

BRUNA TUANE DE SOUZA CAÇULA

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

Serra Talhada-PE

2017

C
A
Ç
U
L
A

B
T
S

A
L
T
E
R
A
Ç
Õ
E
S

F
I
S
I
O
L
Ó
G
I
C
A
S
·
·
2
0
1
7

BRUNA TUANE DE SOUZA CAÇULA

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS COM
OS ÁCIDOS SALICÍLICO OU 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^a. Dr^a. Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto

Serra Talhada-PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada-PE, Brasil

C118a Caçula, Bruna Tuane de Souza
Alterações fisiológicas de sementes de feijão Caupi tratadas com os ácidos salicílico ou ascórbico e submetidas ao estresse salino/
Bruna Tuane de Souza Caçula. - Serra Talhada, 2017.
98 f. : il.

Orientador: Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Serra Talhada, PE, 2017.

Inclui referências e anexos.

1. Salinidade. 2. Sementes - Feijão Caupi. 3. Sementes - potencial fisiológicos. I. Pinto, Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo, orient. II. Título.

CDD 631

BRUNA TUANE DE SOUZA CAÇULA

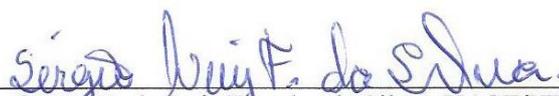
ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI TRATADAS
COM OS ÁCIDOS SALICÍLICO OU ASCÓRBICO E SUBMETIDAS AO
ESTRESSE SALINO

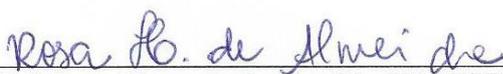
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

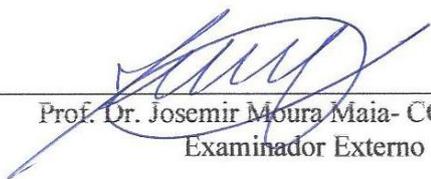
Aprovada em 23 fevereiro de 2017.

Banca Examinadora


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


Prof. Dr. Sérgio Luiz Ferreira da Silva – UAST/UFRPE
Examinador Interno


Prof. Dr.^a Rosa Honorato de Almeida – UAST/UFRPE
Examinador Interno


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

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar força para prosseguir em todos os momentos dessa conquista;

A minha orientadora, professora Dr^a. Monalisa Alves Diniz da Silva Camargo Pinto, pela paciência, compreensão e amizade. Obrigada pela orientação, incentivo e por ter mantido a confiança em todos os momentos.

Às amigas Joyce e Lauizy pela colaboração direta para a finalização das atividades deste trabalho.

Ao professor Vicente Improsi pela disponibilidade e interesse em colaborar na finalização deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela contribuição para meu aprendizado durante a realização do curso.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo apoio e atenção durante a realização do curso.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida que viabilizou parte dos estudos.

A minha mãe Josineide e toda a minha família, pela força, apoio, amor e por me trazerem paz, alegrias e força para continuar;

As minhas tias Josenilda, Ivalnilda e Ivoneide pelos conselhos e incentivo;

À minha filha Ana Luísa e ao meu esposo César pelo amor e compreensão;

Enfim, a todos que torceram e contribuirão para a realização deste trabalho!

Muito Obrigada!

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

(Gálatas 6:9)

RESUMO GERAL

A salinidade destaca-se como um dos principais estresses ambientais, afetando a produtividade de muitas culturas, entre elas o feijão caupi, que apesar de ser bem adaptado as condições de baixa precipitação e temperaturas elevadas, é uma espécie sensível a salinidade. O objetivo do presente trabalho foi verificar um possível efeito residual protetor dos ácidos salicílico ou ascórbico nas sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, mesmo após a secagem das sementes, com posterior semeadura em condições salinas. Foram desenvolvidos três experimentos, sendo que o primeiro foi conduzido com o propósito de encontrar o período de embebição necessário para que as sementes atingissem a fase II do processo trifásico de embebição, sem iniciar a fase III. Além de comparar se o uso das mesmas sementes para todos os períodos embebição (metodologia I) ou a utilização de novas sementes a cada período (metodologia II) poderiam interferir na construção da curva de embebição (30'; 1; 3; 6; 9; 12; 18 e 24 horas). No caso da metodologia II as sementes após cada período de embebição foram divididas em duas frações, sendo uma delas mantida úmida (fração úmida) até a semeadura e a outra submetida ao processo de secagem (fração seca). Avaliou-se: teor de água – TA; germinação (protrusão da raiz primária - PRP); índice de velocidade de protrusão da raiz primária – IVPR; coeficiente de velocidade de protrusão da raiz primária – CVPR; tempo médio de protrusão da raiz primária – TMPR e condutividade elétrica – CE. O segundo experimento consistiu em dois ensaios, realizados de forma independente, nos quais as sementes foram condicionadas fisiologicamente com as soluções dos ácidos salicílico (0,0; 0,25; 0,5 e 1,0 mM) e ascórbico (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mM) por 12 horas, posteriormente as sementes de cada uma das concentrações dos ácidos também foram divididas em duas frações, ou seja, úmida e seca. Posteriormente determinou-se: TA; PRP; IVPR; CVPR; TMPR; porcentagem de germinação (porcentagem de plântulas normais) - G ; primeira contagem de germinação – PCG; comprimento da parte aérea – CPA e do sistema radicular – CSR; massa seca da parte aérea – MSPA e do sistema radicular – MSR e CE. As concentrações de cada ácido que proporcionassem as melhores respostas fisiológicas foram utilizadas para o terceiro experimento. O terceiro experimento envolveu tratamentos de pré embebição, ou seja, sementes sem condicionamento fisiológico (Sem CF - testemunha); sementes com condicionamento fisiológico em água destilada (CF água - hidrocondicionamento); sementes com condicionamento fisiológico em solução de ácido salicílico (CF AS : 0,5 mM) e sementes com condicionamento fisiológico em solução do ácido ascórbico (CF AA: 1,5 mM) por 12 horas. Posteriormente, as sementes de cada um dos

tratamentos de condicionamento fisiológico foram divididas nas frações úmida (sem secagem) e seca (com secagem), e em seguida semeadas em substrato papel germitest umedecido com soluções de cloreto de sódio de diferentes potenciais osmóticos (0,0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), à 25 °C. Avaliou-se: TA, CE, porcentagem dos danos de membranas; G; PCG; CPA; CSR, MSPA e MSR. Para todos os experimentos foi empregado o delineamento inteiramente casualizado. No primeiro experimento as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, apresentaram um padrão trifásico de germinação, mostrando que não ocorreu diferença no comportamento das sementes para as duas metodologias utilizadas e após 12 horas de embebição as sementes encontraram-se na fase II do processo trifásico de embebição. No caso da metodologia II não houve diferença significativa para os parâmetros de germinação e vigor entre os diferentes períodos de embebição. O segundo experimento mostrou que o uso das concentrações do ácido salicílico proporcionou melhores resultados na germinação das sementes em relação às testemunhas (não condicionadas e hidrocondicionadas), destacando-se a concentração de 0,5 mM; no entanto, a concentração de 1,5 mM, sobre as características relacionadas ao processo de germinação e ao desenvolvimento inicial das plântulas das sementes tratadas com o ácido ascórbico. O emprego do processo de secagem após o condicionamento fisiológico das sementes nos referidos ácidos, de um modo geral, prejudicou o vigor e o desenvolvimento das plântulas. O condicionamento fisiológico com os ácidos ascórbico (1,5 mM) ou salicílico (0,5 mM) por 12 horas, não foi capaz de amenizar os efeitos deletérios decorrentes do estresse salino sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de feijão caupi, cv. BRS Potengi, independente do emprego da secagem após os pré tratamentos de hidratação. O estresse salino com potenciais osmóticos à partir de -0,3 MPa de cloreto de sódio, causou declínio na germinação de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, retardo do processo germinativo e redução do comprimento de plântulas e do acúmulo de massa seca.

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

ABSTRACT

Salinity stands out as one of the main environmental stresses, affecting the productivity of many crops, including cowpea beans, which despite being well adapted to low rainfall conditions and high temperatures, is a species sensitive to salinity. The objective of the present study was to verify a possible residual protective effect of salicylic or ascorbic acids in cowpea, cv. BRS Potengi, even after drying the seeds, with subsequent sowing in saline conditions. Three experiments were carried out, the first of which was conducted with the purpose of finding the imbibition period required for the seeds to reach Phase II of the three phase imbibition process, without initiating Phase III. In addition to comparing whether the use of the same seeds for all imbibition periods (methodology I) or the use of new seeds at each period (methodology II) could interfere with the construction of the imbibition curve (30'; 1; 3; 6; 9; 12; 18 and 24 hours). In the case of methodology II the seeds after each imbibition period were divided into two fractions, one of them being kept moist (moist fraction) until sowing and the other being submitted to the drying process (dry fraction). It was evaluated: water content - TA; Germination (primary root protrusion - PRP); Rate of protrusion of the primary root - IVPR; Protrusion speed coefficient of the primary root - CVPR; Mean protrusion time of the primary root - TMPR and electrical conductivity - CE. The second experiment consisted of two independent assays in which the seeds were physiologically conditioned with salicylic acid solutions (0.0, 0.25, 0.5 and 1.0 mM) and ascorbic acid (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 mM) for 12 hours, after which the seeds of each of the acid concentrations were also divided into two fractions, ie wet and dry. Subsequently, it was determined: TA; PRP; IVPR; CVPR; TMPR; Percentage of germination (percentage of normal seedlings) - G; First germination count - PCG; Length of aerial part - CPA and root system - CSR; Dry mass of the aerial part - MSPA and of the root system - MSR and CE. The concentrations of each acid that provided the best physiological responses were used for the third experiment. The third experiment involved pre-imbibition treatments, that is, seeds without physiological conditioning (No CF - control); Seeds with physiological conditioning in distilled water (CF water - hidrocondicionamento); Seeds with physiological conditioning in salicylic acid solution (CF AS: 0.5 mM) and seeds with physiological conditioning in ascorbic acid solution (CF AA: 1.5 mM) for 12 hours. Afterwards, the seeds of each of the physiological conditioning treatments were divided into the moist fractions (without drying) and dried (with drying), and then seeded on a substrate germitest paper moistened with sodium chloride solutions of different osmotic potentials (0, 0, -0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa)

at 25 °C. It was evaluated: TA, EC, percentage of membrane damage; G; PCG; CPA; CSR, MSPA and MSR. For all the experiments the completely randomized design was used. In the first experiment the seeds of cowpea beans, cv. BRS Potengi, presented a three-phase germination pattern, showing that there was no difference in the seed behavior for the two methodologies used and after 12 hours of imbibition the seeds were found in phase II of the three-phase imbibition process. In the case of methodology II there was no significant difference for the germination and vigor parameters between the different imbibition periods. The second experiment showed that the use of the salicylic acid concentrations gave better results in the germination of the seeds compared to the controls (unconditioned and hydrocondicionadas), emphasizing the concentration of 0.5 mM; however, the concentration of 1.5 mM, on the characteristics related to the germination process and the initial development of the seedlings of the seeds treated with ascorbic acid. The use of the drying process after the physiological conditioning of the seeds in said acids, in general, impaired the vigor and development of the seedlings. Physiological conditioning with ascorbic (1.5 mM) or salicylic acid (0.5 mM) for 12 hours was not able to alleviate the deleterious effects of salt stress on germination and initial development of cowpea, Cv. BRS Potengi, regardless of the use of drying after the pre-hydration treatments. Saline stress with osmotic potential from -0.3 MPa sodium chloride caused a decline in the germination of cowpea, cv. BRS Potengi, germination process delay and seedling length reduction and dry mass accumulation.

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

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 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. Página 36
- Figura 2 Água absorvida por sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do tempo de embebição. Serra Talhada, 2016. Página 42

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Concentrações de NaCl para se obter os diferentes potenciais osmóticos das soluções de embebição e suas respectivas molaridades e condutividade elétrica (CE). Página 39
- Tabela 2 Tabela 2. Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida –FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, do condicionamento fisiológico em água destilada por diferentes períodos, em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 44
- Tabela 3 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, em função do condicionamento fisiológico em água destilada por diferentes períodos, em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 46
- Tabela 4 Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 49
- Tabela 5 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 50
- Tabela 6 Primeira contagem do teste de germinação (PCG) e germinação (G) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 51

- Tabela 7 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 54
- Tabela 8 Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada - PE 2016. Página 56
- Tabela 9 Primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), porcentagem de protrusão da raiz primária (%), 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 58
- Tabela 10 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016. Página 61
- Tabela 11 Teor de água (TA), condutividade elétrica (CE) e danos de membranas (DA) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas ao condicionamento fisiológico com ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e água destilada (CF água) por 12 horas com posterior secagem (frações úmida - FU e seca – FS). Serra Página 63

Talhada –PE 2016.

- Tabela 12 Primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), após o condicionamento fisiológico em ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e em água destilada (CF água) por 12 horas e posterior secagem (frações úmida -FU e seca – FS). Serra Talhada –PE 2016. Página 65
- Tabela 13 Comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR) de plântulas provenientes de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), após o condicionamento fisiológico em ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e em água destilada (CF água) por 12 horas e posterior secagem (frações úmida -FU e seca – FS). Serra Talhada –PE, 2016. Página 69
- Tabela 14 Massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) de plântulas provenientes de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), após o condicionamento fisiológico em ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e em água destilada (CF água) por 12 horas e posterior secagem (frações úmida -FU e seca – FS).Serra Talhada –PE 2016. Página 71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Cultura do feijão caupi	20
2.2 Estresse salino sobre a germinação das sementes	21
2.3 Ácido Salicílico como atenuador de estresses abióticos durante a germinação	23
2.4 Ácido Ascórbico como atenuador de estresses abióticos durante a germinação	26
2.5 Efeito do condicionamento fisiológico sobre a germinação e o vigor das sementes	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Localização do experimento	31
3.2 Material de estudo	31
3.3 Experimento I – Metodologias para a realização da curva de embebição de sementes de feijão caupi, BRS Potengi	31
3.3.1 Teor de água	32
3.3.2 Germinação (protrusão da raiz primária)	33
3.3.3 Índice de velocidade de protrusão de raiz – IVPR	33
3.3.4 Coeficiente de velocidade de protrusão de raiz – IVP	33
3.3.5 Tempo médio de velocidade de protrusão de raiz – IVPR	34
3.3.6 Condutividade elétrica – CE	34
3.4 Experimento II – Condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico e posterior secagem	35
3.4.1 Germinação (teste padrão de germinação)	36
3.4.2 Primeira contagem germinação	36
3.4.3 Comprimento da parte aérea e sistema radicular	36
3.4.4 Massa seca da parte aérea e sistema radicular	37
3.5 Experimento III - Condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico com posterior secagem e submissão ao estresse salino	37

3.5.1 Danos de membrana.....	39
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	41
4.1 Curva de embebição de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi.....	41
4.1.2 Germinação e vigor de sementes de feijão caupi após períodos de hidrocondicionamento.....	42
4.2 Condicionamento fisiológico de sementes de feijão caupi, cv. Potengi BRS, em soluções de Ácido Salicílico, com posterior secagem.....	47
4.3 Condicionamento fisiológico de sementes de feijão caupi, cv. Potengi BRS, em soluções de Ácido Ascórbico, com posterior secagem	55
4.4 Condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico com posterior secagem e submissão ao estresse salino.....	62
5 CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS.....	75
ANEXOS.....	95

1 INTRODUÇÃO

Os estresses ambientais afetam diretamente o desenvolvimento das culturas, o suprimento de alimento e o progresso sócio-econômico (Wu et al., 2011). Estando a produção agrícola sujeita aos efeitos desses estresses, que afetam diretamente a economia mundial.

Dentre os estresses abióticos que prejudicam o crescimento e desenvolvimento das plantas, o estresse salino é o que se sobressai nas terras cultivadas. A salinidade afeta milhões de hectares em todo o mundo (Gupta e Huang, 2014), ocorrendo principalmente em regiões áridas e semi-áridas que possuem clima propenso para a salinização, com baixos índices de precipitação pluviométrica e altas taxas de evaporação potencial, dificultando assim a lixiviação dos sais na camada agricultável.

Entre as culturas que são prejudicadas pelo efeito do estresse salino encontra-se o feijão caupi, que é amplamente cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, com crescente expansão para a região Centro-Oeste (Freire Filho et al., 2011). É cultivado principalmente para a produção de grãos, verdes ou secos, sendo um alimento base na alimentação da população brasileira e gerador de emprego e renda, especialmente na região Nordeste (Costa, 2016).

Assim, muitos têm sido os esforços demandados com o intuito de promover à tolerância das plantas a salinidade do solo ou à água salina de irrigação. A mitigação dos efeitos desse estresse 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 ácido salicílico é uma molécula de natureza fenólica que está presente na maioria das plantas (Shi et al., 2005), participa da regulação de vários processos fisiológicos dos vegetais, inclusive da germinação (Khan et al., 2003). Atua também como importante sinalizador nas respostas das plantas diante de um fator estressante (Haiat et al., 2010; Kang et al., 2014). No entanto, seu mecanismo de ação ainda é pouco compreendido, podendo variar entre espécies e diante de diferentes condições climáticas (Pál et al., 2014).

Já o ácido ascórbico é um antioxidante não-enzimático hidrossolúvel que está presente em grandes quantidades nas células vegetais, principalmente em folhas maduras com altas concentrações de teores de clorofila (Smirnoff, 2000). É uma molécula que possui alto poder antioxidante devido as suas propriedades químicas de doar elétrons a um grande número de reações enzimáticas e não enzimáticas (Davey et al., 2000).

As pesquisas que envolvem a aplicação prévia tanto do ácido salicílico como do ascórbico nas sementes, para avaliar o desempenho das mesmas diante de uma situação de estresse, normalmente utilizam as sementes recém condicionadas nos respectivos ácidos, ou seja, não costuma ser adotado um processo de secagem, para posterior avaliação das sementes. 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 para o armazenamento e comercialização as mesmas devem apresentar teores de água de aproximadamente 12% (Ashraf e Foolad, 2005; Tabatabaei, 2013).

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi verificar um possível efeito residual protetor dos ácidos salicílico ou ascórbico nas sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, quando as mesmas após serem condicionadas nos ácidos são submetidas ao processo de secagem, antes de serem semeadas em condições salinas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do feijão caupi

O feijão caupi, também conhecido como feijão-vigna, feijão macassar ou feijão-de-corda pertence à família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae* e gênero *Vigna*. É uma importante leguminosa com ampla distribuição mundial tendo maiores ocorrências nas regiões tropicais do mundo, provavelmente por apresentarem climas semelhantes ao seu provável local de origem, a África. Possui hábitos de crescimento determinado e indeterminado, ou seja, porte ereto, prostrado ou semi-prostrado (Brito et al., 2009).

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). É um alimento base das populações rurais e urbanas das regiões Norte e Nordeste, com crescente expansão para as regiões Centro-Oeste e Sudeste do país (Freire Filho et al., 2011). Seu grão é rico em proteínas, fibras e minerais (Frota et al., 2008); além de ser, importante gerador de empregos e fonte de renda (Costa, 2016).

No Brasil é largamente cultivado na região Nordeste, concentrando-se nas áreas semiáridas, as quais são caracterizadas por apresentarem precipitação irregular, evaporação e temperaturas elevadas e solos salinizados (Freire Filho et al., 2011). Quanto à salinidade o feijão caupi é considerado moderadamente tolerante, de maneira que tolera uma condutividade elétrica do solo de até $4,9 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto a água de irrigação deve apresentar uma condutividade elétrica de no máximo $3,3 \text{ dS m}^{-1}$, para que não haja redução na produtividade. Entretanto, a variabilidade genética intraespecífica quanto a esta característica, as condições climáticas da região e o método de irrigação adotado influenciam neste limite de tolerância (Costa et al., 2003); além do estágio fenológico da planta, do período em que a planta fica exposta ao estresse salino, ou da interação entre esses fatores (Deuner et al., 2011).

Como na região semiárida há um somatório de fatores estressantes ao desenvolvimento vegetal, as sementes quando expostas a tais situações adversas por ocasião da semeadura; apresentam uma interferência negativa no seu processo germinativo e no estabelecimento inicial das plântulas. Quanto ao efeito da salinidade

no processo de germinação Van Der Moezel e Bell (1987), consideram que a interferência negativa do NaCl deve-se pelo efeito osmótico e/ou pelo efeito iônico, reduzindo a absorção de água ou permitindo uma maior penetração de íons nas células.

2.2 Estresse salino e a germinação das sementes

Milhões de hectares no mundo são afetados pela salinidade (Gupta e Huang, 2014), 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. E esse número aumenta a cada ano, onde cerca de 0,25 a 0,5 milhões hectares tornam-se impróprios para a agricultura em função da salinização do solo (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2002). O mau uso da água de irrigação e o uso demorado de fertilizantes são fatores que também influenciam para o acúmulo de sais no solo (Oliveira et al., 2010).

A salinidade pode causar tanto estresse osmótico como estresse iônico sobre os vegetais. 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, principalmente o Na e o Cl (Lopes et al., 2014). Essa diminuição na água disponível para as plantas afeta diretamente o processo germinativo das sementes, retardando a embebição das sementes e o alongamento da raiz (Dias e Blanco, 2010). O acúmulo de íons, também, quando atingi concentrações tóxicas, pode provocar vários distúrbios em processos fisiológicos e metabólicos dos tecidos embrionários, afetando o processo de germinativo das sementes (Wahid et al., 1998; Croser et al., 2001). Ainda segundo Essa (2008) a toxicidade iônica pode causar decréscimo do crescimento das plantas sob estresse salino, em virtude de danos às membranas, redução da atividade de enzimas hidrolíticas, aumento nos níveis de peroxidação de lipídios, além de estimular a formação de EROs (espécies reativas do oxigênio).

A literatura disponível revela os efeitos prejudiciais da salinidade sobre a germinação de várias culturas de expressão econômica, tais como soja (Xu et al., 2011), trigo (Akbarimoghaddam et al., 2011), espécies do gênero *Vigna* (Sá et al., 2015; Jabeen et al., 2003), pau d' alho (Lopes et al., 2015), maxixe (Alves et al., 2014) e girassol (Mutlu & Buzcuk, 2007). 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), *Hordeum vulgare* L. (Cavusoglu e Bilir, 2015).

Ao avaliarem a qualidade fisiológica das sementes, o crescimento e o desenvolvimento das plântulas de feijão guandu (*Cajanus cajan*), após as sementes serem submetidas a diferentes potenciais osmóticos de soluções de cloreto de sódio (0,0; -0,3; -0,6; -0,9; -1,2 e -1,5 MPa), Pinheiro et al. (2013) verificaram ausência de diferença entre os potenciais osmóticos 0,0 e -0,3 MPa para as características plântula normal, plântula normal fraca, comprimento da parte aérea e da raiz e massa fresca e seca das plântulas; entretanto nos demais potenciais tais características não puderam ser avaliadas, pois não houve o desenvolvimento das plântulas.

Segundo Khan e Panda, (2008) a redução na absorção de água causada pela salinidade, ao comprometer a hidrólise das substâncias de reserva (proteínas, carboidratos e lipídios) nos tecidos de armazenamento, resultaria em uma mobilização deficiente destas substâncias para os pontos de crescimento do eixo embrionário. Dentro deste contexto, Dantas et al. (2003) ao estudarem o efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de feijão caupi, consideraram que a salinidade promoveria um atraso na síntese da enzima α amilase cotiledonar, comprometendo assim a germinação e o vigor das sementes.

Quando sementes de quatro genótipos de feijão caupi foram colocadas para germinarem em substrato papel toalha umedecido com diferentes concentrações de cloreto de sódio (0,0; 50; 100; 150; e 200 mM), Deuner et al. (2011) observaram que as sementes germinaram até a concentração de 100 mM de NaCl, mas o desenvolvimento das plântulas foi comprometido pelas concentrações mais salinas. Prisco e O'leary (1970), ao avaliarem os efeitos tóxicos da salinidade por ocasião da germinação de sementes de feijão, consideraram que a inibição do crescimento ocasionada pela salinidade, não se deve apenas ao efeito tóxico dos sais, mas também à seca fisiológica induzida, pois quando ocorre um acréscimo da concentração salina no substrato, há redução do potencial osmótico e, conseqüentemente, declínio no potencial hídrico, o que tende a afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico), assim como uma elevação dos níveis tóxicos a concentração de íons no eixo embrionário (efeito tóxico).

De acordo com Santos et al. (2009) as características pertinentes ao vigor das sementes de feijão de corda de diversos genótipos, mostraram-se mais sensíveis a salinidade do que aquelas relacionadas à germinação. Da mesma forma, De Paula et al.

(1994) observaram que a germinação de sementes de diversas cultivares de feijão foi pouco afetada pela salinidade, entretanto o vigor das plântulas foi reduzido de maneira drástica. Por sua vez, Almeida et al. (2012) trabalhando com vários genótipos de feijão caupi, verificaram que o aumento do nível de salinidade da água de irrigação reduziu a emergência das plântulas e afetou o estabelecimento das mesmas.

Com o objetivo de avaliar a germinação e o vigor de sementes de cultivares de feijão caupi submetidas ao estresse salino, Sá et al. (2016) verificaram reduções significativas do acúmulo de massa seca das plântulas em algumas cultivares, mostrando que a salinidade afetou o acúmulo de carboidratos nas plântulas de feijão caupi, possivelmente como uma decorrência do declínio tanto de polissacarídeos de reserva como da capacidade de degradação das enzimas hidrolíticas cotiledonares, interferindo na nutrição; da mesma forma observou-se uma redução no crescimento das plântulas. Também por ocasião de estresse salino, foram verificados decréscimos no acúmulo de massa seca de plântulas de feijão de corda (Almeida et al., 2012) e feijão (Santos et al., 2009).

Com isso, observa-se a importância da busca de procedimentos que venham a proporcionar uma maior capacidade germinativa das sementes, quando expostas à condições adversas (Colman et al., 2014).

2.3 Ácido Salicílico como atenuador de estresses abióticos durante a germinação

O ácido salicílico é um regulador de crescimento endógeno de natureza fenólica que está presente em muitas plantas (Shi et al., 2005) sendo responsável pela indução de mecanismos de defesa nas plantas frente aos fatores abióticos, tais como seca, salinidade e elevadas temperaturas (Fayez e Bazaid, 2014; Khan et al., 2014; Nazar et al., 2015; Khan et al., 2013; Horváth et al., 2007). É uma molécula que está envolvida na regulação de vários processos fisiológicos das plantas, tais como germinação, regulação do crescimento e desenvolvimento (Khan et al., 2003; Kabiri et al., 2012; Sharafizad et al., 2013), redução da abscisão foliar e da transpiração, além de interferir no processo de absorção de água e nutrientes por parte das raízes (Ashraf et al., 2010). Porém, seu mecanismo de ação ainda é pouco compreendido, uma vez que, pode variar entre espécies e dependente dos fatores ambientais (Pál et al., 2014).

Diante disso alguns trabalhos buscam verificar a capacidade do ácido salicílico em atenuar os efeitos deletérios dos estresses sobre as plantas (Alonso-Ramírez et al., 2009; Agostini et al., 2013; Yamamoto, et al., 2014; Sharafizad et al., 2013). 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. A embebição das sementes de feijão caupi em ácido salicílico durante 8 horas pode melhorar a germinação, o vigor e o crescimento da raiz das plântulas de feijão caupi em condições de estresse hídrico (Dutra, 2015).

Carvalho et al. (2007) verificaram que sementes de camomila previamente tratadas com ácido salicílico, 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).

De modo contrário, não foi verificado efeito da aplicação do ácido salicílico na germinação de feijão comum submetido a diferentes potenciais hídricos (0,0 a -1,2 MPa), entretanto, a embebição em ácido salicílico (0,01 mM) por 24 horas reduziu, parcialmente, os efeitos do déficit hídrico durante o crescimento inicial das plântulas (Agostini et al., 2013).

Por vezes a germinação não 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 é inibida, sendo que em outras ocorre um acréscimo no vigor; possivelmente este comportamento seja decorrente das concentrações utilizadas (Vicente e Plasencia, 2011).

Algumas pesquisas verificaram que as funções das plantas podem ser inibidas com o uso de altas concentrações do ácido salicílico (Kováčik et al., 2009; Nazar et al., 2011). Já outros autores apontam que comportamento diferente é observado quando se usa o ácido em menores concentrações. Rajjo et al. (2006) verificaram 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. O mesmo comportamento foi observado por Alonso-Ramirez et al. (2009) em

sementes de *Arabidopsis thaliana* previamente tratadas com ácido salicílico, com concentrações que variaram de 0,05 a 0,5 mM, e submetidas posteriormente à estresse salino com cloreto de sódio (100-150 mM), que germinaram até 80% em relação as que não foram tratadas, as quais apresentaram uma germinação de 50%. Também Sharafizad et al. (2013) ao tratarem sementes de trigo com 0,7 mM de ácido salicílico, observaram um aumento na porcentagem de germinação mesmo sob estresse hídrico. Entretanto, o pré-tratamento em solução de baixa concentração de ácido salicílico (0,01 mM) por 24 horas não aumentou a germinação de sementes de feijão comum, submetidas a estresse hídrico, em relação aos demais tratamentos (choque frio de 7°C por 24 horas) (Yamamoto et al., 2014), mesmo assim Agostini et al. (2013) consideram sua aplicação como promissora por amenizar, parcialmente, os efeitos deletérios do estresse hídrico.

Com o propósito de avaliarem a germinação e o desenvolvimento de plântulas de feijão sob estresse salino (100 mM NaCl), Semida e Rady (2014) após embeberam por oito horas as sementes tanto em solução de 24-epibrassinolide (5,0 µM) como de ácido salicílico (1.0 mM), verificaram que as respectivas soluções reduziram os efeitos adversos do estresse salino em diferentes níveis, indicando o uso potencial destes tratamentos nas sementes de feijão sob condições de salinidade. Comportamento semelhante foi verificado por Agami (2013) quando verificou a mitigação da fitotoxicidade do estresse salino (60; 120 mM) no crescimento das plântulas de milho, quando as sementes foram imersas por 12 horas em soluções de ácido salicílico (10^{-4} M) ou 24-epibrassinolide (10 µM); ainda constatou-se um aumento nos níveis de catalase, peroxidase, carotenóides (sistema antioxidante) e açúcares solúveis.

Após condicionarem sementes de feijão mungo (*Vigna radiata* L.) por 13 horas em soluções de ácido salicílico (50 µM; 100 µM e 1000 µM) e semeá-las em condições de estresse salino (50 mM e 100 mM NaCl), Shakeel e Mansoor (2012) constataram que a salinidade causou a redução de vários parâmetros morfológicos das plântulas, mas a tolerância ao estresse salino foi aumentada pelo tratamento prévio das sementes na solução de 50 µM. Assim os respectivos autores sugerem que as sementes de feijão Mungo ao serem previamente tratadas com baixa concentração de ácido salicílico e depois semeadas em solos já salinizados, tenderão a apresentar uma maior tolerância, refletindo portanto de forma positiva no rendimento da cultura.

Ao realizarem o pré tratamento de sementes de feijão mungo em ácido salicílico, com o propósito de minimizarem os danos oxidativos induzidos por cloreto de cádmio

(CdCl₂) nas plântulas, Roychoudhury et al. (2016) verificaram que houve uma atenuação dos respectivos danos, o que poderia ser atribuído a indução pelo ácido salicílico de um mecanismo antioxidante de defesa; de maneira que as plântulas provenientes das sementes tratadas previamente com ácido salicílico apresentaram um melhor crescimento durante o estresse com o cloreto de cádmio (1 mM) por 72 horas. Ainda, não houve redução significativa da germinação das sementes pré tratadas com o ácido salicílico e posteriormente colocadas para germinar na presença de cloridrato de cádmio, o mesmo comportamento não foi verificado para as sementes não tratadas, as quais apresentaram uma redução acentuada na presença do referido fator estressor.

O uso de substâncias indutoras, como o ácido salicílico, como tratamento de pré semeadura ou condicionamento fisiológico das sementes, constitui uma ferramenta importante quanto a geração de conhecimentos sobre os mecanismos de tolerância à vários tipos de estresse, considerando que a fase de germinação é uma das mais críticas do desenvolvimento vegetal, interferindo de maneira decisiva no estabelecimento do estande de plantas.

2.4 Ácido Ascórbico como atenuador de estresses abióticos durante a germinação

O ácido ascórbico é um antioxidante não-enzimático encontrado em grandes quantidades nas células vegetais, principalmente em folhas maduras, chegando a 5 a 10 vezes mais que a glutathione (Smirnoff, 2000). É hidrossolúvel apresentando 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 (Davey et al., 2000). Por meio de sinalização hormonal atua como um modulador do desenvolvimento das plantas (Pastori et al., 2003); interferindo ainda em processos fisiológicos como a germinação das sementes (Tavili et al., 2009) e o crescimento de plântulas (Özden e Kutbay, 2008).

Além disso, participa na eliminação das EROs, como o oxigênio simples, superóxido e peróxido de hidrogênio, regularizando as concentrações celulares nos limites toleráveis (Kocsy et al., 2001, Shao et al., 2008). Estando envolvido na floração e senescência vegetal e na regulação de fotossíntese (Chen e Gallie, 2004; Davey et al., 2000). Nas sementes ocorre de diferentes maneiras dependendo do seu estágio de desenvolvimento e funcional, sendo que em sementes ortodoxas apresenta-se em maiores quantidades durante a sua formação, chegando a não existir durante a fase de

quiescência, mas reiniciando seu processo de produção após algumas horas de embebição. (De Tullio e Arrigoni, 2003).

Há evidências que o ácido ascórbico endógeno pode ser incrementado pela aplicação exógena em tratamentos de sementes, em raízes ou até mesmo via foliar (Chen e Gallie, 2004). A aplicação exógena vem sendo considerada um eficiente tratamento para mitigar o efeito deletério da salinidade em tomate (Shalata e Neumann, 2001) e trigo (Al-Hakimi e Hamada, 2001; Athar et al., 2008).

Alguns estudos indicam que a aplicação do ácido ascórbico confere maior proteção às sementes quando expostas a estresses abióticos. 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 0,85 mM do ácido ascórbico (Brilhante et al., 2013), no entanto o mesmo não foi verificado quando as sementes foram submetidas ao estresse salino (100 mM de NaCl) onde a aplicação do ácido não reduziu os danos causados pelo estresse que atrasou e diminuiu a germinação das sementes, além de diminuir a massa fresca das plântulas e afetar a integridade das sementes (Brilhante, 2011). Da mesma forma, Nascimento et al. (2014b) encontraram comportamento semelhante em sementes de girassol tratadas previamente com 1,6 mM do ácido ascórbico por 24 horas e posteriormente submetidas a estresse salino (-0,8 MPa) e condições de envelhecimento acelerado (40°C por 48 horas).

A aplicação exógena do ácido ascórbico (0,50 ou 100 mg.L⁻¹) por 24 horas também contribuiu para uma maior tolerância das sementes e plântulas de *Trigonella foenum-graecum* quando submetidas a estresse salino (0; 50; e 100 mM NaCl). Verificou-se uma maior taxa de germinação (porcentagem de plântulas normais) e maior comprimento da parte aérea das plântulas, oriundas das sementes condicionadas em ácido ascórbico antes de serem submetidas as condições de estresse salino, em relação as sementes que não passaram pelo pré-tratamento com o ácido (Behairy et al., 2012). Além de proporcionar resultados favoráveis à germinação e ao desenvolvimento das plântulas, Behairy et al. (2012) observaram que a aplicação do ácido ascórbico resultou em 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. Com base nos resultados obtidos, os supracitados pesquisadores enfatizam que os agricultores poderiam realizar o condicionamento fisiológico ou o pré-tratamento das sementes com o ácido ascórbico antes da semeadura, visando o estabelecimento de um estande satisfatório de plantas em solos salinos.

Sementes de *Hordeum vulgare* previamente tratadas com ácido ascórbico (1 μM) por 24 horas, e posteriormente secas à vácuo, após serem submetidas ao estresse salino 0,0; 0,25; 0,275; 0,30; 0,325; 0,35; 0,375 e 0,40 M de NaCl), apresentaram uma elevada taxa de germinação (protrusão da raiz primária) e plântulas com melhor desenvolvimento (Cavusoglu e Bilir, 2015). O mesmo foi observado por Afzal et al. (2006) com sementes de *Triticum aestivum*, as quais adquiriram maior resistência ao estresse salino (15 dS cm^{-1}) quando tratadas com o ácido ascórbico (50 ppm).

Também foi apontado por Alcântara et al. (2015) o uso potencial do ácido ascórbico como tratamento pré semeadura (condicionamento fisiológico ou priming) de sementes de milho, em função do mesmo ter proporcionado um maior crescimento de raízes e brotos em condições de excesso de alumínio, condições estas normalmente presentes em solos ácidos.

Possivelmente os benefícios decorrentes do condicionamento fisiológico com o ácido ascórbico em minimizar o efeito inibitório do estresse salino sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, esteja relacionado ao aumento da síntese de ácidos nucleicos e proteínas (Garg e Kapoor, 1972), ao estímulo da atividade mitótica do eixo embrionário (Maiti e Sengupta, 1979), a estabilização das membranas celulares (Rodriguez-Aguilera et al., 1995) ou ao aumento das atividades das enzimas antioxidantes (Ejaz et al., 2012).

2.5 Efeito do condicionamento fisiológico sobre a germinação e o vigor das sementes

Além da obtenção de cultivares, por meio dos métodos de melhoramento vegetal, que apresentam resistência genética aos diversos tipos de estresse abiótico, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas com o intuito de minimizar os efeitos dos referidos estresses, usando como técnicas o condicionamento fisiológico das sementes antes das mesmas serem colocadas para germinar sob condições adversas (Farooq et al., 2013). Dentro deste contexto, Jisha et al. (2013) salientam que vários estudos com condicionamento fisiológico estão sendo desenvolvidos para melhorar a germinação das sementes sob condições salinas.

Os acréscimos verificados tanto na germinação das sementes como no vigor das plântulas, proporcionados pelo emprego das técnicas de tratamento de sementes de pré-semeadura (condicionamento fisiológico), são decorrentes da ativação de enzimas-chave, incluindo amilases, proteases e lipases, as quais são essenciais para o

crescimento precoce e o desenvolvimento dos embriões (Ashraf e Foolad, 2005), e do aumento do gene de ativação relacionado à minimização das condições de estresse (Kubala et al. 2015; , Patade et al., 2012). Dentro deste contexto, Ghassemi-Golezani et al. (2008) consideram que uma emergência rápida e uniforme das plântulas seja uma consequência da atividade da α -amilase, ao aumentar o nível de açúcar solúvel nas sementes condicionadas.

O condicionamento fisiológico se baseia na hidratação controlada das sementes, em que as mesmas podem ser imersas em água, colocadas em substratos umedecidos com água (hidrocondicionamento) ou com soluções osmótica ou salina (condicionamento osmótico); desencadeando assim a ativação dos processos metabólicos que ocorrem durante a germinação (Araújo et al., 2011). Posteriormente, as sementes podem ser submetidas a um processo de secagem ou serem utilizadas imediatamente. Considerando que a secagem venha a ser realizada e tendo-se o conhecimento de que a tolerância das sementes a desidratação declina com o avanço do processo de embebição; a compreensão deste processo trifásico torna-se muito importante para que a hidratação das sementes, durante o procedimento de condicionamento fisiológico, ocorra de maneira controlada para não desencadear a protrusão da raiz primária.

A absorção de água pela semente normalmente apresenta três fases, verificando-se na primeira uma rápida absorção de água, uma elevada atividade respiratória, bem como uma significativa lixiviação de exsudatos (aminoácidos, íons, açúcares e ácidos orgânicos). A segunda fase já é caracterizada por uma absorção mais lenta, assim como uma menor atividade respiratória; por sua vez na terceira fase tanto a absorção de água como a atividade respiratória voltam a se intensificar, culminando com a protrusão da raiz primária (Bewley & Black, 1994). Dentro deste contexto, o conhecimento do processo de embebição das sementes, informa quando ocorre a ativação metabólica adequada, bem como possibilita a tomada de decisão de quando interromper o fornecimento de água e realizar o processo de secagem (Marcos Filho, 2005). De maneira, que ao final do tratamento de condicionamento fisiológico, todas as sementes estejam na fase II do processo trifásico de embebição, portanto sem emissão da raiz primária (fase III) (Gurgel Júnior et al., 2009). É justamente na fase II, que ocorre a estabilização do teor de água da sementes, em função dos potenciais hídricos da semente e do substrato tenderem ao equilíbrio, desencadeando a ativação metabólica

dos processos pré-germinativos, com intensa digestão enzimática das substâncias de reserva (Guimarães et al., 2008).

A utilização da técnica de condicionamento osmótico vem apresentando resultados positivos na melhoria da germinação de sementes de algumas culturas como *Phaseolus vulgaris* L. (Ramos et al., 2015), *Zea mays* L. (Pallaoro et al., 2016) e *Dimorphandra mollis* Benth. (Masetto et al., 2014).

Contudo, para que as sementes possam ser armazenadas, mantendo-se o efeito benéfico do tratamento, devem ser secas até o teor de água inicial. Para isso, essa secagem tem que ocorrer de forma lenta, diminuindo assim a incidência de danos durante o armazenamento (Nascimento, 2009). Dentro deste contexto, estudos realizados por Balbino e Lopes (2006) mostraram que sementes de cenoura condicionadas em água e em PEG-6000 (-0,4 e -0,8 MPa) não apresentaram redução na formação de plântulas normais mesmo após terem sido submetidas ao processo de secagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Medeiros et al. (2015) após avaliarem o hidrocondicionamento de sementes de melão com subsequente secagem e armazenamento, ao observarem que o efeito benéfico do referido tratamento foi mantido nas sementes. Também Reis et al. (2013) ao estudarem diferentes métodos de secagem (secagem lenta e rápida) em sementes de berinjela após serem condicionadas em KNO_3 (-0,8 MPa), concluíram que o procedimento de secagem lenta manteve melhor os efeitos benéficos do condicionamento.

Visando estudar os efeitos do hidrocondicionamento de sementes de arroz, com posterior secagem, sobre a germinação (protrusão da raiz primária), a emergência e o crescimento de plântulas, Ibrahim et al. (2013) verificaram que as sementes hidrocondicionadas podem ser secas por quatro horas, sem declínio dos benefícios fisiológicos obtidos por ocasião do processo de condicionamento.

Salienta-se que o emprego dos procedimentos de condicionamento fisiológico predispõe a um aumento do teor de água das sementes, o que não é desejável considerando que as sementes venham a ser armazenadas antes de serem comercializadas, assim a secagem das sementes após os referidos tratamentos torna-se necessária.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

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, na cidade de Serra Talhada-PE.

3.2 Material de estudo

Foram utilizadas sementes de feijão caupi, variedade BRS Potengi, adquiridas na Embrapa Semiárido Petrolina/PE. A variedade tem como característica principal o porte semi-ereto, apresenta sementes de cor branca e ciclo de 70-75 dias. As sementes foram selecionadas segundo critério de tamanho e aparência, visando homogeneizar as condições experimentais.

3.3 Experimento I – Metodologias para a realização da curva de embebição de sementes de feijão caupi, BRS Potengi

Com o propósito de realizar os experimentos de condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico e ascórbico, foi conduzido um experimento prévio para encontrar o tempo de embebição de água necessário para que as sementes atingissem a fase II do processo trifásico de embebição, sem iniciar a fase III (emissão da raiz primária). Para os tratamentos relacionados ao condicionamento fisiológico a determinação da marcha de absorção de água é muito importante, já que a tolerância das sementes à desidratação decresce à medida que progride a embebição.

Foram realizadas duas metodologias para se obter a curva de embebição, com o intuito de verificar se poderia haver diferenças entre as mesmas. Para ambas as 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 minutos, 1; 3; 6; 12; 18 e 24 horas, conforme Marcos Filho e Kikuti (2008). Após cada período de embebição as sementes eram pesadas e os valores utilizados para a construção da curva de embebição de acordo com metodologia descrita por Caseiro et al. (2004).

A diferença entre as metodologias residiu no fato de que na metodologia I, se empregou as mesmas sementes (quatro repetições de 50 sementes) durante os vários períodos de embebição, ou seja, as sementes após serem retiradas das folhas de papel ao

término de cada período de embebição, eram secas criteriosamente, 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. Já para a segunda metodologia, em cada período de embebição foram utilizadas novas sementes, sendo que se empregou uma maior quantidade de sementes por repetição, já que as mesmas seriam posteriormente submetidas a várias avaliações.

Como a embebição das sementes corresponde a um tipo de tratamento de condicionamento fisiológico, ou seja, um hidrocondicionamento, o emprego da segunda metodologia proporcionou a utilização das sementes provenientes de cada período de embebição, em testes de avaliação da qualidade fisiológica.

As sementes oriundas de cada um dos períodos de embebição, da segunda metodologia, foram divididas em duas frações, as quais foram designadas como seca e úmida. Assim uma parte das sementes foi submetida à secagem (fração seca) em estufa à $30 \pm 3^\circ\text{C}$ até a redução do teor de água à níveis inferiores a 12%, de hora em hora, verificou-se as alterações da massa das sementes; à partir do momento que foi registrada a massa inicial antes do condicionamento fisiológico, as sementes foram retiradas da estufa. Enquanto a outra parte manteve-se úmida até a instalação das avaliações (fração úmida). Este procedimento foi realizado para verificar se de fato a secagem pode limitar os possíveis benefícios provenientes dos tratamentos de condicionamento (Marcos Filho, 2005). 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 sementeira (Marcos Filho, 2005).

As sementes de ambas as frações foram submetidas as seguintes avaliações: teor de água; germinação (protrusão da raiz primária); índice de velocidade de protrusão da raiz primária – IVPR; coeficiente de velocidade de protrusão da raiz primária – CVPR; tempo médio de protrusão da raiz primária – Tmpr e condutividade elétrica – CE.

3.3.1 Teor de água

Para a determinação do teor de água foram empregadas cinco repetições de 20 sementes, onde as sementes foram acondicionadas em latas de alumínio e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g para obtenção do seu peso úmido. Depois foram conduzidas à estufa à $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas e posteriormente pesadas para

obtenção do seu peso seco, com os resultados expressos em percentuais em base úmida (Brasil, 2009).

3.3.2 Germinação (protrusão da raiz primária)

Foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, distribuídas em caixas gerbox, tendo como substrato duas folhas de papel mata borrão previamente umedecidas com 2,5 o seu peso seco. Adotou-se o critério biológico de germinação de sementes (Labouriau, 1983), sendo consideradas germinadas, as sementes com protrusão da raiz primária com, pelo menos, 2 mm de comprimento, procedeu-se com o monitoramento diário, no mesmo horário, por um período de cinco dias.

A protrusão da raiz primária ou a germinabilidade (%G) ao representar o número total de sementes germinadas, foi calculada de acordo com Borghetti e Ferreira (2004), pela fórmula $\%G = (\sum ni \cdot N - 1) \cdot 100$, em que $\sum ni$ corresponde ao número total de sementes germinadas em relação ao número de sementes dispostas para germinar (N).

3.3.3 Índice de velocidade de protrusão de raiz – IVPR

O índice de velocidade de protrusão da raiz primária (IVPR) se refere ao número de sementes germinadas (protrusão da raiz primária) a cada dia e expressa diretamente o vigor das mesmas. O referido teste foi realizado em conjunto com o teste de germinação (protrusão da raiz primária), onde os tratamentos foram avaliados diariamente no mesmo horário para verificar a protrusão da raiz primária. No cálculo do índice de velocidade de germinação foi empregada a fórmula de Maguire (1962).

$IVPR = G1/ N1 + G2/ N2 + \dots + Gn /Nn$; onde

IVPR = índice de velocidade de protrusão da raiz primária;

G1, G2, Gn = número de sementes com protrusão da raiz primária na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2, Nn = número de dias desde a semeadura até à primeira, segunda e última contagem.

3.3.4 Coeficiente de velocidade de protrusão de raiz – CVPR

Conduzido em conjunto com a germinação (protrusão da raiz primária), onde os resultados obtidos foram calculados pela a fórmula: $CVPR = \sum G_i / NiGi$, onde G_i

corresponde ao número de sementes que emitiram raiz primária no tempo i ; N_i são os dias após a semeadura das sementes e i o tempo de avaliação (Roos e Moore III, 1975).

3.3.5 Tempo médio de protrusão de raiz – TMPR

Para a avaliação do tempo médio de protrusão da raiz primária as avaliações foram realizadas diariamente em conjunto com a germinação (protrusão da raiz primária). Para quantificar a germinação sob o ponto de vista cinético, o tempo médio (dias) de protrusão da raiz primária (TMPR) foi calculado pela equação $TMPR = \sum G_i \cdot N_i / \sum G_i$, onde G_i corresponde ao número de sementes que emitiram raiz primária no tempo i ; N_i dias após a semeadura das sementes e i o tempo de avaliação (Borghetti e Ferreira, 2004).

3.3.6 Condutividade elétrica – CE

A avaliação da condutividade elétrica – CE foi realizada de acordo com a metodologia citada por Krzyzanowski et al. (1999) onde as repetições das sementes após serem pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, foram colocadas para embeber em copos de plástico contendo 75 mL de água destilada, durante 24 horas, a 25 °C. Em seguida foram realizadas as leituras da condutividade das soluções em condutímetro de bancada. Empregou-se quatro repetições de 50 sementes, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, dividindo-se a leitura pela massa das sementes.

Salienta-se que em função dos tratamentos de condicionamento fisiológico proporcionarem um aumento no teor de água das sementes, e considerando que o teor de água inicial pode influenciar a interpretação dos resultados da condutividade elétrica, adotou-se uma equação de correção para eliminar o efeito do teor de água sobre os resultados do teste (Vieira et al., 2002), ou seja, $CE = [0,3227 + 0,05115 (TA)] \times CE_o$, em que CE é a condutividade elétrica corrigida ($\mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$); TA é o teor de água observado nas sementes (%); CE_o é a condutividade elétrica observada ($\mu\text{S cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$).

Para a análise estatística utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde as características avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,5$).

3.4 Experimento II – Condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico e posterior secagem

Para a realização do condicionamento fisiológico foram preparadas soluções aquosas dos ácidos salicílico (Anaya et al., 2015; Hadi et al., 2014) e ascórbico (Cavusoglu e Bilir, 2015; Shalata e Neumann, 2001), sendo que as concentrações foram baseadas em trabalhos semelhantes encontrados na literatura. Procedeu-se com uma técnica de embebição lenta, por parte das sementes, das soluções dos ácidos e da água utilizando-se três folhas de papel toalha, as quais foram previamente umedecidas com água destilada ou com as respectivas soluções dos ácidos salicílico e ascórbico em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes, em quantidade suficiente para as posteriores determinações de qualidade, foram dispostas sobre duas folhas e cobertas com uma terceira, para posterior confecção dos rolos e acondicionamento em sacos plásticos transparentes; semelhante ao procedimento adotado por ocasião da instalação do teste padrão de germinação de sementes (Brasil, 2009). Entretanto, no caso dos rolos pertinentes aos tratamentos de condicionamento fisiológico, os mesmos eram deixados na posição horizontal no interior da BOD, diferindo, portanto, dos rolos que permanecem na posição vertical, por ocasião da condução do teste de germinação.

As sementes após terem sido submetidas de forma independente aos tratamentos de condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico (zero; 0,25; 0,5 e 1,0 mM) ou ascórbico (zero; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mM) durante 12 horas, foram divididas em duas frações, ou seja, uma fração passou por secagem subsequente e a outra não. Empregou-se dois grupos de controle (testemunhas) os quais foram representados pelas sementes condicionadas em água ou hidrocondicionadas e por aquelas sem condicionamento, ou seja, sem embebição.

Foram avaliadas as seguintes características: teor de água (item 3.3.1); germinação (protrusão da raiz primária) (item 3.3.2); índice de velocidade de protrusão da raiz primária (item 3.3.3), coeficiente de velocidade de protrusão da raiz primária (item 3.3.4); tempo médio de protrusão da raiz primária (item 3.3.5); teste padrão de germinação - TPG (porcentagem de plântulas normais); primeira contagem de germinação; comprimento da parte aérea e do sistema radicular (Figura 1B); massa seca da parte aérea e do sistema radicular e condutividade elétrica (item 3.3.6). Ressalta-se que a condução das avaliações relacionadas à protrusão da raiz primária, foi realizada

em conjunto com o teste padrão de germinação- TPG (porcentagem de plântulas normais).



Figura 1. 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.

3.4.1 Germinação (teste padrão de germinação)

O teste padrão de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, empregando-se como substrato papel toalha do tipo germitest, as folhas foram umedecidas com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel germitest, e cobertas com uma terceira para a posterior confecção dos rolos, os quais foram acondicionados dentro de sacos plásticos transparentes e mantidos verticalmente em câmara de germinação (B.O.D.), à 25 °C. As leituras foram efetuadas aos cinco e oito dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

3.4.2 Primeira Contagem de Germinação

O teste de primeira contagem de germinação foi conduzido em conjunto com o teste padrão de germinação, sendo os resultados expressos pela porcentagem das plântulas normais avaliadas no 5º dia após a semeadura (Brasil, 2009).

3.4.3 Comprimento da parte aérea e do sistema radicular

Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, utilizando-se como substrato papel toalha do tipo germitest, as folhas foram umedecidas com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel toalha germitest, no terço superior do papel no sentido longitudinal e posicionadas de forma que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior do papel, e cobertas com uma terceira para a posterior confecção dos

rolos. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e posicionados verticalmente no interior de uma câmara de germinação (B.O.D.), à 25 °C, por cinco dias Nakagawa (1999). Ao final deste período, as plântulas foram mensuradas com o auxílio de uma régua à partir da inserção dos cotilédones até a região do coleto e deste até a extremidade da raiz principal, para a obtenção do comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR), respectivamente. O comprimento médio da parte aérea e do sistema radicular foi obtido pelo quociente entre a soma das medidas tomadas em cada repetição e o número de sementes empregadas, com os resultados médios por plântulas expressos em centímetros.

3.4.4 Massa seca da parte aérea e do sistema radicular

Após a avaliação do comprimento das plântulas normais, os cotilédones foram eliminados previamente à determinação do massa seca das plântulas, as quais foram seccionadas na região do coleto, para separar a parte aérea do sistema radicular. Posteriormente, após a parte aérea e o sistema radicular das plântulas normais de cada repetição, serem dispostos independentemente no interior de sacos de papel kraft, os mesmos foram colocados para secar em estufa à 80°C durante 24 horas. Decorrido este período, após o esfriamento das plântulas as mesmas foram pesadas em balança analítica digital com precisão de 0,0001 g e determinou-se a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (g/plântula), conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999).

Para a análise estatística utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 4 (frações úmida e seca; diferentes concentrações do ácido salicílico) e 2 x 6 (frações úmida e seca; diferentes concentrações do ácido ascórbico) para o condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico e ascórbico, respectivamente. As características avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,5$). A concentração de cada um dos ácidos que proporcionou os melhores resultados foi utilizada no experimento envolvendo estresse salino.

3.5 Experimento III - Condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico com posterior secagem e submissão ao estresse salino

Inicialmente as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, foram submetidas aos seguintes tratamentos de condicionamento fisiológico: Sem CF – sementes sem

condicionamento fisiológico (testemunha); CF água – sementes com condicionamento fisiológico em água destilada (hidrocondicionamento); CF AS – sementes com condicionamento fisiológico em solução de ácido salicílico (0,5 mM) e CF AA – sementes com condicionamento fisiológico em solução do ácido ascórbico (1,5 mM), por um período de 12 horas, em incubadora B.O.D. à 25 °C. Os tratamentos de condicionamento fisiológico envolveram o umedecimento das folhas de papel toalha com água destilada ou com as soluções dos ácidos, em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes em número suficiente para as avaliações a serem realizadas, eram dispostas sobre duas folhas de papel toalha e cobertas com uma terceira para a posterior confecção dos rolos (Brasil, 2009), os quais foram colocados no interior de sacos plásticos transparentes. Ressalta-se que a concentração de 0,5 mM do ácido salicílico também foi empregada para o condicionamento fisiológico de sementes de outras espécies, tais como trigo (Kang et al., 2012); abóbora (Çanakci e Dursun, 2013); milho (Al-Mureish et al., 2014) e *Vigna radiata* L. (Roychoudhury et al., 2016).

Logo em seguida, após as 12 horas de incubação, as sementes de cada tratamento de condicionamento fisiológico foram divididas em duas frações, ou seja, em uma parte procedeu-se com a secagem (fração seca) e na outra se manteve a umidade adquirida (fração úmida) durante o período de embebição. Antes de se proceder com a semeadura, folhas de papel toalha foram previamente umedecidas com soluções de cloreto de sódio (Tabela 1) de diferentes potenciais osmóticos (zero; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), adaptado de Naim (2015), na proporção de 2,5 a massa seca do papel. De maneira, que as sementes de cada uma das frações de cada tratamento de condicionamento fisiológico, pudessem ser semeadas, tanto para o teste padrão de germinação como para os testes de comprimento e massa seca de plântulas, sobre duas folhas de papel germitest e cobertas com uma terceira para a posterior confecção dos rolos (Brasil, 2009). Os quais foram acondicionados em sacos plásticos transparentes (para manter a umidade) e levados para uma incubadora tipo B.O.D. à 25 °C, por oito e cinco dias, conforme a duração dos testes de germinação e comprimento de plântulas, respectivamente.

Tabela 1. Concentrações de NaCl para se obter os diferentes potenciais osmóticos das soluções de embebição e suas respectivas molaridades e condutividade elétrica (CE).

Níveis de potencial osmótico	Concentrações	Molaridade	CE
(Mpa)	(g L ⁻¹)	(mM)	(μS)
0	0	0	0
-0,3	4,20	72	6,21
-0,6	8,40	144	10,47
-0,9	12,60	215	13,13
-1.2	16,81	287	14,25

Avaliações após os tratamentos de condicionamento fisiológico e estresse salino

Tanto as sementes que foram mantidas úmidas (fração úmida) como as que foram secas (fração seca) após os tratamentos de condicionamento fisiológico, foram avaliadas quanto ao teor de água (item 3.3.1), a condutividade elétrica (item 3.3.6) e a porcentagem dos danos de membranas, por meio de um condutivímetro.

3.5.1 Danos de membrana

Na avaliação da porcentagem dos danos de membranas das sementes através do vazamento de eletrólitos foi utilizada a metodologia descrita por Blum e Ebercon (1981). As amostras utilizadas para a condutividade elétrica (L1) foram colocadas em erlenmeyer em banho-maria por 1 hora em água fervente e depois prosseguiu-se com as leituras das soluções em condutivímetro (L2) (Figura 2C). Os resultados foram expressos em % obtidos pela seguinte equação $\% DM = (L1/L2) \times 100$, sendo DM= dano de membranas; L1 = leitura da condutividade elétrica do extrato após as semente ficarem por 24 horas em 75 mL de água destilada, à 25 °C; e L2= a leitura da condutividade elétrica do extrato após a fervura em banho-maria por 1 hora.

Após a exposição das sementes aos diferentes potenciais osmóticos de cloreto de sódio, avaliou-se a germinação (porcentagem de plântulas normais) (item 2.4.1), o comprimento da parte aérea e do sistema radicular (item 2.4.3) e a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (item 2.4.4).

Para a análise estatística utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 4 x 5 (fração úmida e seca; tratamentos de

condicionamento fisiológico e diferentes potenciais osmóticos do NaCl), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As características avaliadas foram submetidas a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,5$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curva de embebição de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi

Na figura 3 observa-se que as curvas de embebição, referentes as duas metodologias conduzidas com as sementes feijão caupi, cv. BRS Potengi, apresentaram um comportamento semelhante quanto à absorção de água, caracterizando o padrão trifásico de embebição. Desta forma, independente das sementes utilizadas terem sido ou não as mesmas durante todo o período de embebição, constatou-se que o mesmo nível de absorção de água foi atingido por todas as sementes. Em termos operacionais verifica-se que o emprego das mesmas sementes para se acompanhar o ganho de água por diferentes períodos de embebição, proporciona uma metodologia mais simplificada, já que menos sementes e substrato são utilizados.

Na primeira etapa observou-se um rápido aumento da massa fresca das sementes, nas primeiras horas de embebição. Isso ocorreu devido a diferença existente entre os potenciais hídricos das sementes e do substrato (Bechert, et al., 2000). Comportamento semelhante pôde ser observado no estudo da curva de embebição de sementes de *Copernicia hospita* Martius, as quais alcançaram a fase I com apenas duas horas de embebição (Oliveira et al., 2013).

Nas sementes feijão caupi, cv. BRS Potengi, a fase II ocorreu à partir das nove horas de embebição, onde o processo de hidratação das sementes tornou-se mais lento. De acordo com Marcos Filho (2005) a fase II é caracterizada por uma acentuada redução na absorção de água pelas sementes e intensificação dos processos metabólicos.

A fase III iniciou à partir das 18 horas do processo de embebição, ocorrendo a retomada da velocidade de absorção de água pelas sementes. Nessa fase ocorre o crescimento visível do eixo embrionário e surgimento de novas células, exigindo assim maior quantidade de água pelas sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000). Portanto, 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). O mesmo foi observado por Sampaio et al. (2015) ao estudarem a curva de embebição de sementes de coração negro (*Poecilanthe parviflora* Benth.).

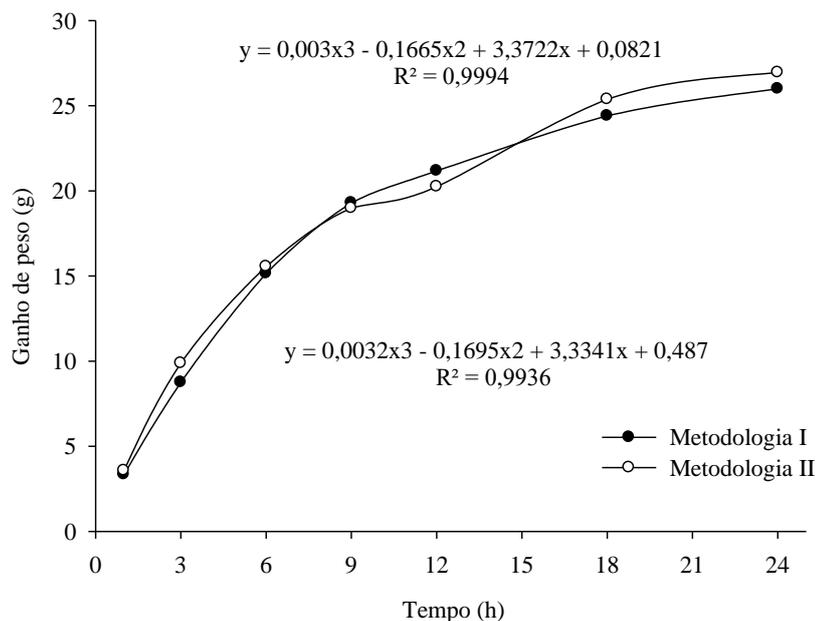


Figura 2. Água absorvida por sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do tempo de embebição. Serra Talhada, 2016.

Desta forma, para os experimentos envolvendo o condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, com os ácidos salicílico e ascórbico empregou-se o período de 12 horas de embebição (fase II); visando minimizar possíveis prejuízos as sementes por ocasião do processo posterior de secagem, caso as sementes tivessem iniciado a fase três do processo trifásico de embebição, a qual é caracterizada pela emissão da raiz primária.

4.1.2 Germinação e vigor de sementes de feijão caupi após períodos de hidrocondicionamento

Após a exposição das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi aos vários períodos de embebição ou de hidrocondicionamento, observou-se que as sementes apresentaram um acréscimo no seu teor de água à medida que aumentava o tempo de embebição, caracterizando uma rápida absorção de água no período de três horas de embebição (Tabela 2). Nos períodos de 9 e 12 horas pôde ser observado uma estabilização na absorção de água. A partir das 18 horas as sementes voltaram a absorver água com maior rapidez, retomando o aumento no seu teor de água e ocorrendo a protrusão da radícula, seguindo, assim, o padrão trifásico de absorção de água durante o processo de germinação.

Resultados semelhantes foram verificados em sementes de alface ao serem submetidas ao hidrocondicionamento, apresentando uma rápida absorção durante as primeiras horas de embebição (12 horas) caracterizando a fase I do processo trifásico de embebição, depois ocorrendo uma estabilização na absorção que perdurou até as 36 horas (fase II), e em seguida ocorreu a protrusão da raiz primária iniciando assim a fase III (Rodrigues et al., 2012). Esse comportamento também foi verificado por Albuquerque et al. (2009) ao estudarem o processo germinativo de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.), as quais apresentaram o padrão trifásico de absorção de água durante o processo germinativo.

Pode-se verificar na tabela 2 que o teor de água variou bastante tanto entre os diferentes períodos de embebição como entre as frações de sementes úmidas e secas, sendo que a variação do teor de água segundo Vieira et al. (2002) interfere nos resultados de condutividade elétrica. Para minimizar esta interferência propõe-se que as sementes a serem utilizadas tenham teores de água entre 10 e 17% (Loeffler et al., 1988; Vieira 2002), mas quando não é possível a uniformização do teor de água das sementes antes da avaliação da condutividade elétrica, pode-se utilizar a uma equação de correção para eliminar o efeito do teor de água sobre os resultados do teste de condutividade elétrica (Vieira et al., 2002). Diante do exposto, os dados de condutividade elétrica obtidos foram corrigidos mediante o emprego da respectiva equação (Tabela 2), de maneira que os resultados da condutividade elétrica fossem utilizados com maior segurança, uma vez que a comparação dos dados não seria realizada entre tratamentos de sementes com diferentes padrões de teor de água, o que poderia conduzir a interpretações equivocadas da condição fisiológica das sementes (Vieira et al., 2002).

Quanto as avaliações da condutividade elétrica (Tabela 2), para a fração sementes úmidas, observou-se que os períodos de 3, 9 e 12 horas de embebição proporcionaram uma redução na quantidade de eletrólitos lixiviados pelas sementes, em relação tanto as sementes que não passaram por nenhum período de embebição como àquelas embebidas por 30'; 1; 6; 18 e 24 horas. Na fração das sementes secas (sementes que foram embebidas e depois secas) os períodos de embebição de 1, 3 e 12 horas também resultaram em menor quantidade de lixiviados.

Com relação à interação entres as duas frações, seca e úmida, verificou-se que o processo de secagem ocasionou uma menor lixiviação de exsudatos para as sementes que não foram embebidas e também para aquelas que foram embebidas por 1; 3 e 12

horas; já para os demais períodos, de uma forma geral, não houve diferenças estatísticas entre as frações. Salienta-se que não foi realizada uma seleção prévia das sementes quanto às possíveis fissuras que as mesmas poderiam ter no tegumento, por ocasião da separação das sementes que seriam utilizadas nos testes de condutividade elétrica. De acordo com Loeffler et al. (1988) a remoção da semente danificada acaba sendo subjetiva e imprecisa, pois ao se fazer a seleção de sementes com ausência de danos mecânicos no tegumento, isto nem sempre implica que apenas sementes sem injúrias irão permanecer na amostra. Por sua vez, Tao (1978) verificou que dentro de 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.

Tabela 2. Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida –FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, do condicionamento fisiológico em água destilada por diferentes períodos, em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Períodos de Embebição (horas)	TA (%)		CE* ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	
	FU	FS	FU	FS
Zero	11,17eA	9,55aB	301,58aA	259,12cB
30'	11,93eA	8,85aB	316,80aA	328,43abA
1	12,82eA	9,15aB	309,87aA	181,11dB
3	15,31dA	7,84aB	238,33bA	100,68eB
6	19,59cA	7,95aB	319,82aA	288,62bcA
9	24,76bA	9,35aB	220,33bB	371,64aA
12	24,95bA	8,01aB	221,85bA	101,44eB
18	33,53aA	9,86aB	305,60aA	303,04bcA
24	33,56aA	10,62aB	301,09aA	289,44bcA
CV (%)	5,88		8,93	

As letras minúsculas e maiúsculas diferenciam os períodos de embebição e as frações seca e úmida, respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca. * Dados 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).

Tanto para a protrusão da raiz primária como para o índice de velocidade de protrusão da raiz primária não houve diferenças significativas, independente do período de embebição e da fração de sementes utilizadas (Tabela 3). Indicando que para estas características o processo de secagem não causou danos às sementes.

Comportamento semelhante foi observado por Almeida et al. (2013) onde verificaram que a sementes de feijão adzuki não sofreram redução na formação de plântulas normais quando passaram por um processo de secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C, com redução do seu teor de água de 53% para 14, 75%. Ibrahim et al. (2013) ao estudarem sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) observaram que houve um aumento na taxa de protrusão de radícula quando as sementes foram embebidas por 12 e 24 horas em água, e mantiveram o efeito benéfico da embebição mesmo sofrendo processo de secagem por períodos de 2 e 4 horas.

Na avaliação do coeficiente de velocidade de protrusão da raiz (Tabela 3), verificou-se que para todos os períodos de embebição, as sementes da fração úmida proporcionaram uma maior velocidade de protrusão da raiz primária do que as sementes da fração seca. Isso pode ter ocorrido devido ao estresse ocasionado nas sementes com o processo de secagem, levando a uma diminuição do vigor. Considerando a fração úmida, os períodos de 18 e 24 horas de embebição proporcionaram uma emissão mais rápida da raiz primária, em detrimento dos demais períodos; já para a fração seca não houve diferença estatística entre os períodos de embebição.

Quanto ao tempo médio de protrusão da raiz, houve diferença estatística entre as frações úmida e seca apenas nos períodos de embebição de zero; 30', 1 e 3 horas, sendo que as sementes da fração seca demoram mais dias para emitirem a raiz primária (Tabela 3). Dentro da fração úmida, as sementes condicionadas por 12; 18 e 24 horas em relação às sementes que não passaram por embebição, demoraram mais tempo para germinar. Por sua vez, as sementes que foram embebidas por 6 horas e depois secas germinaram em menos dias do que as sementes da testemunha e as embebidas por 30 min., 1 e 18 horas e depois secas.

Tabela 3. 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, em função do condicionamento fisiológico em água destilada por diferentes períodos, em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

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

As letras minúsculas e maiúsculas diferenciam os períodos de embebição e as frações seca e úmida, respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca.

A pré-embebição das sementes das plantas garante uma rápida e uniforme germinação, possibilitando o uso eficaz da água, dos nutrientes e da luz, o que conseqüentemente proporcionará maior produtividade (Guimarães et al., 2008). Porém, para que essas sementes possam ser armazenadas, as mesmas devem ser submetidas a um processo de secagem, sendo que este não deve diminuir os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico.

4.2. Condicionamento fisiológico de sementes de feijão caupi, cv. Potengi BRS, em soluções de Ácido Salicílico, com posterior secagem

No Anexo 1 está representada a ANAVA do experimento referente ao condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em soluções de ácido salicílico por 12 horas, com posterior secagem. Para todas as características avaliadas houve diferença significativa para as diferentes concentrações do ácido salicílico. No entanto, para o fator fração, seca e úmida, não ocorreu diferença significativa para as características primeira contagem de plântulas normais e germinação (porcentagem total de plântulas normais), o mesmo ocorreu quanto a interação dos dois fatores. Mostrando que o processo de secagem das sementes não interferiu de forma negativa na qualidade fisiológica, proporcionada pelo uso do condicionamento fisiológico com ácido salicílico nas sementes de feijão caupi, BRS Potengi.

Já 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 estiverem, maior será a desorganização do sistema de membranas, conseqüentemente maior a 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.

Assim, as avaliações da condutividade elétrica mostraram uma maior desorganização das membranas celulares nas sementes que passaram pelo processo de secagem, provocado provavelmente pelo estresse gerado as sementes durante a remoção da água do seu interior. Resultados semelhantes foram observados por Binott et al. (2008) ao estudarem o comportamento de sementes feijão submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, ao verificarem que quanto maior 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.

As sementes da fração úmida lixiviaram menos do que as sementes sem hidratação (Tabela 4), denotando um efeito positivo da hidratação, independente da presença do ácido salicílico, para restaurar o sistema de membranas, proporcionando maior capacidade de reparação dos danos causados às sementes. Comportamento semelhante foi observado por Ramos et al. (2015) ao verificarem que o uso do condicionamento fisiológico em sementes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) proporcionou as menores leituras de condutividade elétrica, quando comparadas as sementes não condicionadas. Já em estudo com sementes de arroz, o ácido salicílico proporcionou um rearranjo nas membranas celulares das sementes quando submetidas a diferentes concentrações (zero; 0,1 e 1,0 mM), diminuindo assim a perda de eletrólitos. Porém em maiores concentrações (10 e 20 mM) houve um aumento na lixiviação de exsudatos, decorrente de uma maior permeabilidade das membranas (Silveira et al., 2000). É possível inferir que o ácido salicílico aplicado em pequenas quantidades promove um aumento na velocidade de reestruturação das membranas celulares, possibilitando menor lixiviação dos componentes presentes nas sementes (íons, açúcares, aminoácidos, proteínas e ácidos orgânicos).

Nas sementes da fração úmida (Tabela 5) o condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, nas soluções de ácido salicílico, proporcionou uma maior rapidez na protrusão da raiz primária (Índice de velocidade da protrusão da raiz primária –IVPR e coeficiente de velocidade da protrusão da raiz primária - CVPR) em relação às sementes que não passaram por nenhum tratamento e também para aquelas que foram hidrocondicionadas. A maior rapidez na germinação (protrusão da raiz primária) das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, pode evidenciar que o uso do ácido salicílico em baixas concentrações, proporcionou uma reorganização e ativação dos processos celulares (Guimarães et al., 2008), destacando-se a translocação de ácido giberélico do eixo embrionário para os cotilédones (Floss, 2004), o que induziria no aumento da síntese e/ou ativação das enzimas hidrolíticas, as quais são responsáveis pela degradação das substâncias de reserva nos cotilédones com posterior mobilização para os pontos de crescimento no eixo embrionário (Castro e Hilhorst, 2004). Assim o alongamento celular na região da radícula seria uma decorrência da pressão de

turgescência, mediada pelo aumento do teor de metabólitos no protoplasma das células (Guimarães et al., 2008).

Tabela 4. Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	TA (%)		CE* ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	
	FU	FS	FU	FS
SE	11,30cA	11,42aA	367,62aA	340,50aA
EA	26,89abA	7,40bB	136,8bB	268,81bA
0,25	29,04aA	7,40bB	147,57bB	247,92bA
0,50	26,01bA	7,33bB	147,40bB	262,30bA
1,00	24,57bA	7,58bB	131,53bB	248,29bA
CV(%)		7,38		11,41

As letras minúsculas e maiúsculas diferenciam os períodos de embebição e as frações seca e úmida, respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca.; SE- Sem Embebição; EA- Embebição em água. * Dados 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).

Já para o tempo médio da protrusão da raiz primária (TMPR), tanto a hidratação em água como nas soluções do ácido salicílico, reduziram o tempo de emissão da raiz primária em relação as sementes não hidratadas. Os efeitos benéficos advindos dos tratamentos de hidratação para as características IVPR, CVPR e TMPR, foram suprimidos pela secagem das sementes, denotando que a mesma ao reduzir o teor de água das sementes, eliminou os benefícios do condicionamento fisiológico (Tabela 5).

Tabela 5. 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

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

As letras minúsculas e maiúsculas diferenciam os períodos de embebição e as frações seca e úmida, respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca. SE- Sem Embebição; EA- Embebição em água.

Com relação as avaliações do potencial germinativo, considerando a formação de plântulas normais, as sementes de feijão caupi tratadas com a concentração de 0,25 mM do ácido salicílico foram as que proporcionaram a maior porcentagem de plântulas normais, tanto no teste de primeira contagem como no teste padrão de germinação, em relação as sementes sem hidratação e hidrocondicionadas (Tabela 6). Por sua vez, Dutra (2015) ao realizar o condicionamento fisiológico de sementes de diversas cultivares de feijão caupi, entre elas BRS Potengi, em solução de ácido salicílico (10^{-5} M) por oito horas e depois submetê-las a diferentes soluções osmóticas de polietilenoglicol 6000, verificou que tanto o condicionamento em água destilada como no ácido salicílico proporcionaram taxa de germinação (protrusão da raiz primária) semelhante para as cultivares nos diversos potenciais hídricos.

Estudo realizado por Pacheco et al. (2007) mostrou 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 das concentrações, 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) que ao tratarem sementes de arroz com diversas 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. Entretanto, Maia et al. (2000) ao submeterem sementes de soja, a diferentes concentrações do ácido salicílico (0; 20; 50 e 100 mg.kg⁻¹) 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.

Nas avaliações de protrusão da raiz primária observou-se que para todos os tratamentos de condicionamento fisiológico em ácido salicílico a porcentagem de emissão da raiz primária foi de 100%, o mesmo foi observado nas sementes hidrocondicionamento, as com ausência de hidratação das sementes e as que foram submetidas ao procedimento de secagem após os tratamentos. No entanto, Sharafizad et al. (2013) ao estudarem o comportamento germinativo de sementes de trigo tratadas com o ácido salicílico, verificaram maior porcentagem de germinação em sementes embebidas em baixas concentrações do ácido (0,7 mM).

Tabela 6. Primeira contagem do teste de germinação (PCG) e germinação (G) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	PCG (%)	G (%)
SE	63,00 bc	71,00 b
EA	54,00 c	72,00 b
0,25	75,00 a	83,00 a
0,50	74,00 ab	79,00 ab
1,00	68,00 ab	79,00 ab
CV(%)	12,56	10,09

As médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SE- Sem Embebição; EA- Embebição em água.

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 0,50 mM do ácido salicílico (Tabela 7).

Para a fração úmida, as sementes submetidas as menores concentrações do ácido salicílico (0,25 e 0,50 mM) desenvolveram plântulas normais de maior comprimento da parte aérea, em relação as sementes sem hidratação e aquelas hidratadas por 12 horas em água (Tabela 7) e na concentração de 1,0 mM do ácido salicílico, confirmando a hipótese que o ácido salicílico atua como eficiente regulador de crescimento (Hayat et al., 2010). Por sua vez, as sementes da fração seca que foram condicionadas nas soluções de ácido salicílico de 0,5 e 1,0 mM, originaram plântulas de maior comprimento da parte aérea em relação as sementes que foram hidrocondicionadas, entretanto não diferiram das sementes sem hidratação e daquelas condicionadas em 1,0 mM do ácido salicílico.

Considerando os tratamentos de hidratação, verificou-se o processo de secagem não causou reduções no comprimento do sistema radicular (Tabela 7) das plântulas oriundas das sementes que foram condicionadas nas diferentes concentrações do ácido salicílico, o mesmo não foi verificado para as plântulas provenientes das sementes hidrocondicionadas, denotando assim um possível caráter protetor do ácido salicílico.

Para o comprimento do sistema radicular das plântulas oriundas da fração de sementes úmida (Tabela 7), não houve diferença estatística entre os tratamentos de hidratação (condicionamento em água e nas soluções do ácido salicílico) e as sementes sem hidratação. Contudo as sementes condicionadas na solução de ácido salicílico de 0,5 mM resultaram em plântulas com maior comprimento do sistema radicular em relação as que foram condicionadas em 0,25 mM. O condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi nas diferentes concentrações de ácido salicílico e com posterior secagem, resultou em plântulas com maior comprimento do sistema radicular em relação ao hidrocondicionamento.

A hipótese de que o ácido salicílico apresenta uma função de regulador de crescimento e modulador de inúmeras respostas em plantas (Hayat et al., 2010), foi considerada por Dutra (2015) ao constatar que a embebição de sementes de diversas cultivares de feijão caupi em ácido salicílico (10^{-5} M), proporcionou benefícios significativos para os parâmetros de crescimento (haste caulinar, comprimento da raiz e comprimento total das plântulas). Por sua vez, o referido pesquisador verificou que para

a cultivar BRS Potengi a embebição das sementes em ácido salicílico reduziu o comprimento da haste caulinar das plântulas sob o potencial de 0 MPa, em comparação à embebição em água destilada.

De acordo com Dutra (2015) o condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, BRS Potengi, em ácido salicílico (10^{-5} M) com posterior semeadura em diferentes potenciais hídricos, reduziu o vigor das sementes no maior potencial (0 MPa), entretanto para os demais (-1,0; -0,8; -0,6; -0,4 MPa), os resultados foram semelhantes aos encontrados nas sementes que foram hidrocondicionadas.

Quanto as massas secas da parte aérea e do sistema radicular (Tabela 7) das plântulas normais provenientes das sementes que foram submetidas ao condicionamento fisiológico, tanto na água como nas soluções de ácido salicílico, o processo de secagem interferiu negativamente. Já em feijão comum (*Phaesolus vulgaris* L.) a embebição das sementes em ácido salicílico (0,01mM) por oito horas, sem sofrer processo de secagem após o condicionamento fisiológico, proporcionou acúmulo de massa seca nas plântulas (Agostini et al., 2013), entretanto não houve diferença entre o condicionamento fisiológico em ácido salicílico e o hidrocondicionamento.

Por sua vez, as plântulas das sementes da fração úmida apresentaram um decréscimo na massa seca da parte aérea, por ocasião do uso da concentração de 1,00 mM do ácido salicílico. O condicionamento fisiológico seguido de secagem causou redução na massa seca da parte aérea das plântulas em relação as sementes que foram hidratadas. As sementes condicionadas nas soluções de ácido salicílico de 0,25 e 0,5 mM, sem secagem subsequente, proporcionaram plântulas com maior acúmulo de massa seca do sistema radicular em relação as que não foram hidratadas. Comparando-se as plântulas oriundas das sementes sem hidratação, verificou-se que condicionamento fisiológico das sementes com posterior secagem, resultou em plântulas com menor acúmulo de massa seca do sistema radicular.

Tabela 7. 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	CPA (cm)		CSR (cm)		MSPA (g)		MSR (g)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
SE	5,58bA	4,89abA	15,99abA	14,95aA	0,84aA	0,75aA	0,21bA	0,18aA
EA	6,58bA	3,36bB	14,77abA	8,14bB	0,91aA	0,17cB	0,24abA	0,05cB
0,25	9,51aA	5,29abB	13,08bA	13,27aA	0,89aA	0,37bB	0,28aA	0,09bB
0,50	9,40aA	5,90aB	16,41aA	15,18aA	0,94aA	0,49bB	0,27aA	0,13bB
1,00	6,58bA	5,99aA	13,96abA	13,37aA	0,64bA	0,47bB	0,24abA	0,12bB
CV(%)	19,30		11,04		10,78		11,77	

As letras minúsculas e maiúsculas diferenciam os períodos de embebição e as frações seca e úmida, respectivamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca.; SE- Sem Embebição; EA- Embebição em água.

4.3 Condicionamento fisiológico de sementes de feijão caupi, cv. Potengi BRS, em soluções de Ácido Ascórbico, com posterior secagem

A ANAVA (Anexo 2) referente ao condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em soluções de ácido ascórbico por 12 horas, seguido de secagem, mostra que para o fator fração, úmida e seca, todas as características avaliadas diferiram estatisticamente, com exceção da primeira contagem de germinação e do tempo médio da protrusão da raiz primária. Na avaliação do fator concentração do ácido ascórbico, observou-se que não houve diferença significativa para as características avaliadas. Entretanto para a interação dos dois fatores, a germinação das sementes foi a única característica que não apresentou diferença significativa. .

Para as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas nas diferentes concentrações do ácido ascórbico por 12 horas (Tabela 8), verificou-se um comportamento semelhante ao observado para os resultados de teor de água e condutividade elétrica das sementes condicionadas em ácido salicílico (Tabela 4). As sementes da fração seca apresentaram uma maior desorganização do sistema de membranas, provavelmente devido ao estresse provocado pelo processo de secagem, o que proporcionou uma maior lixiviação de eletrólitos. Esses resultados assemelham-se com os encontrados por Almeida et al. (2013) que, ao trabalharem com diferentes temperaturas (35, 45, 55, 65, e 75°C) durante o processo de secagem de sementes de feijão adzuki, observaram maiores valores de condutividade elétrica (239,9 e 460,7 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}$) nas sementes que foram secas nas temperaturas de 65 e 75°C, evidenciando a ocorrência do aumento de danos nas membranas celulares das sementes com o uso de elevadas temperaturas. Esses danos são causados devido à agressividade da remoção da água do interior das sementes quando expostas as altas temperaturas.

Verifica-se na tabela 9 que as sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, que foram condicionadas em diferentes concentrações de ácido ascórbico e que não passaram por posterior processo de secagem (fração úmida), proporcionaram uma maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem. Para a germinação (porcentagem total de plântulas normais), de um modo geral, verificou-se que as sementes condicionadas em ácido ascórbico não proporcionaram resultados superiores aos dos tratamentos controle (sementes sem hidratação e hidrocondicionadas). Além disto, a secagem das sementes (fração seca), previamente condicionadas nas diferentes concentrações de ácido ascórbico, não interferiu negativamente na porcentagem das plântulas normais, com exceção do condicionamento na concentração de 1mM.

Tabela 8. Teor de água (TA) e condutividade elétrica (CE) de sementes (frações úmida -FU e seca – FS) de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada - PE 2016.

Concentrações (mM)	TA (%)		CE* ($\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	
	FU	FS	FU	FS
SE	11,30cA	10,98aA	305,85aA	320,50abA
EA	24,73aA	7,98bB	227,55bB	329,81abA
0,50	22,35bA	7,82bB	249,18bB	317,71abA
1,00	24,68aA	7,71bB	193,64bB	398,15aA
1,50	22,67abA	7,68bB	188,45bB	291,74bA
2,00	21,99bA	7,72bB	197,27bB	319,94abA
2,50	23,25abA	7,75bB	196,57bB	315,97abA
CV(%)	6,78		14,76	

As letras minúsculas e maiúsculas diferenciam os períodos de embebição e as frações seca e úmida, respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; SE- Sem Embebição; EA- Embebição em água. * Dados 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).

Quanto a porcentagem de protrusão da raiz primária, verificou-se que para todos os tratamentos de condicionamento fisiológico em ácido ascórbico, incluindo o hidrocondicionamento e a ausência de hidratação das sementes; assim como para a utilização ou não do procedimento de secagem após os referidos tratamentos, a porcentagem de emissão da raiz primária foi de 100%. Por sua vez, Cavusoglu e Bilir (2015) relataram que o condicionamento fisiológico de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* cv. Bulbul) em 1 μM de ácido ascórbico, proporcionou acréscimos na porcentagem de germinação (protrusão de raiz primária), em relação ao hidrocondicionamento. De maneira, que os referidos autores consideraram que o uso do ácido ascórbico de forma exógena promove uma melhoria na qualidade fisiológica das sementes, no entanto, isso dependerá da espécie e das concentrações utilizadas.

Para as características envolvendo a velocidade de protrusão da raiz primária, ou seja, índice, coeficiente de velocidade e tempo médio de protrusão (Tabela 9), os tratamentos pertinentes à hidratação das sementes, com ou sem ácido ascórbico, com posterior secagem, proporcionaram uma maior velocidade de emissão da raiz primária,

com exceção das concentrações de 1,5 e 2,0 mM de ácido ascórbico, que mantiveram a velocidade de protrusão constatada nas sementes da fração úmida. Também Reis et al. (2013) observaram que sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.) previamente submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada de KNO₃ (-0,8 MPa), após serem secas (secagem lenta), mantiveram os efeitos benéficos do condicionamento fisiológico.

Dentro de cada fração, seca ou úmida, também foi possível observar que para as características relacionadas a velocidade de protrusão da raiz primária, praticamente não houve diferença estatística entre os tratamentos de condicionamento fisiológico das sementes. No entanto, a concentração de 0,50 mM do ácido ascórbico proporcionou as sementes da fração úmida, um retardo quanto à emissão da raiz primária em relação as demais concentrações e aos tratamentos controle (hidrocondicionamento e sementes sem hidratação) (Tabela 9). Comportamento semelhante foi observado por Ishibashi e Iwaya-Inoue (2006) ao verificarem que o condicionamento fisiológico das sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) em soluções de ácido ascórbico, provocou uma inibição da protrusão da radícula com o aumento das concentrações (50 e 100 mM).

Já as sementes da fração seca (sementes previamente condicionadas, com posterior secagem), o condicionamento fisiológico tanto na água como nas diferentes concentrações de ácido ascórbico, de um modo geral, proporcionou uma maior velocidade de protrusão da raiz primária, em relação às sementes que não passaram por nenhum tratamento de condicionamento. Nascimento et al. (2014a) ao condicionarem fisiologicamente sementes de alface em diferentes concentrações de ácido ascórbico (0,005; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025 e 0,030 g.L⁻¹) deixando imersas em béquer por 24 horas, observaram que a porcentagem de germinação (formação de plântulas normais) não apresentou diferença significativa quando comparada a testemunha (sem hidratação), no entanto ocorreu um acréscimo da massa fresca com o uso da concentração de 0,015g.L⁻¹.

Tabela 9. Primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), porcentagem de protrusão da raiz primária (%), 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	PC (%)		G (%)		IVPR		CVPR(%)		TMPR (dias)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
SE	63,00cA	66,00aA	71,50bA	73,00aA	17,62aA	18,45bA	32,70aA	31,56bA	3,08bA	2,89aA
EA	64,00bcA	63,00aA	72,50abB	84,00aA	19,10aB	21,74aA	35,98aB	41,00aA	2,79bA	2,44bB
0,50	77,92abA	30,50cdB	84,00abA	77,00aA	14,69bB	21,59aA	27,48bB	40,50aA	3,64aA	2,47bB
1,00	82,00aA	26,00dB	87,00aA	75,00aB	18,94aB	21,10aA	35,54aB	39,56aA	2,81bA	2,53bB
1,50	67,00bcA	37,00bcdB	73,00abA	76,00aA	19,15aA	20,23aA	35,13aA	37,38aA	2,85bA	2,67bA
2,00	68,00abcA	43,00bcB	78,00abA	74,00aA	18,61aA	19,97aA	34,96aA	37,31aA	2,86bA	2,70bB
2,50	72,00abcA	51,00abB	76,00abA	71,00aA	18,05aB	19,70abA	33,14aB	36,97abA	3,05bA	2,65aA
CV(%)	11,52		8,72		5,36		5,55		5,88	

As letras minúsculas diferenciam os tratamentos de condicionamento fisiológico e as maiúsculas diferenciam as frações seca e úmida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; SE- Sem hidratação; EA- Embebição em água.

Quanto as avaliações de desenvolvimento das plântulas normais das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas com ácido ascórbico por 12 horas (Tabela 10), foi observado que para as sementes da fração úmida os melhores resultados para o comprimento da parte aérea das plântulas, foram pertinentes as sementes hidratadas com a concentração de 1,50 mM em relação às sementes sem hidratação, não diferindo estatisticamente das sementes hidrocondicionadas e daquelas condicionadas nas concentrações de 0,5 e 2,0 mM. Salienta-se que para as sementes da fração úmida, a aplicação do ácido ascórbico, mesmo na sua menor concentração (0,5 mM), resultou em plântulas com um melhor desenvolvimento da parte aérea em relação as sementes que não foram condicionadas. Quando as sementes foram submetidas à secagem, após o condicionamento fisiológico (fração seca), observou-se que a hidratação das sementes na solução de 1,5 mM resultou em plântulas com maior comprimento da parte aérea, não diferindo apenas do condicionamento nas concentrações de 2,0 e 2,5 mM.

Considerando as frações úmida e seca, observou-se que as sementes submetidas ao condicionamento fisiológico nas concentrações de 1,00 e 2,50 mM de ácido ascórbico, com posterior secagem, proporcionaram plântulas com maior comprimento de parte aérea, quando comparadas com as sementes da fração úmida (Tabela 10).

Observando o comprimento do sistema radicular das plântulas normais (Tabela 10), verifica-se que 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 condicionadas apenas em água destilada ou nas concentrações de 1,50; 2,00 e 2,50 mM de ácido ascórbico. Esses resultados indicam que o processo de secagem interfere nos efeitos benéficos proporcionados pelo ácido sobre o desenvolvimento das plântulas. Na fração úmida o condicionamento das sementes na concentração de 1,5 mM do ácido ascórbico, proporcionou um maior comprimento do sistema radicular em relação ao tratamento sem hidratação ou ao condicionamento nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,5 mM. No caso das sementes da fração seca, não houve diferença estatística do comprimento do sistema radicular das plântulas provenientes das sementes sem condicionamento em relação as sementes condicionadas.

Para as massas secas da parte aérea e do sistema radicular das plântulas normais (Tabela 10), 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. 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 o condicionamento fisiológico em relação às sementes sem hidratação. Já para a massa seca do sistema radicular, as plântulas oriundas das sementes que não passaram por nenhuma hidratação, apresentaram um maior acúmulo de massa seca em comparação as plântulas provenientes das sementes condicionadas nas concentrações de 0,5 e 2,5 mM.

Tabela 10. 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Concentrações (mM)	CPA (cm)		CSR (cm)		MSPA (g)		MSR (g)	
	FU	FS	FU	FS	FU	FS	FU	FS
SE	5,58cA	5,45cA	15,99bcdA	15,06abA	0,84bA	0,78aA	0,21bA	0,18aA
EH	6,46abcA	5,50cB	16,53abcA	13,70bcB	0,93bA	0,57bB	0,26bA	0,16abcB
0,50	6,84abA	5,63cB	13,70dA	15,27abA	0,83bA	0,43bB	0,25bA	0,10cB
1,00	5,70bcB	6,72bcA	15,21cdA	16,28aA	1,25aA	0,58bB	0,36aA	0,15abcB
1,50	7,63Aa	8,20aA	18,78aA	16,75aB	0,96bA	0,56bB	0,26bA	0,17abB
2,00	6,58abcA	7,24abA	17,99abA	15,72abB	0,82bA	0,62bB	0,23bA	0,20abA
2,50	6,04bcB	7,52abA	16,23bcA	12,21cB	0,81bA	0,55bB	0,23bA	0,14bcB
CV(%)	8,70		7,27		11,73		12,35	

As letras minúsculas diferenciam os tratamentos de condicionamento fisiológico e as maiúsculas diferenciam as frações seca e úmida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; SE- Sem hidratação; EA- Embebição em água.

4.4 Condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico com posterior secagem e submissão ao estresse salino

A ANOVA do terceiro experimento (Anexo 3), no qual as sementes foram previamente condicionadas fisiologicamente com os ácidos salicílico ou ascórbico por 12 horas e submetidas posteriormente ao processo de secagem, fração seca e úmida, mostrou que ocorreu diferença significativa para todas as características avaliadas, tanto para os fatores como para as interações. No entanto, a primeira contagem de germinação não apresentou diferença significativa para o fator condicionamento fisiológico.

Na tabela 13, pertinente às avaliações que foram conduzidas após os tratamentos de condicionamento fisiológico e secagem, é possível observar que as sementes que foram submetidas ao processo de secagem lixiviaram mais exsudatos do que as sementes que mantiveram-se úmidas. Como foi adotada uma equação de correção para eliminar o efeito do teor de água sobre os resultados do teste de condutividade elétrica (Vieira et al., 2002), os valores encontrados possivelmente sejam decorrentes de uma maior desorganização do sistema de membranas por ocasião do processo de secagem, o que culminou com acréscimos significativos na lixiviação de eletrólitos. Esses resultados corroboram com os dos danos de membranas, os quais indicaram uma menor integridade das membranas celulares, após o processo de secagem das sementes condicionadas tanto na água como nas soluções dos ácidos salicílico ou ascórbico. Ainda, salienta-se que os danos de membranas foram menores nas sementes condicionadas em relação às sementes que não passaram por nenhum tratamento de hidratação, independente das sementes serem da fração seca ou úmida, denotando um efeito protetivo proporcionado pelo condicionamento fisiológico.

Em estudos com sementes de soja envelhecidas, Lin e Ferrari (1992) verificaram que as sementes que não foram submetidas ao tratamento de pré-hidratação (hidrocondicionamento) e que ainda passaram por processo de secagem, lixiviaram mais do que as que receberam o tratamento de hidrocondicionamento, cuja condutividade elétrica foi reduzida.

Quando a semente está muito seca, a água é absorvida com uma maior velocidade em função do gradiente estabelecido entre os potenciais hídricos da semente e do meio (Marcos Filho, 2005). Assim a embebição rápida pode ocasionar a ruptura das membranas celulares, o que segundo Bewley e Black (1994) seria uma consequência da desconfiguração das bicamadas lipídicas por ocasião da reidratação do protoplasma, compreendendo a transição entre os estados de gel (mais rígido antes da

embebição) e de cristal líquido (mais fluído após a embebição) das membranas. Os referidos autores destacam que a ruptura das membranas predispõe a lixiviação dos conteúdos celulares e a morte das células, o que poderia vir a comprometer a qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 11. Teor de água (TA), condutividade elétrica (CE) e danos de membranas (DA) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas ao condicionamento fisiológico com ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e água destilada (CF água) por 12 horas com posterior secagem (frações úmida - FU e seca - FS). Serra Talhada -PE 2016.

Condicionamento fisiológico	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
Sem CF	10,61bA	11,20aA	114,73bB	183,01aA	57,31aA	50,67aA
CF água	27,41aA	11,76aB	127,93bB	163,68aA	26,17bB	37,60cA
CF AA	27,68aA	12,26aB	132,01bB	171,92aA	27,41bB	36,08cA
CF AS	26,04aA	11,06aB	184,69aA	194,61aA	27,15bB	42,87bA
CV (%)	7,49		11,49		5,15	

As letras minúsculas diferenciam os tratamentos de condicionamento fisiológico e as maiúsculas diferenciam as frações seca e úmida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; Sem CF – sementes sem condicionamento fisiológico (testemunha); CF água – sementes com condicionamento fisiológico em água destilada (hidrocondicionamento); CF AS – sementes com condicionamento fisiológico em solução de ácido salicílico; CF AA – sementes com condicionamento fisiológico em solução do ácido ascórbico.

Quanto às avaliações das sementes feijão caupi, cv. BRS Potengi, condicionadas fisiologicamente com as soluções dos ácidos ascórbico ou salicílico, seguidas de secagem e posteriormente submetidas aos diferentes potenciais osmóticos de NaCl (Tabela 14), foi observada uma redução drástica nas características avaliadas com o incremento do cloreto de sódio ao substrato. De acordo com Dantas et al. (2003) a salinidade ao promover um atraso na síntese da enzima α amilase cotiledonar, compromete tanto a germinação como o desenvolvimento inicial das plântulas. Segundo Khan e Panda (2008) a redução na absorção de água causada pela salinidade, ao comprometer a hidrólise das substâncias de reserva (proteínas, carboidratos e lipídios) nos tecidos de armazenamento, resultaria em uma mobilização deficiente destas

substâncias para os pontos de crescimento do eixo embrionário, de maneira que o processo de germinação torna-se mais lento, podendo até não ocorrer.

O efeito do estresse salino no retardo da germinação foi verificado ao observar que não houve formação de plântulas normais por ocasião da avaliação da primeira contagem do teste de germinação, avaliada cinco dias após a semeadura (Tabela 14), à partir do potencial osmótico de 50 MPa de NaCl. A redução do potencial hídrico no substrato ao restringir a disponibilidade de água para as sementes, em consequência da diminuição do potencial osmótico de NaCl da solução, afeta diretamente o processo germinativo, pois interfere de forma negativa na ativação e manutenção do metabolismo das sementes (Bewley et al., 2013). Além de que, o incremento de sais no substrato provoca o acúmulo de íons a níveis tóxicos interferindo no desenvolvimento do embrião (Fonseca e Perez, 2001). Portanto, dentro deste contexto, as atividades bioquímicas são inibidas e danos são causados às membranas celulares pelo excesso de sal (Taiz e Zaiger, 2013).

Quanto a germinação (Tabela 14) houve uma redução significativa já no potencial osmótico de -0,3 MPa em relação à testemunha (água destilada). Por sua vez, no potencial de -0,6 MPa, só foi verificada formação de plântulas normais à partir das sementes que não foram submetidas a nenhum tratamento de condicionamento fisiológico e também naquelas que foram condicionadas tanto na água como nos ácidos salicílico ou ascórbico, mas que não foram expostas posteriormente ao processo de secagem. Denotando que a secagem após os tratamentos de condicionamento fisiológico mostrou-se deletéria. Já nos potenciais osmóticos de NaCl de -0,9 e -1,2 MPa, não houve mais a formação de plântulas normais (Tabela 14). Por sua vez, Naim (2015) após realizar o condicionamento fisiológico de sementes de feijão caupi em solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (30 μM) e submetê-las posteriormente a diferentes níveis de potenciais osmóticos de salinidade (0,0; -0,3; -0,6; -0,9; -1,2, e -1,5 MPa), verificou que o peróxido de hidrogênio minimizou os efeitos negativos decorrentes do estresse salino, proporcionando um aumento na porcentagem de germinação (protrusão da raiz primária), maior velocidade de germinação e acúmulo de massa seca. Mesmo sendo a mesma espécie e os mesmos potenciais osmóticos, as porcentagens de germinação diferiram entre as pesquisas, pois além da cultivar ser diferente, Naim (2015) adotou a protrusão da raiz primária, enquanto neste estudo empregou-se a porcentagem de plântulas normais como critério de germinação. Salienta-se que o fato de uma semente emitir a raiz primária não quer dizer que a mesma irá prosseguir o seu

desenvolvimento culminando em uma plântula normal, ou seja uma semente com protrusão da raiz pode tanto originar uma plântula normal como anormal; assim é importante que os trabalhos sempre mencionem o critério de germinação adotado.

Tabela 12. Primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G) de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), após o condicionamento fisiológico em ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e em água destilada (CF água) por 12 horas e posterior secagem (frações úmida -FU e seca – FS). Serra Talhada –PE 2016.

Variável	Condicionamento fisiológico x secagem	Potenciais osmóticos de NaCl (MPa)				
		zero	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2
PC (%)	Sem CF (testemunha FU)	11,00cA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	Sem CF (testemunha FS)	19,00bA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF água x FU	16,50bA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF água x FS	19,00bA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AA x FU	10,00cA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AA x FS	27,50aA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FU	10,00cA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FS	27,50aA	0,00aB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
CV (%)					51,26	
G (%)	Sem CF (testemunha FU)	75,50abA	60,50aB	29,50aC	0,00aD	0,00aD
	Sem CF (testemunha FS)	58,00cdA	17,00cB	0,00bC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FU	79,50aA	61,50aB	30,50aC	0,00aD	0,00aD
	CF água x FS	43,50eA	18,00cB	0,00bC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FU	69,00abcA	58,00aA	29,50aB	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FS	47,00deA	10,00cB	0,00bB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FU	57,00cdA	36,00bB	13,00bC	0,00aD	0,00aD
	CF AS x FS	64,00bcA	13,50cB	0,00bC	0,00aC	0,00aC
CV (%)					27,46	

As letras minúsculas diferenciam a interação dos tratamentos de condicionamento fisiológico e das frações seca e úmida e as maiúsculas diferenciam os potenciais osmóticos de NaCl pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; Sem CF – sementes sem condicionamento fisiológico (testemunha); CF água – sementes com condicionamento fisiológico em água destilada (hidrocondicionamento); CF AS – sementes com condicionamento fisiológico em solução de ácido salicílico; CF AA – sementes com condicionamento fisiológico em solução do ácido ascórbico.

Os resultados pertinentes à germinação e ao desenvolvimento inicial das plântulas, apresentados no presente trabalho, assemelham-se aos encontrados por Pinheiro et al. (2013), pois ao submeterem sementes de feijão guandu (*Cajanus cajan*) a diferentes potenciais osmóticos de soluções de cloreto de sódio (0,0; -0,3; -0,6; -0,9; -1,2 e -1,5 MPa), verificaram que não houve germinação nos potenciais osmóticos inferiores à -0,3 MPa. Por sua vez, Sá et al. (2016) ao avaliarem a germinação e o vigor de sementes de cultivares de feijão-caupi sob dois níveis de salinidade da água (0,0 e 8,0 dS m⁻¹), verificaram que para as cultivares BRS Guariba, BRS Potengi, BRS 17, Gurguéia, BRS Aracê, Paulistinha, BRS Maratã e Canapu Branco, o nível de salinidade da água de irrigação não afetou a porcentagem de germinação.

Estudos realizados por El-Samad e Shadadd (2013) verificaram uma redução acentuada na porcentagem de germinação de sementes de feijão largo (*Vicia faba* L.), após serem expostas ao potencial osmótico de -0,6 MPa de NaCl, sendo que nos potenciais de -0,9 e -1,2 MPa a germinação foi completamente inibida. O mesmo foi observado em sementes de feijão comum que teve sua porcentagem de germinação reduzida com o uso dos potenciais osmóticos de NaCl de -0,8 e -1,0 MPa, quando comparada a testemunha (água destilada), apresentando uma germinação nula no potencial de -1,2 MPa de NaCl (Mena et al., 2015).

Deuner et al. (2011) ao estudarem a germinação de quatro genótipos de feijão de corda, em concentrações de cloreto de sódio de zero, 50, 100, 150 e 200 mM, verificaram que a mesma não foi afetada até a concentração de 100 mM. Já nas concentrações de 150 e 200 mM houve ausência de germinação, comportamento semelhante foi verificado no presente trabalho para as sementes sem condicionamento fisiológico nos potenciais osmóticos de -0,9 e -1,2 MPa, os quais correspondem as concentrações de 215 e 287 mM, respectivamente (Tabela 1). Diferentemente do constatado por Deuner et al. (2011) foi observada germinação no potencial osmótico de -0,6 MPa (144 mM).

Com o objetivo de verificar o desempenho fisiológico de sementes de feijão-comum, cv. Pérola, submetidas ao efeito de estresse salino (0; 1,309; 1,964; 2,620; 3,273 e 3,928 g NaCl L⁻¹), Dalchiavon et al. (2016) observaram que os diferentes níveis de solução salina não interferiram nas características germinação, número de plântulas anormais e condutividade elétrica; entretanto o comprimento da parte aérea e do sistema radicular, mostraram-se sensíveis aos níveis mais elevados de salinidade. Salienta-se que as concentrações utilizadas por Dalchiavon et al. (2016) foram inferiores as

concentrações utilizadas no presente trabalho, correspondentes aos potenciais osmóticos (Tabela 1), onde verifica-se que a maior concentração adotada pelos referidos pesquisadores aproximou-se à concentração correspondente ao potencial osmótico de -0,3 MPa.

Quando as sementes de feijão caupi foram semeadas na ausência de salinidade, tratamentos prévios de condicionamento fisiológico tanto com o ácido ascórbico como com o ácido salicílico, com posterior secagem, proporcionaram uma maior formação de plântulas normais, por ocasião do teste de primeira contagem de germinação, em relação às sementes não condicionadas (Tabela 14). Entretanto, para a germinação não houve diferença estatística entre as sementes não condicionadas da fração úmida e aquelas condicionadas na água ou na solução de ácido ascórbico e mantidas úmidas até a semeadura; sendo que o mesmo comportamento foi verificado nos potenciais osmóticos de -0,3 e -0,6 MPa.

Diferentes resultados foram encontrados por Behairy et al. (2012), os quais mostraram que sementes de *Trigonella foenum graecum* quando tratadas com o ácido ascórbico (100 mL⁻¹) apresentaram um aumento significativo na sua germinação de 66% (sementes não tratadas) para 82% quando expostas a concentração de NaCl de 100 mM. O mesmo foi observado por Bilir e Cavusoglu (2015) que ao trabalharem com sementes de cevada (*Hordeum vulgare* cv. Bulbul 89) submetidas aos diferentes níveis de salinidade (0,0; 0,25; 0,275; 0,30; 0,325; 0,35; 0,375 e 0,40 M), verificaram que houve, com a aplicação de 1 µM do ácido ascórbico, uma atenuação nos efeitos deletérios da salinidade sobre a germinação, principalmente para a maior concentração (0,40 M), com um incremento de 26% no potencial germinativo. Sementes de *Phragmites karka* também tiveram o efeito da salinidade amenizado quando tratadas com 5 mM 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 se mostrou 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 o processo germinativo das sementes (Anaya et al. 2015). Mitra et al. (2015) encontraram resultados similares ao trabalharem com sementes de feijão comum submetidas a diferentes concentrações de NaCl, onde os melhores resultados na porcentagem de germinação foram obtidos quando as sementes foram condicionadas com ácido salicílico (1,5 e 3,0 mL.L⁻¹). Outra evidência foi verificada por Semida e Rady (2013) que observaram que além da germinação, os níveis

de antioxidantes enzimáticos e não-enzimáticos sofreram acréscimos com a aplicação de 1 mM de ácido salicílico nas sementes de feijão comum submetidas ou não à condição salina de NaCl (100 mM).

Quanto ao comprimento da plântula (Tabela 15), observou-se que independente do tratamento de condicionamento fisiológico e do processo de secagem, houve uma redução tanto do comprimento da parte aérea como do sistema radicular quando as sementes foram submetidas ao potencial osmótico de -0,3 MPa. Denotando, portanto, que o emprego dos ácidos salicílico ou ascórbico não foi eficiente para amenizar os efeitos deletérios da salinidade sobre o desenvolvimento das plântulas de feijão caupi, cv. BRS Potengi. As sementes condicionadas em água destilada e mantidas úmidas apresentaram o maior comprimento da parte aérea em relação aos demais tratamentos na ausência de salinidade. Comportamento semelhante foi observado para o comprimento do sistema radicular, sendo que não houve diferença estatística entre o hidrocondicionamento e o condicionamento fisiológico no ácido ascórbico, sem secagem posterior.

Ao considerarem o comprimento da raiz, Sá et al. (2016) atribuíram a cv. BRS Potengi juntamente com as cultivares BRS Itaim e BRS Aracê, uma maior susceptibilidade à salinidade; entretanto por meio da adoção de um índice de tolerância (comparando-se os dados de massa seca total das plântulas dos tratamentos salinos com os do controle), a cv. BRS Potengi foi designada como moderadamente tolerante a salinidade. De acordo com Essa (2008) a toxicidade iônica pode causar decréscimo do crescimento das plantas sob estresse salino, em virtude de danos às membranas, redução da atividade de enzimas hidrolíticas, aumento nos níveis de peroxidação de lipídios, além de estimular a formação de EROs (espécies reativas do oxigênio).

Também Freitas (2006) ao avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de feijão-caupi, cvs. Pitiúba e Pérola, em casa de vegetação, sob condições salinas de NaCl (0, 25, 50, 75 e 100 mM), verificou que para ambas as cultivares, houve redução do comprimento da raiz primária com o aumento das concentrações. Tais resultados podem estar relacionados à toxicidade iônica, como causa da morte celular, pois segundo Cramer et al. (1985) e Mengel e Kirkby (2001) o Ca^{+2} estrutural da superfície celular ao deslocar o excesso de Na^{+} , predispõe a desorganização da membrana plasmática, favorecendo assim a lixiviação de exsudatos.

Tabela 13. Comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR) de plântulas provenientes de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), após o condicionamento fisiológico em ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e em água destilada (CF água) por 12 horas e posterior secagem (frações úmida -FU e seca – FS). Serra Talhada –PE, 2016.

Variável	Condicionamento fisiológico x secagem	Potenciais osmóticos de NaCl (MPa)				
		zero	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2
CPA (cm)	Sem CF (testemunha FU)	5,63cA	1,98bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	Sem CF (testemunha FS)	5,76cA	3,24aB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FU	8,22aA	2,49bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FS	4,85dA	2,17bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FU	6,76bA	2,56abB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FS	4,30dA	0,00dB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FU	6,70bA	2,45bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AS x FS	4,72dA	1,81cB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CV (%)					20,66
CSR (cm)	Sem CF (testemunha FU)	13,76cA	4,48cB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	Sem CF (testemunha FS)	9,87dA	4,75bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FU	19,29aA	5,92abcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FS	7,55eA	4,63bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FU	19,65aA	6,44abB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FS	7,66eA	0,00dB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FU	16,57bA	6,60aB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AS x FS	10,75dA	4,19cB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CV (%)					23,72

As letras minúsculas diferenciam a interação dos tratamentos de condicionamento fisiológico e das frações seca e úmida e as maiúsculas diferenciam os potenciais osmóticos de NaCl pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; Sem CF – sementes sem condicionamento fisiológico (testemunha); CF água – sementes com condicionamento fisiológico em água destilada (hidrocondicionamento); CF AS – sementes com condicionamento fisiológico em solução de ácido salicílico; CF AA – sementes com condicionamento fisiológico em solução do ácido ascórbico.

Prisco e O'leary (1970) ao avaliarem os efeitos tóxicos da salinidade por ocasião da germinação de sementes de feijão, consideraram que a inibição do crescimento

ocasionada pela salinidade, não se deve apenas ao efeito tóxico dos sais, mas também à seca fisiológica induzida, pois quando ocorre um acréscimo da concentração salina no substrato, há redução do potencial osmótico e, conseqüentemente, declínio no potencial hídrico, o que tende a afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico), assim como uma elevação dos níveis tóxicos da concentração de íons no eixo embrionário (efeito tóxico). A toxicidade iônica juntamente com a osmolaridade elevada da solução salina, a qual é responsável pelo déficit hídrico, ocasionam danos metabólicos e fisiológicos que interferem de forma negativa no crescimento do sistema radicular (Munns e Tester, 2008). Entretanto, Maia et al. (2012) consideraram que a inibição do crescimento radicular possa estar mais vinculada à toxicidade iônica do que ao déficit hídrico resultante da salinidade; pois verificaram que apesar das concentrações crescentes de NaCl terem causado o declínio progressivo da razão K^+/Na^+ , não foram constatadas alterações no estado hídrico dos tecidos radiculares de feijão caupi.

O hidrocondicionamento das sementes de feijão caupi, sem secagem posterior, proporcionou plântulas com maior acúmulo de massa seca da parte aérea em relação aos demais tratamentos, por ocasião da semeadura em condições não salinas (0,0 MPa) (Tabela 16). O mesmo foi observado para a massa seca do sistema radicular, sendo que para esta característica o condicionamento em água não diferiu dos condicionamentos nos ácidos ascórbico ou salicílico, sendo que as sementes também não foram secas após o procedimento.

Observou-se que tanto a massa seca da parte aérea como do sistema radicular das plântulas de feijão caupi, apresentaram decréscimos significativos por ocasião da semeadura das sementes em potencial osmótico de -0,3 MPa (Tabela 16), independente dos tratamentos de condicionamento fisiológico, em comparação ao potencial osmótico de 0,0 MPa. Resultados diferentes foram observados em sementes de abóbora condicionadas com os ácidos ascórbico (15 e 30 mg.L⁻¹) e salicílico (30 mg.L⁻¹), já que as plântulas formadas apresentaram um melhor desenvolvimento mesmo por ocasião da exposição à concentração de NaCl (10 dS m⁻¹); de maneira que o uso dos ácidos no condicionamento fisiológico minimizou os efeitos adversos proporcionados pela salinidade à cultura (Rafique et al., 2011). Entretanto, Al Sahil (2016) verificou que mesmo a aplicação do ácido salicílico (0,5 e 1,0 ppm) nas sementes de pepino, não amenizou os efeitos decorrentes do estresse salino de NaCl (50 e 100 mM) sobre a massa seca das plântulas.

Tabela 14. Massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) de plântulas provenientes de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa), após o condicionamento fisiológico em ácido ascórbico - CF AA (1,50 mM), ácido salicílico - CF AS (0,50 mM) e em água destilada (CF água) por 12 horas e posterior secagem (frações úmida -FU e seca – FS).Serra Talhada –PE 2016.

Variáveis	Condicionamento fisiológico x secagem	Potenciais osmóticos de NaCl (MPa)				
		zero	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2
MSPA (g)	Sem CF (testemunha FU)	0,03cA	0,25aA	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	Sem CF (testemunha FS)	0,26cdA	0,16bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FU	0,48aA	0,27aB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FS	0,28cA	0,13cB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FU	0,41bA	0,25aB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FS	0,20dA	0,00dB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FU	0,39bA	0,23abB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AS x FS	0,26cdA	0,17bcB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CV (%)	29,65				
MSR (g)	Sem CF (testemunha FU)	0,10bcA	0,06abB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	Sem CF (testemunha FS)	0,07deA	0,06abA	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF água x FU	0,13aA	0,07aB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF água x FS	0,08cdeA	0,04bB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FU	0,13aA	0,07aB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AA x FS	0,06eA	0,00cB	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CF AS x FU	0,12abA	0,07abB	0,00aC	0,00aC	0,00aC
	CF AS x FS	0,09bcdA	0,08aA	0,00aB	0,00aB	0,00aB
	CV (%)	37,53				

As letras minúsculas diferenciam a interação dos tratamentos de condicionamento fisiológico e das frações seca e úmida e as maiúsculas diferenciam os potenciais osmóticos de NaCl pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FU- Fração úmida; FS-Fração seca; Sem CF – sementes sem condicionamento fisiológico (testemunha); CF água – sementes com condicionamento fisiológico em água destilada (hidrocondicionamento); CF AS – sementes com condicionamento fisiológico em solução de ácido salicílico; CF AA – sementes com condicionamento fisiológico em solução do ácido ascórbico.

Quando a semeadura foi realizada no potencial osmótico de -0,3 MPa, as sementes condicionadas em água e nos ácidos ascórbico ou salicílico, sem secagem

posterior, proporcionaram plântulas com maior acúmulo de massa seca da parte aérea em relação aos demais tratamentos, entretanto não diferiram do controle (sementes sem condicionamento fisiológico). Quanto à massa seca do sistema radicular (Tabela 16), de um modo geral, não houve diferença estatística entre os tratamentos de condicionamento fisiológico e as testemunhas.

Normalmente a taxa de crescimento e o acúmulo de massa seca são adotados como critérios sensíveis à avaliação da condição de estresse salino (Parida e Das, 2005). Dento deste contexto, Ferreira et al. (2001) e Silva et al. (2003) ressaltam que em condições salinas, as cultivares mais sensíveis denotam um declínio mais acentuado no acúmulo de massa seca da parte aérea do que das raízes. De acordo com Munns (2002), a redução do potencial osmótico da solução de crescimento, ocasionada pela presença dos sais dissolvidos, ao inibir a mobilização da água até as células, causaria uma redução do acúmulo de massa seca nas plantas em condições salinas.

Sá et al. (2016) verificaram reduções significativas do acúmulo de massa seca das plântulas em algumas cultivares de feijão caupi submetidas ao estresse salino, mostrando que a salinidade afetou o acúmulo de carboidratos nas plântulas de feijão caupi, possivelmente como uma decorrência do declínio tanto de polissacarídeos de reserva como da capacidade de degradação das enzimas hidrolíticas cotiledonares, interferindo na nutrição; da mesma forma observou-se uma redução no crescimento das plântulas. Também por ocasião de estresse salino, foram verificados decréscimos no acúmulo de massa seca de plântulas de feijão caupi (Almeida et al., 2012) e feijão (Santos et al., 2009).

Os resultados encontrados mostraram que a presença dos sais na solução provoca um efeito osmótico que afeta a disponibilidade hídrica no substrato e conseqüentemente prejudica a germinação e desenvolvimento das plântulas de feijão caupi, cv. BRS Potengi. Já os tratamentos de condicionamento fisiológico com os ácidos salicílico ou ascórbico não proporcionaram uma atenuação dos efeitos ocasionados pelo estresse salino, possivelmente esta resposta varia de acordo com a espécie vegetal e com as concentrações utilizadas.

5 CONCLUSÃO

A curva de embebição das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, pode ser realizada empregando-se tanto as mesmas sementes durante os vários períodos de embebição (metodologia I) ou utilizando-se novas sementes a cada período (metodologia II), sem comprometer a sua eficiência. A metodologia I destaca-se por ser de mais simples execução, e o fato de se utilizar as mesmas sementes para avaliar o acúmulo de água durante os vários períodos de hidratação, faz com que seja mais adequada para situações em que há poucas sementes disponíveis ou o valor comercial das mesmas é muito elevado.

O emprego da metodologia II da curva de embebição visando utilizar as sementes após cada período de embebição, para avaliar um possível efeito do hidrocondicionamento na porcentagem de germinação ou na velocidade do processo de germinação das sementes que passam por um processo de secagem, utilizando-se como critério de germinação a protrusão da raiz primária, não é adequado. Haja vista que não são apenas as sementes vigorosas que emitem a raiz primária, sementes de menor vigor também podem fazê-lo, de maneira que as possíveis diferenças que poderiam ocorrer entre as sementes mantidas úmidas após os períodos de hidratação e aquelas submetidas a um processo de secagem, acabam ficando mascaradas.

O condicionamento fisiológico das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, em soluções do ácido salicílico (0,25; 0,50; 1,0 mM) em relação às sementes hidrocondicionadas ou mantidas sem hidratação, de um modo geral, proporcionou maior germinação (porcentagem de plântulas normais) e vigor das plântulas.

Os benefícios decorrentes da aplicação do ácido ascórbico, destacando-se a concentração de 1,5 mM, sobre as características relacionadas ao processo de germinação e ao desenvolvimento inicial das plântulas de feijão caupi, cv. BRS Potengi, apesar de não terem sido uniformes para todas elas, foram mais notórios nas sementes que se mantiveram úmidas até o momento da semeadura. O emprego do processo de secagem após o condicionamento fisiológico das sementes nos referidos ácidos, de um modo geral, prejudicou o vigor e o desenvolvimento das plântulas.

A secagem realizada nas sementes recém condicionadas em água ou nas soluções dos ácidos ascórbico (1,5 mM) ou salicílico (0,5 mM) por 12 horas, ocasiona uma maior desorganização do sistema de membranas, observada pela maior condutividade elétrica das sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, e corroborada pelos danos de membranas pelo maior vazamento de eletrólitos.

O condicionamento fisiológico com os ácidos ascórbico (1,5 mM) ou salicílico (0,5 mM) por 12 horas, não foi capaz de amenizar os efeitos deletérios decorrentes do estresse salino sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de feijão caupi, cv. BRS Potengi, independente do emprego da secagem após os pré tratamentos de hidratação.

O estresse salino com potenciais osmóticos à partir de -0,3 MPa de cloreto de sódio, causou declínio na germinação de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, retardo do processo germinativo e redução do comprimento de plântulas e do acúmulo de massa seca.

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.

AGAMI, R.A. Alleviating the adverse effects of NaCl stress in maize seedlings by pretreating seeds with salicylic acid and 24-epibrassinolide. **South African Journal of Botany**, v. 88, p. 171–177, 2013.

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**, vol. 31, nº 1, p.012-019, 2009.

ALCÂNTARA, B.K.; MACHEMER-NOONAN, K.; SILVA JÚNIOR, F.G.; AZEVEDO, R.A. Dry priming of maize seeds reduces aluminum stress. **Plos One**, v. 29, p. 1-24, 2015.

AL-HAKIMI, A. M.; HAMADA, A. M.; Counteration of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamine or sodium salicylate. **Biologia Platarum**, v. 44, p.253-261, 2001.

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.

ALMEIDA, W.S., FERNANDES, F.R.B., BERTINI, C.H.C.M., PINHEIRO, M.S., TEÓFILO, E.M. Emergência e vigor de plântulas de genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1047–1054, 2012.

AL-MUREISH, K.; OTHMAN, N.A.R.M; AL-HAKIMI, A.M.A. Salicylic acid-mediated alleviation of cadmium toxicity in maize leaves. **Journal of Plant Sciences**, v.2, n.276–281, 2014.

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.

AL SAHIL, A. A. Pres-soaking on seed germination attributes of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under induced salt stress. **Cercetări Agronomice în Moldova**, v. 49, n. 1, p. 99-109, 2016.

ALVES, C.Z; LOURENÇO, F. M. S.; SILVA, J. B.; SILVA, T. R. B. Efecto del estrés hídrico y salino en la germinación y vigor de semillas de pepinillo. **Interciencia**, v. 39, n. 5, p. 333-337, 2014.

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.

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**, v. 30, p. 30-30, 2015.

ANAYA, F.; FGHIRE, R.; ISSA ALI, O.; WAHBI, S.; LOUTFI, K. Effet du stress salin sur la germination de fève (*Vicia faba* L.). **5ème Rencontre Nationale Gestion et Protection de l'Environnement G-ENVIRO5**. Casablanca Maroc, 2013.

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-mansão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2 p. 083-092, 2010.

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.

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.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 223-271, 2005.

ATHAR, H. R.; KHAN, A.; ASHRAF, M.; Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt-induced oxidative stress in wheat. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, p. 224-231, 2008.

BALBINOT, E.; LOPES, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.1-8, 2006.

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.

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.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. **Springer**, p. 392, 2013.

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.

BLUM, A.; EBERCON, A. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. **Crop Science**, v. 21, p. 43-47, 1981.

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, 2004. p. 209-222.

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.

BRILHANTE, J. C.; OLIVEIRA, A. B.; SILVA, J. W. L.; ENÉAS-FILHO, J. Ação do ácido ascórbico exógeno na qualidade fisiológica de sementes de feijão de corda envelhecidas artificialmente. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 985-994, 2013.

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.

BRITO, M. M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. Marcha de absorção do nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada com o uso de N. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 3, n. 4, p. 895-905, 2009.

ÇANAKCI, S.; DURSUN, B. Amelioration of Cd toxicity by pretreatment of salicylic acid in *Cicer arietinum* L. seedlings. **Journal of Environmental Biology**, v.34, p.1089–1094, 2013.

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.

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.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 149-162.

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.

CHEN, Z.; GALLIE, D. R. The ascorbic acid rebox state controls guard cell signaling an stomatal movement. **Plan Cell**, v. 26, p. 1143-1162, 2004.

COLMAN, B. A.; NUNES, C. M.; MASSON, G. L.; BARBOSA, R. H.; NUNES, A. S. Indução de tolerância ao estresse hídrico na germinação de sementes de feijão-caupi. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 449-455, 2014.

COSTA, P.H.A.; SILVA, J.V.; BEZERRA, M.A.; FILHO, E.J.; PRISCO, J.T.; FILHO, E.G. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 289-297, 2003.

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.

CRAMER, G. R.; BOWMAN, D. C. Kinetics of maize leaf elongation: I. Increased yield threshold limits short-term, steady-state elongation rates after exposure to salinity. **Journal of Experimental Botany**, v.42, p.1417-1426, 1991.

CROSER, C.; RENAULT, S.; FRANKLIN, J.; ZWIAZEK, J. The effect of salinity on the emergence and seedling growth of *Picea mariana*, *Picea glauca* and *Pinus banksiana*. **Environmental Pollution**, v. 115, p. 9-16, 2001.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, C. G. P.; AMABILE, R. F.; GODINHO, V. P. C.; RAMOS, N. P.; ANSELMO, J. L. Características agronômicas e suas correlações em híbridos de girassol adaptados à segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 11, p. 1806-1812, 2016.

DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MARINHO, F. J. L.; AMORIM NUNES, M. S. DO; QUEIROZ, M. F. DE; SANTOS, T. A. DOS. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 24, p. 119-130, 2003.

DAVEY, M. W.; VAN MONATGU, M.; SANMATIN, M.; KANELLIS, A.; SMIRNOFF, N.; BENZIE, I. J. J.; STRAIN, J. J.; FAVELL, D.; FLETCHER, J. Plant L-Ascorbic Acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 825-860, 2000.

DE PAULA, S. V.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, E. M. Avaliação de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) como critério para seleção de cultivares tolerantes à salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, p. 220-224, 1994.

DE TULLIO, C.; ARRIGONI, O. The ascorbic acid system in seeds: to protect and to serve. **Seed Science Research**, v. 13, p. 249–260, 2003.

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.

EJAZ, B.; SAJID, Z. A.; AFTAB, F. Effect of exogenous application of ascorbic acid on antioxidant enzyme activities, proline contents, and growth parameters of *Saccharum* spp. hybrid cv. HSF-240 under salt stress. **Turkish Journal of Biology**, v. 36, p. 630-640, 2012.

EL-SAMADD, H. M. A.; SHADADD, M. A. K. The Response Strategy of Maize, Pea and Broad Bean Plants to Different Osmotic Potential Stress. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 9, n. 3, p. 240-250, 2013.

ESSA, T.A. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. **Journal of Agronomy Crop Science**, v. 188, p. 86-93, 2008.

FAO. **Crops and drops: making the best use of water for agriculture**. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/005/y3918e/y3918e00.htm>>, p. 22, 2002.

FAYEZ, K. A.; BAZAID, S. A. Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 13, p. 45–55, 2014.

FAROOQ, M.; IRFAN, M.; AZIZ, T.; AHMAD, I.; CHEEMA, S.A. Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 199, p. 12–22, 2013.

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.

FERREIRA, R.G.; TÁVORA, F.J.A.F.; HERNANDEZ, F.F.F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetidas a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 79-88, 2001.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo fundo: Editora da UPF, 2004. 536p.

FONSECA, S.L.C.; PEREZ, C.J.G.A. Germinação de sementes de olho-de-dragão (*Adenantha pavoniana* L.): ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 14-20, 2001.

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.

FREITAS, J. B. S. **Respostas fisiológicas ao estresse salino de duas cultivares de feijão-caupi**. Tese (Doutorado) apresentada ao programa de Bioquímica Vegetal pela a Universidade Federal do Ceará, p. 114, 2006.

FROTA, K. M. G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P. H. N.; CRUZ, R. J.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 9, p. 235-240, 2008.

GARG, O. P.; KAPOOR, V. Retardation of leaf senescence by ascorbic acid. **Journal of Experimental Botany**, v. 23, p. 699-703, 1972.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ALILOO, A.A.; VALIZADEH, M.; MOGHADDAM, M. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). **Journal Food, Agriculture and Environment**, v.6, p. 222-226, 2008.

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.

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, v. 2014, n.1, p. 18, 2014.

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.

HADI, H; NAJAFABADI, A. AMIRNIA, R. Comparison of different treatment methods of salicylic acid on some physiological traits of white bean under salinity stress. **Cercetări Agronomice**, v. XLVII, n. 3 (159), p.97-105, 2014.

HAIAT, Q.; HAIAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. **Environmental and Experimental Botany**, v. 68, n. 1, p. 14-25, 2010.

HORVATH, E.; SZALAI, G.; JANDA, T. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signalling. **J Plant Growth Regul**, v. 26, p. 290 – 300, 2007.

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.

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.

JISHA, K.C.; VIJAYAKUMAR, K.; PUTHUR, J.T. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, p.1381-1396, 2013.

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

LIN, S.S.; FERRARI, G.V. Efeito da limitação de água disponível durante a pré-hidratação e posterior secagem sobre a germinação e vigor de sementes envelhecidas de soja (*Glycine max* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.113-117, 1992.

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'alho 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.

KABIRI, R.; FARAHDAKHSI, H.; NASIBI, F. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. **World Applied Sciences Journal**, v. 18, n. 4, p. 520-527, 2012.

KANG, G.; LI, G.; GUO, T. Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, n. 9, p. 2287-2297, 2014.

KANG, G.; LI, G.; XU, W.; PENG, X.; HAN, Q.; ZHU, Y.; GUO T. Proteomics reveals the effects of salicylic acid on growth and tolerance to subsequent drought stress in wheat. **Journal Proteome Research**, v.11, p.6066–6079, 2012.

KHAN, M.H.; PANDA, S.K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.30, n.1, p.81-89, 2008.

KHAN, M.I.R., IQBAL, N., MASOOD, A., PER, T.S.; KHAN, N. A. Salicylic acid alleviates adverse effects of heat stress on photosynthesis through changes in proline production and ethylene formation. **Plant Signal Behav**, v. 8, n. 11, p. 26374.1- 26374.10, 2013.

KHAN, M.I.R., KHAN, N.A. Ethylene reverses photosynthetic inhibition by nickel and zinc in mustard through changes in PSII activity, photosynthetic nitrogen use efficiency, and antioxidant metabolism. **Protoplasma**, v. 251, p. 1007-1019, 2014.

KHAN, W.; PRITHVIRAJ, B.; SMITH, D. L. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, n. 5, p. 485-492, 2003.

KOCSY, G.; GALIBA, G.; BRUNOLD, C. Role of glutathione in adaptation and signaling during chilling and cold acclimation in plants. **Physiologia Plantarum**, v. 113, p. 165–167, 2001.

KOVÁCIK, J.; GRÚZ, J.; BACKOR, M.; STRNAD, M., REPCÁK, M. Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. **Plant Cell Reports**, v. 28, p. 135-143, 2009.

KUBALA S, GARNCZARSKA M, WOJTYLA L, CLIPPE A, KOSMALA A, ZMIENKO A, et al. Deciphering priming-induced improvement of rapeseed (*Brassica napus* L.) germination through an integrated transcriptomic and proteomic approach. **Plant Science**, v. 231, p. 94–113, 2015.

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.

MAITI, B. R.; SENGUPTA, S. Effect of vitamin C on the mitotic activity and follicular growth of the thyroid gland of juvenile pigeon. **Archivum Histologicum Japonicum**, v. 42, p. 423-426, 1979.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005.

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

MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q.; REZENDE, R. K. S.; OBA, G. C.; GAMBATTI, M.; PATRÍCIO, V. S. Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 127-131, 2014.

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.

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.

MENA, E.; LEIVA-MORA, M.; JAYAWARDANA, E. K. D.; GÁRCIA, L.; VEITÍA, N.; BERMÚDEZ-CARABALLOSO, I.; COLLADO, R.; ORTÍZ, R. C. Effect of salt stress on seed germination and seedlings growth of *Phaseolus vulgaris* L. **Cultivos Tropicales**, v. 36, n. 3, p. 71-74, 2015.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS R, TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651–681, 2008.

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.

NAIM, A, H. Influence of pre-sowing treatment with hydrogen peroxide on alleviation salinity stress impacts on cow pea germination and early seedling development. **Journal of Plant Science and Research**, v. 5, n. 11, p. 62-67, 2015.

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, 2014a.

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**, 2014b.

NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. **EMBRAPA**, p. 432, 2009.

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**. ABRATES, cap. 2, p. 1-21, 1999.

NAZAR, R.; IQBAL, N.; SYEED, S.; KHAN, N. A. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. **Journal Plant Physiology**, v. 168, p. 807-815, 2011.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N. A. Exogenous salicylic acid improves photosynthesis and growth through increase in ascorbate-glutathione metabolism and S assimilation in mustard under salt stress. **Plant Signaling Behavior**, v. 10, n. 3, p. 1003751.1-1003751.10, 2015.

OLIVEIRA, A. B.; BOSCO, M. R. O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 66-74, 2013.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉIAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.

ÖZDENER Y. AND KUTBAY H. G. Effect of salinity and temperature on the germination of *Spergularia marina* seeds and ameliorating effect of ascorbic and salicylic acids. **Journal of Environmental Biology**, v. 29, p. 959-964, 2008.

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.

PÁL, M.; KOVÁCS, V.; SZALAI, G.; SOÓS, V.; MA, X.; LIU, H.; MEI, H.; JANDA, T. Salicylic acid and abiotic stress responses in rice. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 200, n. 1, p. 1-11, 2014.

PALLAORO, D. S.; CAMILI, E. C.; GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; Methods for priming maize seeds. **Journal of Seed Science**, v.38, n.2, p.148-154, 2016.

PARIDA, A.K.; DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p.324-349, 2005.

PASTORI G. M., KIDDLE G., ANTONIW J., BERNARD S., VELJOVIC-JOVANOVIC S., VERRIER P. J., NOCTOR G. AND FOYER C. H. Leaf vitamin C contents modulate plant defense transcripts and regulate genes that control development through hormone signaling. **Plant Cell**, v.15, p.939-951, 2003.

PATADE, V.Y; KHATRI, D.; MANOJ, K.; KUMARI, M.; AHMED, Z. Cold tolerance in thiourea primed *Capsicum* seedlings is associated with transcript regulation of stress responsive genes. **Mol Biology Reports** v.39, p.10603–10613. 2012.

PINHEIRO, G. G.; ZANOTTI, R. F.; PAIVA, C. E. C.; LOPES, J. C.; GAI, Z. T.; Efeito do estresse salino em sementes e plântulas de feijão guandu. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 901-912, 2013.

PRISCO, J.T.; O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, v.20, n.2, p.177-184, 1970.

RAFIQUE, N.; RAZA, S. H.; QASIM, M.; IQBAL, N. Pre-sowing application of ascorbic acid and salicylic acid to seed of pumpkin and seedling response to salt. **Pakistan Journal of Botany**, v. 43, n. 6, p. 2677-2682, 2011.

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.

RAMOS, A. R.; BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, U. R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015.

REIS, R. G. E.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, D. S.; CASTRO, M. B.; VIEIRA, A. R.; CARVALHO, M. L. M. Qualidade fisiológica de sementes de berinjela osmocondicionadas submetidas à secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.11, p.1507-1516, 2013.

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, n3, p. 782-786. 1989.

ROYCHOUDHURY, A.; GHOSH, S.; PAUL, S.; MAZUMDAR, S.; DAS, G.; DAS, S. Pre-treatment of seeds with salicylic acid attenuates cadmium chloride-induced oxidative damages in the seedlings of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). **Acta Physiol Plant**, v.38, n.11, 2016.

SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; BRITO, M. E. B.; NOGUEIRA, N. W.; FRADE, L. J.; FREITAS, R. M. O. Seed germination and vigor of different cowpea cultivars under salt stress. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 4, p. 450-455, 2016.

SAMPAIO, M. F.; SILVA, C. A.; COSTA, H. C.; SILVA, A. A. S.; MARQUES, F. R. Curva de absorção em sementes de coração de negro (*Poecilanthe parviflora* Benth.) para três grupos de tamanho de sementes. **Revista Farociência**, v. 2, n. 1, p. 28-37, 2016.

SANTOS, P. R.; RUIZ, H. A.; NEVES, J. C. L.; ALMEIDA, E. F.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Germinação, vigor e crescimento de cultivares de feijoeiro em soluções salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.882-889, 2009.

SEMIDA, W.M.; RADY, M.M. Pre-soaking in 24-epibrassinolide or salicylic acid improves seed germination, seedling growth, and anti-oxidant capacity in *Phaseolus vulgaris* L. grown under NaCl stress. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.89, n.3, p. 338–344, 2014.

SHALATA, A.; NEUMANN, P. M.; Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) increases resistance to salt tolerance and reduced lipid peroxidation. **Journal of Experimental Botany**, v. 364, p. 2207-2211, 2001.

SHAKEEL, S.; MANSOOR, S. Salicylic acid prevents the damaging action of salt in mung bean [*Vigna radiata* L.) wilczek] seedlings. **Pakistan Journal of Botany**, v. 44, n. 2 p. 559-562, 2012.

SHAO, H. B.; CHU, L. Y.; LU, Z. H.; KANG, C. M. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. **International Journal of Biological Sciences**, v. 4, p. 8-14, 2008.

SHARAFIZAD, M.; NADERI, A.; SIADAT, S. A.; SAKINEJAD, T.; LAK, S. Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 3, p. 179-199, 2013.

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.

SILVA, J.V.; LACERDA, C.F.; COSTA, P.H.A.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Plant Physiology**, v.15, p.99-105, 2003.

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.

SMINORFF, N. Ascorbic acid: metabolismo and functions of a multi-faceted molecule. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 3, p. 229-235, 2000.

TABATABAEI, S. A. Effect of Salicylic Acid and Ascorbic Acid on Germination Indexes and Enzyme Activity of Sorghum Seeds under Drought Stress. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 9, n. 4, p. 32-38, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918p. 2013.

TAO, J.K. The 1980 referee test for soybean and corn. **AOSA Newsletter**. v.34, n. 3, p.53-68. 1980.

TAVILI A., ZARE S. AND ENAYATI A. Hydropriming, ascorbic and salicylic acid influence on germination of *Agropyron elongatum* Host. seeds under salt stress. **Research Journal Seed Science**, v. 2, p. 16-22, 2009.

VAN DER MOEZEL, P.G.; BELL, D.T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca* species. **Seed Science & Technology**, v.15, n. 1, p.239-246, 1987.

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.

WAHID, A.; JAVED, I.-H.; ALI, I.; BAIG, A. RASUL, E. Short term incubation of sorghum caryopses in sodium chloride levels: changes in some pre- and postgermination physiological parameters. **Plant Science**, v. 139, p. 223-232, 1998.

WU, C.; WANG, Q.; XIE, B.; WANG, Z.; CUI, J.; HU, T.; Effects of drought and salt stress on seeds germination of three leguminous species. **African Journal Biotechnology**, v. 10, n. 78, p. 17954-17961, 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.

YAMAMOTO, C. J. T.; LEITE, R. G. F.; MINAMIGUCHI, J. Y.; BRAGA, I.; MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Water-deficit tolerance induction during germination of Jalo Precoce bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, n. 11, p. 2897-2904, 2014.

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, 2013.

ANEXOS

Anexo 1. 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido salicílico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Quadrado Médio												
Fonte de Variação	GL	TA (%)	PCG (%)	G (%)	IVPR	CVPR (%)	TMPR (dias)	CPA (cm)	CSR (cm)	MSPA (g)	MSSR (g)	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
CAS	4	57,75**	630,65**	227,15*	21,26**	98,52**	0,4737**	10,68**	28,89**	0,1169**	0,0053**	45938,63**
Fração	1	2353,81**	144,40 ^{ns}	202,50 ^{ns}	152,94**	636,20**	2,70**	50,26**	27,30**	1,41**	0,1714**	86153,89**
CASxFr	4	152,66**	80,15 ^{ns}	46,75 ^{ns}	13,26**	56,78**	0,2183**	7,65**	16,11**	0,1697**	0,0120**	5657,88**
Resíduos	30	1,37	71,06	60,16	1,51	5,83	0,0372	1,50	2,39	0,005	0,004	703,42
CV (%)		7,38	12,56	10,09	6,15	6,39	7,13	19,30	11,04	10,78	11,77	11,41

Os valores seguidos de ns, **, * respectivamente, não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. G.L. –Grau de liberdade. CAS- Concentrações do ácido salicílico; Fr- Fração.

Anexo 2. Resumo da análise de variância do teor de água (TA), primeira contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), porcentagem de protrusão da raiz primária (%), 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, em função do condicionamento fisiológico em diferentes concentrações do ácido ascórbico e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Quadrado Médio												
Fonte de Variação	GL	TA (%)	PCG (%)	G (%)	IVPR	CVPR (%)	TMPR (dias)	CPA (cm)	CSR (cm)	MSPA (g)	MSSR (g)	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
Fração	1	227,77**	47,17 ^{ns}	350,00**	5,82*	28,64**	0,0814 ^{ns}	1,47*	0,57**	0,0732**	0,0062**	13993,06**
CAA	6	53,78 ^{ns}	645,60 ^{ns}	89,97 ^{ns}	7,63 ^{ns}	29,32 ^{ns}	0,2582 ^{ns}	2,36 ^{ns}	11,81 ^{ns}	0,0874 ^{ns}	0,008 ^{ns}	148396,43**
FrXCAA	6	570,47**	1996,19**	83,16 ^{ns}	21,23**	223,23**	0,5712**	4,20**	13,35**	0,3083**	0,027**	7584,13**
Resíduos	42	1,02	11,52	60,16	1,05	3,93	0,0277	0,32	1,30	0,0079	0,007	1744,80
CV (%)		6,78	12,56	8,72	5,36	5,55	5,88	8,70	7,27	11,73	12,35	14,76

Os valores seguidos de ns, **, * respectivamente, significam não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. G.L. – Graus de liberdade; CAA- Concentrações do ácido ascórbico; Fr- Fração.

Anexo 3. Resumo da análise de variância da contagem de plântulas normais (PC), germinação (G), 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 ao estresse salino em função do condicionamento fisiológico em ácido ascórbico na concentração de 1,5mM, em ácido salicílico na concentração de 0,5mM e em água destilada por 12 horas dispostas em câmara de germinação (B.O.D.), à 25°C. Serra Talhada –PE 2016.

Quadrado Médio							
Fonte de Variação	GL	PCG (%)	G (%)	CPA (cm)	CSR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
CF	3	5,02 ^{ns}	228,82**	1,21**	2,71*	0,0063**	0,0008**
Fração	1	207,02**	10791,22**	9,87**	187,56**	0,1285**	0,0071**
PNaCl	4	1974,02**	22230,58**	209,43**	1047,71**	0,7099**	0,0691**
CFxFr	3	22,02**	536,62**	3,05**	16,19**	0,0093**	0,0014**
CFxPNaCl	12	5,02 ^{ns}	91,80**	0,76**	2,88**	0,0049**	0,0006**
FrXPNaCl	4	207,02**	2302,78**	5,52**	105,07**	0,0483**	0,0031**
CFxFrXPNaCl	12	22,02**	127,27**	1,56**	8,57**	0,0045**	0,0006**
Resíduo	120	3,24	35,72	0,10	0,71	0,0009	0,0001
CV (%)		51,26	27,46	20,66	23,72	29,65	37,53

Os valores seguidos de ns, **, * respectivamente, não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. G.L. –Grau de liberdade. FV- Fonte de variação; PNaCl- Potenciais osmóticos de cloreto de sódio; CF- Condicionamento fisiológico com os ácidos ascórbico e salicílico; Fr- Fração.