

BRUNA TUANE DE SOUZA CAÇULA

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS COM  
OS ÁCIDOS SALICÍLICO E ASCÓRBICO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

Serra Talhada-PE

2017



BRUNA TUANE DE SOUZA CAÇULA

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS COM  
OS ÁCIDOS SALICÍLICO E ASCÓRBICO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Sérgio Luiz Ferreira da Silva

Serra Talhada-PE

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

BRUNA TUANE DE SOUZA CAÇULA

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS COM  
OS ÁCIDOS SALICÍLICO E ASCÓRBICO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Banca Examinadora

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto– UAST/UFRPE  
Orientador

---

Prof. Dr. Sérgio Luiz Ferreira da Silva– UAST/UFRPE  
Co-orientador, Examinador Interno

---

Prof. Dr. Josemir Moura Maia- CCHA/UEPB  
Examinador Externo

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Rona Honorato de Oliveira- UAST/UFRPE  
Examinador Externo

“E não nos cansemos de fazer o bem, pois no tempo próprio colheremos, se não desanimarmos.”

(Gálatas 6:9)

## RESUMO GERAL

As mudanças climáticas das últimas décadas contribuíram para o estabelecimento de um ambiente mais seco e de maior salinidade para a germinação e o crescimento inicial das plantas, em várias regiões do planeta. O objetivo do trabalho foi verificar se as aplicações dos ácidos salicílico e ascórbico proporcionariam uma atenuação dos efeitos deletérios provocados pelo estresse salino, por ocasião da germinação e do estabelecimento das plântulas de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Foram desenvolvidos três experimentos, o primeiro foi conduzido com o propósito de encontrar o tempo de embebição necessário para que as sementes atingissem a fase II do processo trifásico de embebição; o mesmo foi utilizado nos demais experimentos. O segundo experimento consistiu em dois ensaios, nos quais as sementes foram distribuídas em papel de germinação previamente umedecido, de forma independente, com soluções dos ácidos salicílico (zero; 0,25; 0,5 e 1,0 mM) e ascórbico (zero; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mM), posteriormente parte das sementes de cada ensaio foi seca e a outra não, para posterior determinação da qualidade fisiológica. As concentrações de cada ácido que proporcionassem as melhores respostas fisiológicas foram utilizadas para o terceiro experimento. Sendo que neste a semeadura foi conduzida em três condições (SE = sem embebição/sementes secas; EAD = embebição prévia em água destilada por 12 horas e ESA = embebição prévia nos ácidos salicílico ou ascórbico por 12 horas), em substrato papel toalha umedecido com diferentes concentrações de solução de cloreto de sódio (zero; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa ), à 25 °C. Avaliou-se o teor de água das sementes e as características fisiológicas (germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, comprimento e massa seca da parte aérea e do sistema radicular), condutividade elétrica e os danos por membranas. Para todos os experimentos foi empregado o delineamento inteiramente casualizado. Os resultados mostraram que o processo de secagem interferiu no vigor e no desenvolvimento das plântulas das sementes de feijão caupi, independente de serem tratadas com ácido salicílico e ascórbico. Para as sementes expostas ao estresse salino aplicação exógena dos ácido ascórbico e salicílico nas concentrações 1,5 e 0,5mM, respectivamente, não proporcionou um efeito protetor as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi.

**Palavras-chave:** Potencial fisiológico, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Salinidade.

## GENERAL ABSTRACT

The climatic changes of the last decades contributed to the establishment of a drier environment and greater salinity for the germination and the initial growth of the plants, in several regions of the planet. The objective of this work was to verify if the applications of salicylic and ascorbic acids would provide an attenuation of the deleterious effects caused by saline stress, on the occasion of the germination and establishment of seedlings of cowpea, cv. BRS Potengi. Three experiments were carried out, the first one was conducted with the purpose of finding the imbibition time required for the seeds to reach Phase II of the three phase imbibition process; The same was used in the other experiments. The second experiment consisted of two experiments, in which the seeds were distributed in germination paper, previously moistened independently with solutions of salicylic acids (zero, 0.25, 0.5 and 1.0 mM) and ascorbic acid (zero, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 mM), then part of the seeds of each test was dried and the other not, for subsequent determination of the physiological quality. The concentrations of each acid that provided the best physiological responses were used for the third experiment. (SE = no soaking / dry seeds; EAD = previous soaking in distilled water for 12 hours and ESA = previous soaking in salicylic or ascorbic acids for 12 hours), on paper towel substrate moistened with Different concentrations of sodium chloride solution (zero, -0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa) at 25 °C. Seed water content and physiological characteristics (germination, speed index and mean germination time, dry mass and dry mass of shoot and root system), electrical conductivity and membrane damage were evaluated. For all the experiments the completely randomized design was used. The results showed that the drying process interfered with the vigor and development of the seedlings of cowpea seeds, regardless of whether they were treated with salicylic acid and ascorbic acid. For the seeds exposed to saline stress, exogenous application of ascorbic and salicylic acids at concentrations of 1.5 and 0.5 mM, respectively, did not provide a protective effect to cowpea, cv. BRS Potengi.

**Keywords:** Physiological potential, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Salinity.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Ensaio de embebição. Sementes de feijão caupi dispostas nos papéis germitest (A); confecção dos rolos (B); rolos na B.O.D. Página 19
- Figura 2 Teste padrão de germinação (A); teste de comprimento das plântulas (B); rolos dos testes de germinação e comprimento de plântulas dispostos na B.O.D. (C). Página 20
- Figura 3 Teste de condutividade elétrica a 25°C por 24 horas (A); fervura em banho-maria por 1 hora para determinação da porcentagem de danos membranas (B); condutímetro usado para a leitura da condutividade elétrica das amostras. Página 21
- Figura 4 Curva de embebição do primeiro ensaio com as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Página 22
- Figura 5 Curva de embebição do segundo ensaio com as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Página 23

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Resultados do teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida –FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas à diferentes períodos de embebição em água. Página 23
- Tabela 2 Resultados médios da 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) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas à diferentes períodos de embebição. Página 25
- Tabela 3 Resumo da análise de variância do teor de água (TA), primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR), coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária (CVPR), tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR), condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Página 26
- Tabela 4 Resultados do teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Página 27
- Tabela 5 Resultados médios do 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) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Página 28
- Tabela 6 Resultados da primeira contagem (PCG) e germinação (G) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Página 29

- Tabela 7 Resultados médios do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR); massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) das plântulas normais provenientes de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Página 30
- Tabela 8 Resumo da análise de variância do teor de água (TA), primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR), coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária (CVPR), tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR), condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Página 32
- Tabela 9 Resultados do teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Página 33
- Tabela 10 Resultados médios da primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), 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) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Página 35
- Tabela 11 Resultados médios do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR); massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) das plântulas normais provenientes de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Página 38
- Tabela 12 Resultados do teor de água (TA), condutividade elétrica (CE) e danos de membranas (DA) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão Página 39

caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à embebição em água, ácido ascórbico (1,5mM) e ácido salicílico (0,5mM) por 12 horas.

Tabela 13 Resultados médios da primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR); massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) das plântulas normais provenientes de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à embebição em água (T2), nas concentrações de 1,5mM de ácido ascórbico (T3) e 0,5 mM de ácido salicílico (T4) por 12 horas e em seguida postas para germinar em diferentes concentrações salinas (0;-0,3;-0,6;-0,9-1,2 MPa). Página 41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de globalização, com o uso demasiado de matérias primas e energia, acarretou em grandes mudanças climáticas; surgindo a preocupação em usar tecnologias que venham a mitigar os referidos impactos sobre a produção vegetal, com a finalidade de aumentar sua produção mantendo a qualidade.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma espécie de grande importância socioeconômica para o Brasil devido as suas características nutricionais, suas diversas formas de uso, tanto na culinária com o consumo “in natura” dos grãos secos ou verdes, como na alimentação de animais na forma de feno, silagem, forragem verde, e por possuir ampla adaptabilidade edafoclimática (Velarinho et al., 2011); sendo largamente cultivado na região Nordeste, a qual é caracterizada por apresentar precipitação irregular, evaporação e temperaturas elevadas e solos salinizados, de maneira que as sementes comumente encontram muitas situações adversas por ocasião da semeadura.

São várias as situações de estresse pelas quais as sementes ficam expostas durante o processo de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas, tais como estresses hídrico, salino e térmico.

Os estresses ambientais afetam diretamente o desenvolvimento das culturas, o suprimento de alimento e o progresso sócio-econômico. Milhões de hectares no mundo são afetados pela salinidade, principalmente em regiões áridas e semi-áridas onde são encontrados baixos índices de precipitação e altas taxas evaporativas, dificultando a lixiviação dos sais na camada agricultável. O mau uso da água de irrigação e o uso demasiado de fertilizantes são fatores que também influenciam para o acúmulo de sais no solo. Muitos têm sido os esforços demandados com o intuito de promover a tolerância das plantas a salinidade do solo ou à água salina de irrigação. Assim a mitigação de muitos estresses poderia vir a ocorrer com a aplicação exógena ou endógena de elicitores, tais como os ácidos salicílico, cítrico ou ascórbico (McCue et al., 2000).

O excesso de sais na solução do solo diminui a quantidade de água disponível para as plantas, em função do aumento do potencial osmótico, e causa toxicidade devido a grande quantidade de sais absorvidos juntamente com a água. Essa diminuição na água disponível para as plantas afeta diretamente o processo germinativo das sementes (Dias & Blanco, 2010). A literatura disponível revela os efeitos prejudiciais da

salinidade sobre a germinação de várias culturas de expressão econômica, tais como arroz (Xu et al., 2011), trigo (Akbarimoghaddam et al., 2011), espécies do gênero *Vigna* (Jabeen et al., 2003), e girassol (Mutlu & Buzcuk, 2007).

Os vegetais têm seu crescimento e desenvolvimento afetados quando expostos ao estresse salino. Estudos mostraram que a salinidade prejudicou o desenvolvimento de plântulas de espécies como *Ricinus communis* L. (Brito et al., 2015), *Cedrela odorata* L. (Ferreira et al., 2013), *Jatropha curcas* L. (Andréo-Souza et al., 2010).

Diante de qualquer estresse gerado pelo ambiente, seja ele biótico ou abiótico, ocorre um desequilíbrio promovendo um aumento na produção de EROs (espécies reativas do oxigênio) nos vegetais. As quais são espécies formadas a partir do metabolismo aeróbico dos vegetais, que em condições normais mantêm-se em equilíbrio entre as quantidades produzidas e as quantidades removidas.

Os antioxidantes são substâncias que inibem ou atrasam a oxidação de um substrato oxidável de maneira eficiente. Os mecanismos antioxidantes podem ser enzimáticos e não-enzimáticos. Os antioxidantes não-enzimáticos são de grande importância para a defesa das células dos vegetais, estando presentes em altas concentrações. São antioxidantes não-enzimáticos o ácido ascórbico, glutathione,  $\beta$ -caroteno, entre outros (Morgado, 2010).

Para manter o equilíbrio intracelular as enzimas antioxidantes (catalase, superóxido dismutase, ascorbato peroxidase, glutathione redutase, peroxidases, polifenoloxidase) devem eliminar as EROs na mesma proporção que as produzem. Ao se estudar os efeitos do estresse salino sobre sementes de quatro genótipos de feijão-miúdo (Amendoim, Mosqueado, Baio e Preto) Deuner et al. (2011) constataram que houve uma redução na atividade das enzimas antioxidantes, o que acarretou em danos oxidativos sobre as plântulas. No entanto ao se avaliar o desenvolvimento de plântulas de girassol, quando submetidas a estresses salinos, observou-se que ocorreu um aumento na atividade das enzimas antioxidantes, quando comparadas as que não foram expostas ao estresse, proporcionando-lhes uma maior tolerância (Carneiro et al., 2011). O mesmo pôde ser observado em raízes de feijão caupi, que tiveram seu crescimento reduzido ao serem submetidas a estresse salino, onde constatou-se que o aumento da atividade enzimática proporcionou um efeito protetor as raízes das plântulas (Maia et al., 2012).

Estudos estão sendo conduzidos com o propósito de tratar as sementes com elicitores exógenos (ácidos ascórbico, salicílico, cítrico), os quais teriam a propriedade

de conferirem um caráter protetivo às sementes, quando as mesmas fossem submetidas a algum tipo de estresse.

O ácido salicílico é um regulador de crescimento endógeno, que seria responsável pela indução de mecanismos de defesa nas plantas frente aos fatores bióticos e abióticos, tais como seca, salinidade, elevadas temperaturas (Horváth et al., 2007); ao proporcionar o aumento da atividade antioxidante, atuaria como um agente modulador das respostas contra o estresse hídrico durante a germinação das sementes (Kang et al., 2014).

A aplicação de ácido salicílico em sementes de feijão caupi submetidas a estresse hídrico, proporcionou um aumento da atividade das enzimas antioxidantes (catalase, ascorbato peroxidase, superóxido dismutase), resultando em uma maior resistência ao estresse. As sementes que tiveram a aplicação do ácido apresentaram maior germinação, vigor e crescimento radicular das plântulas (Dutra, 2015).

O ácido salicílico é um composto fenólico que está presente em muitas plantas (Shi et al., 2005), é uma importante molécula sinalizadora para a modulação das respostas da planta diante de um fator estressante; apresentando entre muitas funções a redução da abscisão foliar e da transpiração, além de interferir no processo de absorção por parte das raízes (Ashraf et al., 2010). Carvalho et al. (2007) ao submeterem sementes de camomila previamente tratadas com ácido salicílico, verificaram que as mesmas germinaram mesmo quando expostas a elevadas temperaturas ou deficiência hídrica.

Em sementes de *Vicia faba*, previamente tratadas com baixa concentração de ácido salicílico (0,25 mM), Anaya et al. (2015) verificaram que a germinação ocorreu de maneira satisfatória tanto em condições de baixa como de elevada salinidade; isto é muito relevante já que o estresse salino correlaciona-se negativamente com a germinação das sementes (Anaya et al., 2013). Entretanto, nem sempre a germinação é afetada pelo uso do ácido salicílico, de acordo com Agostini et al. (2013) o efeito positivo do ácido salicílico, mesmo em níveis intermediários de estresse, foi constatado nas características de crescimento das plântulas de feijão comum e não na sua germinação, ou seja, houve acréscimos quanto ao comprimento e massa seca da raiz, além da massa seca das plântulas.

O papel do ácido salicílico na germinação das sementes é controverso, há situações que a germinação foi inibida, sendo que em outras houve um acréscimo no vigor; possivelmente este comportamento seja decorrente das concentrações utilizadas



(Vicente & Plasencia, 2011). Há pesquisas que mostram a capacidade do ácido salicílico de incrementar a germinação das sementes, quando as mesmas são submetidas à condições de estresse abiótico; assim verificou-se efeitos benéficos da aplicação exógena de ácido salicílico em baixas concentrações sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Arabidopsis*, quando em condições abióticas adversas (Rajjo et al, 2006; Alonso-Ramirez et al., 2009). Sementes de *Arabidopsis* previamente tratadas com ácido salicílico, com concentrações que variaram de 0,05 a 0,5 mM, quando submetidas à estresse salino com cloreto de sódio (100-150 mM), germinaram até 80% em relação as que não foram tratadas, as quais apresentaram uma germinação de 50% (Alonso-Ramirez et al., 2009).

Além do ácido salicílico, o ácido ascórbico também destaca-se como um elicitor endógeno, mas que pode ser aplicado de forma exógena. O ácido ascórbico é um antioxidante não-enzimático encontrado em grandes quantidades nas células vegetais, principalmente em folhas maduras. Apresenta propriedades químicas que lhe confere característica de alto poder antioxidante por ser uma molécula que doa elétrons a um grande número de reações enzimáticas e não enzimáticas.

Alguns estudos indicam que a aplicação do ácido ascórbico confere maior proteção às plantas quando expostas a estresses bióticos e abióticos. As sementes de feijão-de-corda quando submetidas a condições de envelhecimento artificial (45°C, 99% U.R. no escuro por 72 h), apresentaram menores danos quando tratadas previamente com o ácido ascórbico (Brilhante et al., 2013), no entanto o mesmo não foi verificado quando as sementes foram submetidas ao estresse salino, onde a aplicação do ácido não reduziu os danos causados pelo estresse (Brilhante, 2011). Nascimento et al. (2014) ao estudarem o comportamento de sementes de girassol submetidas a estresses salinos e condições de envelhecimento acelerado, observaram que a aplicação exógena do ácido ascórbico proporcionou um efeito protetor das sementes quando expostas as condições de envelhecimento, mantendo o vigor de suas sementes. Porém, o mesmo não foi observado para as sementes expostas ao estresse salino que, mesmo com a aplicação do ácido, tiveram sua germinação afetada.

A aplicação exógena do ácido ascórbico também proporcionou uma maior tolerância das sementes e mudas de *Trigonella foenum-graecum* quando submetidas a estresse salino. As sementes apresentaram maior taxa de germinação e maior comprimento da parte aérea das plântulas e suas mudas obtiveram um melhor desenvolvimento quando comparadas as que não passaram pelo pré-tratamento com o

ácido. Além proporcionar resultados favoráveis na germinação e no desenvolvimento, observou-se que a aplicação do ácido ascórbico levou a um aumento na atividade antioxidante, o que conferiu maior proteção contra os efeitos danosos das ERO's, aumentando assim a resistência do vegetal contra o estresse salino (Behairy et al., 2012). Cavusoglu & Bilir (2015) obtiveram resultados semelhantes ao estudarem o efeito da aplicação de ácido ascórbico sobre sementes de *Hordeum vulgare* submetidas ao estresse salino, onde foi possível observar que as sementes aumentaram sua taxa de germinação e proporcionaram um melhor desenvolvimento das plântulas. O mesmo foi observado por Afzal et al. (2006) com sementes de *Triticum aestivum*, as quais adquiriram maior resistência ao estresse salino quando tratadas com ácido ascórbico.

Muitas das pesquisas que envolvem a aplicação tanto do ácido salicílico como do ascórbico nas sementes, para avaliar o desempenho das mesmas diante de uma situação de estresse, as utilizam úmidas sem qualquer procedimento de secagem. Na prática seria muito vantajoso aos agricultores adquirirem sementes já condicionadas em produtos que conferissem maior proteção a situações de estresse, sendo que o efeito protetor de tais ácidos deveria persistir nas sementes secas, já que elas são armazenadas e comercializadas com baixo teor de água.

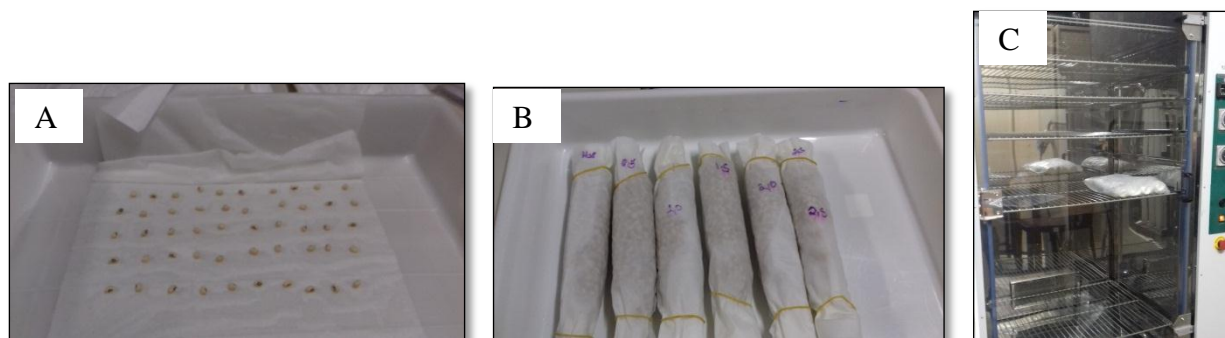
Portanto o objetivo do trabalho foi verificar um possível efeito residual protetor dos ácidos salicílico e ascórbico nas sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, quando as mesmas após serem expostas aos ácidos passam por um processo de secagem antes de serem submetidas ao estresse salino.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Produção Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Utilizou-se sementes de feijão caupi, variedade BRS Potengi, adquiridas na Embrapa Semiárido Petrolina/PE.

Foram desenvolvidos três experimentos, o primeiro (Figura 1) foi conduzido com o propósito de encontrar o tempo de embebição necessário para que as sementes atingissem a fase II do processo trifásico de embebição, sem passar para a fase III (emissão da raiz primária); o mesmo foi utilizado nos demais experimentos, sendo que procedeu-se com duas metodologias para avaliar a curva de embebição das sementes. Para ambas metodologias as sementes foram embebidas em papel germitest, umedecidos 2,5 seu peso seco, por diferentes períodos (zero; 30'; 1h; 3h; 6h; 9h; 12h;

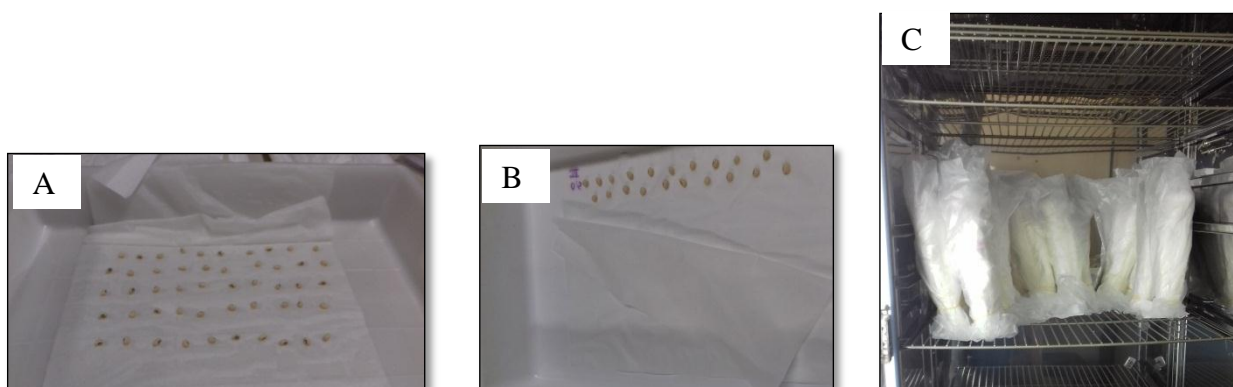
18h; 24 h). No primeiro ensaio empregou-se quatro repetições de 50 sementes, sendo as sementes pesadas, em balança analítica, após cada período de embebição e seus valores utilizados para a construção da curva de embebição. No segundo ensaio após a embebição, as sementes de cada período foram divididas em duas frações, ou seja, seca e úmida. A fração seca foi obtida pela secagem das sementes após os vários períodos de embebição até o teor de água inicial, enquanto a fração úmida foi formada pelas sementes recém-embebidas. Para a secagem das sementes foi utilizada estufa à 30°C, onde foram monitorados seu peso e teor de água até se obter, aproximadamente, o teor de água inicial das sementes. Ambas as frações foram submetidas as seguintes avaliações: teor de água (cinco repetições de 20 sementes); germinação (protrusão da raiz primária, cinco repetições de 20 sementes), conduzida em caixas gerbox tendo como substrato duas folhas de papel mata borrão, as avaliações foram realizadas diariamente no mesmo horário; índice de velocidade de protrusão de raiz – IVPR conforme Maguire (1962), coeficiente de velocidade de protrusão de raiz – CVPR conforme Roos & Moore III (1975) e tempo médio de protrusão de raiz – TMPR segundo Labouriau (1983), todas estas avaliações foram feitas em conjunto com o teste de germinação; condutividade elétrica - CE (quatro repetições de 50 sementes, imersas em 75 mL de água destilada, 25°C por 24 horas).



**Figura 1.** Ensaio de embebição. Sementes de feijão caupi dispostas nos papéis germitest (A); confecção dos rolos (B); rolos na B.O.D. Serra Talhada, 2016.

O segundo experimento consistiu em dois ensaios, nos quais as sementes foram distribuídas em três folhas papel de germinação previamente umedecido, de forma independente, com soluções dos ácidos salicílico (zero; 0,25; 0,5 e 1,0 mM) e ascórbico (zero; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mM) no período de 12 horas de embebição, além do tratamento testemunha em que as sementes ficaram embebidas em água destilada pelo mesmo período, posteriormente parte das sementes de cada ensaio foi seca e a outra

não, com posterior determinação do teor de água (cinco repetições de 20 sementes); germinação (protrusão da raiz primária, quatro repetições de 50 sementes); teste padrão de germinação (Figura 2A) índice de velocidade de protrusão de raiz – IVPR conforme Maguire (1962), coeficiente de velocidade de protrusão de raiz – CVPR conforme Roos & Moore III (1975) e tempo médio de protrusão de raiz – TMPR segundo Labouriau (1983) todos em conjunto com TPG; comprimento da parte aérea e sistema radicular (Figura 2B) (quatro repetições de 20 sementes); massa seca da parte aérea e sistema radicular em conjunto com as avaliações de comprimento e condutividade elétrica/CE (quatro repetições de 50 sementes).

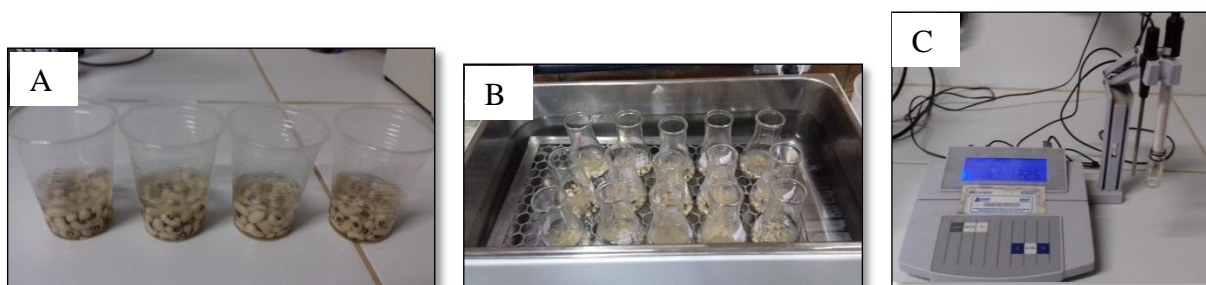


**Figura 2.** Teste padrão de germinação (A); teste de comprimento das plântulas (B); rolos dos testes de germinação e comprimento de plântulas dispostos na B.O.D. (C). Serra Talhada, 2016.

A concentração de cada ácido que proporcionou as melhores respostas fisiológicas foi utilizada para o terceiro experimento, o qual estudou o efeito dos ácidos aplicados previamente as sementes que seriam utilizadas nos testes fisiológicos em condições de estresse salino; de maneira que as sementes após o período de exposição aos ácidos foram divididas em duas frações, ou seja, em uma parte procedeu-se com a secagem e na outra manteve-se a umidade adquirida durante o período de embebição nos ácidos. A semeadura ocorreu em quatro condições (SE = sem embebição prévia/sementes secas; EAD = embebição prévia em água destilada; EAS = embebição prévia em ácido salicílico e EAA= embebição prévia em ácido ascórbico, por um período de de 12 horas), em substrato papel toalha umedecido com diferentes concentrações de solução de cloreto de sódio (zero; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa ), acondicionados em sacos plásticos e levados para a B.O.D. à 25 °C.

Avaliou-se o teor de água (cinco repetições de 20 sementes) segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), e as seguintes características fisiológicas:

germinação (porcentagem de plântulas normais – teste padrão de germinação/TPG, para cada critério de germinação foram empregadas quatro repetições de 50 sementes, com avaliações no quinto e oitavo dia de semeadura). O teste de comprimento da parte aérea e do sistema radicular foi conduzido com quatro repetições de 10 sementes por tratamento, mensurando-se tanto a parte aérea como o sistema radicular das plântulas normais (Figura 2B). Posteriormente, as plântulas normais foram seccionadas na região do coleto, obtendo-se assim as partes aérea e radicular, as quais foram utilizadas para obtenção de massa seca, por meio da secagem em estufa regulada a 80 °C por 24 horas, conforme recomendações de Nakagawa (1999). Também foi avaliada a condutividade elétrica – CE ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) onde as sementes foram pesadas em balança analítica sendo colocadas para embeber em copos de plástico contendo 75 mL de água deionizada, durante 24 horas, a 25°C (Figura 3A). Em seguida foram realizadas as leituras da condutividade em condutivímetro de bancada (30107-03-BI). Ainda foi avaliada a porcentagem dos danos de membranas das sementes através do vazamento de eletrólitos. As amostras utilizadas para a condutividade elétrica foram colocadas em Erlenmeyer em banho-maria por 1 hora em água fervente e depois prosseguiu-se com as leituras em condutivímetro (Figura 3B).



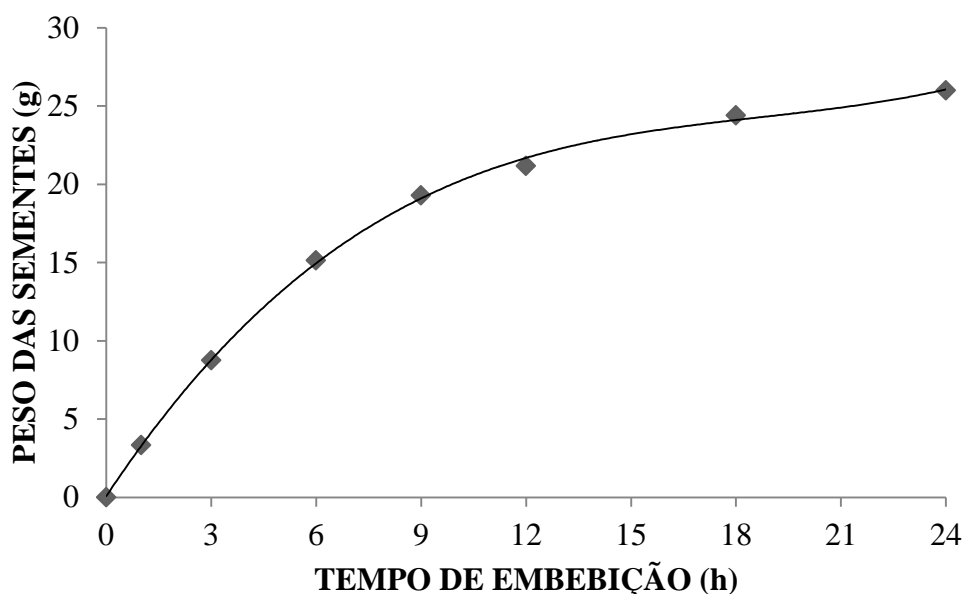
**Figura 3.** Teste de condutividade elétrica a 25°C por 24 horas (A); fervura em banho-maria por 1 hora para determinação da porcentagem de danos membranas (B); condutivímetro usado para a leitura da condutividade elétrica das amostras. Serra Talhada, 2016.

Para todos os experimentos foi empregado o delineamento inteiramente casualizado. O segundo experimento foi arranjado em esquema fatorial de 2 x 4 (fração úmida e seca; diferentes concentrações do ácido salicílico) para o experimento do ácido salicílico e 2 x 6 (fração úmida e seca; diferentes concentrações do ácido ascórbico) para o ácido ascórbico e em esquema fatorial triplo de 2 x 4 x 5 (fração úmida e seca; diferentes condições de embebição, e diferentes concentrações do NaCl), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento para as avaliações fisiológicas, com exceção

do comprimento e da massa seca das plântulas normais, pois para estas avaliações por ocasião da instalação dos testes foram empregadas quatro repetições de 20 sementes para o segundo experimento e quatro repetições de 10 sementes para o terceiro experimento. As variáveis avaliadas foram submetidas a análise de variância pelo teste F, empregando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

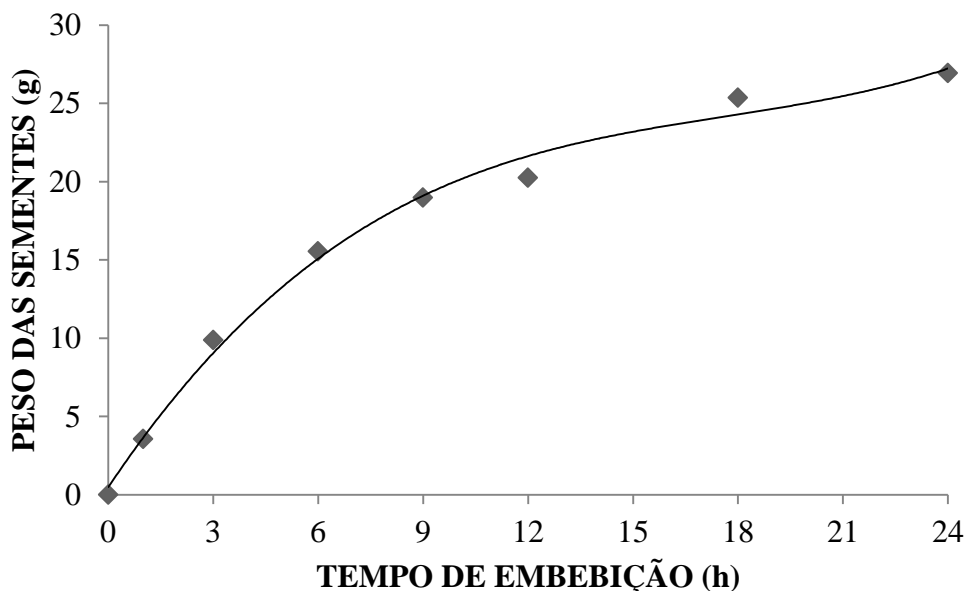
De acordo com a figura 4 verifica-se que as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, as quais foram submetidas a diferentes períodos de embebição em água destilada por ocasião do primeiro ensaio, apresentaram um rápido aumento de massa fresca, completando a fase inicial do processo trifásico de embebição nas primeiras horas (fase I). à partir das nove de embebição, a absorção de água pelas sementes tornou-se mais lenta, caracterizando a fase II do processo trifásico. Assim, empregou-se o período de 12 horas de embebição para submeter as sementes aos ácidos salicílico e ascórbico, minimizando possíveis prejuízos as sementes por ocasião do processo de secagem, caso as sementes tivessem iniciado a fase três do processo trifásico de embebição, a qual é caracterizada pela emissão da raiz primária.



**Figura 4.** Curva de embebição do primeiro ensaio com as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Serra Talhada, 2016.

O segundo ensaio com as sementes de feijão caupi verificou em que fase do processo trifásico de germinação as sementes se encontrava em cada período de embebição e avaliou o potencial germinativo dessas sementes após cada período de embebição. Diante disso foi possível observar que a segunda curva de embebição teve

comportamento semelhante à apresentada no primeiro ensaio. As sementes adquiriram um aumento da sua massa fresca nas primeiras horas, caracterizando a fase I do processo trifásico, à partir das nove horas de embebição absorção de água pelas sementes foi um pouco mais lenta (fase II do processo trifásico); retomando a rápida absorção as 18 horas de embebição (Figura 5).



**Figura 5.** Curva de embebição do segundo ensaio com as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Serra Talhada, 2016.

No segundo ensaio de embebição verifica-se que as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi tiveram uma rápida absorção de água no período de três horas de embebição, aumentando assim seu teor de água (Tabela 1). Nos períodos de nove e 12 horas pode ser observado uma estabilização na absorção de água, e no período de 18 horas as sementes voltaram a absorver água com maior rapidez retomando o aumento no seu teor de água. As avaliações da condutividade elétrica, de um modo geral, mostraram uma maior desorganização das membranas celulares nas sementes que passaram pelo processo de secagem e uma atenuação naquelas que passaram maior tempo embebidas na água destilada. Isso ocorreu, provavelmente, por maiores danos causados durante o processo de secagem as membranas das sementes, liberando assim mais exsudados.

**Tabela 1.** Resultados do teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida –FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas à

diferentes períodos de embebição em água. Serra Talhada –PE 2016.

Tempo de Embebição (horas)	TA (%)		CE ( $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	FU	FS	FU	FS
zero	11,17eA	9,55aB	337,28cB	327,69cB
30'	11,93eA	8,85aB	339,92cA	404,27dB
1	12,82eA	9,15aB	316,62cB	233,97bA
3	15,31dA	7,84aB	215,49bB	127,30aA
6	19,59cA	7,95aB	241,50bA	398,51bB
9	24,76bA	9,35aB	138,67aA	509,29eB
12	24,95bA	8,01aB	149,19aA	313,23cB
18	33,53aA	9,86aB	149,95aA	413,62dB
24	33,56aA	10,62aB	147,53aA	321,29cB
CV (%)		5,88		9,15

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as avaliações das características fisiológicas as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, expostas aos diferentes períodos de embebição, não houve diferenças significativas para as avaliações de protrusão da raiz primária e índice de velocidade de protrusão da raiz primária, tanto na fração úmida como na fração seca (Tabela 2). Indicando que para estas características o processo de secagem e o aumento dos períodos de embebição não causaram danos às sementes. Comportamento semelhante foi observado por Almeida et al., (2013) onde verificaram que a sementes de feijão adzuki não sofrem redução na sua germinação quando passaram por um processo de secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C reduzindo seu teor de água de 53% para 14, 75%.

A avaliação do coeficiente de velocidade de protrusão da raiz mostrou, para a fração úmida, que os períodos de 18 e 24 horas de embebição foram favoráveis com valores de 33,53 e 33,56 %, sendo superiores estatisticamente aos demais períodos de embebição. Já os resultados da fração seca não diferiram estatisticamente entre si, porém foram inferiores a fração úmida. Isso pode ter ocorrido devido ao estresse ocasionado nas sementes com o processo de secagem, levando a diminuição do vigor.

Para o tempo médio de protrusão da raiz, os períodos de 0, 30', 1 e 3 horas de embebição da fração seca, foram prejudiciais as sementes em relação as sementes da fração úmida (Tabela 2).



**Tabela 2.** Resultados médios da 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) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas à diferentes períodos de embebição. Serra Talhada –PE 2016.

Tempo Embebição o (horas)	PR(%)		IVPR		CVPR(%)		TMPR(dias)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
	<b>zero</b>	96,00aA	95,00aA	5,38aA	4,25aA	11,17eA	9,14aB	3,96aA
<b>30'</b>	82,00aB	96,00aA	3,82aA	4,14aA	11,93eA	9,55aB	4,53abcA	5,01bB
<b>1</b>	84,00aA	92,00aA	4,22aA	3,96aA	12,82eA	8,85aB	4,25abcA	5,00bB
<b>3</b>	96,00aA	94,00aA	4,97aA	4,39aA	15,31dA	9,15aB	4,05abA	4,58abB
<b>6</b>	94,00aA	84,00aA	4,72aA	4,19aA	19,59cA	7,84aB	4,22abcA	4,14aA
<b>9</b>	95,00aA	92,00aA	4,60aA	3,90aA	24,76bA	7,95aB	4,34abcA	4,53abA
<b>12</b>	87,00aA	85,00aA	3,94aA	3,91aA	22,75bA	9,35aB	4,66cA	4,72abA
<b>18</b>	91,00aA	91,25aA	4,22aA	4,08aA	33,53aA	8,01aB	4,57bcA	4,80bA
<b>24</b>	95,00aA	95,00aA	4,49aA	4,05aA	33,56aA	8,86aB	4,59bcA	4,05abA
<b>CV(%)</b>	<b>8,45</b>		<b>10,38</b>		<b>5,71</b>		<b>5,67</b>	

As médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 3 está representada ANAVA do segundo experimento, onde as sementes de feijão caup, cv. BRS Potengi, foram submetidas a embebição por 12 horas em diferentes concentrações do ácido salicílico. Para todas as variáveis avaliadas houve diferença significativa para as diferentes concentrações do ácido salicílico. Já para o fator fração não ocorreu diferença significativa para as variáveis de primeira contagem da plântula normal e germinação, o mesmo ocorreu na interação dos dois fatores.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância do teor de água (TA), primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR), coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária (CVPR), tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR), condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Quadrado Médio												
Fonte de	GL	TA (%)	PCG	G (%)	IVPR	CVPR	TMPR	CPA	CSR	MSPA	MSSR	CE ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
Varição			(%)			(%)	(dias)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	g <sup>-1</sup>
Concentrações	4	57,75**	630,65**	227,15*	21,26**	98,52**	0,4737**	10,68**	28,89**	0,1169**	0,0053**	48616,63**
Fração	1	2353,81	144,40 <sup>ns</sup>	202,50 <sup>ns</sup>	152,94**	636,20**	2,70**	50,26**	27,30**	1,41**	0,1714**	418447,93**
		**										
F X C	4	152,66*	80,15 <sup>ns</sup>	46,75 <sup>ns</sup>	13,26**	56,78**	0,2183**	7,65**	16,11**	0,1697**	0,0120**	26581,81**
		*										
Resíduos	30	1,37	71,06	60,16	1,51	5,83	0,0372	1,50	2,39	0,005	0,004	1077,39
CV (%)		7,38	12,56	10,09	6,15	6,39	7,13	19,30	11,04	10,78	11,77	12,11

Os valores seguidos de ns, \*\*, \* respectivamente, não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. G.L. –Grau de liberdade.

Na tabela 4 verifica-se que as diferenças estatísticas entre as frações úmida e seca das sementes submetidas ao teste de condutividade elétrica, foram decorrentes dos seus respectivos teores de água. Quanto mais secas as sementes, maior foi a desorganização do sistema de membranas, conseqüentemente maior lixiviação de eletrólitos. O mesmo foi observado por Vieira et al. (2002) em que ao estudarem o vigor de sementes de soja com diferentes teores de água, constataram que à medida que diminuiu o teor de água houve acréscimos nos valores de condutividade elétrica. Binott et al. (2008) ao estudarem o comportamento de sementes feijão submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, verificaram que quanto maior foi o tempo em que as sementes ficavam expostas as condições de alta temperatura (41 °C) e alta umidade maior foi a lixiviação de eletrólitos, decorrente de uma desorganização dos sistemas de membranas e menor capacidade de restauração dos danos causadas a sementes. Verifica-se ainda na tabela 4 que as sementes da fração úmida lixiviaram menos que as sementes sem hidratação, denotando um efeito positivo da hidratação, independente da presença do ácido salicílico, para restaurar o sistema de membranas. O ácido salicílico proporcionou um rearranjo nas membranas celulares de sementes de arroz submetidas a diferentes concentrações (zero; 0,1 e 1,0 mM), diminuindo assim sua perda de eletrólitos. Porém em maiores concentrações (10 e 20 mM) provocou uma maior permeabilidade aumentando assim o vazamento de solutos (Silveira et al., 2000).

**Tabela 4.** Resultados do teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	TA (%)		CE ( $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	FU	FS	FU	FS
<b>Sem hidratação</b>	11,30cA	11,42aA	406,8aA	408,5aA
<b>Hidratação em</b>	26,89abA	7,40bB	137,8bB	380,9aA
<b>H<sub>2</sub>O</b>				
<b>0,25</b>	29,04aA	7,40bB	94,5bB	373,9aA
<b>0,50</b>	26,01bA	7,33bB	99,5bB	355,7aA
<b>1,00</b>	24,57bA	7,58bB	104,1bB	348,1aA
<b>CV(%)</b>		7,38		12,11

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as sementes da fração úmida (Tabela 5) o uso do ácido salicílico proporcionou uma maior rapidez na protrusão da raiz primária (IVPR e CVPR) em relação as sementes que não passaram por nenhum tratamento e também para aquelas hidratadas apenas em água. Já para o TMPR, tanto a hidratação em água como nas soluções do ácido salicílico reduziram o tempo de emissão da raiz primária. Tais efeitos benéficos advindos dos tratamentos de hidratação foram eliminados por ocasião da secagem das sementes, denotando que a mesma ao reduzir o teor de água das sementes, eliminou os benefícios do condicionamento fisiológico (Tabela 4).

**Tabela 5.** Resultados médios do 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) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	IVPR		CVPR (%)		TMPR (%)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS
<b>Sem</b>	17,62cA	16,78aA	32,70cA	33,55aA	3,08bA	3,04aA
<b>hidratação</b>						
<b>Hidratação</b>	20,18bA	17,63aB	38,04bA	33,08aB	2,64aA	3,02aB
<b>em H<sub>2</sub>O</b>						
<b>0,25</b>	24,00aA	18,57aB	46,63aA	34,73aB	2,14aA	2,89aB
<b>0,50</b>	24,12aA	18,22aB	46,16aA	34,21aB	2,17aA	2,93aB
<b>1,00</b>	23,70aA	18,03aB	45,37aA	34,34aB	2,20aA	2,91aB
<b>CV(%)</b>		6,15		6,39		7,13

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as características primeira contagem e protrusão da raiz primária, não houve diferença estatística entre as frações seca e úmida e interação entre os fatores, apresentando diferença significativa apenas para as diferentes concentrações do ácido salicílico.

As sementes que apresentaram maior velocidade de formação de plântulas normais e maior potencial germinativo em relação as sementes sem

hidratação, foram as que ficaram em contato com o ácido salicílico na concentração de 0,25 mM (Tabela 6). Estudo realizado por Pacheco et al. (2007) observaram que as sementes de *Calêndula officinalis* L. após serem submetidas as concentrações do ácido salicílico (0; 0,05; 0,1 e 0,2 mM), não apresentaram alteração na protrusão da raiz com o incremento do ácido salicílico, porém apresentaram uma redução significativa na primeira contagem de germinação e um menor índice de velocidade de germinação com o uso de 0,2 mM.

O mesmo comportamento foi observado por Silveira et al. (2000) ao tratarem sementes de arroz com concentrações de ácido salicílico (zero; 0,1; 0,5; 1,0; 10 e 20 mM), verificaram um decréscimo na germinação com o aumento da concentração do ácido salicílico, isso causado talvez por um efeito alelopático sobre as sementes. Maia et al. (2000) ao submeterem sementes de soja, a diferentes concentrações do ácido salicílico (0; 20; 50 e 100 mg.kg<sup>-1</sup>) por 24 horas, verificaram que a percentagem de formação de plântulas normais das sementes não foi afetada negativamente com o incremento das doses, ocorrendo um aumento na percentagem de emergência.

**Tabela 6.** Resultados da primeira contagem (PCG) e germinação (G) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

<b>Concentrações (mM)</b>		
	<b>PCG (%)</b>	<b>G (%)</b>
<b>Sem hidratação</b>	63,00 bc	71,00 b
<b>Hidratação em H<sub>2</sub>O</b>	54,00 c	72,00 b
<b>0,25</b>	75,00 a	83,00 a
<b>0,50</b>	74,00 ab	79,00 ab
<b>1,00</b>	68,00 ab	79,00 ab
<b>CV(%)</b>	12,56	10,09

As médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A secagem apesar de não ter afetado a primeira contagem e a germinação das sementes (Tabela 6), interferiu de forma negativa no comprimento da parte aérea das plântulas provenientes das sementes hidratadas em água, e nas concentrações de 0,25 e 0,50mM do ácido salicílico (Tabela 7). Por sua vez, a hidratação em ácido salicílico, apesar de não ter diferido da testemunha (sementes secas) amenizou os efeitos para o

comprimento do sistema radicular, o qual apresentou valores inferiores apenas para as plântulas oriundas das sementes hidratadas em água (Tabela 7).

Para a fração úmida, as sementes submetidas as menores concentrações do ácido salicílico (0,25e 0,50 mM) desenvolveram plântulas normais de maior comprimento da parte área, em relação as sementes sem hidratação e aquelas hidratadas por 12 horas em água (Tabela 7), já as submetidas ao processo de secagem não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de hidratação em ácido salicílico e as sementes sem hidratação. Também para o comprimento do sistema radicular das plântulas da fração úmida, não houve diferença estatística entre os tratamentos de hidratação (hidratação em água e nas soluções do ácido salicílico) e as sementes sem hidratação. No entanto, o desenvolvimento do sistema radicular das plântulas normais das sementes da fração seca foram inferiores quando hidratadas apenas com água.

Para a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (Tabela 7) das plântulas normais provenientes das sementes que foram submetidas à hidratação, o processo de secagem interferiu negativamente, independente da presença do ácido salicílico. Por sua vez, as plântulas da fração úmida tiveram sua massa seca da parte aérea prejudicada pelo o uso do ácido salicílico na concentração de 1,00 mM, enquanto a massa seca do sistema radicular não apresentou diferença entre os tratamentos. Contudo, a massa seca da parte aérea e do sistema radicular foram prejudicadas pelo processo de secagem, independente do uso do ácido salicílico.

**Tabela 7.** Resultados médios do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR); massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) das plântulas normais provenientes de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido salicílico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	CPA (cm)		CSR (cm)		MSPA (g)		MSR (g)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
	<b>Sem hidratação</b>	5,58bA	4,89abA	15,99ab	14,95aA	0,84aA	0,75aA	0,21bA
<b>Hidratação em H<sub>2</sub>O</b>	A							
<b>0,25</b>	6,58bA	3,36bB	14,77ab	8,14bB	0,91aA	0,17cB	0,24abA	0,05cB
<b>0,50</b>	9,51aA	5,29abB	13,08bA	13,27aA	0,89aA	0,37bB	0,28aA	0,09bB
	9,40aA	5,90aB	16,41aA	15,18aA	0,94aA	0,49bB	0,27aA	0,13bB

<b>1,00</b>	6,58bA	5,99aA	13,96ab	13,37aA	0,64bA	0,47bB	0,24abA	0,12bB
	A							
<b>CV(%)</b>	19,30		11,04		10,78		11,77	

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A ANAVA do segundo experimento (Tabela 8), onde as sementes de feijão caup, cv. BRS Potengi, foram submetidas a embebição por 12 horas em diferentes concentrações do ácido ascórbico mostra que para o fator fração das sementes todas as variáveis avaliadas foram diferentes estatisticamente, menos a primeira contagem e tempo médio da protrusão da raiz. Para o fator concentração do ácido ascórbico não apresentaram diferença significativa para as variáveis avaliadas. Na interação dos dois fatores a única avaliação que não apresentou diferença significativa foi a germinação.

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância do teor de água (TA), primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), índice de velocidade da protrusão da raiz primária (IVPR), coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária (CVPR), tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR), condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Quadrado Médio												
Fonte de	GL	TA (%)	PCG (%)	G (%)	IVPR	CVPR	TMPR	CPA	CSR	MSPA	MSSR	CE
Varição						(%)	(dias)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ )
Fração	1	227,77**	47,17 <sup>ns</sup>	350,00**	5,82*	28,64**	0,0814 <sup>ns</sup>	1,47*	0,57**	0,0732**	0,0062**	0,0404**
Concentrações	6	53,78 <sup>ns</sup>	645,60 <sup>ns</sup>	89,97 <sup>ns</sup>	7,63 <sup>ns</sup>	29,32 <sup>ns</sup>	0,2582 <sup>ns</sup>	2,36 <sup>ns</sup>	11,81 <sup>ns</sup>	0,0874 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,0446 <sup>ns</sup>
F X C	6	570,47**	1996,19**	83,16 <sup>ns</sup>	21,23**	223,23**	0,5712**	4,20**	13,35**	0,3083**	0,027**	0,1741**
Resíduos	42	1,02	11,52	60,16	1,05	3,93	0,0277	0,32	1,30	0,0079	0,007	0,0029
CV (%)		6,78	12,56	8,72	5,36	5,55	5,88	8,70	7,27	11,73	12,35	17,36

Os valores seguidos de ns, \*\*, \* respectivamente, não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. G.L. –Grau de liberdade.



Para as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, embebidas em diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas (Tabela 9), verificou-se um comportamento semelhante ao observado para os resultados de teor de água e condutividade elétrica das sementes embebidas com o ácido salicílico (Tabela 4). As sementes da fração seca apresentaram uma maior desorganização do sistema de membranas, provavelmente devido ao estresse do processo de secagem, o que levou a uma maior lixiviação de eletrólitos. Sementes de feijão adzuki submetidas a processo de secagem em diferentes temperaturas (35, 45, 55, 65, e 75°C) apresentaram maiores valores de condutividade elétrica quando submetidas as temperaturas de 65 e 75°C, ficando claro que as sementes foram danificadas pelas altas temperaturas (Almeida et al., 2013).

**Tabela 9.** Resultados do teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	TA (%)		CE ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ )	
	FU	FS	FU	FS
<b>Sem hidratação</b>	11,30cA	10,98aA	408,5aA	405,0bA
<b>Hidratação em</b>	24,73aA	7,98bB	143,4bB	450,0abA
<b>H<sub>2</sub>O</b>				
<b>0,50</b>	22,35bA	7,82bB	132,1bB	551,2aA
<b>1,00</b>	24,68aA	7,71bB	118,9bB	406,3bA
<b>1,50</b>	22,67abA	7,68bB	133,1bB	446,9abA
<b>2,00</b>	21,99bA	7,72bB	135,8bB	440,3abA
<b>2,50</b>	23,25abA	7,75bB	164,8bB	441,9abA
<b>CV(%)</b>		6,78		17,36

As médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se na tabela 10 que as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, resultaram em uma maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, quando foram previamente tratadas com o ácido ascórbico, e sem passar por processo de secagem (fração úmida). Mas para a germinação, de um modo geral, este comportamento não foi verificado. Da mesma forma, para as características envolvendo a protrusão da raiz primária, os tratamentos pertinentes à hidratação das sementes, com

ou sem ácido ascórbico, com posterior secagem, proporcionaram uma maior velocidade de emissão da raiz primária. Dentro de cada fração, seca ou úmida, também foi possível observar que para as avaliações da protrusão da raiz, praticamente não houve diferença estatística entre os tratamentos envolvendo a embebição das sementes. Para o índice, o coeficiente de velocidade e o tempo médio de protrusão da raiz primária, as concentrações do ácido ascórbico de 0,50 e 1,00 mM proporcionaram as sementes da fração úmida, um retardo quanto a emissão da raiz primária em relação as sementes da fração seca.

Comportamento semelhante foi observado por Nascimento et al. (2014) que ao estudarem a germinação e o desenvolvimento de sementes de alface submetidas a embebição de diferentes concentrações de ácido ascórbico (0,005; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025 e 0,030g), observaram que a porcentagem de germinação não apresentaram diferença significativa quando comparadas a testemunha (sem embebição), porém observaram um complemento da massa fresca com o uso da concentração de 0,015g. Já estudos realizados por Ishibashi &Iwaya-Inoue (2006) mostrou que a aplicação exógeno de ácido ascórbico sobre as sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) notaram que ocorreu uma inibição na germinação com o aumento da concentração (50 e 100mM) de aplicação. Mostrando que o ácido ascórbico é mais necessário durante o desenvolvimento das plântulas.

**Tabela 10.** Resultados médios da primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), 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) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	PC (%)		G (%)		IVPR		CVPR(%)		TMPR (dias)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
<b>Sem</b>	63,00cA	66,00aA	71,50bA	73,00aA	17,62aA	18,45bA	32,70aA	31,56bA	3,08aA	2,89Ba
<b>hidratação</b>										
<b>0,50</b>	77,92ab	30,50cd	84,00ab	77,00aA	14,69bB	21,59aA	27,48bB	40,50aA	3,64bB	2,47aA
<b>1,00</b>	82,00aA	26,00dB	87,00aA	75,00aB	18,94aB	21,10aA	35,54aB	39,56aA	2,81aB	2,53aA
<b>1,50</b>	67,00bc	37,00bcd	73,00ab	76,00aA	19,15aA	20,23aA	35,13aA	37,38aA	2,85aA	2,67aA
<b>2,00</b>	68,00abc	43,00bc	78,00ab	74,00aA	18,61aA	19,97aA	34,96aA	37,31aA	2,86aA	2,70aA
<b>2,50</b>	72,00abc	51,00ab	76,00ab	71,00aA	18,05aB	19,70ab	33,14aB	36,97abA	3,05aB	2,65aA

---

<b>CV(%)</b>	11,52	8,72	5,36	5,55	5,88
--------------	-------	------	------	------	------

---

As médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as avaliações de desenvolvimento das plântulas normais das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, tratadas com as concentrações do ácido ascórbico por 12 horas, foi observado que as sementes da fração úmida proporcionaram os melhores resultados para o comprimento da parte aérea das plântulas oriundas das sementes hidratadas com a concentração de 1,50 mM. No entanto, as sementes submetidas a secagem nas concentrações de 1,00 e 2,50 mM proporcionaram os melhores resultados quando comparadas com as sementes da fração úmida. As sementes da fração úmida que foram embebidas a concentração de 0,50 mM, proporcionou um maior comprimento da parte aérea em relação as sementes sem hidratação. Por sua vez, as sementes da fração seca, previamente hidratadas nas concentrações de 1,0 e 2,5 mM de ácido ascórbico, resultaram em plântulas com maior comprimento da parte aérea, do que as sementes sem hidratação ou hidratadas nas concentrações de 0,5; 1,5 e 2,0 mM do ácido.

Quanto a avaliação do comprimento do sistema radicular das plântulas normais, as sementes da fração úmida, de um modo geral, proporcionaram plântulas com um maior crescimento quando comparadas as sementes da fração seca, o que fica evidenciado quando as sementes foram hidratadas apenas com água destilada e nas concentrações de 1,50; 2,00 e 2,50 mM de ácido ascórbico. Na fração úmida a embebição das sementes na concentração de 1,5 mM do ácido ascórbico, proporcionou um maior comprimento do sistema radicular do que as sementes sem hidratação. A concentração de 2,5 mM do ácido ascórbico foi prejudicial ao comprimento do sistema radicular em relação ao tratamento sem hidratação.

Para as massas secas da parte aérea e do sistema radicular das plântulas normais, os resultados apresentaram um comportamento semelhante, onde as sementes da fração úmida proporcionaram plântulas com maior acúmulo de massa seca do que as sementes que passaram pelo processo de secagem. Apenas a massa seca do sistema radicular na concentração 2,00 mM do ácido ascórbico não diferiu estatisticamente entre as frações das sementes (Tabela 6). As sementes da fração úmida hidratadas na concentração de 1,00 mM do ácido ascórbico resultaram em plântulas com massa seca da parte aérea e do sistema radicular significativamente superior em relação a todos os demais tratamentos. Entretanto, na fração seca foi possível observar um declínio da massa seca da parte aérea, em todos os tratamentos que envolveram hidratação em relação às sementes sem hidratação.

**Tabela 11.** Resultados médios do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR); massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) das plântulas normais provenientes de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	CPA (cm)		CSR (cm)		MSPA (g)		MSR (g)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
Sem hidratação	5,58cA	5,45cA	15,99bcd	15,06ab	0,84bA	0,78aA	0,21bA	0,18aA
Hidratação em H <sub>2</sub> O			A	A				
0,50	6,46abcA	5,50cB	16,53abc	13,70bcB	0,93bA	0,57bB	0,26bA	0,16abcB
1,00	6,84abA	5,63cB	13,70dA	15,27ab	0,83bA	0,43bB	0,25bA	0,10cB
1,50	5,70bcB	6,72bcA	15,21cd	16,28aA	1,25aA	0,58bB	0,36aA	0,15abcB
2,00	7,63aA	8,20aA	18,78aA	16,75aB	0,96bA	0,56bB	0,26bA	0,17abB
2,50	6,58abcA	7,24abA	17,99ab	15,72abB	0,82bA	0,62bB	0,23bA	0,20abA
CV(%)		8,70		7,27		11,73		12,35

As médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o terceiro experimento, no qual as sementes foram tratadas previamente com os ácidos ascórbico e salicílico durante o período de 12 horas de embebição, foi possível observar que os valores encontrados dos teores de água das sementes influenciaram nos valores apresentados da condutividade elétrica. A condutividade elétrica aumentou à medida que o teor de água reduziu. Isso possivelmente aconteceu pelo fato das sementes apresentarem uma maior desorganização do sistema de membranas por ocasião do processo de secagem, aumentando a lixiviação de eletrólitos. O mesmo pode ser observado para os valores dos danos de membranas das sementes (Tabela 12).

**Tabela 12.** Resultados do teor de água (TA), condutividade elétrica (CE) e danos de

membranas (DA) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas previamente à embebição em água, ácido ascórbico (1,5mM) e ácido salicílico (0,5mM) por 12 horas. Serra Talhada –PE 2016.

Condições de Embebição	TA (%)		CE ( $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ )		DA ( $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS
<b>Sem hidratação</b>	10,61bA	11,20aA	213,17bA	217,42cA	57,31bA	50,67cA
<b>Embebição em H<sub>2</sub>O</b>	27,41aA	11,76aB	66,50aA	197,77bcB	26,17aA	37,60aB
<b>Embebição em Ácido Ascórbico</b>	27,68aA	12,26aB	73,87aA	172,19aB	27,41aA	36,08aB
<b>Embebição em de Ácido Salicílico</b>	26,04aA	11,06aB	78,69aA	193,47abB	27,15aA	42,87bB
<b>CV(%)</b>	7,49		7,69		5,15	

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o experimento de salinidade (Tabela 13) das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, tratadas previamente com as soluções dos ácidos ascórbico e salicílico pode ser observada uma redução drástica nas características avaliadas como o aumento das concentrações do NaCl no substrato. Na avaliação de primeira contagem da germinação, avaliada no quinto dia após a semeadura, apenas as sementes que foram semeadas no substrato umedecido com água destilada (testemunha) apresentaram germinação em torno de 10 e 16% de plântulas normais para a fração úmida e entre 18 e 27% na fração seca. Nos demais tratamentos, onde foram utilizadas diferentes concentrações do cloreto de sódio, não houve a formação de plântulas normais por ocasião da avaliação da primeira contagem (Tabela 13).

A avaliação da germinação das sementes mostrou que à medida que se aumentava as concentrações salinas havia um declínio na germinação, mesmo nas sementes tratadas com os ácidos, diferindo estatisticamente da testemunha que de um modo geral, apresentou-se superior a todos os demais tratamentos. Em relação ao processo de secagem as sementes apresentaram resultados inferiores estatisticamente à fração úmida, o que indica que as sementes foram prejudicadas na germinação pelo processo de secagem.

Diferentes resultados foram encontrados por Behairy et al. (2012) mostrando que sementes de *Trigonella foenum graecum* quando tratadas com o ácido ascórbico ( $100 \text{ mL}^{-1}$ ) apresentaram um aumento significativo na sua germinação de 66% (sementes não tratadas) para 82% quando expostas a concentração de NaCl de 100mM. Sementes de *Phragmites karka* também tiveram o efeito da salinidade amenizado quando tratadas com 5mM do ácido ascórbico, mantendo sua germinação mesmo em altas concentrações do NaCl (0; 100; 200; 300; 400 e 500 mM) (Zehra, et al. 2012). O ácido salicílico também mostrou-se eficaz quando usado em sementes de *Vicia fava* L. expostas a diferentes concentração de NaCl (0; 90; 120; 150 e 200 mM) para atenuar os efeitos negativos sobre a germinação (Anaya, et al. 2015).

Para as características relacionadas ao comprimento e a massa seca das plântulas normais, observou-se que mesmo a menor concentração do NaCl (-0,3 MPa) fez com que as plântulas tivessem seu desenvolvimento comprometido, mostrando-se inferiores estatisticamente as plântulas da testemunha (Tabela 13). À partir da concentração de -0,6 MPa do NaCl, não houve mais a formação de plântulas normais no teste de comprimento de plântulas, conseqüentemente tornou-se inviável a obtenção da massa seca.



**Tabela 13.** Resultados médios da primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR); massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) das plântulas normais provenientes de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi , cv. BRS Potengi, submetidas previamente à embebição em água (T2), nas concentrações de 1,5mM de ácido ascórbico (T3) e 0,5 mM de ácido salicílico (T4) por 12 horas e em seguida postas para germinar em diferentes concentrações salinas (0;-0,3;-0,6;-0,9-1,2 MPa). Serra Talhada –PE 2016.

Condições de Embebição X Concentrações salinas	PC (%)		G (%)		CPA (cm)		CSR (cm)		MSPA (g)		MSSR (g)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
<b>T1-0</b>	15,00 aA	19,00 bA	75,00abA	78,00abA	5,63cA	5,76aA	13,76cA	12,87aA	0,30cA	0,26abA	0,10bcA	0,07abcA
<b>T1-0,3</b>	0,00 cA	0,00 cA	60,00bcA	17,00cB	1,98dB	3,94cA	4,48dA	4,75cA	0,25cA	0,16cB	0,06dA	0,06abcA
<b>T1-0,6</b>	0,00 cA	0,00 cA	29,00dA	22,00bA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T1-0,9</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T1-1,2</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T2-0</b>	16,00 aA	18,00bA	79,00aA	43,00bB	8,22aA	4,85bB	19,29aA	7,55bB	0,48aA	0,28aB	0,13aA	0,08abB
<b>T2-0,3</b>	0,00 cA	0,00 cA	61,00bcA	18,00cB	2,49dA	2,17dA	5,92dA	4,63cB	0,27cA	0,13cB	0,07cdA	0,04cB
<b>T2-0,6</b>	0,00 cA	0,00 cA	30,00dA	20,00bB	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T2-0,9</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T2-1,2</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T3-0</b>	10,00 bB	27,00 aA	69,00abcA	47,00bB	6,76bA	4,30bB	19,65aA	7,66bB	0,41abA	0,20bcB	0,13abA	0,06bcB
<b>T3-0,3</b>	0,00 cA	0,00 cA	58,00cA	10,00cdB	2,56dA	1,96dA	6,44dA	4,96cB	0,25cA	0,19bcB	0,07cdA	0,05bcB
<b>T3-0,6</b>	0,00 cA	0,00 cA	29,00dA	21,00bB	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T3-0,9</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA

<b>T3-1,2</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T4-0</b>	10,00bB	27,00aA	57,00cA	64,00aA	6,70bA	4,72bB	16,57bA	10,75aB	0,39bA	0,26abB	0,12abA	0,09aB
<b>T4-0,3</b>	0,00 cA	0,00 cA	36,00dA	13,00cdB	2,45dA	1,81dB	6,60dA	4,19cB	0,23cA	0,17cB	0,07cdA	0,08abA
<b>T4-0,6</b>	0,00 cA	0,00 cA	13,00eA	10,00cB	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T4-0,9</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>T4-1,2</b>	0,00 cA	0,00 cA	0,00eA	0,00dA	0,00eA	0,00eA	0,00eA	0,00dA	0,00dA	0,00dA	0,00eA	0,00dA
<b>CV (%)</b>		51,26		27,46		20,66		23,72		29,65		37,53

As médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### **4 CONCLUSÃO**

O processo de secagem foi prejudicial no vigor e o desenvolvimento das plântulas das sementes tratadas com ácido salicílico e ascórbico.

A aplicação exógena dos ácido ascórbico e salicílico nas concentrações 1,5 e 0,5mM, respectivamente, não proporcionou um efeito protetor as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, quando expostas ao estresse salino.

## REFERÊNCIAS

AFZAL, I.; BASRA, S. M. A.; FAROOQ, M.; NAWAZ, A. Alleviation of Salinity Stress in Spring Wheat by Hormonal Priming with ABA, Salicylic Acid and Ascorbic Acid. **International Journal of Agriculture e Biology**, v.8, n.1, p23-28, 2016.

AGOSTINI, E. A. T.; MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Induction of water deficit tolerance by cold shock and salicylic acid during germination in the common bean. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 35, n. 2, p. 209-219, 2013.

AKBARIMOGHADDAM, H., GALAVI, M., GHANBARI, A., PANJEHKEH, N. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. **Trakia Journal of Sciences**. v.9, n.1, p.43–50. 2011.

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.

ALONSO-RAMIREZ. A; RODRIGUEZ. D.; REYES, D.; JIMENEZ, J. A, NICOLAS, G.; LO PEZ-CLIMENT, M.; GOMEZ-CADENAS, A.; NICOLAS, C. Evidence for a role of gibberellins in salicylic acid-modulated early plant responses to abiotic stress in *Arabidopsis* seeds. **Plant Physiology**, v.150, p.1335–1344, 2009.

ANAYA, F.; FGHIRE, R.; WAHBI, S.; LOUTFI, K. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 2015.

ANDRÉO-SOUZA, A.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F. S.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2 p. 083-092, 2010.

ASHRAF, M.; AKRAM, N. A.; ARTECA, R. N.; FOOLAD, M. R. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 29, n. 3, p. 162-190, 2010.

BEHAIRY, R. T.; EL-DANASOURY, M.; CRAKER, L.. Impact of ascorbic acid on seed germination, seedling growth, and enzyme activity of salt-stressed fenugreek. **Journal of Medicinally Active Plants**, v.1, n.3, p.106-113, 2012.

BINOTTIL, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSOL, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁL, M. E.; ARFL, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BORBA, I. C.; BANDEIRA, J. M.; MARINI, P.; MARTINS, A. B. N.; MORAES, D. M. Metabolismo antioxidativo para separação de lotes de sementes de diferentes graus de homogeneidade. **Revista Brasileira de Biociência**, v.12,n.1, p.20-26, 2014.

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, 399p, 2009.

BRILHANTE, J. C. A. **Aplicação de ácido ascórbico em sementes de feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na atenuação dos efeitos do envelhecimento e do estresse salino**. Tese (Doutorado) apresentada ao departamento de fitotecnia, programa de pós-graduação de agronomia, UFC, p. 124, Ceará, 2011.

BRITO, K. Q. D.; SOUZA, F. G.; JUNIOR, G. J. D.; BRITO, K. S. A. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento inicial da mamona ‘BRS energia’. **Revista Verde**, v.10, p.17 - 20, 2015.

CARNEIRO, M. M. L. C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P. V.; TEIXEIRA, S. B.; SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; MORAES, D. M.. Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de

girassol após estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Semente**, v.33, n. 4, p.754-763, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, P. R.; MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira Sementes**, v. 29, n. 1, p. 114-124, 2007.

CAVUSOGLU, K.; BILIR, G.; Effects of ascorbic acid on the seed germination, seedling growth and leaf anatomy of barley under salt stress. **Journal of Agricultural e Biological Science** , v.10, n.4, p.124-129, 2015.

CHEESEMAN, J.M. Hydrogen peroxide concentrations in leaves under natural conditions. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, n. 10, p. 2435-2444, 2006.

DEUNER, C.; MAIA, M. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.55, n.2, p. 135-140, 2011.

DIAS, N.S.; BLANCO, F.F. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (Ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, 2010. 472p.

DUTRA, W. F. **Ácido salicílico como indutor de tolerância ao déficit hídrico nas fases de germinação e crescimento inicial de feijão caupi**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, p. 77, 2015.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; OLIVEIRA, R. G.; ALMEIDA, A. G. F. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 99-105, 2013.

GIANNOPOLITIS, O., RIES, S.K. Superoxide dismutase: I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**. v. 59, n.2, p. 309-314, 1977.

HAVIR, E.A., MCHALE, N.A. Biochemical and development characterization of multiple forms of catalase in Tobacco-Leaves. **Plant Physiology**. v. 84, p. 450-455, 1987.

HEATH R.L., PACKER L. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Arch. Biochem. Biophys.** v. 125, p. 189-198, 1968.

ISHIBASHI, Y.; IWAYA-INOUE, M.; Ascorbic Acid Suppresses Germination and Dynamic States of Water in Wheat Seeds. **Plant Production Science**. v.9, n.2, p.172-175, 2006.

JABEEN, M., AZIM, F., IBRAR, M., HUSSAIN, F., ILAHI, I. The effect of sodium chloride salinity on germination and productivity of Mung bean (*Vigna mungo* Linn.). **Journal of Science and Technology University of Peshawar**, v.27, n.1, p.1-6, 2003.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 173 p. 1983.

LOPES, A. P. **Mudanças climáticas globais e estresses abióticos em sementes e plântulas de abóbora**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, p. 117, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 1, p. 176-177, 1962.

MAIA, F. C.; MORAES, D. M.; MORAES, R. C. P. Ácido salicílico: efeito na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n.1, p.264-270, 2000.

MAIA, J. M.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; MACÊDO, C. E. C.; PONTE, L. F. A.; SILVEIRA, J. A. G. Atividade de enzimas antioxidantes e inibição do crescimento

radicular de feijão caupi sob diferentes níveis de salinidade. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.2, p.342-349, 2012.

MORGADO, C. M. A. **Qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de goiaba: inteiras e minimamente processadas**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, p.83, 2010.

McCUE, P.; ZHENG, Z.; PINKHAM, J.; SHETTY, K. A model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Processes Biochemistry**, v. 35, n. 6, p. 603-613, 2000.

MUTLU, F., BUZCUK, S. Salinity induced changes of free and bound polyamine levels in sunflower (*Helianthus annuus* L.) roots differing in salt tolerance. **Pakistan Journal of Botany**, v.39, n.4, p. 1097–1102, 2007.

NASCIMENTO, F. K. S.; GUISTEM, J. M.; FONSECA, P. H. S.; PORTELA, S. B.; SANTOS, F. N.; Germinação e vigor de sementes de alface tratadas com ácido ascórbico. **Horticultura brasileira**, v. 31, n. 2, p. 3548-3555, 2014.

NASCIMENTO, I. L.; RUPPENTHAL, V.; NASCIMENTO, E. H. S.; JESUS, R. M.; NASCIMENTO, L. F. B.; ENÉAS-FILHO, J. Ação do ácido ascórbico na atenuação do efeito de envelhecimento e do estresse salino em sementes de girassol. **II INOVAGRI International Meeting**, 2014.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap.2. p.1-21.

NAKANO, Y., ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant Cell Physiology**, v. 22, p. 1068-1072, 1981.

PACHECO, A.C.; CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETO, N.B.2; CARVALHO, P.R.; PEREIRA, D.N.; PACHECO, J.G.E. Germinação de sementes de camomila [*Chamomilla*



*recutita* (L.) Rauschert] e calêndula (*Calendula officinalis* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.9, p.61-67, 2007.

RAJJOU, L.; BELGHAZI, M.; HUGUET, R.; ROBIN, C.; MOREAU, A.; JOB, C.; JOB, D. Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on *Arabidopsis* seed germination and establishment of early defense mechanisms. **Plant Physiology**, v.141, p.910–923, 2006.

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, n3, p. 782-786. 1989.

SHI, Q.; BAO, Z.; ZHU, Z.; YING, Q.; QIAN, Q. Effects of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 52, n. 2 , p. 793-800, 2005.

SILVEIRA, M. A. M.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Germinação e vigor de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n.2, p.145-152, 2000.

VELARINHO, A. A.; JUNIOR, A. L. M.; NECHET, K. L.; ZILLI, J. E.; BARBOSA, G. F.; SMIDERLE, O. J.; MEDEIROS, R. D. **O Cultivo do feijão-caupi em Roraima**. - Boa Vista: Embrapa Roraima, 72p. 2011.

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.

VICENTE, M. R.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defense: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**. v.62, n.10, p.3321-3338, 2011.

XU, X.Y., FAN, R., ZHENG, R., LI, C.M., YU, D.Y. Proteomic analysis of seed germination under salt stress in soybeans. **J. Zhejiang Univ. Sci. B**, v.12 n.7, p. 507–517, 2011.

ZEHRA, A.; SHAIKH, F.; ANSARI, R.; GUL, B.; KHAN, M. A.; Effect of ascorbic acid on seed germination of three halophytic grass species under saline conditions. **Grass and Forage Science**, v.68, n.2, p.339-344.