

CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE PIMENTAS BIQUINHO E MALAGUETA SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Roberto Fontes Araujo¹, Haynna Fernandes Abud², Cleide Maria Ferreira Pinto³, Eduardo Fontes Araujo⁴, C ezar Augusto Mafia Leal⁵

RESUMO – A caracteriza o das fases de embebi o das sementes fornece informa es relevantes para outros trabalhos de pesquisa, que envolvem, por exemplo, o condicionamento osm tico, onde qualquer decis o cr tica quanto   embebi o deve ser feita enquanto as sementes permanecem na fase II. Com isso, objetivou-se caracterizar a curva de embebi o das sementes de pimenta-biquinho (*Capsicum chinense*) e de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) em temperaturas distintas. As sementes utilizadas foram extra das de frutos maduros, coletados em mar o de 2012, de plantas cultivadas em casa de vegeta o. Inicialmente, determinou-se o teor de  gua das sementes, por meio do m todo da estufa a 105 ± 3  C, por 24 h. A embebi o das sementes ocorreu em caixas gerbox, utilizando como substrato entre papel germitest, com tr s folhas, umedecidos com solu o KNO_3 a 0,2% e acondicionadas em BOD. Os tratamentos consistiram em tr s temperaturas, sendo elas constantes de 25 e 30  C e temperatura alternada de 20-30  C. Antes do in cio da embebi o e durante as 12 h subseq entes, as sementes foram secadas superficialmente com papel toalha e pesadas a cada duas horas. A partir deste ponto, realizaram-se a pesagem das sementes a cada 12 h, at  que 50% das sementes apresentassem protru o radicular. Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, utilizando tr s repeti es de 50 sementes. Para delimitar o in cio e a dura o de cada fase da curva de embebi o realizou-se a deriva o da equa o e, conseq entemente, os pontos de inflex o das curvas. As curvas de embebi o para sementes de pimenta-biquinho e pimenta-malagueta seguem um padr o trif sico. Para sementes da pimenta-biquinho, n o houve diferen a entre os resultados proporcionados pelas temperaturas de 25 e 20-30  C. Para ambas as esp cies, os intervalos entre as fases I-II e II-III foram maiores nas sementes embebidas em temperaturas de 25 e 20-30  C. A temperatura de 30  C proporcionou uma fase II mais r pida, o que se pode inferir que a embebi o das sementes de pimenta-biquinho e de pimenta-malagueta nesta temperatura   mais favor vel ao processo germinativo, condi o na qual se observa mais rapidamente a protru o da rad cula.

Palavras-chave: absor o, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*, germina o.

SOAKING CURVE OF SEEDS OF BIQUINHO PEPPER E DE MALAGUETA PEPPER IN DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT – The characterization of the phases of inhibition provides information relevant to other research studies involving, for example, priming, where a decision as to the critical must be made while soaking the seeds remain in phase II. Thus, the aim is to characterize the number of seeds of *Capsicum chinense* and *Capsicum frutescens* at different temperatures. Seeds were extracted from mature fruits collected in March 2012, of cultivated plants in the greenhouse. Initially, it was determined if the water content of the seeds by method at 105 ± 3  C for 24 hours. The soaking of the seeds occurred in gerbox, using as substrate between germitest papers, with three papers, been moistened with 0.2% KNO_3 solution and conditioned in BOD. Treatments consisted of three temperatures, 25  C, 30  C and alternating temperature of 20-30  C. Before the start of

¹ Pesq. EPAMIG Sudeste, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Vi osa-MG, roberto.araujo@epamig.br

² Eng. Agr nomo, D.Sc Fitotecnia, UFV

³ Pesq. EMBRAPA/EPAMIG Sudeste, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Vi osa-MG

⁴ Prof. da Universidade Federal de Vi osa (UFV)

⁵ Eng. Agr nomo, UFV.



inhibition and during the subsequent 12 hours, the seeds were superficially dried with paper towels and weighed every two hours. From this point, took place weighing seeds every 12 hours until 50% of the seeds presented radicle protrusion. Data were analyzed using a completely randomized design with repeated measures over time using three replicates of 50 seeds each. To delimit the start and duration of each phase of soaking curve was performed the derivation the equation and, consequently, the inflection points of the curves. The soaking curve for pepper seeds of "Biquinho" e de "Malagueta" follows a triphasic pattern. For seeds of Malagueta pepper, there was no difference between the results provided by the temperatures of 25 and 20-30 ° C. For both species evaluated, the intervals between stages I-II and II-III were higher in the soaked seeds in temperatures of 25 and 20-30 ° C. The temperature of 30 ° C provided a fastest phase II, which can infer that soaking of seeds of Biquinho pepper and Malagueta pepper at that temperature is more favorable for seed germination, a condition in which it is observed more quickly protrusion of the radicle.

Keywords: *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*, germination, uptake.

INTRODUÇÃO

A produção de pimenta, na agricultura familiar do Brasil, é um dos melhores exemplos de integração do pequeno agricultor com a agroindústria, sendo realizada em todas as regiões do país. Os cultivos concentram-se principalmente em regiões de clima subtropical, como no Sul, e tropical, como no Norte e Nordeste, com destaque para os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (Pinto *et al.*, 2016).

A pimenta-biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.) ganhou, rapidamente, expressão nacional por apresentar frutos doces, saborosos e aromáticos. Apresenta frutos de formato triangular com extremidade pontiaguda e coloração vermelha brilhante quando maduros, contendo em média 25 sementes por fruto (Moreira *et al.*, 2006). A produção da pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) é destinada tanto para o consumo *in natura*, quanto para a fabricação de molhos e conservas.

A produção de pimenta perpassa pela produção de sementes de qualidade, o que depende de maiores pesquisas para elucidar alguns eventos, como o processo de absorção de água durante a germinação.

De modo geral, a embebição de água pelas sementes, durante o processo germinativo, segue um padrão trifásico. A fase I ocorre em sementes que não apresentam impedimento à permeabilidade e a absorção ocorre por meio de um processo físico dirigido pelo potencial matricial da semente, ocorrendo a reativação dos sistemas preexistentes (Bewley & Black, 1994). A fase II é uma fase estacionária e é função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão, havendo a síntese de enzimas e formação de organelas para o metabolismo

de substâncias de reserva. No início da fase III, ocorre a emissão da raiz primária e a formação de novos componentes celulares; em decorrência do aumento da expansão de células e do número de divisões celulares, pelo alongamento e protrusão radicular, observa-se que, durante a fase III, ocorrem novos incrementos na quantidade de água absorvida (Ching, 1973; Bewley & Black, 1994).

A ocorrência e duração de cada fase são variáveis de acordo com a espécie (Marcos Filho, 2005), além da temperatura do ambiente, que interfere na velocidade de absorção de água e atua sobre as reações bioquímicas do processo (Castro *et al.*, 2004). Alguns trabalhos têm elucidado a importância da temperatura durante a embebição de sementes, tais como Albuquerque *et al.* (2000) para sementes de *Crotalaria spectabilis*, Posse *et al.* (2001) para sementes de *Capsicum annuum* e Rodrigues *et al.* (2008) para sementes de salsa (*Petroselinum sativum*).

O desenvolvimento de trabalhos buscando a caracterização das fases de embebição é relevante, principalmente devido às inúmeras pesquisas com o propósito de melhorar a qualidade das sementes, envolvendo tratamentos como condicionamento osmótico ou pré-hidratação, onde qualquer decisão crítica quanto à embebição deve ser feita enquanto as sementes permanecem na fase II (Bradford, 1995; Rodrigues *et al.*, 2008).

Tendo em vista a escassez de informação sobre o comportamento germinativo das sementes de *Capsicum*, objetivou-se caracterizar a curva de absorção de água para as sementes de pimenta-biquinho (*C. chinense*) e de pimenta-malagueta (*C. frutescens*), submetidas a diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisas em Sementes da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. As sementes de pimenta-biquinho e pimenta-malagueta foram extraídas de frutos maduros, coletados em março de 2012, de plantas cultivadas na casa de vegetação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-EPAMIG Sudeste, Viçosa-MG.

Foi realizada a determinação do teor de água das sementes por meio do método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 h (Brasil, 2009), utilizando quatro repetições de 50 sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem.

A embebição das sementes ocorreu em caixas tipo gerbox, utilizando como substrato papel germitest, onde as sementes foram acondicionadas entre três folhas de papel, umedecidos com solução de nitrato de potássio (KNO_3) a 0,2%, seguindo as recomendações prescritas para o teste de germinação nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

As caixas gerbox com as sementes foram colocadas em três BODs reguladas com as seguintes temperaturas: constante de 25 °C, constante de 30 °C e alternada de 20-30 °C.

Durante as avaliações, as sementes foram retiradas das caixas gerbox e secas superficialmente, de forma criteriosa, com o auxílio de papel toalha. Posteriormente, foram pesadas em balança digital com precisão de 0,001g e repostas para embeber.

A primeira pesagem foi realizada com as sementes não embebidas e, as seguintes, ocorreram a cada duas horas, nas 12 primeiras horas de embebição. A partir de 12 h, as pesagens passaram a serem realizadas a cada 12 h, até o ponto em que se observou a protrusão radicular de 50% das sementes de cada repetição.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, utilizando quatro repetições de 50 sementes. Para tanto, utilizou-se o procedimento MIXED do SAS 9.0 para ajustar os dados ao seguinte modelo estatístico: $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$, onde μ = constante geral; α_i = efeito fixo das temperaturas; α_j = efeito fixo dos tempos utilizados; $\alpha\beta_{ij}$ = interação entre efeito de temperaturas e tempo; e_{ijk} = erro aleatório assumido como normal, entretanto, com dependência

entre as medidas tomadas na mesma unidade experimental (caixas gerbox) através do tempo. Para acomodar esta dependência, adotou-se estrutura da matriz de covariância do tipo espacial (SP(SPHERICAL)), devido à não equidistância entre as medidas e por apresentar menor critério de informação de Akaike (Littell *et al.*, 2006). Após este primeiro passo, foi realizada a decomposição do efeito tempo em polinômios ortogonais de grau linear, quadrático e cúbico. Ajustaram-se equações para as três temperaturas individualmente através da opção SOLUTION (SAS 9.0). Em seguida, testaram-se a igualdade entre os parâmetros das equações através da opção CONTRAST (SAS 9.0). Adotou-se probabilidade de 5% para o erro Tipo I.

Para estabelecer a equação que representa o comportamento da absorção de água pelas sementes, realizou-se análise de regressão dos dados obtidos, determinando-se os pontos de mudança de fase por meio da derivação das equações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de serem submetidas à embebição, as sementes de pimentas Biquinho e de Malagueta apresentaram teor de água de 11% e 9%, respectivamente.

As curvas de embebição, nas temperaturas avaliadas, para ambas as espécies, apresentaram um comportamento cúbico, exibindo, portanto, um padrão trifásico de absorção de água (Figuras 1 e 2), conforme prescrito por Bewley & Black (1994).

Para as sementes de pimenta-biquinho, não houve diferença significativa na absorção de água, comparando-se as temperaturas de 25 e de 20-30 °C. Dessa forma, foi apresentada apenas uma curva, com os valores médios, que representa o comportamento da embebição de sementes de “Biquinho” nessas condições (Figura 1).

Como pode ser observada nas Figuras 1 e 2, para as duas espécies, independentemente da temperatura utilizada, a fase I foi caracterizada por um crescente aumento de massa em relação ao tempo de embebição. Essa fase é caracterizada como rápida, havendo relevante absorção de água pelas sementes, cujo processo, meramente físico, é atribuído ao potencial matricial dos vários tecidos da semente, que ocorre independentemente da semente estar viável, morta ou dormente, a não ser que se trate de dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento (Bewley & Black, 1994).



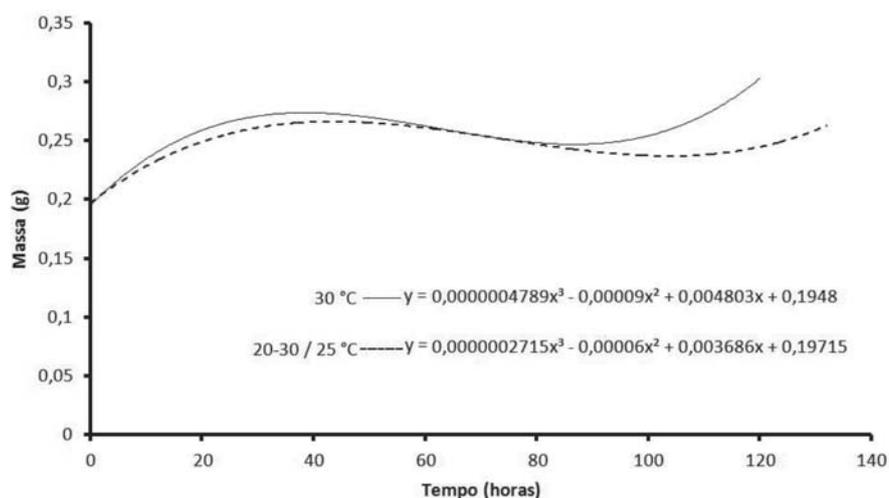


Figura 1 - Curva de absorção de água pelas sementes de pimenta-biquinho submetidas a diferentes temperaturas.

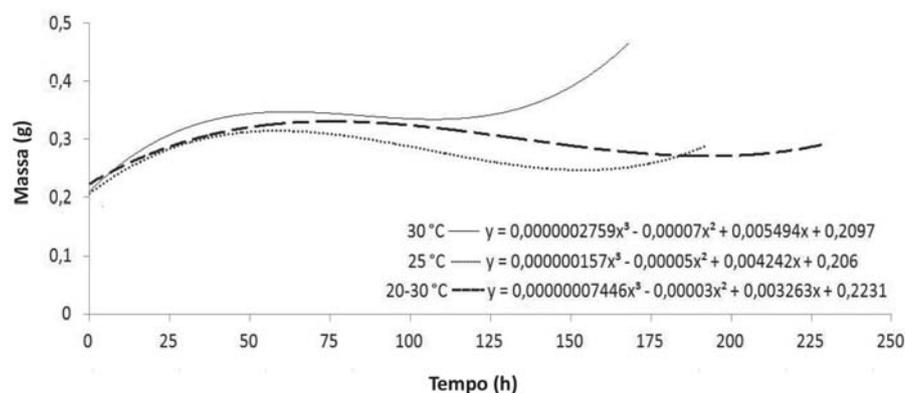


Figura 2 - Curva de embebição de sementes de pimenta-malagueta submetidas a diferentes temperaturas.

A derivação das equações possibilitou a caracterização de cada fase da curva de embebição das sementes, a partir dos pontos de inflexão. Para sementes da pimenta-biquinho a fase I apresentou a duração de 38,536 h para a temperatura de 30 °C, enquanto para as temperaturas de 25 °C e 20-30 °C, a duração desta fase foi mais longa, com 43,647 h (Tabela 1). Para sementes de outras espécies, também há relatos na literatura onde maiores temperaturas proporcionaram menor duração da fase I (Albuquerque *et al.*, 2000; Rodrigues *et al.* 2008; Oliveira *et al.*, 2011). Inesperadamente, para sementes de pimenta-malagueta, essa tendência não se repetiu; para essa espécie, a temperatura de 25 °C proporcionou uma menor duração da fase I, com aproximadamente 58,586 h enquanto

para as temperaturas de 30 °C e 20-30 °C a duração da fase I foi mais longa, com aproximadamente 61,884 e 75,741 h, respectivamente (Tabela 2).

Independentemente da temperatura, para as pimentas Biquinho e Malagueta, a fase II da curva de embebição apresentou uma estabilização no ganho de massa, permanecendo praticamente constante (Figuras 1 e 2). A fase II é conhecida por apresentar uma redução drástica na velocidade de hidratação, cuja ocorrência e duração são variáveis de acordo com a espécie considerada (Marcos Filho, 2005). Esta diminuição é necessária para que haja a mobilização das substâncias, que foram desdobradas na fase I, da região de reserva para os tecidos meristemáticos, sendo importante

Tabela 1 - Ponto de transição e duração das fases de embebição de água, em horas, de sementes de pimenta-biquinho submetidas a diferentes temperaturas (T)

T (°C)	Transição fases I-II (h)	Transição fases II-III (h)	Duração da fase I (h)	Duração da fase II (h)	Duração da fase III (h)*
20-30 / 25	43,647	103,682	43,647	60,034	71,965
30	38,536	86,750	38,536	48,213	71,786

*Realizou-se a pesagem até que fosse observada a protusão radicular de no mínimo 50% das sementes em cada repetição, sendo 132 h para as temperaturas de 20-30 e 25 °C e 120 h para a de 30 °C.

Tabela 2 - Pontos de transição e duração de cada fase da curva de embebição de sementes de pimenta-malagueta sob diferentes temperaturas (T)

T (°C)	Transição fases I-II (h)	Transição fases II-III (h)	Duração da fase I (h)	Duração da fase II (h)	Duração da fase III (h)*
20-30	75,741	192, 859	75,741	117,118	110,881
25	58,586	153,727	58,586	95,141	96,858
30	61,884	107,258	61,884	45,374	122,625

*Realizou-se a pesagem até que fosse observada a protusão radicular de no mínimo 50% das sementes em cada repetição, sendo 228 h para a temperatura alternada de 20-30 °C, 192 h para 25 °C e 168 h para 30 °C.

ressaltar que apenas entram nesta fase as sementes vivas (Bewley & Black, 1994). Verificam-se, para ambas as espécies, que a temperatura de 30 °C proporcionou uma menor duração da fase II em relação às outras temperaturas avaliadas. Para a pimenta-biquinho, quando as sementes foram submetidas à temperatura de 30 °C, a fase II durou 48,213 h, enquanto que, quando submetidas às temperaturas de 25 °C e 20-30 °C, durou, em média, 60,034 h. No caso da pimenta-malagueta o efeito da temperatura foi mais acentuado na duração da fase II; para a temperatura de 30 °C a duração foi de 45,374 h apesar de não ter sido a melhor condição para o início desta fase; já, sob as temperaturas de 25 e 20-30 °C, a fase II foi mais prolongada, sendo sua duração de 95,141 e 117,118 h respectivamente (Tabelas 1 e 2). A fase II, também conhecida como intervalo de preparação e ativação metabólica, pode ter sua duração drasticamente afetada pela temperatura, que, quando baixas podem prolongar esta fase (Puteh *et al.* 1995; Castro *et al.*, 2004).

Após o período de reduzida embebição, observa-se incrementos de massa pelas sementes, culminando com a protusão radicular, caracterizando o início da fase III da curva de embebição. Para sementes de pimenta-biquinho observou-se que para a temperatura de 30 °C a protusão radicular ocorreu 86,750 h após início da embebição, sendo que pelo menos 50% das sementes emitiram radícula 120 h após o início da embebição;

para as outras temperaturas a protusão ocorreu 103,682 h após o início da embebição e 50% das sementes emitiram radícula 132 h após o início do processo. Para sementes de pimenta-malagueta observou-se, também, que, sob a temperatura de 30 °C houve protusão radicular mais rapidamente (107,258 h) e pelo menos 50% das sementes emitiram radícula 168 h após o início da embebição. Nas temperaturas de 25 e 20-30 °C, a emissão radicular ocorreu após 153,727 e 192,859 h de embebição, sendo observado que 50% das sementes emitiram a radícula 192 e 228 h após o início do processo, respectivamente. A protusão radicular ocorre em consequência do desenvolvimento do eixo embrionário, cujo início é estabelecido após o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva a partir da absorção de água pelas sementes, permitindo assim, o amolecimento do tegumento e a penetração do oxigênio.

CONCLUSÕES

A curva de embebição para sementes de pimenta-biquinho e de pimenta-malagueta obedece a um padrão trifásico, independentemente da temperatura.

A embebição das sementes de pimenta-biquinho e de pimenta-malagueta em temperatura de 30 °C é mais favorável ao processo germinativo, condição na qual se observa mais rapidamente a protusão da radícula, quando comparada com temperaturas de 25 e 20-30 °C.



AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, M.C.F.; RODRIGUES, T.J.D.; MENDONÇA, E.A.F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, p.206-215, 2000.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., p.351-396. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

CHING, T.M. Biochemical aspects of seed vigor. **Seed Science Technology**, v.1, p.73-88, 1973.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.C.; WOLFIGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **SAS for mixed models**. 2.ed. Cary: SAS Institute Inc., 2006. 814p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ, Piracicaba, 2005. 495p.

MOREIRA, G.R.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; RIBEIRO, C.S.C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, p.16-29, 2006.

OLIVEIRA, N.C.C.; OLIVEIRA, L.A.A.; ALENCAR, G.F.; BISPO, E.P.R.; LOPES, P.S.N.; NEVES, S.C. Caracterização da curva de embebição de sementes de coquinho azedo, submetidas a diferentes métodos e temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7. **Anais...** Fortaleza: SBA, 2011. p.1-6.

PINTO, C.M.F., SANTOS, I.C.; ARAÚJO, F.F.; SILVA, T.P. **Pepper and growth (*Capsicum spp.*)**. p.1-25. In: RÊGO, E.R. (Ed.). **Production and Breeding of Chilli Pepper (*Capsicum spp.*)**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 133p.

POSSE, S.C.P.; SILVA, R.F.; SILVA, H.D.V.; CATUNDA, P.H.A. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) submetidas a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.123-127, 2001.

PUTEH, A.B.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Influence of temperature and water uptake on the expression of cotyledon necrosis in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Seed Science & Technology**, v.23, p.739-748, 1995.

RODRIGUES, A.P.D.C.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K.S.; GADUM, J. Absorção de água por semente de salsa, em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, p.49-54, 2008.

Recebido para publicação em 18/2/2018 e aprovado em 14/9/2018.

