Nascimento, 2005), alface (*Lactuca sativa* L.) (Menezes *et al.*, 2006), pepino (*Cucumis sativus* L.) (Lima e Marcos Filho, 2009), pimentão (*Capsicum annuum* L.) (Albuquerque *et al.*, 2009) e melão (*Cucumis melo* L.) (Paiva *et al.*, 2012). Dentro deste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do hidrocondicionamento em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), repolho (*Brassica oleracea* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), submetidos a diferentes tempos de embebição em água.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no período de setembro a outubro de 2014, no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes pertencente à Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen – RS.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, com 4 repetições. Foram utilizados oito períodos de hidrocondicionamento em três espécies olerícolas, sendo que para cada uma destas foram conduzidos ensaios em separado. As espécies de hortaliças utilizadas foram: alface (*Lactuca sativa* var. Regina), repolho (*Brassica oleracea* var. Capitata) e tomate (*Lycopersicon esculentum* var. De colher). Para a alface e o repolho, os períodos de hidrocondicionamento testados foram 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 horas. Já para o tomate os períodos foram 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas.

Por se tratar de períodos de hidrocondicionamento das sementes, levou-se em consideração a umidade inicial das sementes de alface, repolho e tomate, que foram de 4,5; 7,8 e 4,6%, respectivamente, determinadas pela metodologia descrita por Brasil (2009). O hidrocondicionamento das sementes baseou-se na metodologia descrita por Foti *et al.* (2002) e Patanè *et al.* (2009), ou seja, as sementes foram colocadas em copos de 400 ml contendo 200 ml de água destilada, sendo retiradas e imediatamente semeadas após atingirem os períodos de hidrocondicionamento pré-estabelecidos.

O efeito do hidrocondicionamento das sementes sobre a qualidade fisiológica foi avaliado por meio dos seguintes testes:

- Teste de Germinação: conduzido de acordo com as Regras de Análises de Sementes para cada espécie (Brasil, 2009), utilizando oito repetições com 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram alocadas em caixas do tipo *gerbox* (11 x 11 x 3,5 cm) forradas com três folhas de papel *germitest*, humedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso, as quais foram mantidas em câmaras de germinação do tipo *BOD* com temperatura controlada de 20°C para a alface, e 25°C para o repolho e o tomate. Para a alface as contagens foram realizadas no quarto e sétimo dia após o início dos testes. Para o repolho as contagens foram efetuadas no quinto e no décimo dia após a sementeira. Para o tomate as contagens foram realizadas no quinto e décimo quarto dia (Brasil, 2009). Os resultados do teste de germinação foram estratificados em plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes não germinadas (SNG), sendo os resultados expressos em porcentagem.
- Primeira Contagem (PC): consiste em determinar o número de plântulas normais germinadas aos quatro dias após a instalação do teste de germinação para a alface, e aos cinco dias para o repolho e o tomate (Brasil, 2009).
- Comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de radicular (CR): laborado com quatro repetições por tratamento, sendo que a condução do teste foi igual ao teste de germinação. Foram dispostas 20 sementes por repetição, posicionadas de maneira que a radícula ficasse voltada para baixo. Para a alface o comprimento da parte aérea e radicular foi determinado aos sete dias. Para o repolho foi determinado aos dez dias, e para o tomate realizada aos quatorze dias.
- Massa seca de plântula (MS): obtida através de quatro repetições de 10 plântulas, as quais permaneceram por sete dias para a alface, dez dias para o repolho e quatorze dias para o tomate, em *BOD*, sendo as partes separadas e secas numa estufa até atingirem massa constante, após foi realizada a pesagem numa balança de precisão.
- Massa verde de plântula (MV): obtida através de quatro repetições de 10 plântulas, as quais

permaneceram por sete dias para a alface, dez dias para o repolho e quatorze dias para o tomate, em *BOD*, realizando-se em seguida a pesagem em balança de precisão.

- Índice de velocidade de germinação (IVG): calculado pelo somatório do número de sementes germinadas em cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a germinação, de acordo com a fórmula definida por Maguire (1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn,$$

Onde,

G1, G2, Gn = número de plântulas normais na primeira, segunda e até a última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias desde a primeira, segunda e até a última contagem realizada, onde ocorreu a estabilização da emergência.

- Tempo médio de germinação (TMG): obtido através de contagens diárias das sementes germinadas até o décimo dia após a sementeira e calculado através da fórmula abaixo, proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias.

$$TMG = \sum (ni \cdot ti) / \sum ni$$

Onde,

ni = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

ti = tempo decorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem.

- Emergência a campo (EC): Para mensuração desta variável, realizou-se a sementeira em bandejas de polietileno, preparadas com substrato de fibra de coco e condicionadas em casa de vegetação. A contagem de emergência a campo foi realizada aos 21 dias após a sementeira, e o resultado expressos em porcentagem.

- Índice de velocidade de emergência (IVE): Realizado juntamente com a emergência a campo, calculou-se através do somatório do número de sementes emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a emergência, sendo as contagens realizadas diariamente até se estabilizar a emergência. O índice obtido foi calculado através da fórmula de Maguire (1962).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Os níveis do fator quantitativo foram testados pela análise de regressão linear, verificando a significância do maior grau do polinômio e apresentados na forma de figuras, com auxílio do programa computacional Genes (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Tomate

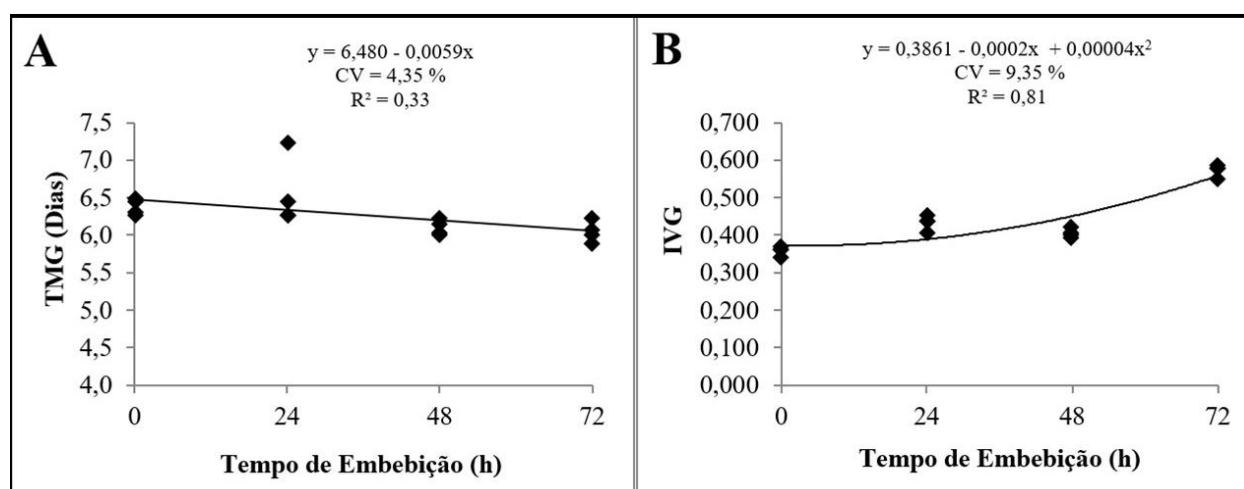
A análise de variância revelou significância pelo teste F a 5% de probabilidade para as variáveis, tempo médio de germinação, índice de velocidade de emergência, emergência a campo e sementes não germinadas, e a partir deste resultado realizou-se as respectivas regressões. Para as variáveis, índice de velocidade de germinação, plântulas normais, primeira contagem, plântulas anormais, massa verde, massa seca, comprimento de radícula e comprimento de parte aérea não houve diferenças significativas, obtendo-se então as seguintes médias 0,3162; 50,7%; 46,2%; 8,8%; 0,31 g; 0,032 g; 9,38 cm e 8,87 cm, respectivamente.

Segundo Marcos Filho e Kikuti (2008), o hidrocondicionamento geralmente não promove alterações na percentagem de germinação. Resultados contraditórios foram observados em sementes de beringela (Trigo e Trigo, 1999), melão (Nascimento e Aragão, 2002), melão, melancia e tomate (Nascimento, 2005), onde o hidrocondicionamento favoreceu a germinação em temperaturas sub-ótimas.

A técnica do hidrocondicionamento favorece o início do pré-metabolismo germinativo, sendo que a habilidade do embrião em absorver água e iniciar o crescimento está diretamente relacionada com o potencial osmótico das células da semente. Quando comparado com os osmocondicionadores, a água não apresenta as mesmas propriedades, dessa forma, permite a entrada desenfreada de água nas células, ocorrendo o início da fase III, do processo de germinação, ou seja, o início da emissão da raiz (Mendonça *et al.*, 2005). No caso do tomate este processo ocorreu a partir das 72 horas de condicionamento e, portanto, não se considerou o uso destas sementes para a continuidade do trabalho.

Este facto está relacionado com a humidade da semente, onde as sementes possuíam humidade inicial de 4,6% a qual aumentou para 53,8; 63,7; e 71,5% nos períodos de embebição de 24, 48, 72 horas, respectivamente. Acima de 71,5% de humidade as sementes de tomate iniciaram a emissão da raiz primária.

O comportamento do TMG foi inversamente proporcional ao tempo de embebição, ou seja, ocorre um indicativo que à medida que se aumentou o tempo de embebição, houve uma redução no tempo médio de germinação, quando comparado a testemunha, conforme a Figura 1-A. Os tratamentos a que são submetidas as sementes de tomate antes da sementeira, tais como o condicionamento osmótico, visam a maior emergência de plântulas e a redução do número de dias requerido para a emergência (Badek *et al.*, 2006), principalmente, sob condições adversas, tais como, deficiências hídricas dos substratos e baixa temperatura durante a germinação.



**Figura 1** - Evolução do TMG - Tempo Médio de Germinação (A) e do IVG - Índice de Velocidade de Germinação (B) em função do tempo de embebição em água na cultura do tomate.

O aumento do IVG ocorreu após o tempo de 24 horas de embebição (Figura 1-B), onde se observou um efeito positivo do hidrocondicionamento no aumento da velocidade de emergência após deste período de embebição, resultando assim em maior uniformidade de emergência e proporcionando maior capacidade das plântulas resistirem às condições adversas do ambiente (Marcos Filho, 2005). Araújo *et al.* (2011), avaliando o condicionamento fisiológico em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.), obteve resultados semelhantes do efeito positivo do hidrocondicionamento no vigor das sementes.

A EC apresentou um comportamento ascendente até próximo das 72 horas (Figura 2-A), a partir deste ponto houve um efeito negativo do condicionamento sobre as sementes de tomate, reduzindo a percentagem de emergência a campo. Os resultados corroboram com Alvarado *et al.* (1987), que trabalhando com condicionamento hídrico em sementes de tomate, observou redução no tempo de emergência a campo, porém este resultado não interferiu na percentagem de germinação. Já Ali *et al.* (1990) encontraram um efeito benéfico do hidrocondicionamento no desempenho da germinação e emergência das plântulas.

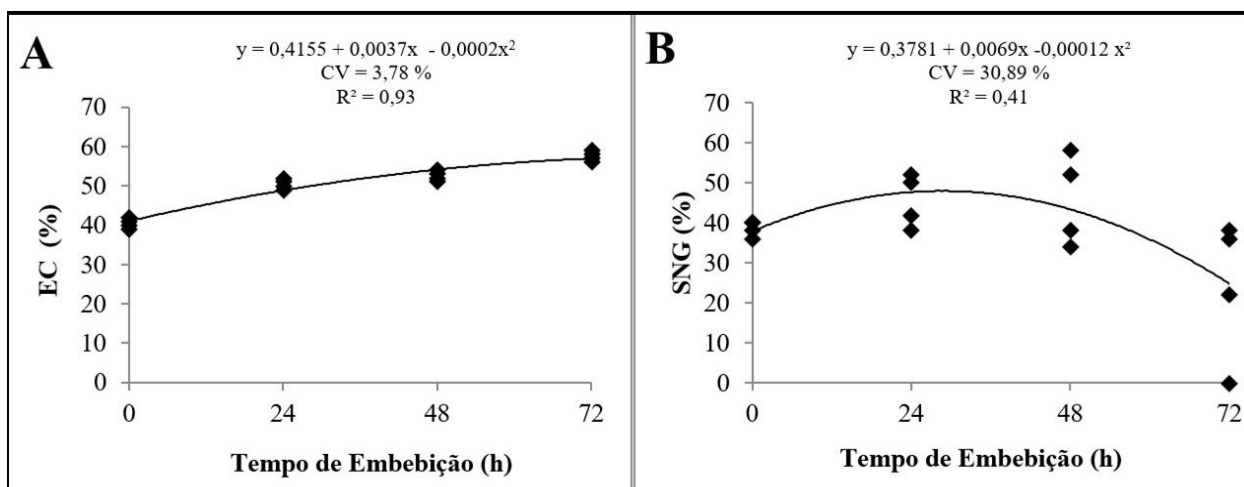
Quando analisada a variável SNG (Figura 2-B) observou-se um leve incremento até ao tempo de embebição de 24 horas, comparado com o tempo zero de embebição, ocorrendo a partir daí uma redução da percentagem de SNG, conforme o aumento do tempo de embebição. O efeito do condicionamento sobre a percentagem de plantas normais na primeira contagem é esperado devido ao facto

de estes testes serem conduzidos sob condições ideais, o melhor efeito do pré-condicionamento é evidenciado quando as condições edafoclimáticas são adversas (Parera e Cantliffe, 1994).

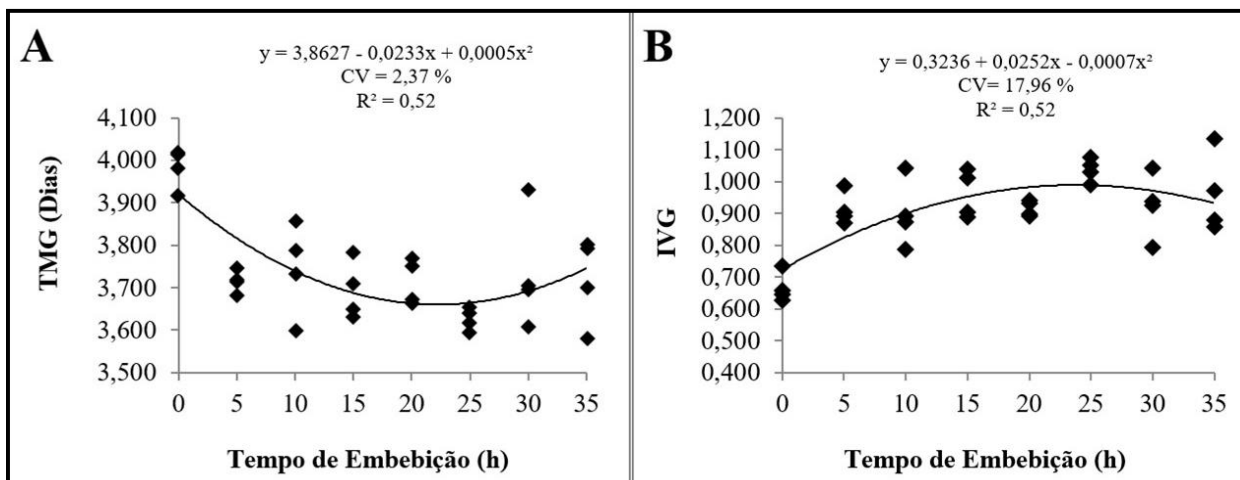
### Repolho

A análise de variância revelou significância pelo teste F a 5% de probabilidade para as variáveis, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação, primeira contagem, plântulas normais, massa seca, sementes não germinadas, índice de velocidade de emergência e emergência a campo e a partir disso, realizou-se as respectivas regressões. Para as variáveis plântulas anormais, massa verde, comprimento de radícula e comprimento de parte aérea não houve diferenças significativas, obtendo-se então as seguintes médias 6,6%; 0,197 g; 6,02 cm e 1,44 cm, respectivamente.

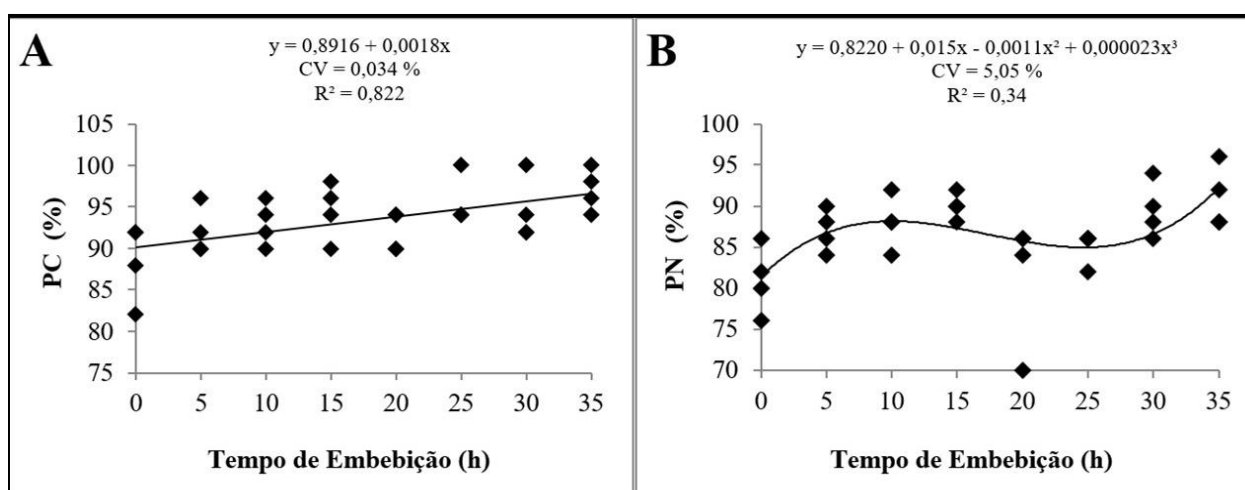
Para a variável TMG, as sementes com 25 horas de embebição foram as que germinaram em menos tempo (Figura 3-A), da mesma forma, este tratamento proporcionou maior IVG (Figura 3-B), desejado quando se procura a produção de mudas de alta qualidade. Este resultado pode estar associado ao efeito "priming" proporcionado pelo hidrocondicionamento. Corroborando com os resultados Caseiro e Marcos Filho (2005), estudando a eficiência de diferentes procedimentos para sementes de cebola condicionadas fisiológicas, aponta que as sementes condicionadas apresentaram índice de velocidade de germinação sempre significativamente maiores ao das sementes submetidas ao hidrocondicionamento e secagem.



**Figura 2** - Evolução do EC - Emergência a Campo (A) e do SNG - Sementes Não Germinadas (B) em função do tempo de embebição em água na cultura do tomate.



**Figura 3** - Evolução do TMG - Tempo Médio de Germinação (A) e do IVG - Índice de Velocidade de Germinação (B) em função do tempo de embebição em água na cultura do repolho.

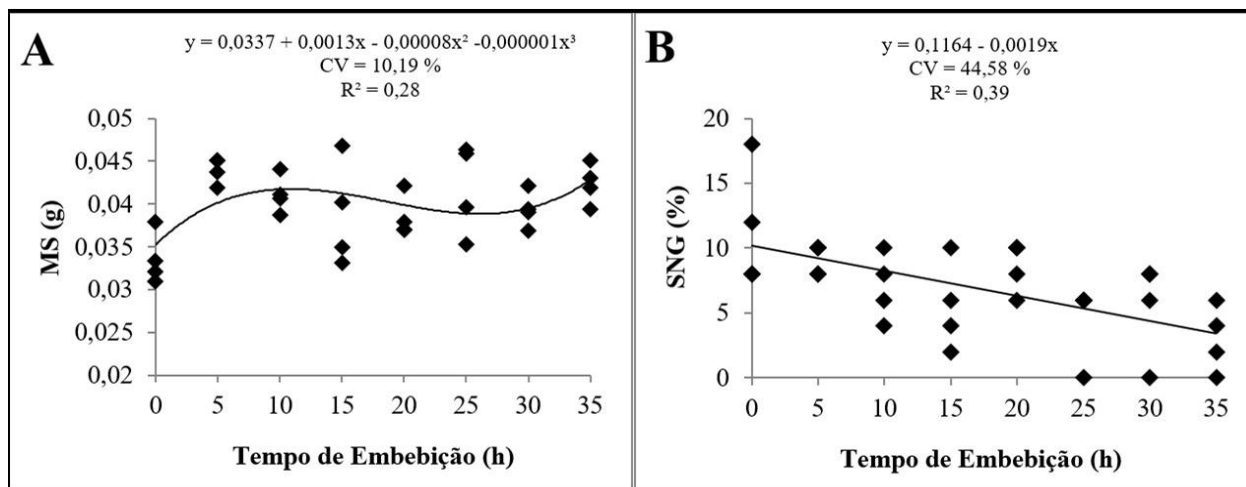


**Figura 4** - Evolução do PC - Primeira Contagem (A) e do PN - Plântulas Normais (B) em função do tempo de embebição em água na cultura do repolho.

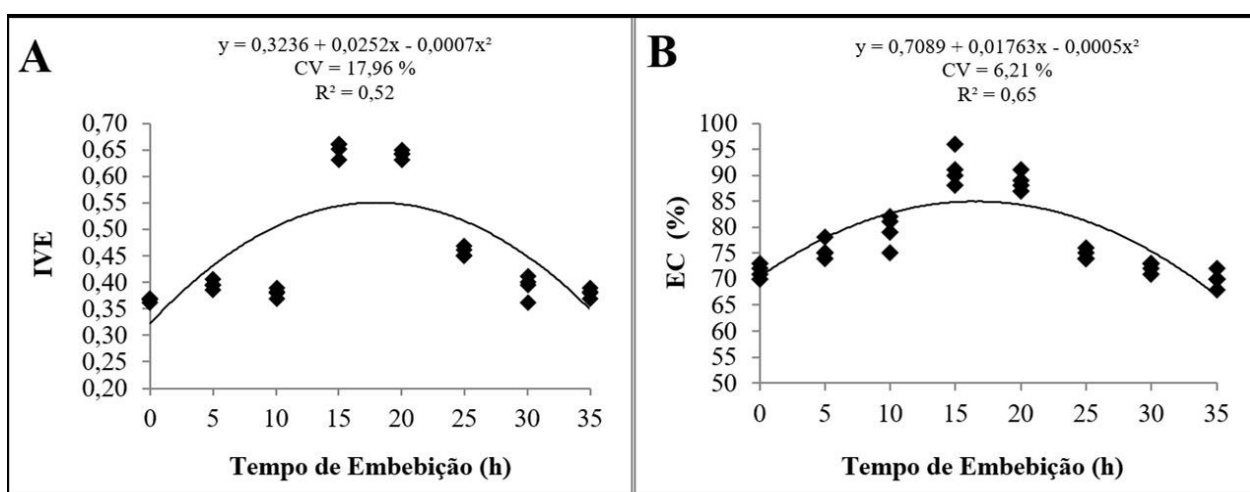
Kikuti e Marcos Filho (2009), trabalhando com sementes de couve-flor, relatam que o hidrocondicionamento favorece a velocidade de germinação de sementes, destacando-o por ser um método simples, barato e que não envolve reagentes ou equipamentos sofisticados. Rodrigues *et al.* (2009) relataram vantagens quanto à velocidade de germinação após o hidrocondicionamento na cultura da salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm).

A variável PC é considerada um indicativo de vigor de sementes, na qual quanto maior for este valor mais vigoroso é o lote. Conforme a Figura 4-A, pode-se verificar que a percentagem de sementes germinadas na primeira contagem aumentou linearmente em relação ao avanço dos tempos de embebição.

Quando analisada a variável PN, pode-se evidenciar um aumento expressivo até às 10 horas de embebição, em comparação com a testemunha, mantendo-se uma relativa superioridade em relação à testemunha, e observando-se um pico de aumento a partir de 30 horas de embebição. Esses resultados apresentam relação direta com a percentagem de sementes não germinadas, onde denota-se na Figura 4-B, que o seu comportamento não foi linear ao avanço dos períodos de embebição, ou seja, houve um decréscimo na percentagem de sementes não germinadas à medida que aumentou o tempo de condicionamento das sementes. Já em sementes de pimentão, o hidrocondicionamento por 72 horas foi o tratamento que mais favoreceu a percentagem de germinação a 20°C (Posse *et al.*, 2001). Ainda Lopes



**Figura 5** - Evolução do MS - Massa Seca (A) e do SNG - Sementes Não Germinadas (B) em função do tempo de embebição em água na cultura do repolho.



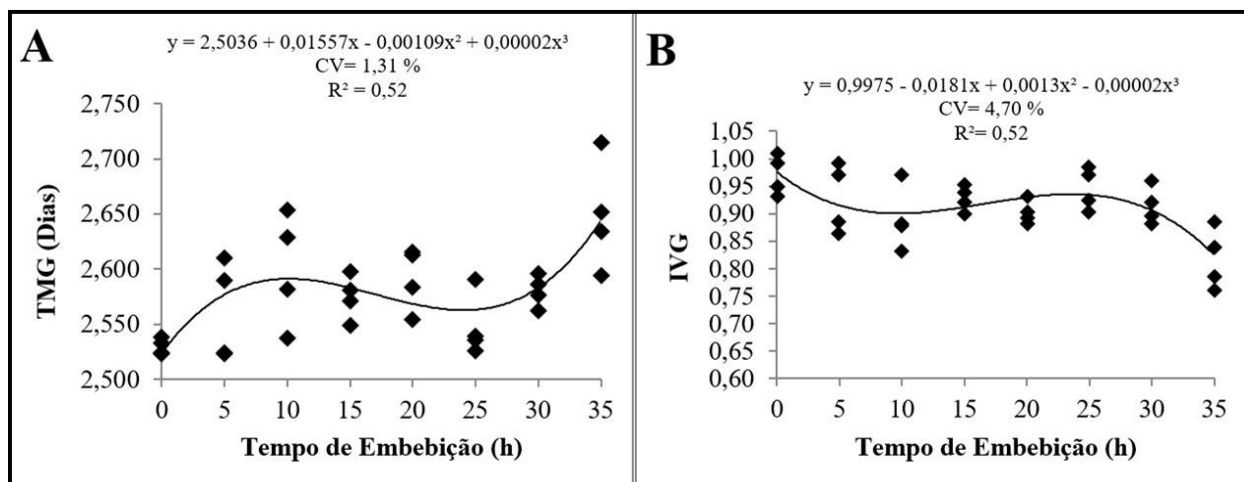
**Figura 6** - Evolução do IVE - Índice de Velocidade de Emergência (A) e do EC - Emergência campo (B) em função do tempo de embebição em água na cultura do repolho.

e Souza (2008) encontraram um efeito positivo do hidrocondicionamento na germinação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.).

O comportamento da variável MS revelou-se semelhante à variável PN, sendo o máximo de acumulação de massa seca encontrado às 35 horas de embebição, como pode ser observado na Figura 5-A e Figura 4-B. A Massa Seca é considerada um parâmetro para avaliar o vigor, uma vez que quanto maior é a acumulação de matéria seca, mais vigorosa é a plântula. Resultados estes condizentes com os observados por Hörbig *et al.* (2011), onde os mesmos observaram efeito positivo do hidrocondicionamento sob a matéria seca das plântulas de cebola (*Allium cepa* L.).

O resultado obtido relaciona-se com os processos metabólicos ocorridos durante o condicionamento das sementes. Por sua vez, estes processos metabólicos induzem uma prolongada síntese de proteínas, proporcionando um balanço metabólico mais favorável, resultando em incrementos no crescimento e acumulação de biomassa (Trigo e Trigo, 1999).

Para a variável SNG (Figura 5-B), evidenciou-se um comportamento linear em relação ao aumento do tempo de embebição com o número de sementes não germinadas, isso implica um menor número de sementes não germinadas quando submetidas ao hidrocondicionamento. Pereira *et al.* (2008) verificaram em sementes de cenoura que o condicionamento fisiológico proporcionou um incremento na



**Figura 7** - Evolução do TMG - Tempo Médio de Germinação (A) e do IVG - Índice de Velocidade de Germinação (B) em função do tempo de embebição em água na cultura da alfaca.

uniformidade de germinação e redução de sementes não germinadas.

As variáveis IVE e EC tiveram comportamento semelhante (Figura 6-A e Figura 6-B), uma vez que ocorreu um aumento desses parâmetros até os tempos de embebição de 15 a 20 horas, e a partir daí houve uma diminuição, possivelmente devido à ocorrência de desorganização e rompimento de membranas e tecidos das células das sementes. A determinação do período ideal de hidrocondicionamento é de extrema importância, pois acelera a emergência das plântulas, resultando em maior segurança quanto à obtenção de populações desejadas de plantas por área, especialmente sob condições adversas. De acordo com Costa e Vilela (2006) os efeitos benéficos do condicionamento osmótico podem ser alterados pela duração do tratamento.

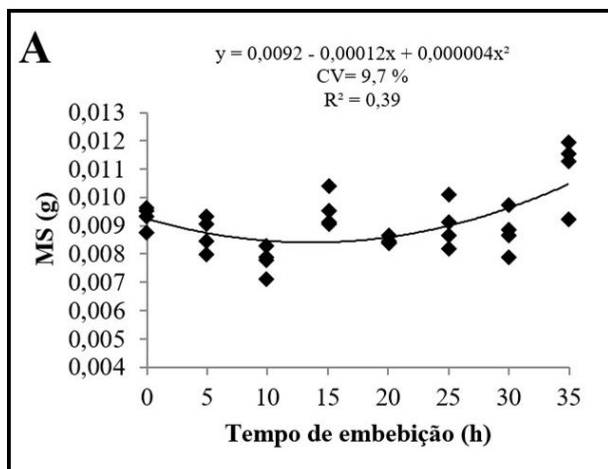
#### Alfaca

A análise de variância revelou significância pelo teste F a 5% de probabilidade para as variáveis, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação, massa seca, índice de velocidade de emergência e emergência a campo e a partir disso, realizou-se as respectivas regressões. Para as variáveis, primeira contagem, plântulas normais, plântulas anormais, sementes não germinadas, comprimento de radícula, comprimento de parte aérea, massa verde, emergência a Campo e índice de velocidade e Emergência não houve diferenças significativas, obtendo-se então as seguintes médias 97%; 86%; 11%; 3,1%; 0,33 cm; 0,086 cm; 0,076 g; 80,7%; 0,395, respectivamente.

O hidrocondicionamento, de modo geral, não proporcionou nas condições de estudo efeito positivo na qualidade fisiológica de sementes de alfaca, talvez menores tempos de embebição poderiam resultar em melhores respostas. Segundo Peske e Peske (2011), a umidade inicial da semente está diretamente relacionada com o processo de embebição de água sendo que humidades muito baixas são prejudiciais às sementes, pois acarretam aumento de lixiviação de solutos da semente e redução no vigor devido ao rompimento das membranas celulares da semente ocasionada pela intensa entrada de água nos primeiros momentos da embebição. O peso das sementes de alfaca com 5 h de embebição foi de 0,116 g, quando relacionado com o peso inicial de 0,050 g, pode-se inferir que ocorreu uma rápida absorção de água, resultando em efeitos danosos para a semente, justificando-se os resultados encontrados. Segundo Lin *et al.* (2005), as respostas de sementes submetidas ao hidrocondicionamento parecem ser específicas para cada espécie.

O aumento no período de embebição afetou o TMG (Figura 7-A), sendo que o período zero hora de embebição obteve o menor tempo médio de germinação das sementes de alfaca. Conforme se aumentou o período de embebição para 10 horas o tempo médio de germinação respondeu de forma negativa, aumentando o tempo médio, apresentando posteriormente um pequeno decréscimo no período de 25 horas e reagindo de forma crescente até ao período de 35 horas de embebição, onde obteve o maior tempo médio de germinação. O maior tempo de exposição das sementes ao solo torna-as mais suscetíveis ao aumento da infecção de patógenos,





**Figura 8** - Evolução da MS - Massa Seca (A) em função do tempo de embebição em água na cultura da alface.

ataque de pragas e estresse hídrico, resultando na redução da germinação, uniformidade e o vigor de plantas (Araújo *et al.*, 2006).

Para a variável IVG, representada na Figura 7-B, menores valores foram observados para os maiores tempos de embebição, onde o hidrocondicionamento proporcionou menor índice de velocidade de germinação quando comparado com o tempo zero de embebição. Segundo Tzortzakis (2009) o pré-condicionamento apresenta resposta diferenciada e podem ter diferentes consequências,

dependendo da espécie, vigor da semente, temperatura de incubação e período de embebição.

Quando analisado o comportamento da MS (Figura 8-A), constata-se que não obteve o mesmo comportamento das demais variáveis, neste caso o hidrocondicionamento apresentou efeito positivo na acumulação de massa seca, sendo que o tempo de embebição que melhor respondeu foi o de 35 horas. Resultados semelhantes foram observados por Hörbig *et al.* (2011) em sementes de cebola onde o hidrocondicionamento proporcionou um melhor desenvolvimento das plântulas e a maior acumulação de matéria fresca e seca.

## CONCLUSÕES

Na cultura do tomate, as melhores respostas para as variáveis relacionadas com a germinação e vigor foram encontradas com 72 horas de embebição. Já para a cultura do repolho as melhores respostas para essas variáveis foram obtidas com 20 horas de embebição. A alface não respondeu de forma positiva aos tempos de embebição testados no trabalho.

O hidrocondicionamento mostrou-se uma técnica de baixo custo e eficiente para a melhoria da qualidade e uniformidade das plântulas para as culturas do tomate e repolho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, K.S.; Guimaraes, R.M.; Gomes, L.A.A.; Vieira, A.R. e Jacome, M.F. (2009) - Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 4, p. 100-109. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000400012>
- Ali, A.V.; Souza, M.V. e Hamill, A.S. (1990) - Osmoconditioning of tomato and onion seeds. *Scientia Horticulturae*, vol. 43, n. 1, p. 213-224. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(90\)90093-T](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(90)90093-T)
- Alvarado, A.D.; Bradford, K.J. e Hewitt, J.D.J. (1987) - Osmotic priming of tomato seeds: effects on germination, field emergence, seedling growth, and fruit yield. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, vol. 112, n. 3, p. 427-432.
- Araújo, D.V.; Pozza, E.A.; Machado, J.C.; Zambenedetti, E.M.; Celano, F.A.O.; Carvalho, E.M. e Camargos, V.N. (2006) - Influência da temperatura e do tempo de incubação das sementes de algodão na transmissibilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. *Fitopatologia Brasileira*, vol. 31, n. 1, p. 35-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000100006>
- Araújo, P.C.; Torres, S.B.; Benedito, C.P. e Paiva, E.P. (2011) - Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 33, n. 3, p. 482-489. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000300011>
- Badek, B.; Van Duijn, B. e Grzesik, M. (2006) - Effects of water supply methods and seed moisture content on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. *European Journal of Agronomy*, vol. 24, n. 1, p. 45-51.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2005.04.004>

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009) - *Regras para a Análise de Sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária, MAPA, Brasília, Brasil. 399 p.
- Caseiro, R.F. e Marcos Filho, J. (2005) - Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. *Horticultura Brasileira*, vol. 23, n. 4, p. 887-892. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000400005>
- Costa, C.J. e Villela, F.A. (2006) - Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 1, p. 21-29. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000100004>
- Cruz, C.D. (2013) - Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 35, n. 3, p. 271-276.
- Fanan, S. e Novembre, A.D.L.C. (2007) - Condicionamento fisiológico de sementes de berinjela. *Bragantia*, vol. 66, n. 4, p. 675-683. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400018>
- Foti, S.; Cosentino, S.L.; Patanè, C. e D'agosta, G. (2002) - Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under low temperatures. *Seed Science and Technology*, vol. 30, n. 3, p. 521-533.
- Hörbig, L.S.; Baudet, L. e Villela, F.A. (2011) - Hidrocondicionamento de sementes de cebola. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 33, n. 1, p. 171-176. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000100019>
- Kikuti, A.L.P. e Marcos Filho, J. (2009) - Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. *Horticultura Brasileira*, vol. 27, n. 2, p. 240-245. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000200021>
- Labouriau, L.G. (1983) - *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington, Estados Unidos. 173 p.
- Lima, L.B. e Marcos Filho, J. (2009) - Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e relação com o desempenho das plântulas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 3, p. 27-37. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300003>
- Lin, R.H.; Chen, K.Y.; Chen, C.L.; Chen, J.J. e Sung, J.M. (2005) - Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter melon seeds. *Scientia Horticulturae*, vol. 106, n. 1, p. 114-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2005.02.016>
- Lopes, H.M. e Souza, C.M.A. (2008) - Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 30, n. 1, p. 181-189. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000100023>
- Maguire, J.D. (1962) - Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 2, n. 2, p. 176-177. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Marcos Filho, J. (2005) - *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 1ª ed. Editora Fealp, 495 p.
- Marcos Filho, J. e Kikuti, A.L.P. (2008) - Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. *Horticultura Brasileira*, vol. 26, n. 2, p. 165-169. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000200007>
- Mendonça, A.V.R.; Coelho, E.A.; Souza, N.A.; Balbinot, E.; Silva, R.F. e Barroso, D.G. (2005) - Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de pau-formiga. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 27, n. 2, p. 111-116. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222005000200016>
- Menezes, N.L.; Espindola, M.C.G.; Pasquali, L.L.; Santos, C.M.R. e Frazin, S.M. (2006) - Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. *Revista da FZVA*, vol. 13, n. 1, p. 1-11.
- Nascimento, W.M. (2005) - Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. *Horticultura Brasileira*, vol. 23, n. 2, p. 211-214. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200010>
- Nascimento, W.M. e Aragão, F.A.S. (2002) - Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 24, n. 1, p. 153-157. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222002000100022>
- Paiva, E.P.; Torres, S.B.; Benedito, C.P. e Araújo, P.C. (2012) - Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de melão. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 55, n. 4, p. 332-337. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.07>
- Parera, C.A. e Cantliffe, D.J. (1994) - Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, vol. 16, n. 1, p. 109-139. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470650561.ch4>
- Patanè, C.; Cavallaro, V. e Cosentino, S.L. (2009) - Germination and radicle growth in unprimed and primed

- seeds of sweet sorghum as affected by reduced water potential in NaCl at different temperatures. *Industrial Crops and Products*, vol. 30, n. 1, p. 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.12.005>
- Pereira, M.D.; Santos, D.C.F.; Dias, L.A.S. e Araújo, E.F. (2008) - Germinação e vigor de sementes de cenoura osmocondicionadas em papel umedecido e solução aerada. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 30, n. 2, p. 137-145. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000200017>
- Peske, S.T e Peske, F.B. (2011) - Absorção de água sob estresse. *Revista Seed News*, vol. 15, n. 1, p. 1-2.
- Posse, R.S.; Silva, R.F.D.; Vieira, H.D. e Catunda, P.H.A. (2001) - Efeitos do condicionamento osmótico e da hidratação na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annum* L.) submetidos a baixa temperatura. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 23, n. 1, p. 123-127. <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v23n1p123-127>
- Rodrigues, A.P.D.C.; Laura, V.A.; Chermounth, K.S. e Gadum, J. (2009) - Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 33, n. 5, p. 1288-1294. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000500013>
- Santos, M.C.A.; Aroucha, E.M.M.; Souza, M.S.; Silva, R.F. e Sousa, P.A. (2008) - Condicionamento osmótico de sementes. *Revista Caatinga*, vol. 21, n. 2, p. 1-6.
- Trigo, M.F.O.O. e Trigo, L.F.N. (1999) - Efeito do condicionamento na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 21, n. 1, p. 107-113.
- Tzortzakis, N.G. (2009) - Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigour in endive and chicory. *Horticultural Science*, vol. 36, n. 3, p. 117-125.