



Germinative potential of cowpea seeds, cv. BRS Potengi after physiological conditioning

Potencial germinativo de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, após condicionamento fisiológico

CAÇULA, Bruna Tuane de Souza⁽¹⁾; SILVA, Monalisa Alves Diniz da⁽²⁾;
SILVA, Joyce Naiara da⁽³⁾; BEZERRA, Lauizy de Andrade⁽⁴⁾

⁽¹⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2545-8582>. Mestre em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE/UAST, Pernambuco, Brasil. E-mail: bruna_eng.agronomica@hotmail.com.

⁽²⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9052-7380>. Dra. Profa. Associada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE/UAST, Pernambuco, Brasil. E-mail: monalisa.diniz@ufrpe.br.

⁽³⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3260-8745>. Departamento de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Paraíba, Brasil. E-mail: joicenaiera@hotmail.com.

⁽⁴⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7432-3537>. Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE/UAST, Pernambuco, Brasil. E-mail: lauizy_bezerra@outlook.com.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Physiological conditioning consists of a technique that aims to stimulate the metabolism of seeds in the face of adverse situations, being applied to several cultures of economic expression, with the cowpea bean standing out for its relevance, mainly in the North and Northeast regions of Brazil. Thus, this study aimed to evaluate the effect of physiological conditioning and subsequent drying on the germination potential of cowpea seeds, cv. BRS Potengi. It was evaluated: water content; germination (primary root protrusion); velocity index, velocity coefficient and mean primary root protrusion time and electrical conductivity. The imbibition curve can be efficiently conducted using the same seeds during all evaluation periods or using new seeds at each period. Aiming at using fewer seeds and better optimizing the time for preparing and conducting the soaking experiment, the methodology that uses the same seeds for all soaking periods is indicated. The physiological conditioning of seeds for 18 and 24 hours, without further drying, provides a faster emission of the primary root of the seeds of cowpea, cv. BRS Potengi. The seed drying process does not interfere with the beneficial effect of physiological conditioning.

RESUMO

O condicionamento fisiológico consiste de uma técnica que visa estimular o metabolismo das sementes frente às situações adversas, sendo aplicada para diversas culturas de expressão econômica, destacando-se o feijão caupi pela sua relevância, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e posterior secagem sobre o potencial germinativo das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Avaliou-se: teor de água; germinação (protrusão da raiz primária); índice de velocidade, coeficiente de velocidade e tempo médio de protrusão da raiz primária e condutividade elétrica. A curva de embebição pode ser conduzida de forma eficiente utilizando as mesmas sementes durante todos os períodos de avaliação ou fazendo uso de novas sementes a cada período. Visando-se o uso de menos sementes e uma melhor otimização do tempo para a preparação e a condução do experimento de embebição, indica-se a metodologia que utiliza as mesmas sementes para todos os períodos de embebição. O condicionamento fisiológico das sementes por 18 e 24 horas, sem posterior secagem, proporciona uma emissão mais rápida da raiz primária das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. O processo de secagem das sementes não interfere no efeito benéfico do condicionamento fisiológico.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Recebido: 31/12/2019

Aceito: 27/12/2021

Publicação: 01/01/2022



Keywords:

Physiological Potential,
Vigna unguiculata (L.) Walp,
Hydroconditioning

Palavras-Chave:

Potencial fisiológico,
Vigna unguiculata (L.) Walp,
Hidrocondicionamento

Introdução

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão-macassar ou feijão-de-corda, é uma leguminosa com um excelente valor bromatológico, sendo uma das principais fontes de proteína das famílias de baixa renda da região Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al., 2011); destacando-se pela produção de grãos, verdes ou secos e por ser gerador de emprego e renda (COSTA, 2016).

É uma espécie amplamente cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, com produtividade média de 1463 kg/ha (CONAB, 2017). Por sua vez, essa produtividade pode ser afetada sob condições salinas, estudos mostram que o feijão caupi tolera irrigação com água de condutividade elétrica de até 3,3 dS m⁻¹, sem prejuízos a sua produtividade (AYRES; WESTCOT, 1999). Dessa forma se faz importante o emprego de técnicas de tratamento de sementes visando a uniformidade na germinação e o aumento no vigor das plântulas, garantindo assim a obtenção de elevadas produtividades.

O condicionamento fisiológico é uma técnica em que se utiliza a hidratação controlada das sementes com o objetivo de promover tolerância aos estresses encontrados no campo (estresses salino, hídrico ou térmico). Essa técnica pode ser aplicada por meio da hidratação controlada das sementes em substratos umedecidos com água (hidrocondicionamento), com soluções osmóticas ou salinas (condicionamento osmótico) ou com a imersão das sementes em água, promovendo assim a ativação dos processos metabólicos que ocorrem durante a germinação (XAVIER et al., 2017). Após o condicionamento fisiológico as sementes podem vir a passar pelo processo de secagem, visando o armazenamento, ou serem utilizadas prontamente. Considerando que a secagem venha a ser realizada e sabendo que a tolerância das sementes a desidratação declina com o avanço do processo de embebição, observa-se a importância do conhecimento do processo trifásico para que a hidratação das sementes, durante o procedimento de condicionamento fisiológico, ocorra de maneira controlada, para não desencadear a protrusão da raiz primária.

O processo de absorção de água pelas sementes é caracterizado por três fases distintas: 1) na primeira é observada rápida absorção de água, com elevada atividade respiratória, bem como uma significativa lixiviação de exsudatos (aminoácidos, íons, açúcares e ácidos orgânicos); 2) na segunda fase é notada uma absorção mais lenta e uma diminuição na atividade respiratória; 3) na terceira fase tanto a absorção de água como a atividade respiratória voltam a se intensificar, resultando na protrusão da raiz primária (BEWLEY; BLACK, 1994). Assim, o conhecimento do processo de embebição das sementes, o qual informa sobre a ativação metabólica, facilita a tomada de decisão de quando interromper o fornecimento de água e realizar o processo de

secagem (MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma, ao final do tratamento de condicionamento fisiológico, todas as sementes devem estar na fase II do processo trifásico de embebição; portanto, sem a emissão da raiz primária (GURGEL JÚNIOR et al., 2009).

O condicionamento fisiológico é uma técnica que vem se mostrando de grande eficácia para melhorar tanto a germinação de sementes como o desenvolvimento de plântulas, proporcionando resultados exitosos para algumas culturas como *Glycine max L.*, cv. BRS 232 (COSTA et al., 2017) e *Phaseolus vulgaris*, cv. BRS Horizonte (RAMOS et al., 2015). No entanto, vale ressaltar que a resposta ao condicionamento fisiológico além de depender da espécie, pode variar de acordo com genótipo.

Sementes que necessitam ser armazenadas para uma posterior comercialização devem ser submetidas ao processo de secagem, pois os procedimentos de condicionamento fisiológico promovem um aumento no teor de água. No entanto, a secagem das sementes até o teor de água inicial, não pode reduzir os efeitos benéficos dos tratamentos de condicionamento fisiológico. Dessa forma a secagem deve ser feita de forma lenta, visando diminuir possíveis danos durante o armazenamento (NASCIMENTO, 2009).

Dentro deste contexto, estudos desenvolvidos por Xavier et al. (2017) mostram que o condicionamento fisiológico por 10 horas, seguido de secagem, em sementes de cebola promoveu um aumento no vigor das sementes. Resultados semelhantes foram encontrados por Medeiros et al. (2015) que após avaliarem o hidrocondicionamento de sementes de melão, com subsequente secagem e armazenamento, observaram que o efeito benéfico do referido tratamento foi mantido nas sementes.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e posterior secagem sobre o potencial germinativo das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi.

Procedimentos Metodológicos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, município de Serra Talhada-PE.

Como material vegetal foram utilizadas sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, adquiridas na Embrapa Semiárido Petrolina/PE. As sementes foram pré-selecionadas segundo critério de tamanho e aparência, visando homogeneizar as amostras utilizadas durante o experimento. Dessa forma foram selecionadas sementes de tamanho e aparência similares, e isentas de quaisquer danos mecânicos ou causados por pragas.

O primeiro experimento consistiu na avaliação de duas metodologias para a obtenção da curva de embebição, as quais são normalmente empregadas, com o objetivo de verificar se haveria diferenças entre elas quanto ao comportamento das sementes durante a embebição. Previamente ao emprego das duas metodologias, foi avaliado o período de embebição necessário para que as sementes atingissem a fase II do processo trifásico de embebição, sem iniciar a fase III.

Para as duas metodologias as sementes foram hidratadas em três folhas de papel germitest, umedecidas previamente com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas, a 25°C, por 30', 1; 3; 6; 12; 18 e 24 horas (MARCOS FILHO e KIKUTI, 2008). Após cada período de embebição as sementes foram pesadas e os valores utilizados para a construção da curva de embebição, de acordo com metodologia descrita por Caseiro et al. (2004).

A metodologia I consistiu no emprego das mesmas sementes (quatro repetições de 50 sementes) durante os vários períodos de embebição, ou seja, as sementes após serem retiradas das folhas umedecidas de papel, ao término de cada período de embebição, eram secas superficialmente, para retirada do excesso de água com o auxílio de papel toalha, e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, com posterior retorno ao substrato umedecido.

Na metodologia II, novas sementes foram utilizadas a cada período de embebição, portanto sem o retorno das mesmas sementes ao substrato umedecido após cada período de avaliação; resultando no emprego de maior número de sementes em relação a metodologia I.

O segundo experimento utilizou a metodologia II de embebição, sendo que as sementes após cada período de embebição foram divididas em duas frações, sendo uma delas mantida úmida (fração úmida) e a outra submetida ao processo de secagem (fração seca), à $30 \pm 3^\circ\text{C}$ até a redução do teor de água à níveis inferiores a 12%. Ainda, foi considerada como testemunha as sementes sem embebição, ou seja, ausência (zero horas) de embebição.

Posteriormente, a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio das seguintes características:

Teor de água: empregou-se cinco repetições de 20 sementes, as quais foram submetidas a temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009).

Porcentagem de protrusão da raiz primária - PR (germinação): as sementes foram distribuídas em caixas plásticas do tipo gerbox, adotando-se cinco repetições de 20 sementes, utilizando como substrato duas folhas de papel mata borrão, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Adotou-se o critério fisiológico de germinação, ou seja, a protrusão da raiz primária (LABOURIAU, 1983). As avaliações para verificação da protrusão da raiz ocorreram diariamente durante cinco dias. Foram consideradas germinadas as sementes

que apresentaram protrusão da raiz primária com no mínimo 2 mm de comprimento. Por meio das avaliações diárias foi possível obter informações quanto ao índice de velocidade de protrusão da raiz primária – IVPR (MAGUIRE, 1962); coeficiente de velocidade de protrusão da raiz primária – CVPR (ROOS; MOORE III, 1975) e tempo médio de protrusão da raiz primária – Tmpr (BORGHETTI e FERREIRA, 2004).

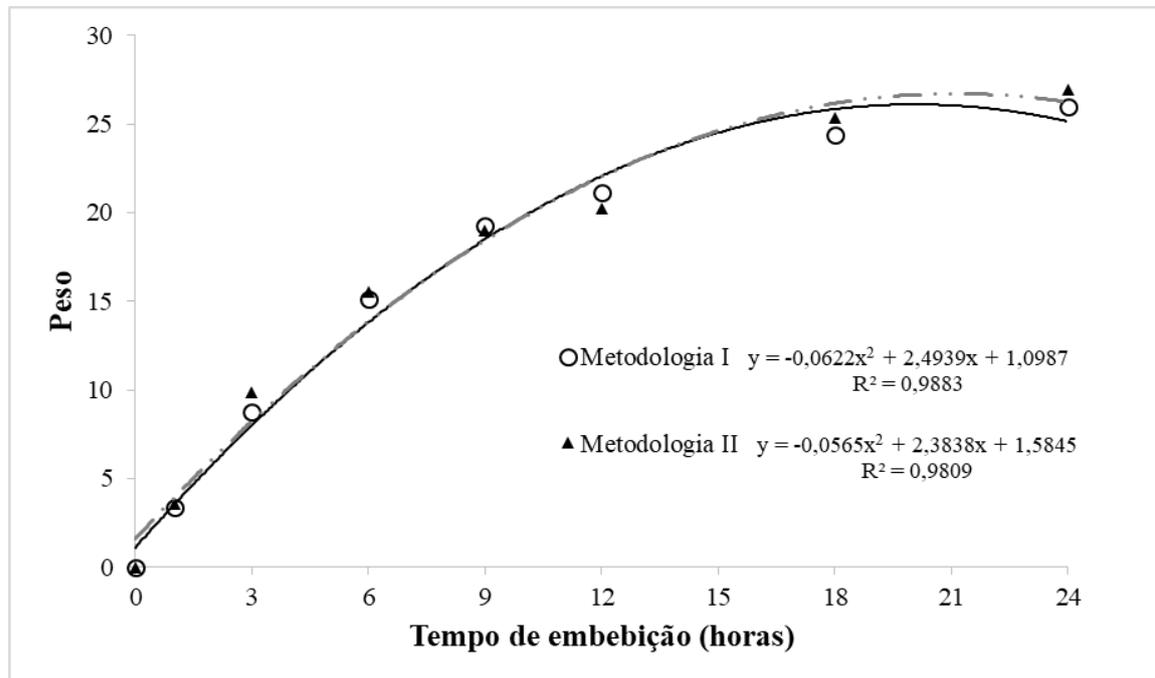
Condutividade elétrica: as sementes foram previamente pesadas em balança analítica (precisão de 0,0001 g), empregando-se quatro repetições de 50 sementes, em seguida foram imersas em 75 mL de água destilada por 24 horas (KRZYŻANOWSKI et al., 1999). Após o período de embebição foram realizadas as leituras de condutividade elétrica das soluções por meio de um condutivímetro de bancada. Em função da ausência da uniformização do teor de água das sementes entre os diferentes períodos de embebição, antes da avaliação da condutividade elétrica, foi utilizada uma equação de correção para eliminar o efeito do teor de água sobre os resultados do teste de condutividade elétrica. Assim, os dados foram corrigidos de acordo com a equação: $CE = [0,3227 + 0,05115 (TA)] \times CO$, onde CE= condutividade elétrica corrigida, TA= teor de água das sementes e CO= condutividade elétrica observada (Vieira et al., 2002).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, adotando-se para o segundo experimento um esquema fatorial $2 \times 7 +$ testemunha (sementes sem embebição), ou seja, presença e ausência de secagem após o condicionamento fisiológico \times período de embebição; os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos fatores quantitativos foram submetidas à análise de regressão utilizando o *software Sisvar* Versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Quanto ao experimento I, as curvas de embebição referentes as duas metodologias adotadas apresentaram comportamento semelhante em relação à absorção de água (figura 1), caracterizando o padrão trifásico de embebição das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Indicando assim, que utilizando ou não as mesmas sementes durante o processo de embebição, obtém-se o mesmo nível de absorção de água. Portanto, em termos operacionais o mais indicado é o uso da metodologia mais simples, ou seja, aquela em que as mesmas sementes são utilizadas para todos os períodos de embebição; resultando no emprego de menos sementes e folhas de papel de germinação (germitest) como substrato.

Figura 1. Ganho de massa úmida (g) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do período de embebição (0,5; 1; 3; 6; 12; 18 e 24 horas) e do emprego das mesmas sementes durante os vários períodos de embebição (Metodologia I) ou da utilização de novas sementes a cada período de embebição (Metodologia II). Serra Talhada, 2016.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Durante o hidrocondicionamento, verificou-se que nas primeiras horas de embebição (entre 1 e 9 horas) ocorreu um acréscimo significativo na massa úmida das sementes, caracterizado por um aumento médio de 13,59%. As primeiras horas do processo de absorção de água são caracterizadas por um rápido aumento da massa das sementes (fase I). Esse comportamento é meramente físico, dá-se devido a diferença entre os potenciais hídricos do substrato e das sementes (BECHERT et al., 2000). Dessa forma, Portes et al. (2018), ao estudarem a curva de embebição de sementes de *Adenium obesum* verificaram que, durante o processo de embebição, as 13 primeiras horas foram caracterizadas pela maior absorção de água pelas sementes e conseqüentemente um aumento do seu peso.

A partir das nove horas de embebição observou-se uma diminuição na absorção de água das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, caracterizando assim o início da fase II do processo de embebição das sementes. Entre 9 e 12 horas de hidratação, notou-se uma estabilização no processo de absorção de água, mantendo, assim, o teor de água estável. Marcos Filho (2015) relata que a fase II do processo de embebição é distinguida por uma acentuada redução na absorção de água pelas sementes, intensificando os processos metabólicos.

No período de 18 horas de embebição as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, voltaram a absorver água com maior rapidez, retomando o aumento na massa úmida e ocorrendo a protrusão da raiz primária, seguindo, assim, o padrão trifásico de absorção de água

durante o processo de germinação. Nessa fase as sementes exigem maior quantidade de água, porque ocorre a retomada do crescimento do eixo embrionário e o surgimento de novas células (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Dessa forma, observa-se que as sementes de feijão caupi cv. BRS Potengi apresentam um padrão trifásico de absorção de água durante o processo germinativo, como sugerido por Bewley et al. (2013).

Sementes de *Campomanesia adamantium* quando hidratadas a temperatura de 30°C se comportaram de forma semelhante, exibindo nas 50 primeiras horas uma ligeira absorção de água, caracterizando a fase I do processo trifásico de embebição, com posterior equilíbrio na absorção e conseqüentemente uma diminuição na absorção de água (fase II) e a partir das 70 horas de embebição ocorreu a protrusão da raiz primária, iniciando assim a fase III (LEÃO-ARAÚJO et al., 2019). Para o estudo da curva de embebição das sementes de *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens* em diferentes temperaturas (20; 25 e 30 °C), foram observados resultados semelhantes, onde as sementes das referidas espécies também apresentaram comportamento trifásico durante o processo de absorção de água (ARAÚJO et al., 2018).

A análise de variância referente às variáveis de teor de água e condutividade elétrica de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, indicou efeito significativo ($p < 0,05$) quando as sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em água destilada por diferentes períodos de embebição e subsequentemente divididas em frações úmida (sem secagem) e seca (com secagem) após cada período, demonstrando que ambos os fatores avaliados interferiram simultaneamente no teor de água e lixiviação de exsudatos (vigor) das sementes (tabela 2).

Tabela 2. Valores do quadrado médio da análise de variância para teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente por diferentes períodos de embebição (PE) e subsequentemente divididas em frações úmida (sem secagem) e seca (com secagem) após cada período. Serra Talhada - PE, 2016.

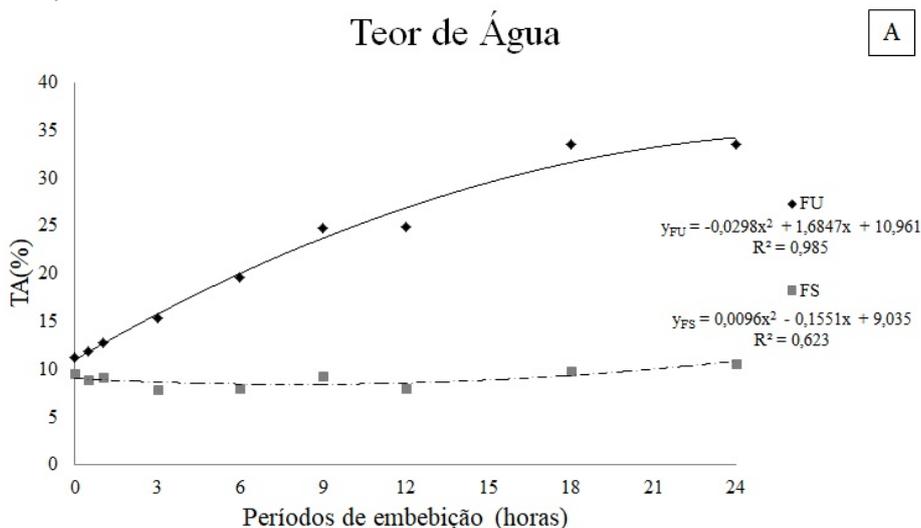
Fonte de variação	Quadrado Médio		
	GL	TA (%)	CE# ($\mu\text{S.cm.g}$)
PE	8	411,93**	28693,81**
F	1	1553,81**	21597,91**
PE x F	8	135,17**	16293,51**
Resíduo	71	0,87	557,64
CV (%)		5,88	8,93

**Significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo. #Dados corrigidos de acordo com a equação: $CE = [0,3227 + 0,05115(TA)] \times CO$, onde CE= condutividade elétrica corrigida e CO= condutividade elétrica observada (VIEIRA et al., 2002).

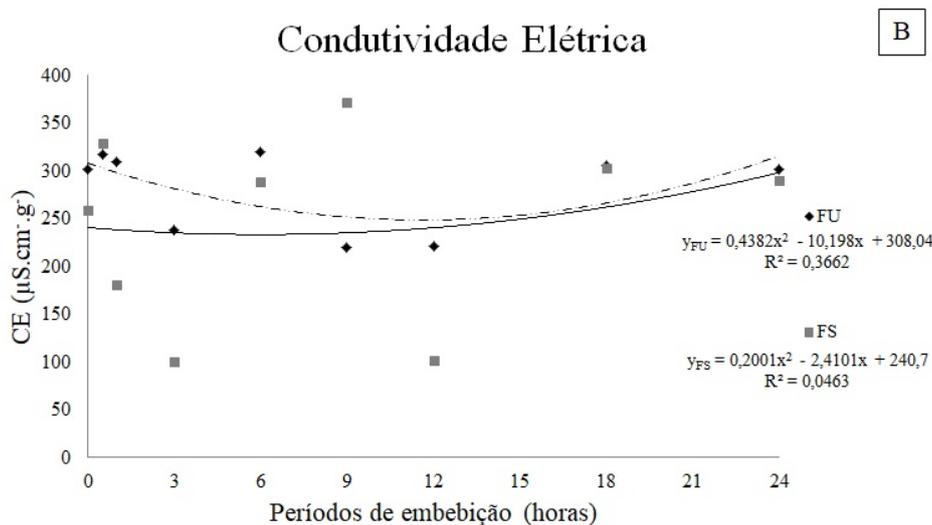
Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

O teor de água apresentado pelas sementes na fração úmida (figura 2) variou entre os diferentes períodos de embebição, observando um acréscimo de 22,39 entre os períodos zero (ausência de embebição) e 24 horas. Essas alterações no teor de água interferem nos resultados de condutividade elétrica (VIEIRA et al., 2002), de maneira que para minimizar esta influência, indica-se o uso de sementes com teores de água entre 10 e 17% (LOEFFLER et al., 1988; VIEIRA et al., 2002). No entanto quando não é possível a uniformização do teor de água das sementes antes da avaliação da condutividade elétrica, pode-se utilizar uma equação de correção para eliminar o efeito do teor de água sobre os resultados do teste de condutividade elétrica (VIEIRA et al., 2002). Dessa forma, as leituras da condutividade elétrica foram corrigidas com o emprego da respectiva equação (figura 1), para que assim os dados fossem utilizados com maior segurança, pois a comparação dos resultados provenientes de sementes com diferentes teores de água, acarretaria interpretações equivocadas em relação as condições fisiológicas das sementes (VIEIRA et al., 2002).

Figura 2. Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente por diferentes períodos e subsequentemente divididas em frações úmida - FU (sem secagem) e seca - FS (com secagem) após cada período. Serra Talhada - PE, 2016.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Para a fração seca das sementes o teor de água manteve-se em uma constante entres os períodos avaliados (figura 2A). Os resultados de condutividade elétrica para a fração sementes úmidas, mostraram que os períodos de 3; 9 e 12 horas de embebição possibilitaram uma redução na quantidade de eletrólitos lixiviados pelas sementes, quando comparados aos demais períodos de embebição, ou seja, 30'; 1; 6; 18 e 24 horas e com àquelas que não foram submetidas a embebição (testemunha). Na fração seca os períodos de embebição de 1; 3 e 12 horas foram os que resultaram em menor quantidade de lixiviados.

Ao comparar os resultados de condutividade elétrica das duas frações, seca e úmida, observa-se que o processo de secagem acarretou uma menor lixiviação de exsudatos para as sementes que não foram submetidas ao processo de embebição, assim como para aquelas que foram embebidas por 1; 3 e 12 horas; no entanto para os demais períodos não houve diferença significativa entre as frações. Destaca-se que as sementes utilizadas nas avaliações de condutividade elétrica não foram submetidas a um processo prévio de seleção, em relação a possíveis fissuras que poderiam estar presentes no tegumento. Loeffler et al. (1988) consideram que a retirada das sementes danificadas acaba sendo subjetiva e imprecisa, porque durante o processo de seleção das sementes com ausência de danos mecânicos no tegumento, não se pode afirmar que somente sementes sem injúrias irão permanecer na amostra. Contudo, Tao (1978) constatou que em uma amostra de 25 sementes, a presença de apenas duas sementes mecanicamente danificadas já proporcionava um aumento significativo da condutividade elétrica em relação à amostra com sementes sem injúrias.

A análise de variância (tabela 3) para a porcentagem, coeficiente de velocidade e tempo médio da protrusão da raiz primária de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, mostra que houve efeito significativo entre os períodos de embebição e o procedimento de secagem (fração

seca) ou não (fração seca) das sementes após o condicionamento fisiológico. Para o índice de velocidade da protrusão da raiz primária a interação dos fatores não foi significativa, porém foi influenciado pelos fatores individualmente.

Tabela 3. Valores do quadrado médio da análise de variância para as características do potencial fisiológico de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente por diferentes períodos de embebição (PE), e subsequentemente divididas em frações úmida (sem secagem) e seca (com secagem) após cada período. Serra Talhada –PE, 2016.

Fonte de variação	Quadrado Médio				
	GL	PR (%)	IVPR	CVPR (%)	TMPR (dias)
PE	8	103,21 ^{ns}	0,77**	8,03**	0,31**
F	1	5,55 ^{ns}	2,047**	50,40**	2,13**
PE x F	8	132,89*	0,38 ^{ns}	6,01**	0,23**
Resíduo	71	59,02	0,20	1,61	0,06
CV (%)		8,45	10,38	5,71	5,67

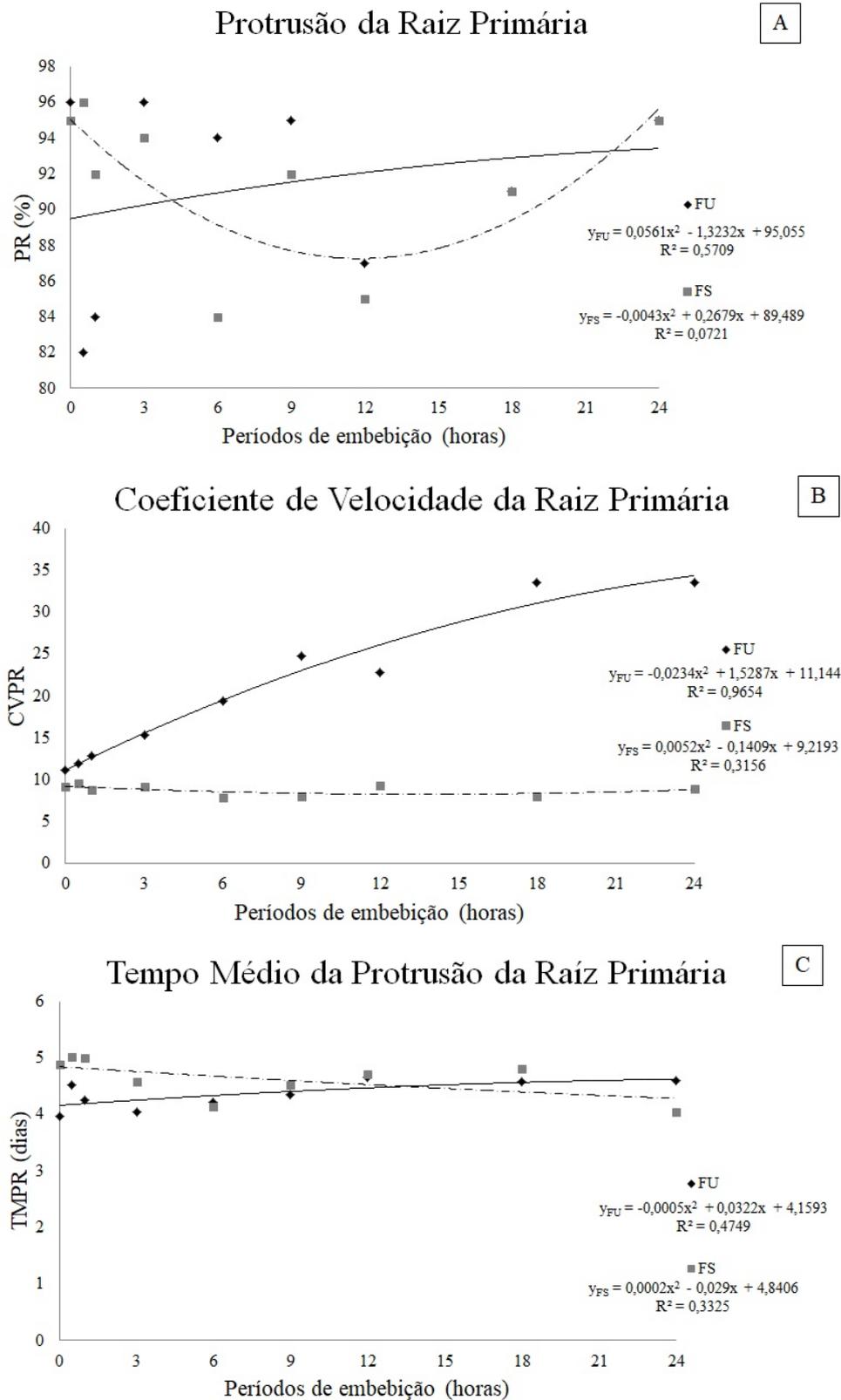
**Significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo; Protrusão da raiz primária (PR), índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR), coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária (CVPR) e tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR).

Na figura 3 observa-se elevada porcentagem de protrusão da raiz primária, tanto para os períodos de embebição, como para o procedimento de secagem (fração seca) ou não (fração úmida). Indicando, portanto, que para estas características o processo de secagem não causou danos às sementes.

A divisão das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em frações úmida e seca após cada período de embebição, foi realizada para verificar se de fato a secagem pode limitar os possíveis benefícios provenientes dos tratamentos de condicionamento fisiológico e ou hidratação. Assim, quando há o fornecimento limitado de água as sementes, torna-se imprescindível definir previamente se as sementes serão secas até atingirem um teor de água considerado seguro para o armazenamento ou se serão utilizadas ainda úmidas até o período da semeadura (MARCOS FILHO, 2015).

Sementes de *Vigna angularis* (Willd.) não apresentaram redução na formação de plântulas normais, quando submetidas ao processo de secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C, com redução do teor de água de 53% para 14,75%, segundo Almeida et al. (2013). O condicionamento de sementes de *Oryza sativa* L. em água por 12 e 24 horas proporcionou um acréscimo no percentual de protrusão de raiz primária; e mesmo sendo submetidas ao processo de secagem por períodos de duas e quatro horas, as sementes mantiveram o efeito benéfico da embebição (IBRAHIM et al., 2013).

Figura 3. Protrusão da raiz primária (PR), coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária (CVPR) e tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente por diferentes períodos, e subsequentemente divididas em frações úmida - FU (sem secagem) e seca FS (com secagem) após cada período. Serra Talhada - PE.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Para os resultados de coeficiente de velocidade de protrusão da raiz (figura 3), verificou-se que para todos os períodos de embebição, as sementes da fração úmida emitiram a raiz mais rapidamente em relação as sementes da fração seca. Provavelmente, as sementes apresentaram esse comportamento devido ao estresse ocasionado nas sementes com o processo de secagem, ocorrendo assim uma diminuição do vigor. Analisando os resultados da fração úmida, observa-se que os períodos de maior tempo de embebição (18 e 24 horas) proporcionaram uma emissão mais rápida da raiz primária, quando comparados aos demais períodos; no entanto, para a fração seca não houve diferença estatística entre os períodos de embebição.

Ao estudarem o hidrocondicionamento de sementes de três variedades de *Phaseolus vulgaris* L. (BRS Horizonte, BRS Pontal e Pérola) por 17 horas, Ramos et al. (2015) verificaram que houve um aumento na germinação das sementes quando comparadas as sementes não tratadas. Já Ogawa et al. (2016) obtiveram resultados diferentes com sementes de *P. vulgaris* L. do Grupo Preto, cv. Soberano, onde a germinação foi prejudicada quando as sementes foram submetidas ao hidrocondicionamento à partir de 4 horas. Tais resultados indicam a influência do genótipo na expressão dos benefícios ou não do condicionamento fisiológico.

Em relação aos resultados do tempo médio de protrusão da raiz, verificou-se que para a fração úmida, as sementes embebidas por 12; 18 e 24 horas em relação às sementes que não foram condicionadas, demoraram mais tempo para germinar. Por sua vez, as sementes da fração seca que foram submetidas ao condicionamento por 6 horas germinaram em menos dias do que as sementes da testemunha e as embebidas por 30 min., 1 e 18 horas e que foram posteriormente secas.

Na tabela 4 pode-se observar que, para o índice de velocidade da protrusão da raiz primária, houve diferença significativa entre as frações úmida e seca, sendo que as sementes condicionadas que não foram submetidas a subsequente secagem (fração úmida), emitiram a raiz mais rapidamente.

Tabela 4. Índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente por diferentes períodos, e subsequentemente divididas em frações úmida - FU (sem secagem) e seca FS (com secagem) após cada período. Serra Talhada - PE 2016.

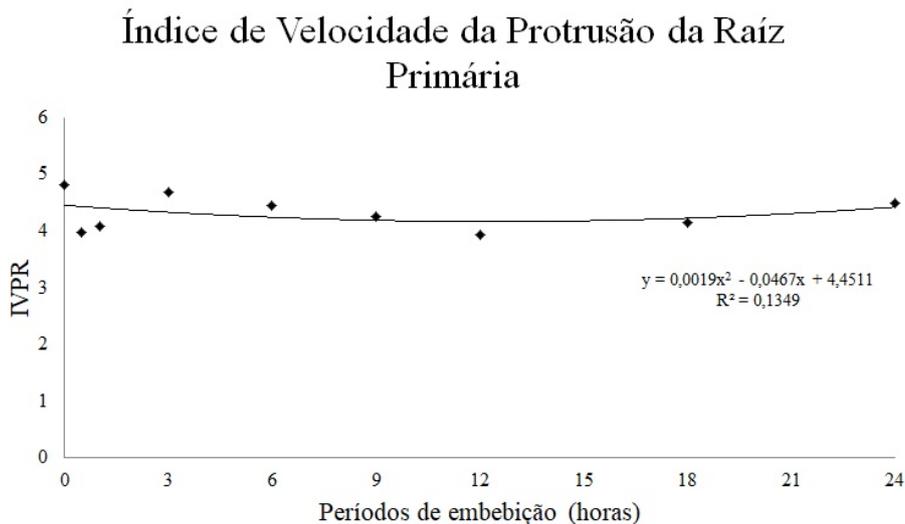
Secagem (sem e com)	IVPR
FU	4,49 a
FS	4,15 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Os resultados mostram que as sementes condicionadas por três horas em papel umedecido com água destilada, e que não foram submetidas ao processo de secagem, fração úmida, apresentaram uma maior velocidade na protrusão da raiz, quando comparadas aos demais tratamentos (figura 4).

Figura 4. Índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente por diferentes períodos, e subsequentemente divididas em frações úmida - FU (sem secagem) e seca - FS (com secagem) após cada período. Serra Talhada - PE, 2016.



O hidrocondicionamento das sementes possibilita uma rápida e uniforme germinação, permitindo assim uma maior eficiência no consumo da água, dos nutrientes disponíveis e da luz, o que conseqüentemente proporcionará maior produtividade (GUIMARÃES et al., 2008). No entanto, para que as sementes que passaram pelo processo do condicionamento fisiológico possam ser armazenadas, essas devem ser sujeitas a um processo de secagem, desde que essa metodologia não venha a reduzir os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico.

O condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, possibilitou uma germinação mais rápida, sendo que seus efeitos benéficos foram mantidos após a submissão das sementes à secagem. Dessa forma, permite-se desenvolver protocolos de armazenamento para as sementes da referida cultivar, quando as mesmas são submetidas ao hidrocondicionamento e posterior secagem.

Conclusões

Para a obtenção da curva de embebição das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, podem ser empregadas as mesmas sementes durante os vários períodos de embebição ou utilizar novas sementes a cada período de avaliação.

O condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, por 18 e 24 horas, sem posterior secagem, proporciona uma emissão mais rápida da raiz primária.

A secagem das sementes hidrocondicionadas de feijão caupi, cv. BRS Potengi, não interfere no efeito benéfico do condicionamento fisiológico, possibilitando assim o desenvolvimento de protocolos de armazenamento para as referidas sementes.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada e a CAPES pela concessão da bolsa a primeira autora.

À professora Dr^a. Monalisa Alves Diniz da Silva pela orientação na pesquisa.

Referências

- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F.; CLEMENTE, A. C. S. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 012-019, 2009.
- ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; MENDES, U. C.; COSTA, L. M.; CORRÊA, P. C.; ROCHA, A. C. Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 311-315, 2013.
- ARAÚJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 482-489. 2011.
- ARAÚJO, R. F.; ABUD, H. F.; PINTO, M. F.; ARAÚJO, E. F.; LEAL, C. A. M. Curva de embebição de sementes de pimentas biquinho e malagueta sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 51-56, 2018.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999.
- BECHERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS-FILHOS, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 671-675, 2000.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Springer, p. 392, 2013
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 209-222, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- CASEIRO, R. F.; BENNETT, M. A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 365-375, 2004.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2016/2017, décimo levantamento**, v. 4, n. 10, p. 170, 2017.
- COSTA, D. S.; ROCHA, C. R. M.; YAGUSHI, J. T.; MENTEM, J. O. M.; CRUZ, A. A. Hidratação controlada de sementes de soja: potencial fisiológico e emergência em solo com *Rhizoctonia solani*. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 27-34, 2017.
- COSTA, R. R. **Atenuação de estresse hídrico em plantas de feijão-caupi tratadas com ácido salicílico**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, p. 90, 2016.
- FREIRE-FILHO, F. R.; RIBEIRO V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S.; RODRIGUES, E. V. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p. 84, 2011.
- GUIMARÃES, M. A.; DIAS, D.C.F. S.; LOUREIRO, M.E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, n. 1, p. 31-39, 2008.
- GURGEL JÚNIOR, F. E.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; NUNES, T. A. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 163-168, 2009.
- IBRAHIM, N. D.; BHADMUS, Z.; SINGH, A. Hydro-priming and re-drying effects on germination, emergence and growth of upland rice (*Oryza sativa* L.). **Nigerian Journal of Basic and Applied Science**, v. 21, n. 2, p. 157-164, 2013.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 173 p. 1983.
- LEÃO-ARAÚJO, E. F.; SANTOS, W. V.; FERREIRA, L. B. S.; FERREIRA, E. A. S.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; PEIXOTO, N.; SOUZA, E. R. B. Embebição e emissão da raiz primária de sementes de *Campomanesia adamantium* em função da temperatura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 402-409, 2019.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.
- LOPES, J. C.; FREITAS, A. R.; BELTRAME, R. A.; VENANCIO, L. P.; MANHONE, P. R.; SILVA, F. R. N. Germinação e vigor de sementes de pau d'álho sob estresse salino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 169-177, 2015.
- LOPES, K. P.; NASCIMENTO, M. G. R.; BARBOSA, R. C. A.; COSTA, C. C. Salinidade na qualidade fisiológica em sementes de Brassicas oleracea L. var. itálica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2251-2260, 2014.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2015.

- MARCOS FILHO J; KIKUTI A. L. P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 165-169, 2008.
- MEDEIROS, M. A.; TORRES, S. B.; NEGREIROS, M. Z.; MADALENA, J. A. S. Hidrocondicionamento e armazenamento de sementes de melão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 57-65, 2015.
- MIRANDA, P.; TAVARES, J. A.; RAPOSO, J. A. A.; CARVALHO, E. O.; PIMENTEL, M. L.; SANTOS, V. F. Avaliação de cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., tipos ereto e semi ereto em diferentes ambientes agroecológicos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 1, n. 1, p. 127-132, 2004.
- NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. EMBRAPA, p. 432, 2009.
- OGAWA, N. S.; SENEME, A. M.; MENDONÇA, C. G.; FERRIANI, A. P. Submersão de sementes de feijão do grupo preto e desenvolvimento inicial de plântulas. **Nucleus**, v. 13, n. 2, 2016.
- PORTES, R. G. R.; SILVA, F. D.; SILVA, U. E. S.; SALVI, J. S. Curva de embebição e interferência da luz na germinação de sementes de Rosa-do-deserto (*Adenium obesum* Forssk.). **Journal of basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 1, p. 9-19, 2018.
- RAMOS, A. R.; BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, T. R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015.
- RODRIGUES, D. L.; LOPES, H. M.; SILVA, E. R.; MENEZES, B. R. S. Embebição, condicionamento fisiológico e efeito do hipoclorito de sódio na germinação de sementes de alface. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 1, p. 52-61, 2012
- ROOS, E. E.; MOORE III, F. D.; Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal Of the American Society for Horticultural Science**, v. 98, n. 3, p. 782-786. 1989.
- TAO, J. K. The 1980 referee test for soybean and corn. **AOSA Newsletter**. v. 34, n. 3, p. 53-68. 1980.
- VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.
- XAVIER, F. M.; BRUNES, A. P.; CAVALCANTE, J. A.; MENEGHELLO, G. E.; RADKE, A. K.; MARTINS, A. B. N.; DIAS, L. W.; MENEGUZZO, M. R. R.; Germinação de sementes de *Allium cepa* L. submetidas a condicionamento fisiológico e secagem. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 693-702, 2017.