

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.761-769, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa1951

Protocolo 1951 - 24/11/2011 • Aprovado em 08/05/2012

Amanda S. F. Calvet<sup>1</sup>

Reivany E. M. Lima<sup>1,3</sup>

Ciro de M. Pinto<sup>1</sup>

Fábio C. Farias<sup>1</sup>

Marlos A. Bezerra<sup>2</sup>

José T. Prisco<sup>1,4</sup>

# Solutos orgânicos e inorgânicos em diferentes fenofases de feijão de corda cultivado sob estresse salino

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da aplicação de solução salina e/ou água, alternadamente, em diferentes fases de desenvolvimento do feijão de corda cv. Epace 10. O experimento foi montado em casa de vegetação da Embrapa Agroindústria Tropical. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. As plantas foram submetidas à irrigação com água ou solução salina, utilizando-se os seguintes tratamentos: 1. irrigação com água até o final da fase III; 2. irrigação com solução salina até o final da fase III; 3. água até o final da fase I e solução salina até o final da fase III; 4. solução salina até o final da fase I e água até o final da fase III; 5. irrigação com água até o final da fase II e solução salina até o final da fase III; 6. irrigação com solução salina até o final da fase II e água até o final da fase III, momento em que os dados foram coletados e analisados. O teor de cloreto das plantas estressadas foi maior nas folhas e o de sódio foi mais elevado nos caules. Os teores de carboidratos das raízes foram elevados pelo tratamento salino, até a fase III. A salinidade aumentou os teores de N-aminossolúveis nas folhas e os reduziu nas raízes. O teor de proteínas diminuiu tanto nas folhas quanto nas raízes. A análise conjunta dos resultados revelou uma sensibilidade maior desta cultura na fase III (da floração até a frutificação).

**Palavras-chave:** Carboidratos, N-aminossolúveis, proteínas, solução salina, *Vigna unguiculata* L.

## Organic and inorganic solutes contents in cowpea under salt stress at different phenological stages

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the application of saline and/or water, alternately, at different developmental stages of cowpea cv. Epace 10. The experiment was conducted in a greenhouse at Embrapa Agroindústria Tropical. The experimental design was in randomized blocks with six treatments and four replications. The plants were subjected to irrigation with water or saline solution, according to following treatments: 1. irrigation with water until the end of phase III, 2. irrigation with saline water until the end of phase III, 3. irrigation with water until the end of phase I and with saline water until the end of phase III, 4. irrigation with saline water until the end of phase I and with water until the end of phase III, 5. irrigation with water until the end of phase II and with saline water until the end of phase III, 6. irrigation with saline water until the end of phase II and with water until the end of phase III, when the data were collected and analysed. The chloride content of water stressed plants was higher in leaves and that of sodium was higher in stems. The content of carbohydrate of the roots was increased by saline water treatment until phase III. The salinity increased levels of N-amino solutes in leaves and decreased in roots. The protein content decreased both in leaves and roots. The joint analysis of data showed a higher sensitivity of this crop in phase III (from flowering to fruiting).

**Key words:** Carbohydrates, N-amino solutes, proteins, saline solution, *Vigna unguiculata* L.

1 Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, R. Campus do Pici, s/n, bloco 907, Laboratório de Fisiologia Vegetal 1, Sala 2015, Pici, CEP 60440-970, Fortaleza-CE, Brasil. Caixa Postal 6039.

Fone: (85) 3366-9405.

Fax: (85) 3366-9829. E-mail:

agroamanda@yahoo.com.br;

reivany\_eduardo@hotmail.com;

ciromp13@yahoo.com.br;

fabiocostaf@yahoo.com.br;

jtprisco@uol.com.br

2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici, CEP 60511-110, Fortaleza-CE, Brasil. Caixa Postal 3761. Fone: (85) 3391-7220. Fax: (85) 3391-7109.

E-mail: marlos.bezerra@embrapa.br

3 Bolsista de Mestrado do CNPq

4 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

O feijão de corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é de grande importância na alimentação das populações do Nordeste brasileiro, principalmente das mais carentes, pois fornece um alimento de alto valor nutritivo sendo, portanto, um componente básico da dieta alimentar gerando também emprego e renda, tanto na zona rural quanto na zona urbana (Lima et al., 2007). A produção de grãos do feijão de corda no Ceará e no Brasil na safra 2010/2011 foi, respectivamente, de 205,3 e 3.796,9 t. A produtividade do feijão de corda no mundo e no Brasil em 2010/2011 foi da ordem de 431 e 981 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2011).

Apesar da rusticidade e sendo uma cultura tolerante à deficiência hídrica (Boyer, 1978) o feijão de corda responde à irrigação com um incremento de até 15% na sua produtividade, quando cultivado sob essas condições (Moura, 2007). Ademais, por ser uma cultura cultivada predominantemente sob sequeiro e pelas características da estação chuvosa no Nordeste do Brasil, que além de baixas precipitações apresenta irregularidade na sua distribuição, a irrigação do feijão de corda é, nos momentos de “estragem”, uma prática recomendada.

O feijão de corda é considerado altamente sensível (Freitas et al., 2011), moderadamente sensível (Maas & Hoffman, 1977) até moderadamente tolerante à salinidade (Assis Júnior et al., 2007). Essa tolerância ao estresse salino varia com o estágio de desenvolvimento da planta, em que uma das estratégias de cultivo que poderia ser usada em áreas com águas de qualidade diferencial, seria a de variar a qualidade da água de irrigação ao longo do ciclo da planta, de modo que se usassem as águas de qualidade inferior nos estádios que fossem mais tolerantes à salinidade (Rhoades et al., 2000). Em feijão de corda diversos estudos têm sido conduzidos mediante a utilização de soluções salinas, na fase vegetativa (Murilo-Amador et al., 2006), na fase de floração (Enéas-Filho et al., 2002; Ferreira, 2005) e em todo o seu ciclo (Assis Júnior et al., 2007; Guimarães, 2005).

Asalinidade inibe o crescimento e a produtividade na maioria das culturas, cuja resposta é atribuída ao desbalanceamento nas relações hídricas e nutricionais das plantas e ao acúmulo de íons considerados tóxicos (Prisco, 1980; Shanonn et al., 1994; Bosco et al., 2009). Como resposta, uma adaptação fisiológica importante utilizada pela maioria das plantas para minimizar os efeitos do estresse salino, é o ajustamento osmótico. Tal ajuste induz ao acúmulo de solutos orgânicos (como alguns açúcares e aminoácidos) e inorgânicos nos tecidos proporcionando redução no potencial osmótico da célula, evitando a perda de turgescência ao gerar um potencial hídrico mais baixo (Willadino & Camara, 2004; Taiz & Zaiger, 2009).

As interações iônicas que afetam a disponibilidade, absorção e o transporte de nutrientes, são altamente complexas, mesmo na ausência de elevada salinidade ou de outros estresses. A salinidade adiciona um novo nível de complexidade à nutrição mineral das culturas afetando a atividade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição. Mahajan & Tuteja (2005) reportaram que o potássio é requerido em grande quantidade pela planta, sendo que a interação com o sódio causa efeitos deletérios ao seu crescimento. Taffou et al. (2009) avaliaram cultivares de feijão de corda submetidas

a níveis de salinidade e constataram reduções nos teores de K e Na/K. Há relatos de que a salinidade não altera o teor do íon potássio na cultivar EPACE 10 de feijão de corda (Assis Junior et al., 2007). Esta complexidade é explicada pelas diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos aos quais as plantas são submetidas, pelo número de nutrientes essenciais envolvidos e pelas diferentes respostas das plantas, tanto em relação à salinidade como em relação à eficiência na aquisição de minerais do solo. Isto gera uma gama de interações que não podem ser facilmente explicadas (Lacerda, 2005). As dificuldades na interpretação dos resultados são aumentadas face às diferentes condições de cultivo utilizadas, ao tempo de estresse e ao tipo de tecido amostrado (Cramer et al., 1994).

Objetivou-se, com este trabalho, estudar o feijão de corda submetido a salinidade em diferentes fases do desenvolvimento das plantas, no que concerne aos teores dos solutos orgânicos e inorgânicos das folhas, caules e raízes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Embrapa Agroindústria Tropical, localizada na cidade de Fortaleza, CE (3° 45' 5" S; 38° 34' 33" W) no período de julho a setembro de 2008. No período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ar na casa de vegetação, mensuradas com termohigrógrafo, variaram entre 24-45°C e 24-79%, respectivamente. A média das temperaturas máximas foi de 40,7°C e a das mínimas foi 25,2°C enquanto as médias das umidades relativas máximas e mínimas foram 76,7 e 24,0%, respectivamente.

Sementes de feijão-de-corda EPACE 10 [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] obtidas no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC) foram esterilizadas superficialmente com uma solução de hipoclorito de sódio a 2%, durante 5 minutos; em seguida, foram semeadas em vasos (4 sementes por vaso) com capacidade para 15 L, contendo solo do tipo arenoso, saturado com água (CEa = 0,5 dS m<sup>-1</sup>) ou com solução salina (CEa = 5,0 dS m<sup>-1</sup>) composta de NaCl, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, na proporção de 7:2:1, respectivamente (Medeiros, 1992). Calculou-se a condutividade elétrica dessa solução (CEa) usando-se a equação proposta por Rhoades et al. (2000) que relacionam a concentração da solução com sua condutividade elétrica (mmolC L<sup>-1</sup> = CEa x 10). O volume diário de água ou solução salina aplicado, variou de 400 a 600 mL, dependendo da quantidade de água percolada e evaporada dos vasos. A emergência das plântulas ocorreu três dias após a semeadura e o desbaste foi realizado quatro dias depois, deixando-se duas plantas por vaso. Durante o período experimental as plantas receberam adubação na forma de solução nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) em três momentos (15, 30 e 40 dias após a semeadura, DAS). O desenvolvimento da planta foi dividido em fases: FASE I – da germinação até o aparecimento da primeira folha trifoliolada; FASE II – do aparecimento da primeira folha trifoliolada até o início da floração; FASE III – da floração até a formação completa das primeiras vagens.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com seis tratamentos, quatro repetições e duas

plantas em cada vaso, perfazendo 24 unidades experimentais. Os tratamentos estudados foram: 1. irrigação com água até o final da fase III (AAA: água- água- água); 2. irrigação com solução salina até o final da fase III (AAS :água-água-sal); 3. água até o final da fase I e solução salina até o final da fase III (ASS: água-sal-sal); 4. solução salina até o final da fase I e água até o final da fase III (SSS: sal-sal-sal); 5. irrigação com água até o final da fase II e solução salina até o final da fase III (SSA: sal-sal-água); 6. irrigação com solução salina até o final da fase II e água até o final da fase III (SAA: sal-água-água) momento em que os dados foram coletados e analisados.

Após a coleta as amostras de raiz, caule e folhas, foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar em temperatura de 55 °C, até atingirem massa constante para quantificação dos valores de massa da matéria seca dos respectivos órgãos.

Os minerais Na, Cl e K foram determinados a partir da maceração em almofariz do material vegetal utilizado na análise da matéria seca. Homogeneizou-se 1 g do material em 50 mL de água deionizada, passada através de filtros miliporos (mili-Q). Em seguida, essa mistura foi submetida a agitação por duas horas e filtrada em papel de filtro do tipo lento. O extrato obtido foi mantido sob refrigeração até a realização das análises (Miyazawa et al, 1984).

Os teores de Na e K foram determinados por fotometria de chama, após diluição do extrato em água desionizada e filtrada (mili-Q). Para a determinação do cloreto adicionou-se, ao extrato diluído, sob agitação, uma mistura de 0,5 mL do reagente Hg (SCN)<sup>2-</sup> - Fe(NO<sub>3</sub>); em seguida, essa mistura foi mantida em repouso durante 15 minutos. O teor de cloreto foi determinado em espectrofotômetro a 460nm (Gaines et al., 1984) e o cloreto foi expresso em mg g MS<sup>-1</sup>.

Com relação à determinação dos solutos orgânicos, as partes da planta (folha, caule e raiz) foram devidamente separadas, congeladas e posteriormente liofilizadas. O extrato base para determinação dos solutos orgânicos foi obtido a partir da maceração em almofariz, de 200 mg do tecido liofilizado e 4 mL de tampão fosfato de potássio a 100 mM, pH 7,6. O macerado foi filtrado em tecido de nylon de malha fina e centrifugado a 15.000 x g durante, 15 min. Todos os procedimentos foram conduzidos à temperatura ambiente e o sobrenadante (extrato) foi armazenado a -25°C até o momento das análises (Guimarães, 2005).

Os carboidratos solúveis foram determinados pelo método desenvolvido por DuBois et al (1956). A cada tubo de ensaio foram adicionados o extrato diluído em água (concentrações variadas em função da parte da planta analisada), fenol a 5% e ácido sulfúrico concentrado seguido de agitação vigorosa da mistura e repouso em bandeja contendo água a temperatura ambiente (25 °C) durante 10 a 20 minutos. Os carboidratos solúveis foram quantificados em espectrofotômetro a 490nm, sendo usada como branco a mistura formada de 500 µL de água, com 500µL de fenol a 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Os teores de carboidratos solúveis foram determinados por meio de uma curva padrão utilizando-se D(+) glicose anidra; os cálculos da concentração de carboidratos tiveram, como referência, a equação obtida por esta curva, expressos em µmol de carboidratos g MS<sup>-1</sup>.

A concentração de compostos N-aminossolúveis foi determinada pelo método de Yemm & Cocking (1955). Em tubos de ensaio foram adicionados: 500 µL do extrato devidamente diluído em água, 250 µL do tampão citrato 0,2M, 500 µL do KCN 0,2 mM e 100 µL de ninhidrina a 5%. Os tubos de ensaio foram tampados, agitados e depois colocados em banho-maria, por 20 minutos, a 100 °C; após este tempo a reação foi interrompida por resfriamento dos tubos em banho de gelo; em seguida, foi adicionado etanol para a fixação da cor desenvolvida (violeta). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 570 nm usando-se, como branco, 600µL da mistura reveladora (500 µL de KCN a 0,1M + 100 µL do tampão citrato a 0,2 M, pH 5,0; o aminoácido utilizado na curva padrão foi a L-glicina. Os cálculos da concentração de aminoácidos tiveram, como referência, a equação obtida para a curva padrão, expressos em µmol aminoácidos. g MS<sup>-1</sup>.

Visando à determinação das proteínas solúveis, misturaram-se 100 µL do extrato diluído em água com 1 mL do reagente de Bradford. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 595 nm, realizadas entre 10 e 20 min após a adição do reagente. O branco da reação foi preparado com a mistura de 100 µL do tampão de extração com 1,0 mL do Coomassie Brilliant Blue (Bradford, 1976). A (BSA) albumina sérica bovina foi a proteína utilizada na curva padrão. Os resultados foram expressos em mg de proteína solúvel.g MS<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e feitas comparações, quando necessário, das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando-se o programa SAEG/UFV (Ribeiro Júnior, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

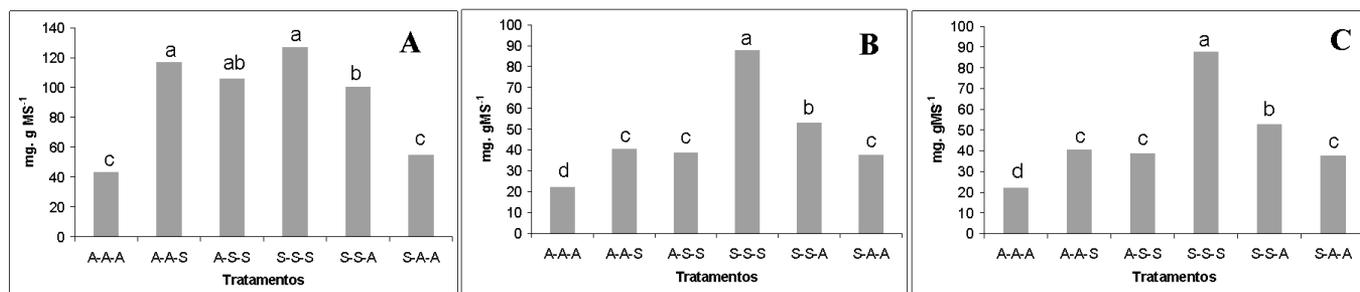
### Solutos Inorgânicos

Os maiores teores foliares de cloreto foram determinados nos tratamentos submetidos à salinidade, durante todo o ciclo da cultura. Verifica-se também que menores teores foram constatados nas plantas dos tratamentos com solução salina, apenas na primeira fase (SAA) e nas que foram submetidas à salinidade (Figura 1A). Nos caules e raízes das plantas o comportamento de acúmulo de cloreto foi semelhante, com maiores teores de cloreto referentes ao tratamento submetido à salinidade durante todo o ciclo, seguido das plantas tratadas com solução salina nas duas primeiras fases (SSA) e daquelas que acumularam menos cloreto (AAA). Figuras 1B e 1C.

Quanto à acumulação entre os distintos órgãos, os maiores teores de cloreto foram obtidos nas folhas. Enquanto no caule e raízes este acúmulo ocorreu quando os mesmos foram expostos à salinidade, durante todo o ciclo (Figuras 1A, 1B e 1C).

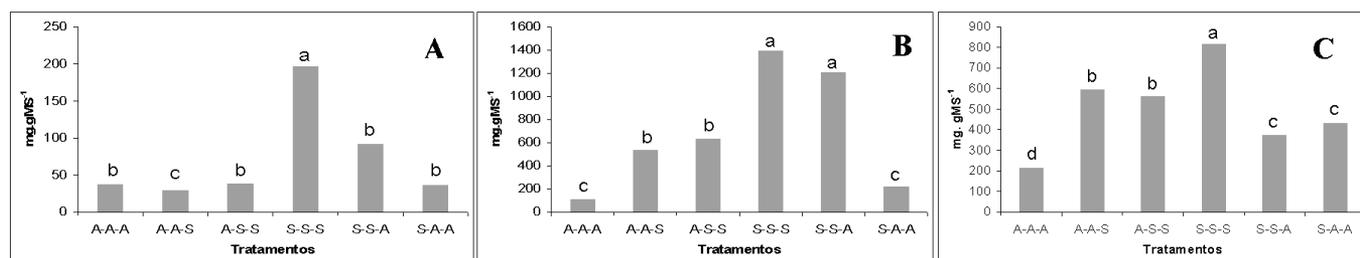
Nas folhas a solução salina promoveu aumento do teor de sódio nas plantas submetidas ao estresse salino durante todo o período experimental (Figura 2A).

Entretanto, quando se observa o acúmulo de sódio no caule, órgão que mais acumulou esse íon, com cerca de sete vezes mais que o registrado nas folhas, verifica-se um acúmulo maior nas plantas submetidas à solução salina durante todo o seu ciclo e nas plantas que receberam solução salina nas duas primeiras fases de crescimento. Na raiz se constata um acúmulo maior do respectivo íon nas plantas submetidas ao



**Figura 1.** Teor de cloreto na folha (A), caule (B) e raiz (C) em plantas de feijão de corda submetidas a salinidade durante as fases vegetativas, de floração e frutificação. Colunas seguidas da mesma letra minúscula (tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Figure 1.** Content of chloride in leaf (A), stem (B) and root (C) in cowpea submitted to salinity during the vegetative stages of flowering and fruiting. Columns followed with the same letter (treatments) do not differ by Tukey test at 5% probability



**Figura 2.** Teor de sódio na folha (A), caule (B) e raiz (C) em plantas de feijão de corda submetidas a salinidade, durante as fases vegetativas, de floração e frutificação. Colunas seguidas da mesma letra minúscula (tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

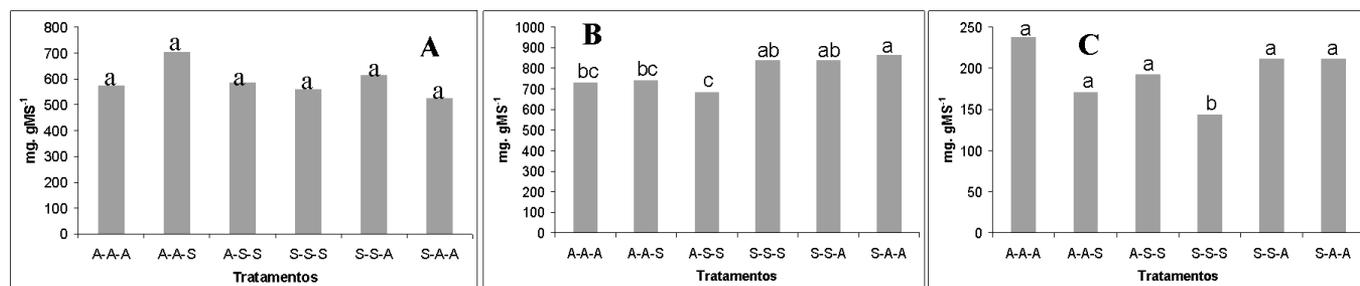
**Figure 2.** Sodium content in leaf (A), stem (B) and root (C) in cowpea submitted to salinity during the vegetative stage, flowering and fruiting. Columns followed with the same letter (treatments) do not differ by Tukey test at 5% probability

estresse salino durante todo o seu estágio de desenvolvimento, seguido daquelas tratadas com solução salina na última fase de crescimento (Figura 2C). Outros autores, como Lacerda et al. (2003) observaram, na cultura de sorgo, que o teor de Na aumentou devido à salinidade nas folhas, resposta típica de plantas sensíveis à salinidade.

Observa-se uma absorção diferencial do cloreto de sódio com superioridade na absorção de sódio em relação ao cloreto. A partição desses íons também é realizado de forma diferenciada pelas plantas de feijão de corda sob estresse salino permanente, com maior acúmulo de cloreto nas folhas e maior quantidade de sódio nos caules. Observa-se ainda que o acúmulo dos íons variou com o estágio de desenvolvimento da cultura, o que reflete os processos de acumulação e a mobilidade do nutriente na planta de feijão-de-corda, o tipo e a duração dos tratamentos (Neves, 2008).

A distribuição do potássio nas folhas e caules das plantas submetidas à salinidade nas diferentes fenofases das plantas, não variou significativamente em relação às plantas do tratamento controle (Figuras 3A e 3B). Nas raízes a maior concentração deste íon foi observada nas plantas controle e a menor nas plantas submetidas à salinidade durante todo o seu ciclo de desenvolvimento (Figura 3C). Assis Júnior et al. (2007) não encontraram, trabalhando com o cultivar EPACE 10 de feijão-de-corda em condições de campo, nenhum efeito da salinidade sobre os teores foliares de K e Ca durante as fases de floração e frutificação.

A similaridade entre os teores acumulados nos distintos órgãos pode ser resposta da elevada dinâmica do potássio no tecido de todo e qualquer órgão das plantas. No ajustamento osmótico ocorre um aumento na concentração de solutos nas



**Figura 3.** Teor de potássio na folha (A), caule (B) e raiz (C) em plantas de feijão-de-corda submetidas à salinidade, durante as fases vegetativas, de floração e frutificação. Colunas seguidas da mesma letra minúscula (tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Figure 3.** Potassium content in leaf (A), stem (B) and root (C) in cowpea plants submitted to salinity during the vegetative and flowering and fruiting stages. Columns followed with the same letter (treatments) do not differ by Tukey test at 5% probability

plantas particularmente adaptadas às condições de estresse e o potássio está particularmente envolvido neste processo altamente importante na manutenção do equilíbrio hídrico entre o vacúolo e o citoplasma (Taiz & Zeiger, 2009).

Observa-se que as altas concentrações do íon sódio não inibiram a absorção de K pelas plantas. Esta situação diverge da ação do sódio sobre a acumulação de potássio, relatada por Azevedo Neto & Tabosa (2000) em muitas espécies vegetais, e por Lacerda et al. (2003) no sorgo, segundo os quais este fato não tem sido observado na maioria das cultivares de feijão-de-corda estudadas (Costa et al., 2003).

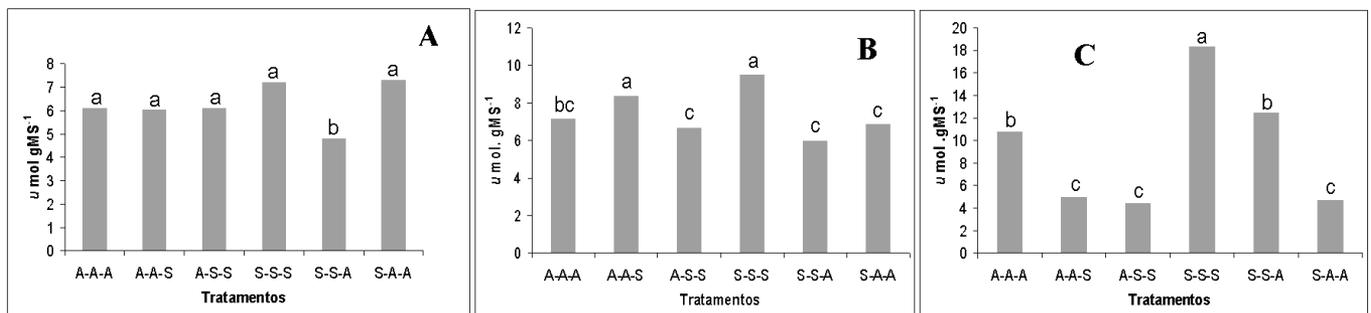
### Solutos Orgânicos

Os teores de carboidratos solúveis nas folhas, exceto nas plantas do tratamento sal-sal-água (SSA) que acumularam os menores teores, não variaram com o estresse salino (Figura 4A). No caule se observou superioridade nos teores de carboidratos nas plantas que receberam solução salina durante todo o período e somente ao final do experimento. Os demais tratamentos não diferiram da planta controle (Figura 4B). Por fim, foi na raiz que se constatou o maior teor de carboidratos entre os órgãos estudados; uma provável explicação é que, por ser um assimilado fixado pelas folhas, foi alocado para um dos principais drenos da planta, que é a raiz. Os valores variaram bastante entre os tratamentos com o maior teor sendo encontrado no tratamento em que as plantas foram estressadas durante todo o ciclo (Figura 4C).

O acúmulo de carboidratos solúveis no tecido foliar de plantas estressadas das culturas de sorgo forrageiro e trigo, é considerado mecanismo de ajustamento ao estresse salino (Barreto et al., 1997; Kerepesi & Galiba, 2000). Nessas plantas, o aumento do teor de carboidratos solúveis pode, nas plantas submetidas à salinidade, ter contribuído para a redução do potencial osmótico foliar, como observado também em sorgo (Oliveira et al. 2006). Entretanto, segundo Ashraf & Harris (2004) o papel dos açúcares na adaptação de plantas às condições salinas é insuficiente para definição de espécies que apresentam tolerância ao sal, em razão das variações interespecíficas e intraespecíficas.

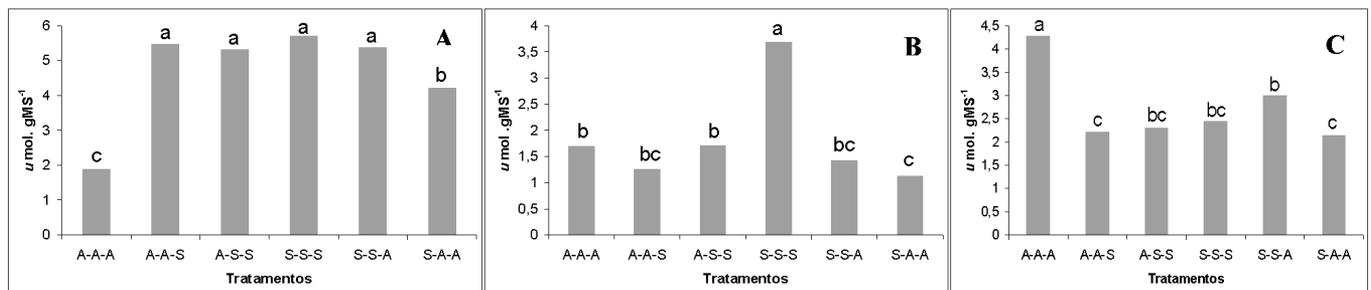
Os teores de N-aminossolúveis aumentaram nas folhas das plantas de todos os tratamentos sob estresse salino mas com menores valores nas plantas do tratamento com sal apenas na primeira fase do ciclo de crescimento (SAA) como indicado na Figura 5A. No caule os teores de N-aminossolúveis aumentaram apenas nas plantas estressadas durante todo o seu ciclo (Figura 5B). Este comportamento dos dados está em acordo com Soussi et al. (1998) ao constatarem que o maior acúmulo de compostos contendo N-aminossolúvel ocorre durante a exposição das plantas à salinidade. Contrariamente, o comportamento foi adverso nas raízes em que o tratamento controle apresentou os maiores valores deste soluto em relação às plantas dos tratamentos sob estresse salino (Figura 5C).

Resultados semelhantes aos encontrados nas folhas foram reportados em diversos estudos com plantas submetidas a



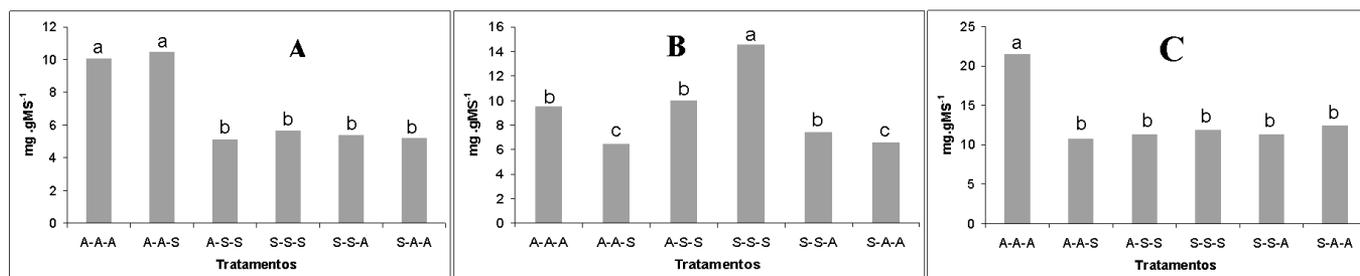
**Figura 4.** Teor de carboidrato na folha (A), caule (B) e raiz (C) em plantas de feijão-de-corda submetidas a salinidade, durante as fases vegetativas, de floração e frutificação. Colunas seguidas de mesma letra minúscula (tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Figure 4.** Carbohydrate content in leaf (A), stem (B) and root (C) in cowpea plants submitted to salinity during the vegetative, flowering and fruiting stages. Columns followed with the same letter (treatments) do not differ by Tukey test at 5% probability



**Figura 5.** Teor de N-aminossolúveis na folha (A), caule (B) e raiz (C) em plantas de feijão-de-corda submetidas a salinidade durante as fases de floração e frutificação. Colunas seguidas da mesma letra minúscula (tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Figure 5.** Amino acid content in leaf (A), stem (B) and root (C) in cowpea plants submitted to salinity, during the flowering and fruiting stages. Columns followed with the same letter (treatments) do not differ by Tukey test at 5% probability



**Figura 6.** Teor de proteína na folha (A), caule (B) e raiz (C) em plantas de feijão de corda submetidas a salinidade durante as fases vegetativas de floração e frutificação. Colunas seguidas da mesma letra minúscula (tratamentos) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

**Figure 6.** Protein content in the leaf (A), stem (B) and root (C) in cowpea plants subjected to salinity during the vegetative, flowering and fruiting stages. Columns followed with the same letter (treatments) do not differ by Tukey test at 5% probability

estresse salino, como milho (Abd-El Baki et al., 2000; Azevedo Neto et al., 2004), trigo (Mattioni et al., 1997) e girassol (Ashraf & Tufail, 1995). Silva et al. (2003) observaram, trabalhando com folhas maduras de dois genótipos de sorgo com tolerância diferenciada à salinidade, que o estresse salino induziu a um aumento no teor de N-aminossolúveis no genótipo tolerante mas não alterou seu conteúdo no cultivar sensível.

Costa et al. (2003) não constataram, trabalhando com extremidades de raízes de feijão-de-corda submetidas à salinidade, diferenças significativas em nenhum dos sete genótipos estudados, independentemente dos diferentes graus de tolerância ao estresse entre elas. Todavia, Silva et al. (2003) observaram, por sua vez, um incremento nos níveis de N-aminossolúveis nas raízes de plantas feijão-de-corda submetidas à salinidade e suplementadas com CaCl<sub>2</sub>. Ambos os resultados são conflitantes com os aqui encontrados. Uma resposta das plantas sobre condições de estresse salino é o aumento de diversos solutos ativos, como aminoácidos e carboidratos, fato observado no presente trabalho para carboidratos de raízes e caules e aminoácidos de folhas e caules. Estes se acumulam em formas compatíveis no interior das células e são utilizados como mecanismos de tolerância ao estresse (Galiba, 1994; Colmer et al., 1995; Feijão et al., 2011).

Quando se observam os níveis de proteínas foliares, verifica-se inversão nos valores com relação aos N-aminossolúveis, com o estresse salino reduzindo os teores de proteínas solúveis foliares de todos os tratamentos, com exceção das plantas que receberam sal na última fase de crescimento (AAS) (Figura 6A) sugerindo que os N-aminossolúveis tenham acumulado em função da degradação das proteínas (Figura 5A). No caule os teores de proteínas foram aumentados no tratamento sob salinidade durante todo o período experimental (Figura 6B) enquanto nas raízes, semelhante ao verificado nas folhas, a salinidade diminuiu o teor de proteína em todos os tratamentos (Figura 6C). A redução da concentração proteica em função da salinidade pode ser devida a uma inibição da síntese proteica e/ou ao aumento da proteólise (Silveira et al., 2003; Mendes et al., 2011).

Conforme a literatura, há registros de efeitos conflitantes da salinidade sobre a produção de proteínas solúveis nas folhas das plantas. Há registros de aumento no conteúdo de proteínas solúveis de plantas desenvolvidas sob estresse salino (Levitt, 1980; Ashraf & O'Leary, 1999; Mansour et al., 2003; Oliveira et al., 2006). Há casos também de que o aumento da salinidade

do meio provoca redução dos respectivos assimilados orgânico (Muthukumarasamy et al., 2000; Parida et al., 2002). Em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em solos salinizados a síntese de proteína foi inibida (Nieman, 1965). Em raízes de feijão-de-corda, Aragão et al. (2011) observaram declínio dos teores de proteína em plantas sob alta salinidade em solução nutritiva. Tendências semelhantes às de *Vigna unguiculata* foram registradas em calos de *Brassica oleracea*, após três semanas de cultivo sob concentrações elevadas de NaCl, por Elavumoottil et al. (2003).

## CONCLUSÕES

O feijão-de-corda absorve mais sódio que o cloro, mesmo sendo aplicado em menor quantidade.

A ordem crescente de acúmulo dos íons nos diferentes órgãos, foi: caule > raízes > folhas.

O sistema radicular foi o órgão cujos solutos orgânicos foram os mais afetados pela salinidade.

## LITERATURA CITADA

- Abd-El Baki, G. K.; Siefert, F.; Man, H. M.; Weiner, H.; Kaldenhoff, R.; Kaiser, W. M. Nitrate reductase in *Zea mays* L. under salinity. *Plant, Cell & Environment*, v.23, n.5, p.515-521, 2000. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.2000.00568.x/abstract>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1046/j.1365-3040.2000.00568.x.
- Aragão, R. M. de; Silva, J. S. da; Lima, C. S. de; Silveira, J. A. G. Salinidade modula negativamente a absorção e assimilação de NO<sup>3-</sup> em plantas de feijão de corda. *Revista Ciência Agrônoma*, v.42, n.2, p.382-389, 2011. <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902011000200017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902011000200017&script=sci_arttext)>. 10 Jan. 2012. doi:10.1590/S1806-66902011000200017.
- Ashraf, M.; Harris, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v.166, n.1 p.889-899, 2004. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945203004679>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1016/j.plantsci.2003.10.024.
- Ashraf, M.; O'Leary, J. W. Changes in soluble proteins in spring wheat stressed with sodium chloride. *Biologia Plantarum*, v.42, n.1, p.113-117, 1999. <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1002183829178?LI=true>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1023/A:1002183829178.

- Ashraf, M.; Tufail, M. Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, v.174, n.5, p.351-362, 1995. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-037X.1995.tb01122.x/abstract>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1111/j.1439-037X.1995.tb01122.x.
- Assis Júnior, J. O.; Lacerda, C. F. de.; Silva, F. B. da; Silva, F. L. B. da; Bezerra, M. A.; Gheyi, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. *Engenharia agrícola*, v.27, n.3, p.702-713, 2007. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162007000400013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162007000400013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. 13 Mar. 2012. doi:10.1590/S0100-69162007000400013.
- Azevedo Neto, A. D.; Prisco, J. T.; Enéas-Filho, J.; Lacerda, C. F. de; Silva, J. V.; Costa, P. H. A. da; Gomes-Filho, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.16, n.1, p.31-38. 2004. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-04202004000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202004000100005)>. 13 Mar. 2012. doi:10.1590/S1677-04202004000100005.
- Azevedo Neto, A. D.; Tabosa, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.2, p.159-164, 2000. <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662000000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662000000200005&script=sci_arttext)>. 13 Mar. 2012. doi:10.1590/S1415-43662000000200005.
- Barreto, L. P.; Bezerra Neto, E.; Silva, J. H. B. da. Acúmulo de matéria seca e teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> em sorgo forrageiro sob estresse salino. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., 1997. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p.494.
- Bosco, M. R. de O.; Oliveira, A. B. de.; Hernandez, F. F. F.; Lacerda, C. F. de. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, n.2, p.157-164, 2009. <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/507>>. 12 Jan. 2012.
- Boyer, J. S. Water deficits and photosynthesis. In: Kozlowski, T.T. (ed.) *Water deficits and plant growth*. New York: Academic Press, 1978. v.4, p.154-191.
- Bradford, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v.72, n.1-2, p.248-254, 1976. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0003269776905273>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1016/0003-2697(76)90527-3.
- Colmer, T. D.; Epstein, E.; Dvorak, J. Differential solute regulation in leaf blades of various ages in salt-sensitive wheat and a salt-tolerant wheat x *Lophopyrum elongatum* (Host) A. Löve Amphiploid. *Plant Physiology*, v.108, n.4, p.1715-1724, 1995. <<http://www.plantphysiol.org/content/108/4/1715>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1104/pp.108.4.1715.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Décimo levantamento, julho 2011. Brasília : Conab, 2011. 45p.
- Costa, P. H. A.; Silva, J. V.; Bezerra, M. A.; Enéas Filho, J.; Prisco, J. T.; Gomes Filho, E.; 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. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042003000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042003000300002)>. 12 Jan. 2012. doi:10.1590/S0100-84042003000300002.
- Cramer, G. R.; Alberico, G. J.; Schimidt, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.21, n.5, p.675-692, 1994. <<http://www.publish.csiro.au/?paper=PP9940675>>. 12 Jan. 2012. doi:10.1071/PP9940675.
- DuBois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P.A.; Smith, F. Colorimetric method for determination of sugars, and related substances. *Analytical Chemistry*, v.28, n.3, p.350-356, 1956. <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac60111a017>>. 10 Jan. 2012. doi:10.1021/ac60111a017.
- Elavumoottil, O. C.; Martin, J. P.; Moreno, M. L. Changes in sugars, sucrose synthase activity and proteins in salinity tolerant callus and cell suspension cultures of *Brassica oleracea* L. *Biologia Plantarum*. v.46, p.7-12, 2003. <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1022389428782>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1023/A:1022389428782.
- Enéas-Filho, J.; Sudério, F. B.; Barbosa, G. K. C.; Silva, R. P. P.; Gomes Filho, E.; Prisco, J. T. Atividade beta-galactosidásica em parede celular de raízes, caules e folhas de *Vigna unguiculata* submetidas à salinidade. In: Reunião Regional da SBBQ Nordeste, 6., 2002, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: SBBQ, 2002. CD Rom.
- Feijão, A. R.; Silva, J. C. B. da; Marques, E. C.; Prisco, J. T.; Gomes-Filho, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*. v.42, n.3, p.675-683, 2011. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902011000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902011000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. 12 Mar. 2012. doi:10.1590/S1806-66902011000300014.
- Ferreira, M. C. da C. Efeito do sal no crescimento e metabolismo de *Vigna unguiculata* L. Walp e *Vigna unguiculata* (Jacq) Benth. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005, 74p. Dissertação Mestrado.
- Freitas, V. S.; Alencar, N. L. M.; Lacerda, C. F.; Prisco, J. T.; Gomes-Filho, E. Changes in physiological and biochemical indicators associated with salt tolerance in cotton, sorghum and cowpea. *African Journal of Biochemistry Research*, v.5, n.8, p.264-271, 2011. <<http://www.academicjournals.org/ajbr/abstracts/abstracts/Abstract2011/August/Freitas%20et%20al.htm>>. 12 Jan. 2012.
- Gaines, T. P.; Parker, M. B.; Gascho, G. J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate extraction. *Agronomy Journal*, v.76, n.3, p.371-374, 1984. <<https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/76/3/AJ0760030371>>. 12 Jan. 2012. doi:10.2134/agronj1984.00021962007600030005x.

- Galiba, G. In vitro adaptation for drought and cold hardiness in wheat. In: Janik, J. (Ed). Plant Breeding Review. v.12. New York: John Wiley & Sons, 1994. Ch.5, p.115-161. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470650493.ch5/summary>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1002/9780470650493.ch5.
- Guimarães, F. V. Respostas fisiológicas e bioquímicas em plantas de feijão-de-corda cv. Pitiúba submetidas ao estresse com NaCl em diferentes concentrações de CaCl<sub>2</sub> e CaSO<sub>4</sub>. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005. 176p. Tese Doutorado.
- Hoagland, D.; Arnon, D. I. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley: University of California, College of Agriculture, California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Circular 347).
- Kerepesi, I.; Galiba, G. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. Crop Science, v. 40, n.2, p.482-487, 2000. <<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/40/2/482>>. 12 Jan. 2012. doi:10.2135/cropsci2000.402482x.
- Lacerda, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: Nogueira, R. J. C.; Araújo, E. L.; Willadino, L. G.; Cavalcante, U. (Eds.). Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE, 2005. p.127-137.
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Cano, M. A. O.; Ruiz, H. A.; Prisco, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany, Paris, v.49, n.2, p.107-20, 2003.
- Levitt, J. Responses of plants to environmental stresses. v.2. 2.ed. New York: Academic Press, 1980. 256p.
- Lima, C. J. G. de S.; Oliveira, F. de A. Medeiros, J. F. de; Oliveira, M. K. T. Almeida Júnior, A. B. de. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. Revista Verde, v.2, n.2, p.79-86, 2007. <<http://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/49/49>>. 12 Jan. 2012.
- Mahajan, S.; Tuteja, N. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, v.444, n.2, p.139-158, 2005. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000398610500439X>>. 12 Jan. 2012. doi:10.1016/j.abb.2005.10.018.
- Mansour, M. M. F.; Salama, K. H. A.; Al-Mutama, M. M. Transport protein and salt tolerance in plants. Plant Science, v.146, n.6, p.891-900, 2003. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945203001092>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1016/S0168-9452(03)00109-2.
- Maas, E. V.; Hoffman, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, v.103, n.2, p.115-134, 1977. <<http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?7414>>. 12 Jan. 2012.
- Mattioni, C.; Lacerenza, N. G.; Troccoli, A.; Leonardis, A. M. de; Di Fonzo, N. Water and salt stress induced alterations in proline metabolism of *Triticum durum* seeding. Physiologia Plantarum, v.101, n.4, p.787-792, 1997. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1997.tb01064.x/pdf>>. 12 Jan. 2012. doi:10.1111/j.1399-3054.1997.
- Medeiros, J. F. de. Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: Universidade Federal de Campo Grande, 1992. 173p. Dissertação Mestrado.
- Mendes, B. S. da S.; Willadino, L.; Cunha, P. C. da; Oliveira Filho, R. A. de; Camara, T. R. Mecanismo fisiológicos e bioquímicos do abacaxi ornamental sob estresse salino. Revista Caatinga, v.24, n.3, p.71-77, 2011. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1956/4745>>. 12 Mar. 2012.
- Miyazawa, M.; Pavan, M. A.; Bloch, M. F. M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. Ciência e Cultura, v.36, n.11, p.1953-1958, 1984.
- Moura, J. Z. de F. Fenologia, exigências térmicas e determinação do nível de controle de insetos desfolhadores na cultura de feijão-caupi BR 17- gurguéia. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2007. 110p. Dissertação Mestrado.
- Murilo-Amador, B.; Troyo-Diéguez, E.; García-Hernández, J. L.; López-Aguilar, R.; Ávila-Serrano, N. Y.; Zamora-Salgado, S.; Rueda-Puente, E. O.; Kaya, C. Effect of NaCl salinity in the genotypic variation of cowpea (*Vigna unguiculata*) during early vegetative growth. Scientia Horticulturae, v.108, n.4, p.423-431, 2006. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423806000963>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1016/j.scienta.2006.02.010.
- Muthukumarasamy, M.; Gupta, S.D.; Pannerselvam, R. Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutase activities by triadimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L. Biologia Plantarum, v.43, n.2, p.317-320, 2000. <<http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1002741302485>>. 12 Jan. 2012. doi:10.1023/A:1002741302485.
- Neves, A. L. R. Irrigação do feijão-de-corda com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento e seus efeitos na planta e no solo. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008. 120p. Dissertação Mestrado.
- Nieman, R. H. Expansion of bean leaves and its suppression by salinity. Plant Physiology, v.40, p.156-161, 1965. <<http://www.plantphysiol.org/content/40/1/156>>. 12 Mar. 2012. doi:10.1104/pp.40.1.156.
- Oliveira, L. A. A.; Barreto, L. P.; Bezerra Neto, E.; Santos, M. V. F. dos.; Costa, J. de C. A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.1, p.31-35, 2006. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2006000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000100005)>. 12 Jan. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2006000100005.
- Parida, A.; Dam, A. B.; Dam, P. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. Journal of Plant Biology, v.45, n.1, p.28-36, 2002. <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03030429>>. 12 Jan. 2012. doi:10.1007/BF03030429.

- Prisco, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do estresse salino. *Revista Brasileira de Botânica*, v.3, n.1-2, p.85-94, 1980.
- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 48).
- Ribeiro Júnior, J. I. Análises Estatísticas no SAEG. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- Shannon, M. C.; Grieve, C. M.; Francois, L. E. Whole-plant response to salinity. In: Wilkinson, R.E. (Ed.). *Plant-environment interactions*. New York: Marcel Dekker, 1994. p.199-244.
- Silva, J. V.; Lacerda, C. F.; Costa, P. H. A. ; Enéas Filho, J.; Gomes Filho, E.; Prisco, J. T. Physiological response of NaCl stressed cowpea NaCl plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl<sub>2</sub>. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.15, n.2, p.99-105, 2003. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-04202003000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202003000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>. 12 Mar. 2012. doi:10.1590/S1677-04202003000200005.
- Silveira J. A. G.; Viégas, R. A.; Rocha, I. M. A.; Moreira, A. C. O. M.; Moreira, R. A.; Oliveira, J. T. A. Proline accumulation and glutamine synthetase are increased by salt-induced proteolysis in cashew leaves. *Journal of Plant Physiology*, v.160, n.2, p.115-123, 2003. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161704703855>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1078/0176-1617-00890.
- Soussi, M.; Lluch, C.; Ocana, A. Comparative study of nitrogen fixation and carbon metabolism in two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under salt stress. *Journal of Experimental Botanic*, v.50, p.1701-1708, 1999. <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/50/340/1701>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1093/jxb/50.340.1701.
- Taffouo, V. D.; Kouamou, J. K.; Ngalangue, L. M. T.; Tchiengue, L. M.; Ndjeudji, B. A. N.; Akoa, A. Effects of Salinity Stress on Growth, Ions Partitioning and Yield of Some Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Cultivars. *International Journal of Botany*, v.5, n.2, p. 135-143, 2009. <<http://www.scialert.net/abstract/?doi=ijb.2009.135.143>>. 12 Mar. 2012. doi:10.3923/ijb.2009.135.143.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- Willadino, L.; Camara, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; Sánchez, A. (Eds.). *La Ecofisiología Vegetal – Uma ciencia de síntesis*. Madrid. Thomson, 2004. cap.10, p.303-330.
- Yemm, E. W.; Cocking, E. C. The determination of aminoacid with ninhydrin. *Analyst*, v.80, n.948, p.209-213, 1955. <<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/1955/AN/an9558000209>>. 13 Mar. 2012. doi:10.1039/an9558000209.