



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

JOSÉ WILSON DA SILVA BARBOSA

**CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E NODULAÇÃO DE GENÓTIPOS
DE FEIJÃO-CAUPI IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA**

CAMPINA GRANDE - PB

2013

JOSÉ WILSON DA SILVA BARBOSA

**CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E NODULAÇÃO DE GENÓTIPOS
DE FEIJÃO-CAUPI IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Professor Dr. Ronaldo do Nascimento.

CAMPINA GRANDE - PB

2013



B238c Barbosa, José Wilson da Silva.

Crescimento, produção e nodulação de genótipos de feijão-caupi irrigados com águas salinas. / José Wilson da Silva Barbosa. - 2013.

45 f.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento.

Dissertação de Mestrado - (Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Irrigação com água salinizada. 2. Água salina na agricultura. 3. Feijão-caupi. 4. Vigna unguiculata. 5. Ovinocultura. 6. Salinidade. 7. Crescimento do feijão-caupi. 8. Tolerância ao estresse salino - genótipos de feijão-caupi. I. Nascimento, Ronaldo do. II. Título.

CDU:633.35(043.2)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

JOSÉ WILSON DA SILVA BARBOSA

**CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E NODULAÇÃO DE GENÓTIPOS
DE FEIJÃO-CAUPI IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Ronaldo do Nascimento.
Orientador – UAEA/CTRN/UFCG**

**Professor Dr. Francisco Valfisio da Silva
Examinador Externo**

**Professor Dr. Marcos Eric Barbosa Brito.
Examinador Externo – Universidade Federal de Sergipe**

Trabalho aprovado em: 17 de maio de 2013.

CAMPINA GRANDE – PB

RESUMO

O feijão-caupi é excelente fonte de proteínas e apresenta aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais necessários para alimentação humana; possui ciclo curto e baixa exigência hídrica podendo ser cultivado na região semiárida. Na região Nordeste é comum a ocorrência de problemas em virtude da falta de água, o que dificulta seu cultivo fazendo-se necessária a utilização da irrigação; por outro lado, o mau uso desta tecnologia associada à natureza dos solos, tem promovido o aumento de impasses de salinização dos solos, na região. Objetivou-se, então, avaliar a tolerância de 10 genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. O trabalho foi distribuído em delineamento inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial 10 x 4 com quatro repetições cujo primeiro fator correspondeu aos genótipos de feijão-caupi e o segundo aos níveis de salinidade na água de irrigação, enquanto os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. As sementes de todos os genótipos avaliados foram cedidas pela Embrapa Meio Norte. As características avaliadas foram: número de folhas, altura de plantas área foliar, massa seca da parte aérea, número de vagens, número de sementes, peso de 100 sementes, massa seca das sementes, massa seca da raiz e número de nódulos. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo Teste F; as médias correspondentes destes aos genótipos foram, quando significativas, comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade e as referentes, aos níveis de salinidade pela análise de regressão polinomial. O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu, de forma significativa, o crescimento, o acúmulo de fitomassa, o desenvolvimento do sistema radicular e o número de nódulos, em todos os genótipos de feijão-caupi, 2 (MNC 02 676F-1) e 10 (BRS ITAIM) apresentaram indícios de tolerância à salinidade, com altura de planta e área foliar maior que os demais.

Palavras-Chave: *Vigna unguiculata*; Salinidade; Cultivares; crescimento

ABSTRACT

The cowpea is an excellent source of protein and provides the essential amino acids, carbohydrates, vitamins and minerals. It features short cycle, low water requirement can be grown in the semiarid region. This region is the common occurrence of problems with lack of water, which hampers the cultivation of beans. An alternative is the use of irrigation, on the other hand, the misuse of the technology associated with the nature of the soil has promoted the increase of soil salinity problems in the Northeast. The objective of this study was to evaluate the tolerance of 10 genotypes of cowpea to salt stress in the irrigation water. The work was installed in a 10 x 4 factorial design with four replications, whose first factor was the genotypes of cowpea and second four levels of salinity in the irrigation water, treatments were arranged in a completely randomized design. The seeds of all genotypes were provided by Embrapa Meio Norte. The characteristics evaluated were: Number of leaves, plant height, leaf area, shoot dry mass, number of pods, number of seeds, weight of 100 seeds, seeds dry weight, root dry mass and number of nodes. Data were submitted to analysis of variance by F test when significant averages corresponding to genotypes were compared by Tukey test at 5% probability and those related to the salinity levels were polynomial regression analysis. The increasing salinity of irrigation water significantly reduced growth, biomass formation, root development and the number of nodules in all cowpea genotypes, but genotypes 2 (MNC 02 676F-1) and 10 (BRS ITAIM) showed signs of salinity tolerance, with plant height and leaf area and larger than the others.

Keyword: *Vigna unguiculata*; Salinity; Cultivars; Growth

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	02
2.1	ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO FEIJÃO-CAUPI.....	02
2.2	ESTRESSE SALINO.....	03
2.3	GENÓTIPOS DO FEIJÃO-CAUPI.....	05
2.4	FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO.....	06
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
3.1	LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	08
3.2	TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	08
3.3	CONDIÇÕES DE CULTIVO.....	08
3.4	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	10
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICA.....	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5	CONCLUSÕES.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Em virtude de ser excelente fonte de proteína, vitaminas e minerais, o feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp.), é muito consumido nos trópicos e amplamente cultivado como componente de diferentes sistemas de produção (SINGH *et al.*, 2009). Em 2011 a cultura atingiu 4,9 milhões de toneladas produzidas em uma área 10,42 milhões de hectares no mundo mas, cerca de 30 países apresentam dados estatísticos na Base FAOSTAT separadamente para o feijão-caupi dentro os quais se destacam, como maiores produtores, a Nigéria, Níger, Burkina Faso, Myanmar e Tanzânia (FAO, 2013). No Brasil a produção atingiu, em 2011, cerca de 800 mil toneladas em uma área de 1 687 304 e produtividade de 464 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2012).

Trata-se de uma cultura de grande importância na região Nordeste do Brasil ocupando uma área de 1 507 017 ha com produção de 421 199 toneladas representando 89 e 52%, respectivamente, da área e da produção do feijão-caupi (EMBRAPA, 2012). Os estados do Ceará e Piauí são os maiores produtores nacionais (DAMASCENO-SILVA *et al.*, 2009); anteriormente, o Nordeste apresentava uma participação intensa com maior percentual, no entanto, vem diminuindo em razão da expansão da sua produção para outras regiões. Segundo Freire Filho (2011) o feijão-caupi, cultura tradicionalmente plantada no Nordeste brasileiro, vem se expandindo para outras regiões do Brasil, sobretudo para o Centro-Oeste em razão da sua ampla adaptabilidade às condições tropicais e ao baixo custo de produção.

O cultivo do feijão-caupi é realizado, normalmente, em duas épocas do ano; na época das chuvas (cultivo de sequeiro) e na época seca (cultivo irrigado ou cultivo de várzea) que na região Nordeste corresponde à segunda metade do ano. De toda a produção anual o cultivo de sequeiro corresponde de 80 a 100%, produção que não atende à demanda interna, ocorrendo com frequência, a falta do produto, em especial no período de estiagem.

Segundo Santos *et al.* (2006) o feijão-caupi surge como opção em áreas irrigadas, sobremaneira em época de entressafra quando os preços praticados atingem 2,5 vezes o preço que é praticado no período normal de colheita, no Polo Juazeiro-BA/Petrolina-PE. A ampliação da segunda safra representa, por meio do cultivo irrigado uma alternativa para aumentar a oferta de grãos nos polos irrigáveis da região Nordeste; porém, para que isto se torne viável, é notória a necessidade de se desenvolver, através do melhoramento, cultivares adaptadas às condições de irrigação, ou seja, o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes

aos estresses bióticos e abióticos, representando uma estratégia necessária, de baixo custo e ecologicamente correta.

A região Nordeste do Brasil abrange uma área de 1 600 000 km² dos quais 1 500 000 km² são caracterizados como de deficiência pelo déficit hídrico, constituindo o “polígono das secas”. Nesta região a irrigação passa a assumir papel fundamental no desenvolvimento da agricultura. Há, no Nordeste, cerca de 6 000 000 ha de solos potencialmente irrigáveis (GHEYI *et al.*, 1991). A prática da irrigação, entretanto, deve ser usada de maneira racional uma vez que as condições de clima do “polígono das secas” (altas temperaturas, baixa pluviosidade e intensa evaporação) e os elevados teores de sais na água de irrigação, associados à falta ou deficiência de drenagem, têm ocasionado crescentes problemas de salinização dos solos reduzindo, de maneira acentuada, o crescimento e a produtividade das culturas desenvolvidas na região. Estima-se que na região semiárida 25% dos solos irrigados estão afetados por diferentes graus de salinidade. Com a incorporação de novas áreas irrigadas, este problema se vem expandindo a cada ano (PEREIRA *et al.*, 1985; SANTOS *et al.*, 1990).

Com o aumento dos impasses de salinização dos solos no Nordeste, o sucesso da atividade agrícola pode ser alcançado através da adoção de práticas de manejo de solo, capazes de reduzir a salinidade e da seleção de genótipos tolerantes ao estresse salino. Como o primeiro procedimento é dispendioso, demorado e, às vezes, impraticável, a segunda opção se torna cada vez mais promissora.

O feijão caupi é nodulado pela bactéria rizobium, que traz benefícios tanto para a produtividade quanto para a redução dos custos, visto que, segundo Franco *et al.* (2002) a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma das formas de incrementar a produtividade de leguminosas evitando-se custos com adubos nitrogenados solúveis. A FBN é reconhecidamente eficiente em feijão-caupi que, quando bem nodulado, pode atingir altos níveis de produtividade (RUMJANEK *et al.*, 2005). Vários trabalhos têm demonstrado os efeitos positivos do processo de FBN em feijão-caupi (XAVIER *et al.*, 2008).

Objetivou-se, então, avaliar a tolerância de 10 genótipos de feijão-caupi à salinidade da água de irrigação com base no crescimento e na produtividade, e avaliar a nodulação do feijão sob condições de salinidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO FEIJÃO-CAUPI

Planta de clima tropical e subtropical, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa que pertence à classe Dicotiledônea, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna* e a espécie *Vigna unguiculata*. É uma planta herbácea, autógama e anual cuja região de origem mais provável é a parte oeste e ou central, da África. É uma das leguminosas mais bem adaptadas, de uso versátil e nutritiva entre as espécies cultivadas, sendo importante alimento e componente fundamental dos sistemas de produção nas regiões secas dos trópicos, cobrindo parte da Ásia, Estados Unidos, Oriente Médio e Américas Central e do Sul (SINGH *et al.*, 2002). Nessas regiões o feijão-caupi se constitui em uma das principais fontes de proteína vegetal, especialmente para as populações de baixa renda (GRANGEIRO *et al.*, 2005).

A planta de feijão-caupi é herbácea, apresenta crescimento determinado ou indeterminado, com hábitos de crescimento ereto, semiereto, prostado, semiprostado ou trepadora. A germinação é epígea e a raiz pivotante pode chegar a mais de um metro de profundidade apresentando raízes laterais bastante profusas, que permitem explorar um bom volume de solo (FALL *et al.*, 2003).

O Brasil é o país de maior área cultivada, com predominância da região Nordeste (FREIRE FILHO *et al.*, 2006). Segundo NASCIMENTO *et al.*, (2004) no Nordeste é uma cultura de fundamental importância socioeconômica constituindo-se em uma das principais fontes proteicas e complementares na alimentação da população rural com propriedade nutricional superior à do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*).

2.2 ESTRESSE SALINO

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas haja vista apresentar atividade osmótica retendo a água, além da ação de íons sobre o protoplasma. Ayers e Westcot (1999) afirmam que os íons que mais frequentemente causam toxicidade são o cloreto, o sódio e o boro. Excesso de Na⁺ e, sobretudo, de Cl⁻ no protoplasma, ocasiona

distúrbios em relação ao balanço iônico (K^+ e Ca^{2+} em relação ao Na^+), além de efeito específico dos íons sobre as enzimas e membranas (LARCHER, 2000).

De acordo com Maas e Hoffman (1977) o feijão-de-corda é uma espécie considerada moderadamente sensível ao estresse salino. No entanto, a literatura tem comprovado que esta espécie tolera água salina com condutividade elétrica de até $3,3 \text{ dS m}^{-1}$ e salinidade limiar do solo (CEEs) em torno de $4,9 \text{ dS m}^{-1}$, classificada, portanto, moderadamente tolerante (AYERS e WESTCOT, 1999).

No Nordeste brasileiro as águas utilizadas nas irrigações apresentam, na maioria das vezes, concentração de sais na faixa de 1 a 30 mmol L^{-1} , correspondendo à faixa de condutividade elétrica de $0,1$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$; o seu uso na agricultura poderá, aliado a intensa evaporação e à falta de drenagem de solo adequada, provocar problemas de salinidade (HOLANDA e AMORIM, 1997). Em função disto, a verificação da adequabilidade da água para fins de irrigação deve considerar principalmente fatores relacionados ao teor e ao tipo de sais, às características do solo, tolerância da cultura, condições climáticas, manejo da irrigação e condições de drenagem (RHOADES *et al.*, 2000).

A qualidade da água de irrigação pode ser considerada importante fator mas nunca se deve esquecer de que ela é tão somente um dos fatores e que não é possível, então, desenvolver um sistema de classificação universal que possa ser utilizado sob todas as circunstâncias. A adequação da água para a irrigação depende de sua própria qualidade quanto de fatores relacionados às condições de uso (AYERS e WESTCOT, 1999).

A salinidade em áreas irrigadas ocorre em função do uso de águas de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-planta e, qualquer que seja sua fonte, a água utilizada na irrigação sempre conterà sais, embora a quantidade e a qualidade dos sais presentes variem bastante (MEDEIROS e GHEYI, 1994).

O efeito da salinidade nas plantas aparece, de início, no desvio de energia do processo de crescimento para manter o potencial osmótico. Um dos primeiros processos dos quais a energia é desviada é a alongação celular. As células dos tecidos foliares se dividem, mas não se alongam. A ocorrência de mais células por unidade de área faz com que apareçam em cor verde-escura, sintoma típico de planta estressada osmoticamente; adicionalmente, o efeito osmótico vai depender da sensibilidade da planta a determinado íon específico na água de irrigação ou na solução do solo.

Segundo Fernandes *et al.* (2002) principalmente nas regiões áridas e semiáridas a salinização de solos também é um problema crescente em virtude da escassez de chuvas e da

demanda sempre crescente de água e fertilizantes, observada na agricultura moderna. Além disso, o aumento da população mundial tem forçado os produtores a utilizarem cada vez mais solos marginais, inclusive os salinos. Esses fatores têm aumentado a necessidade do desenvolvimento de tecnologias alternativas para uso desses solos, tal como da busca de espécies potencialmente promissoras para essas áreas.

De acordo com Tyerman e Skerrett (1999) em ambientes salinos o cloreto de sódio (NaCl) tem-se mostrado como sendo o sal predominante considerado causador da maioria das injúrias nas plantas.

Interações complexas entre os cátions podem ser a razão desses efeitos. A parte aérea é, geralmente, mais sensível aos distúrbios catiônicos que as raízes e as diferenças são grandes entre as espécies de plantas na habilidade para prevenir ou tolerar elevadas concentrações de Na⁺ nas folhas. O sódio, por sua vez, pode agir estimulando o desenvolvimento vegetal pois é considerado elemento útil para muitas culturas por efeitos fisiológicos próprios ou por substituir parte do K⁺ requerido pela planta. O grau dessa substituição dependerá do potencial de absorção e da translocação de Na⁺ para a parte aérea da planta, bem como da eficiência da planta em utilizar o K⁺ (FERNANDES, 2000).

O efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associado à toxicidade de íons pela absorção excessiva de sódio e cloro e ao desequilíbrio nutricional ocasionado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998).

2.3 GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI

No Brasil, o centro de referência em pesquisas com feijão-caupi é a Embrapa Meio-Norte, localizada em Teresina, estado do Piauí. O programa de melhoramento genético de feijão-caupi da Embrapa, desenvolveu e lançou, ao longo de 15 anos, em parceria com outras instituições de pesquisa, 23 cultivares (FREIRE FILHO *et al.*, 2007). Essas cultivares normalmente apresentam ciclo de médio precoce a médio tardio e de porte prostrado a semiprostrado.

O melhoramento genético do feijão-caupi tem trazido resultados importantes para o avanço tecnológico da cultura possibilitando a expansão da produção para diversas regiões do país; outro fator que tem estimulado sua produção é a possibilidade de exportação para a África em virtude da posição geográfica estratégica do Brasil em relação àquele continente,

onde se encontram os países que mais consomem o feijão-caupi. O objetivo dos programas se tem direcionado no desenvolvimento de cultivares altamente produtivas e com resistência múltipla a vírus, tolerantes a altas populações de mosca branca e com excelente qualidade de grão.

Estudos de adaptabilidade e estabilidade têm identificado cultivares e linhagens com adaptação ampla, estáveis e com bons níveis de produtividade em diferentes ecossistemas das regiões Norte (VILARINHO *et al.*, 2006), Nordeste (FREIRE FILHO *et al.*, 2006) e Centro-Oeste do Brasil (SAGRILO *et al.*, 2006).

Atualmente, além da melhoria para produtividade e resistência a doenças e pragas, a pesquisa e o desenvolvimento do feijão-caupi estão voltados também para resistência a condições de salinidade do solo tendo em vista que existem áreas na região nordeste com problemas de salinidade, o que se tem agravado com o tempo.

2.4 FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO

O desenvolvimento de tecnologias e conhecimentos que favoreçam a atividade agrícola em solos salinos ou afetados pela salinização, decorrente de ações antrópicas, é um dos desafios à segurança alimentar de grandes contingentes populacionais no mundo, em especial nas zonas áridas e semiáridas (XAVIER *et al.*, 2007a).

A aplicação de produtos em tratamentos de sementes, considerando aspectos ecológicos e prováveis efeitos em inoculantes utilizados visando à fixação biológica do nitrogênio, tem-se tornado uma prática agrícola rotineira em grãos; no entanto, em tratamento de sementes de feijão-caupi é muito pouco conhecido (CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2012).

As estirpes de *Bradyrhizobium* atualmente recomendadas para a inoculação do feijão-caupi, aliadas à difusão do uso de inoculantes específicos para a cultura nas principais regiões produtoras, vêm proporcionando, paulatinamente, aumento na adoção desta técnica entre os produtores (ZILLI *et al.*, 2011) visto que, o feijão-caupi é uma leguminosa que se beneficia do N proveniente da Fixação Biológica de Nitrogênio (XAVIER *et al.*, 2007b), o que tem despertado interesse especial devido à capacidade da espécie nodular e fixar biologicamente o N₂ em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* possibilitando o aumento da produtividade e melhoria na fertilidade do solo.

Alguns trabalhos realizados principalmente com leguminosas, relatam o efeito prejudicial da salinidade na nodulação (XAVIER *et al.*, 2007b). Além das peculiaridades

inerentes ao microssimbionte, também há relatos de que determinados genótipos de feijão-caupi apresentam maior capacidade de nodulação e eficiência na FBN (MELO e ZILLI, 2009).

De maneira geral, a redução no crescimento e na produtividade pode ser consequência de efeitos da diminuição do potencial osmótico provocando redução na disponibilidade de água ou de efeitos específicos de íons que podem acarretar toxidez ou desequilíbrio nutricional nas plantas (NEVES *et al.*, 2009). Portanto, o potencial em fixação de nitrogênio das estirpes de rizóbio no feijão caupi é de fundamental importância para a produção de biomassa e nodulação. Chagas Júnior *et al.* (2012) constataram, com o objetivo de verificar a resposta de feijão-caupi cv. Vinagre, que a inoculação com rizóbio, aumentou a produtividade das plantas em comparação com os tratamentos com adubação nitrogenada e sem inoculação (controle).

Lima *et al.* (2007) verificaram, avaliando o efeito de diferentes níveis (0,5; 2,13; 2,94; 3,5 e 5,0 dS m⁻¹) de salinidade da água de irrigação no desenvolvimento de plantas de caupi, que a salinidade influenciou linearmente no crescimento vegetativo e que a presença de nódulos nas raízes foi afetada drasticamente pela salinidade com uma redução de 98,71% no maior nível.

Medeiros *et al.* (2008) comprovaram, testando diferentes níveis de salinidade, que a nodulação do feijão-caupi foi reduzida pelos níveis de salinidade quando foi acrescida de 0 para 8 dS m⁻¹, mostrando sensibilidade da simbiose ao estresse salino.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de desenvolvimento da pesquisa

O experimento foi realizado no período de janeiro a março de 2012, em condições de ambiente protegido da Universidade Federal de Campina Grande, nas dependências do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, localizada na zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema cujas coordenadas geográficas são latitude sul 7°13'11'', longitude oeste 35°53'31'' e altitude de 547,56 m. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia o município apresenta precipitação total anual de 802,7 mm, temperatura máxima de 27,5° C, mínima de 19,2° C e umidade relativa do ar de 83%.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram testados quarenta genótipos de feijão-caupi cedidos pela Embrapa Meio Norte, centro de referência em pesquisa com o melhoramento do feijão-caupi e com a produção de novas cultivares, localizada na cidade de Teresina, Estado do Piauí, e desenvolvidos especialmente para cultivo nas condições climáticas preponderantes na região semiárida do Nordeste brasileiro. Os genótipos utilizados foram: MNC 01 649F-2-11 (G1); MNC 02 676F-1 (G2); MNC 02 677F-5 (G3); MNC 02 701F-2 (G4); MNC 03 761F-1(G5); MNC 02 675F-4-9 (G6); MNC 02 675F-9-2 (G7); MNC 03 737F-5-10 (G8); MNC 03 737F-5-11 (G9) e BRS ITAIM (G10). Testaram-se também, quatro níveis de salinidade da água de irrigação correspondendo às condutividades elétrica de 0,6 (nível correspondente a água de abastecimento); 2,1; 3,6 e 5,1 dS m⁻¹ a 25° C; os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial 10 x 4 (10 genótipos de feijão-caupi e 4 níveis de salinidade), com 4 repetições, resultando em 160 parcelas.

3.3 Condições de cultivo

Visando à constituição das parcelas, foram distribuídas três sementes de feijão caupi na profundidade de 2 cm, em vasos de polietileno preenchidos com 18 kg de solo.

No início do experimento o solo foi adubado de acordo com a metodologia de NOVAIS *et al.* (1991) para cultivo em vasos em ambiente controlado utilizando-se as fontes ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples. Os sais empregados na adubação foram misturados a camada do solo seguindo as recomendações desses autores. Para obtenção das águas salinas foi utilizado cloreto de sódio. No preparo das soluções salinas seguiu-se a relação entre condutividade elétrica da água de irrigação e sua concentração ($\text{mmolc L}^{-1} = \text{CEa } 10$) (RHOADES *et al.*, 2000).

Após cinco dias da emergência (DAE) das plantas realizou-se o desbaste permanecendo uma planta por vaso. Com o seu desenvolvimento, as plantas foram conduzidas verticalmente utilizando-se um tutor de madeira serrada com 2 metros de altura, fincados na lateral dos vasos, nos quais os ramos das plantas foram enrolados e amarados com fitilhos de polietileno.

Após sua germinação as plantas foram irrigadas diariamente com água de abastecimento da própria UFCG, de forma a manter o substrato sempre em capacidade de campo ou próximo, até a formação do primeiro trifólio; logo após esta formação iniciou-se a irrigação com a água salina, com os níveis predeterminados; a irrigação foi realizada diariamente com as soluções testadas, segundo a necessidade para manter a capacidade de campo do solo.

As soluções eram preparadas em laboratório, em que se pesava o sal em balança analítica, de precisão 0,0001, marca AND, modelo HR-200 e depois eram misturados em água de abastecimento para obtenção da salinidade desejada a qual era conferida com o auxílio de um condutivímetro de bancada; cada solução a ser testada era conservada em tambores de capacidade de 100 L, separadamente.

Aos 60 dias após a emergência as plantas foram colhidas e levadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), nas dependências da UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) para análise; após a colheita realizou-se a partição das plantas em folhas, caule e raízes.

3.4 Características Avaliadas

- a) **Número de folhas:** As folhas foram contadas a partir da formação do primeiro trifólio expandido, considerando-se também as senescentes, que se encontravam caídas dentro do vaso.
- b) **Altura de plantas:** Para a avaliação de altura de plantas utilizou-se uma fita métrica graduada em centímetros medindo-se da base da planta até a altura de máximo crescimento dos ramos, expressa em centímetros.
- c) **Área foliar:** Foi determinada utilizando-se o método da relação de área e massa conhecida; utilizando-se, então, de um vazador com área conhecida, procedeu-se à retirada dos discos foliares do limbo foliar. Através da área conhecida dos discos, do peso dos mesmos e do peso da folha estimou-se, através de uma balança analítica, a área foliar total em cm^2 .
- d) **Massa seca da parte aérea:** As folhas e os caules foram colocados em sacos de papel e armazenados para secar em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de $60\text{ }^\circ\text{C}$, onde permaneceram pelo período de 48 horas, até atingir peso constante; em seguida, foram pesadas em balança analítica de precisão 0,0001, marca AND, modelo HR-200 e os valores expressos em grama.
- e) **Número de vagens por planta:** As vagens formadas nas plantas foram colhidas secas e contadas.
- f) **Número de sementes por planta:** Após a colheita as vagens foram debulhadas e as sementes contadas manualmente.
- g) **Peso de 100 sementes:** Após o debulho 100 sementes das vagens foram contadas e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 60°C , por um período de 24 horas; em seguida, foram pesadas em balança analítica, de precisão 0,0001, marca AND, modelo HR-200 e os valores expressos em grama.

- h) Massa seca total das sementes:** As vagens foram colhidas e após a separação das sementes, estas foram secadas em estufa de secagem com circulação forçada de ar a 60° C, onde permaneceram até a obtenção de peso constante; em seguida, foram pesadas em balança analítica, de precisão 0,0001, marca AND, modelo HR-200 e os valores expressos em grama.
- i) Massa seca da raiz:** As raízes foram retiradas, lavadas e levadas ao laboratório e colocadas em estufa de secagem com circulação forçada de ar 60° C, onde permaneceram até a obtenção de peso constante; em seguida, foram pesadas em balança analítica, de precisão 0,0001, marca AND, modelo HR-200 e os valores expressos em grama.
- j) Número de nódulos por planta:** Os nódulos das raízes foram retirados manualmente e contados.

3.5 Análises estatística

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do programa SISVAR, procedendo-se à análise de variância com o teste F, quando significativas, as médias dos genótipos foram comparadas com a aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade e para os níveis de salinidade foi realizada a regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resumos das análises de variância (Tabelas 1 e 2) observa-se diferença significativa a 1% de probabilidade entre os genótipos, nas variáveis, altura de plantas, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, número de vagens e número de nódulos; houve efeito significativo a 5% de probabilidade para o peso de 100 sementes e massa seca da raiz enquanto que para a variável número de sementes e massa seca da semente, não houve efeito significativo. Para os níveis de salinidade o efeito foi significativo a 1% de probabilidade, para todas as variáveis, exceto para o peso de 100 sementes. Observa-se, na interação genótipo x salinidade, efeito significativo, a 1% de probabilidade para as variáveis altura de planta, número de folhas, massa seca da parte aérea, número de sementes, peso de 100 sementes, massa seca das sementes e número de nódulos, não havendo efeito significativo para as variáveis, área foliar, número de vagens nem para massa seca da raiz.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), número de vagens (NV) e número de sementes (NS) de feijão-caupi. UAEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Fonte de variação	GL	AP ¹	NF ¹	AF ¹	MSPA	NV
Genótipos (G)	9	51,772**	1,2077**	0,0571**	157,1110**	1,7215**
Salinidade (S)	3	42,7913**	2,1765**	0,3228**	1595,1642**	2,3804**
Interação (G x S)	27	6,2761**	1,5906**	0,0132 ^{ns}	67,7308**	0,4729 ^{ns}
Resíduo	120	2,6676	0,3594	0,0097	39,2790	0,3157
CV (%)		17,21	20,23	18,43	28,46	18,92

¹ Dados transformados em raiz quadrada de X.

ns e **, respectivamente não significativo e significativo a $p < 0,01$.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de sementes, peso de 100 sementes, massa seca de sementes, massa seca da raiz e número de nódulos de feijão-caupi. UAEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Fonte de variação	GL	NS	P100S	MSS	MSR ¹	NN ¹
Genótipos (G)	9	3,9863 ^{ns}	1,9304*	22,5875 ^{ns}	1,7764*	53,2002**
Salinidade (S)	3	87,2017**	1,9192 ^{ns}	1341,4759**	3,2245**	101,4491**
Interação (G x S)	27	5,0405**	1,5628**	32,7320**	0,4946 ^{ns}	13,4121**
Resíduo	120	2,5841	0,7953	15,0245	0,1768	4,6424
CV (%)		17,08	20,23	22,08	27,92	31,56

¹ Dados transformados em raiz quadrada de X.

ns e ** e *, respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e significativo a $p < 0,05$.

Verifica-se, na Tabela 3, o teste de comparação de médias entre os genótipos dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação, em que o G4 e G10 obtiveram as maiores alturas de plantas 164,50 e 159,50 cm, respectivamente, no nível um, que corresponde à água de abastecimento ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) diferindo estatisticamente do G6 (50,75 cm) e G7 (51,50 cm) que obtiveram as menores alturas no mesmo nível de Salinidade.

Tabela 3. Altura de plantas (AP) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade. UAEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	0,6 dS m ⁻¹	2,1 dS m ⁻¹	3,6 dS m ⁻¹	5,1 dS m ⁻¹
G1	130,50 ab	90,25 cd	80,50 abcde	48,25 c
G2	81,00 bc	137,25 abc	123,00 abcd	38,50 c
G3	119,25 abc	104,50 abcd	67,00 cde	41,00 c
G4	164,50 a	178,50 a	172,25 a	156,50 a
G5	133,50 ab	88,00 cd	134,50 abc	124,75 bc
G6	50,75 c	83,25 cd	50,25 de	53,00 bc
G7	51,50 c	59,75 d	42,50 e	48,25 c
G8	101,00 abc	73,00 cd	54,50 de	37,75 c
G9	117,25 abc	102,00 bcd	108,75 abcde	92,00 abc
G10	159,50 a	177,00 ab	146,00 ab	53,50 bc
DMS	3,72			
Média Geral	9,49			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No nível dois de salinidade ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) o G4 também obteve a maior altura de planta (178,50 cm) diferindo estatisticamente dos G1, G5, G6 e G8, sendo a menor altura encontrada no G7 (59,75 cm). Na Salinidade da água de irrigação três ($3,6 \text{ dS m}^{-1}$) tal como nos demais níveis, a maior altura encontrada também foi G4 (172,50 cm) diferindo estatisticamente do G7 que apresentou a menor altura, 42,50 cm, e dos G3, G6 e G8 com altura de 67,00; 50,25 e 54,58 cm, respectivamente. Para o nível mais elevado da salinidade da água de irrigação ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) não divergindo dos demais níveis de salinidade também se obteve no G4, a maior altura (156,50 cm), verificando-se diferença estatística com os G1, G7, G3, G2 e G8, e se constatando os respectivos valores médios de 48,25; 48,25; 41,00; 38,50 e 37,75 cm; o G4 não diferiu estatisticamente do G9, que obteve altura de 92,00 cm que, por sua vez, não diferiu dos G5 (124,75 cm), G10 (53,50 cm) nem do G6 (53 cm).

Observando o desdobramento dos níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada genótipo (Figura 1) para altura de planta verifica-se, no G1 e pela análise de regressão, que os dados se ajustaram ao modelo linear com valores decrescentes, ou seja, o aumento dos

níveis da salinidade da água de irrigação promoveu diminuição no desenvolvimento das plantas variando de 130,50 cm ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 48,25 cm ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) correspondendo a uma redução total de 63,03%. Para o G2, os dados se ajustaram a um modelo quadrático, cuja derivada da equação identificou ponto máximo (140,40 cm) com a aplicação de $2,56 \text{ dS m}^{-1}$, em que a redução do nível de salinidade dois ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) para o nível de Salinidade quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) correspondeu a 71,95%; no G3 também se observa uma redução linear no desenvolvimento da altura, oscilando 119,25 cm ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 41 cm ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$), correspondendo a 65,62 % da Salinidade um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para o nível de Salinidade quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$). Os dados referentes aos G4, G5, G6, G7 e G9 não se ajustaram aos modelos de regressão testados; no entanto, as médias encontradas foram: 167,94; 120,15; 59,31; 50,50 e 105,00 cm, respectivamente; resultados divergentes foram encontrados Barbosa *et al.* (2012) testando o Genótipo MNC 02 675F-4-9 (G6) em água de irrigação com salinidade variando de 1,5 a 6 dS m^{-1} ; quando seus dados se ajustaram ao modelo de regressão linear com significância de 0,01 de probabilidade, foi encontrado o melhor resultado no nível de 1,5 dS m^{-1} ; no G8 ocorreu um decréscimo linear no desenvolvimento da altura de planta variando de 101 cm ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 37,75 cm ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) que correspondeu a 62,62% da Salinidade um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para a salinidade quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$). Pela derivada da equação quadrática ajustada para os dados do G10 constatou-se que a altura máxima, de 157,81 cm do feijão-caupi foi obtida no nível 1,9 dS m^{-1} , sendo que houve uma redução de 69,77% quanto à salinidade da água de irrigação de nível um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para a salinidade da água de irrigação de nível quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$).

Em todos os genótipos os níveis de salinidade da água de irrigação a partir de $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ promoveram redução na altura das plantas sendo a maior queda ocorrida no G10, em que a altura das plantas decresceu em 69,77%. Segundo Correia *et al.* (2005) o efeito mais comum da salinidade sobre a planta é, geralmente, detectado no crescimento, em razão do abaixamento do potencial osmótico da solução do solo com conseqüente diminuição da disponibilidade e da absorção de água, afetando a divisão e o alongamento das células. Lima *et al.* (2007) observaram, sob condições de salinidade, observaram que o feijão-caupi ‘Quarentinha’ sofreu um decréscimo de 42,86% na altura de planta, quando irrigado com água salina a $5,0 \text{ dS m}^{-1}$.

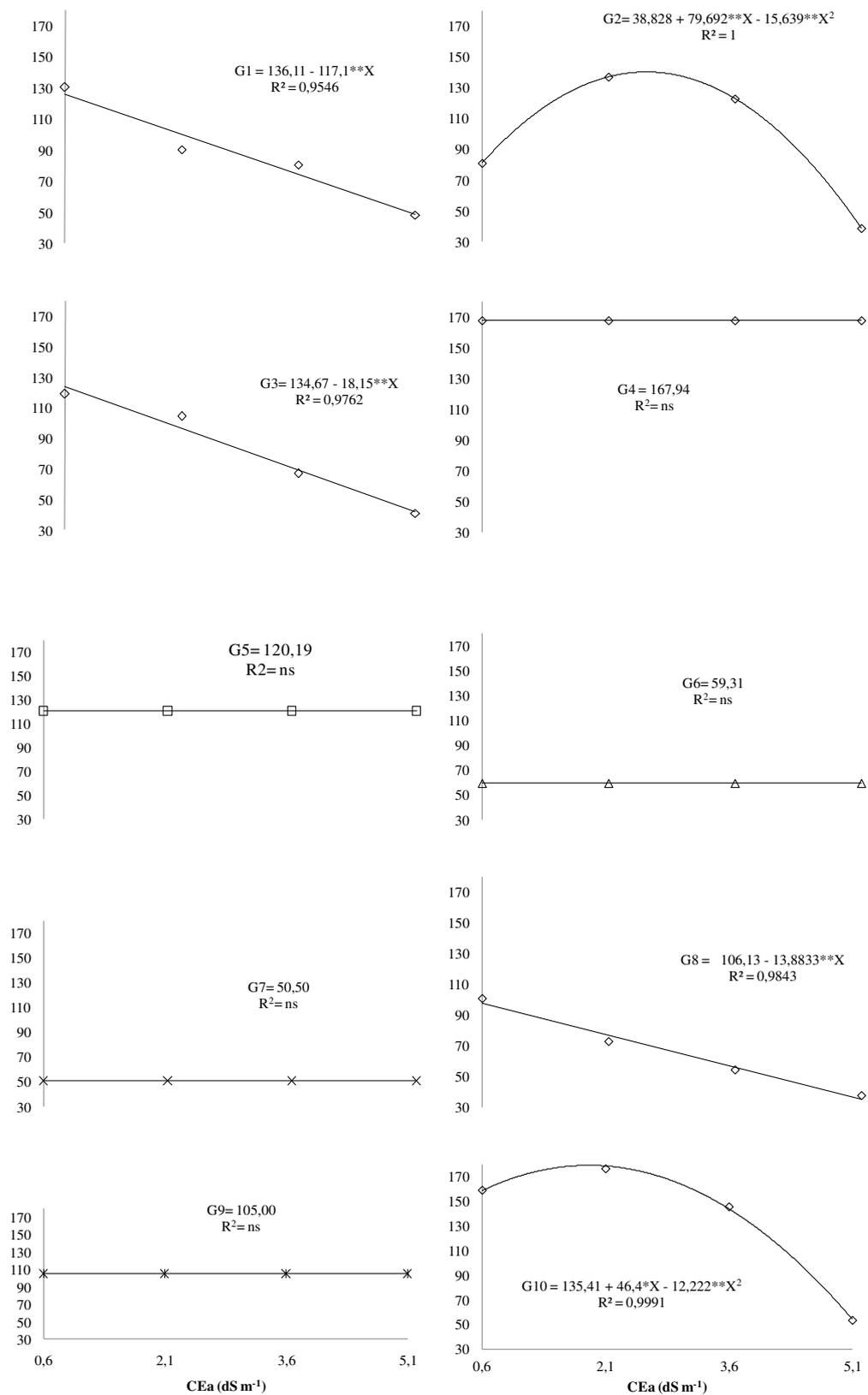


Figura 1. Altura de plantas (cm) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. G1; G2; G3; G4; G5; G6; G7; G8; G9 e G10. UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Verifica-se, na Tabela 4, o teste de comparação de média (Tukey a 5%) para o desdobramento dos genótipos dentro dos níveis de salinidade da água de irrigação na variável número de folhas; no G5 observou-se um número maior de folhas, 17,25, quando se irrigou com água de abastecimento ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) não deferindo dos demais genótipos, com exceção dos genótipos G2 e G10, quando se obtiveram os menores números de folhas 2,5 e 7,25, respectivamente; no nível dois de salinidade ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) todos os genótipos não diferiram estatisticamente, isto é, todos tiveram o mesmo comportamento neste nível.

Tabela 4. Número de folhas (NF) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade. UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	0,6 dS m ⁻¹	2,1 dS m ⁻¹	3,6 dS m ⁻¹	5,1 dS m ⁻¹
G1	14,00 ab	9,75 a	7,50 bc	4,00 c
G2	2,50 c	6,00 a	16,25 a	6,75 ab
G3	15,00 ab	6,00 a	14,25 ab	12,75 a
G4	11,00 ab	7,50 a	9,00 abc	8,50 ab
G5	17,25 a	10,50 a	9,50 abc	4,00 c
G6	9,75 ab	8,25 a	10,00 abc	12,75 a
G7	14,5 ab	12,00 a	12,00 abc	7,50 ab
G8	11,25 ab	7,50 a	4,50 c	4,25 c
G9	12,75 ab	8,25 a	7,50 bc	9,50 ab
G10	7,25 bc	7,75 a	4,25 c	13,50 a
DMS	8,14			
Média Geral	9,43			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na salinidade três ($3,6 \text{ dS m}^{-1}$) da água de irrigação notou-se, no G2, um número de folhas de 16,25, diferindo estatisticamente dos G1, G8, G9 e G10, que obtiveram os números mais baixos 7,50; 4,50; 7,50 e 4,25 folhas, respectivamente; no entanto, não diferiram dos G3, G4, G5, G6 e G7, que apresentaram os respectivos números 14,25; 9,0; 9,50; 10,0 e 12,0; para o nível quatro da salinidade da água de irrigação ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) os genótipos que obtiveram maiores números de folhas foram: G10, que apresentou um número de 13,50; G6 e G3, que obtiveram a mesma quantidade de folhas 12,75; no entanto, não diferiram dos G9, G4, G7 e G2 nos quais foram constatados os seguintes números de folhas: 9,50; 8,50; 7,50 e 6,75, respectivamente; os genótipos que apresentaram as menores médias foram: G8 com 4,25 folhas, e o G5 e o G1, com o mesmo número de folhas (4,0), os quais deferiram estatisticamente dos demais genótipos na água de irrigação com salinidade de $5,1 \text{ dS m}^{-1}$.

Na Figura 2 observa-se, para número de folhas no G1 do feijão-caupi, que houve um decréscimo linear com o aumento dos níveis da salinidade da água de irrigação variando de 14 folhas ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 4 folhas ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); em termos percentuais esta redução foi de 71,43% do nível um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$); para o nível quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) de salinidade. Verifica-se, no G2, que o número máximo de folhas foi de 11 quando submetido à irrigação com água salina de $3,37 \text{ dS m}^{-1}$, constatando-se uma redução de 84,62% do nível um para o nível quatro de salinidade. Os dados referentes aos G3, G4, G6 e G9 não se ajustaram aos modelos testados porém suas respectivas médias foram de 12, 9; 10,19 e 9,50 folhas por plantas de feijão-caupi; para o G5 também se observa uma redução linear no crescimento do número de folhas oscilando de 17,25 folhas ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 4 folhas ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) que, em termos percentuais, corresponde a 76,81% do nível um para o nível quatro de salinidade estudado. Observa-se que no G7 ocorreu um decréscimo linear no número de folhas de 48,28% comparando o nível um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$), com o nível quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) de salinidade. Este decréscimo variou de 14,50 ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 7,5 ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) folhas; para o G8 houve uma redução linear do número de folhas de feijão-caupi alterando de 11,25 folhas para 4,25 folhas podendo-se então, afirmar que esta redução foi de 62,22% no nível um de salinidade, quando comparado com o nível quatro de Salinidade da água de irrigação; para o G10 os dados do número de folhas de feijão-caupi se ajustaram a um modelo quadrático, m que a derivada da equação identificou o número mínimo de folhas sendo de 5,17 folhas no nível de $2,33 \text{ dS m}^{-1}$. Observa-se ainda, um aumento do número de folhas em 68,52% a partir do nível $2,33 \text{ dS m}^{-1}$, fato possível de ter ocorrido em virtude da área foliar ter diminuído com o aumento da salinidade da água de irrigação.

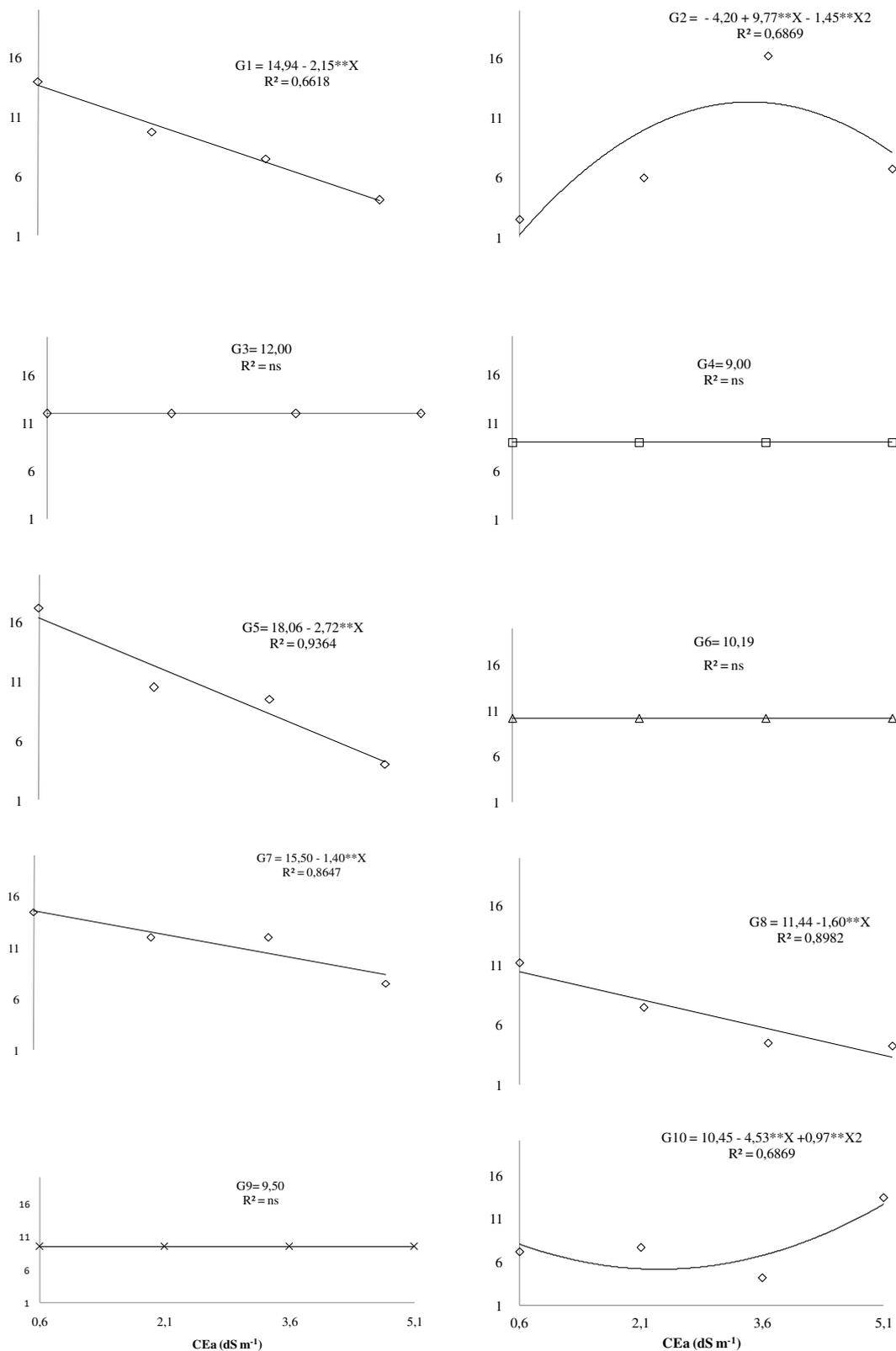


Figura 2. Número de folhas de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação G1; G2; G3; G4; G5; G6; G7; G8; G9 e G10. UAEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Reduções lineares com aumento de níveis de salinidade também foram constatados no genótipo Quarentinha de feijão-caupi, por Lima *et al.* (2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2006) na cultura mamoneira e Oliveira *et al.* (2007) em milho de pipoca.

Pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 5) constataram-se, nos G1, G2, G3, G5, G7 e G10, as maiores áreas foliares porém não diferiram estatisticamente dos G4, G6 e G9; por outro lado, o genótipo 8 foi o que obteve menor (0,16 cm²) valor para área foliar.

Tabela 5. Área foliar (cm²), número de vagens e massa seca da raiz (g) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade. UAEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	Área Foliar (cm ²)	Número de vagens	Massa seca de raiz (g)
G1	0,31 a	8,68 abc	11,58 a
G2	0,35 a	12,06 a	10,06 a
G3	0,35 a	8,06 bc	10,94 a
G4	0,29 ab	5,93 c	11,93 a
G5	0,38 a	8,50 abc	7,16 a
G6	0,28 ab	9,37 abc	11,45 a
G7	0,33 a	8,81 abc	12,03 a
G8	0,16 b	8,25 bc	9,18 a
G9	0,28 ab	11,00 ab	8,61 a
G10	0,29 a	12,06 a	6,80 a
DMS	0,13	3,60	6,03
Média Geral	0,53	9,27	9,97

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Figura 3 observa-se que a área foliar regrediu em 52,11%, à medida que os níveis de Salinidade da água de irrigação foram aumentados, variando de 0,45 cm² (0,6 dS m⁻¹) para 0,21 cm² (5,1 dS m⁻¹). Segundo Lima *et al.* (2007) a diminuição da área foliar do feijão-caupi as condições de estresse salino, é um mecanismo de extrema importância, de vez que a cultura é sensível à deficiência hídrica na zona radicular.

Silva *et al.* (2009) encontraram redução decrescente de folhas na área foliar de feijão-caupi, genótipo Quarentinha, quando testaram águas de poços com condutividade elétricas de 0,5 e 5,0 dS m⁻¹ em diferentes proporções (1:0, 1:2, 1:1, 2:1 e 0:1) que promoveram diminuição de até 65,9% no maior nível salino. Barbosa *et al.* (2012)

verificaram a maior área foliar ($0,04 \text{ m}^2$) de genótipos de feijão com o uso de água de irrigação com Salinidade de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$.

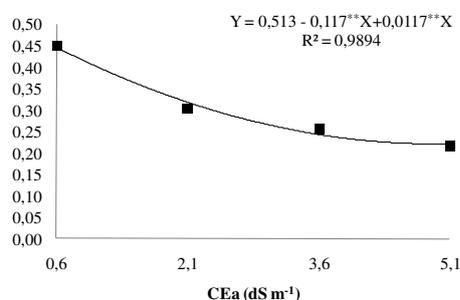


Figura 3. Área Foliar (cm^2) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Na Tabela 6 observa-se o teste de Tukey entre os genótipos em cada nível de salinidade da água de irrigação, para a variável massa seca da parte aérea evidenciando-se, no genótipo 9, a maior média, com $42,33 \text{ g}$ no menor nível de Salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$), não diferindo estatisticamente dos G5, G3, G1, G4, G6 e G2 que acumularam, na massa seca da parte aérea, $36,06$; $35,41$; $33,47$; $30,50$; $29,15$ e $28,22 \text{ g}$, respectivamente.

Tabela 6. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade). UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	0,6 dS m ⁻¹	2,1 dS m ⁻¹	3,6 dS m ⁻¹	5,1 dS m ⁻¹
G1	33,47 abc	22,64 a	23,42 ab	13,32 a
G2	28,22 abc	28,15 a	21,7 ab	19,67 a
G3	35,41 ab	18,02 a	27,65 a	17,73 a
G4	30,5 abc	23,62 a	17,59 ab	18,02 a
G5	36,06 ab	19,68 a	18,09 ab	19,07 a
G6	29,15 abc	23,53 a	20,38 ab	21,79 a
G7	26,11 bc	25,19 a	18,95 ab	16,58 a
G8	20,65 c	14,11 a	11,11 b	9,98 a
G9	42,33 a	23,48 a	13,6 ab	11,51 a
G10	26,37 bc	21,31 a	17,27 ab	15,26 a
DMS	14,29			
Média Geral	22,02			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O genótipo que apresentou a menor massa seca da parte aérea, foi o G8, com o peso de 20,65 g, não deferindo dos G10 e G7 com peso de 26,37 e 26,11 g, simultaneamente. Nos níveis dois ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$ e quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) de Salinidade, estatisticamente não ocorreu diferenças entre os genótipos porém a média geral foi de 21,97 e 16,29, respectivamente; para o nível três de salinidade ($3,6 \text{ dS m}^{-1}$) o genótipo que obteve maior massa seca da parte aérea foi o G3, com peso de 27,65 g, que diferiu estatisticamente apenas dos G8 (11,11 g). Medeiros *et al.* (2008) verificaram, pela análise de regressão, uma resposta linear negativa para a massa seca da parte aérea em plantas de feijão-caupi em relação aos níveis crescentes de salinidade (0 a 8 dS m^{-1}).

Na Figura 4 observa-se um decréscimo linear na massa seca da parte aérea do G1, variando entre 33,47 g ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) e 13,32 g ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); este decréscimo corresponde a 60,20% em relação ao nível um, quando comparado com o nível quatro de salinidade; no G2 esta queda foi de 28,22 g ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 19,68 g ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) correspondendo a 30,26% da massa seca da parte aérea entre os níveis um e quatro de salinidade estudados; os dados que se referem aos G3 e G6 não se ajustaram aos modelos testados; no entanto, suas respectivas médias foram de 35,42 e 29,15 g por plantas; no G4 observou-se redução linear na massa seca da parte aérea com uma variação de 30,50 g ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 17,60 g ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); em termos percentuais esta redução foi de 42,30; para o G5 também se observa redução linear variando de 36,07 g de massa seca da parte aérea ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 18,10 g de massa seca da parte aérea ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); em percentagem a redução entre o nível um e quatro da salinidade da água de irrigação ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$), foi de 49,82%; no G7 (Figura 5) constata-se que houve redução de 36,49% da massa seca da parte aérea de feijão-caupi entre os níveis um e quatro da salinidade da água de irrigação. Esta redução ocorreu linearmente à medida que se aumentou a salinidade da água de irrigação, que foi de 26,12 g ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 16,59 g ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); no G8 o decréscimo linear foi de 20,66 g ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 9,98 g de massa seca ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) ou, seja, reduziu 51,69%.

Para o G9 de feijão-caupi ocorreu decréscimo linear com o aumento da salinidade da água de irrigação com variação entre 42,33 g no nível ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) para 11,51 g de massa seca parte aérea no nível ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) que, em percentagem esta redução foi de 72,81%.

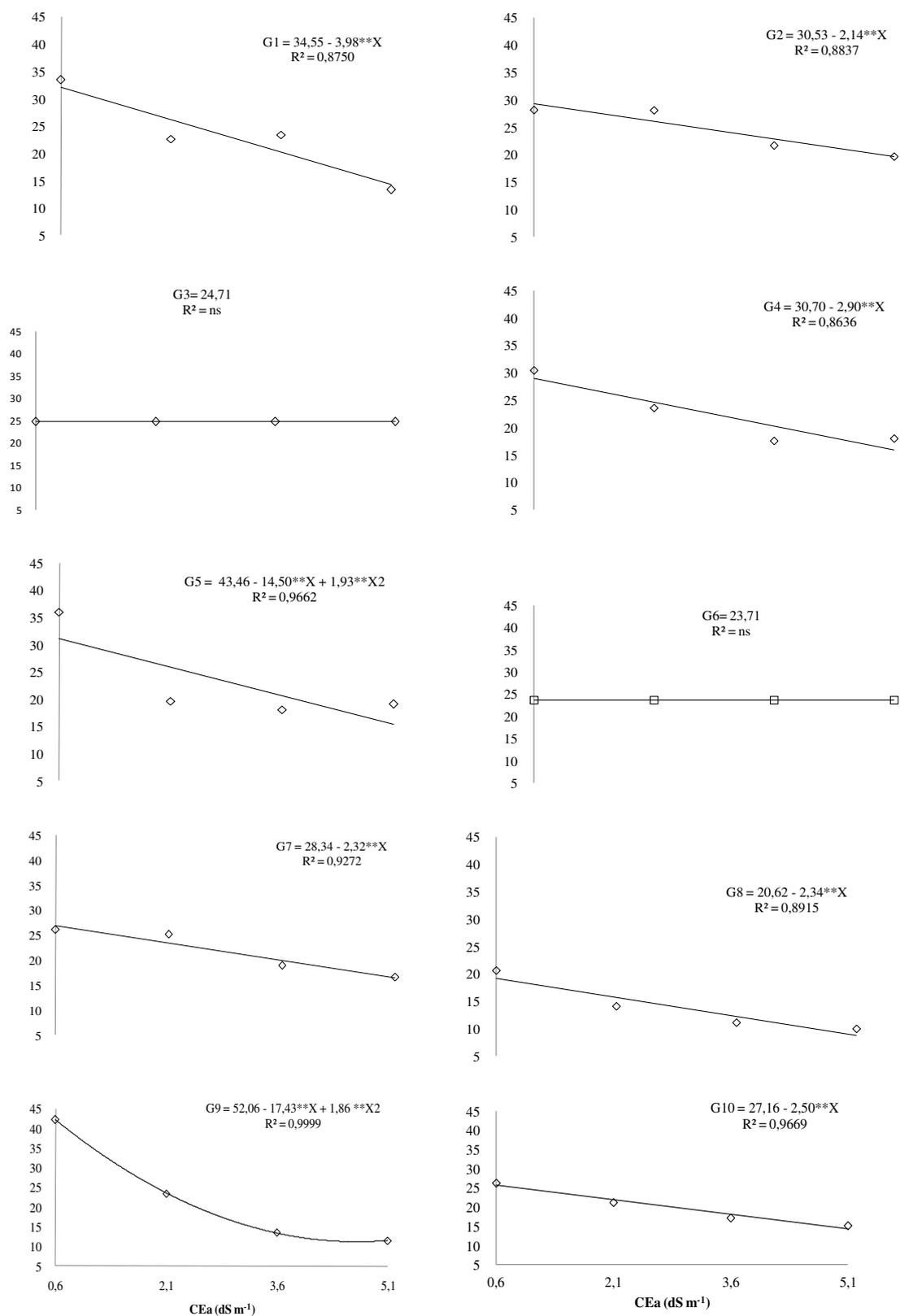


Figura 4. Massa seca da parte aérea (g) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. G1; G2; G3; G4; G5; G6; G7; G8; G9 e G10. UAEA/CTRN/UFMG, Campina Grande, 2012.

Observou-se que no G10 ocorreu um decréscimo linear à sempre que aumentou o nível de salinidade da água de irrigação variando em 26,38 g ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) e 11,51 g de massa seca da parte aérea ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$), correspondendo, percentualmente a uma queda de 42,12%. Esses valores estão condizentes com os encontrados com o aumento do nível de salinidade da água de irrigação de 0,5 a $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ o qual promove redução de 66,94 % na massa seca da parte aérea das plantas de feijão-caupi (Lima *et al.*, 2007).

Na Figura 5 constata-se, sempre que se aumentou a salinidade da água de irrigação ocorreu um decréscimo linear do número de vagens de feijão-caupi variando entre 10,98 ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) e 7,23 vagem por planta ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) correspondendo a uma perda de 34,17%.

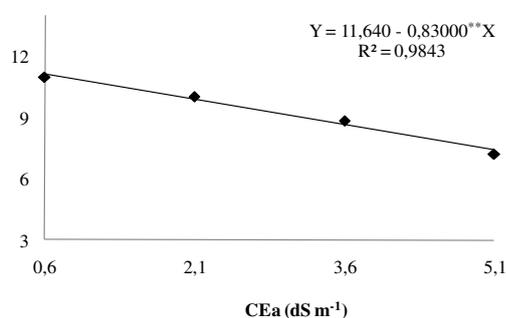


Figura 5. Número de vagens de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

O teste de Tukey a 5% de probabilidade demonstrou para o número de vagens (Tabela 5) que os Genótipos G2 e G10 possuem maior quantidade de vagens por planta, porém não diferiram significativamente dos G1, G5, G6, G7 e G9; entretanto, também não houve diferença significativa para os genótipos G3 e G8 que também não diferem do G4. Santos *et al.* (2009) verificaram maior quantidade de vagens por planta alcançada pelo genótipo EPACE-10 (16,40) em relação aos genótipos Cariri, Galanção e Canapu em São João do Cariri-PB.

Para a variável número de sementes por planta (Tabela 7) observar-se pelo teste de Tukey no nível de salinidade um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) da água de irrigação, que o genótipo que tem o maior número de sementes é o G8 (156,50 sementes) diferindo estatisticamente dos G10 e G4, ambos com 91,25 e 77,50 sementes, respectivamente. No nível de salinidade dois ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) da água de irrigação o G2 possui 164,50 sementes, diferindo do G10, que obteve o menor número 89,75 sementes, porém o mesmo não difere estatisticamente dos G3, G8, G4, G1, G6 e G7 que apresentaram uma quantidade de sementes respectiva de 131,50; 126,75;

111,25; 108,25; 108; 104,25 e 97,25. Para o nível de salinidade três (3,6 dS m⁻¹) e quatro (5,1 dS m⁻¹) da água de irrigação todos os genótipos não demonstraram diferenças significativas, entre eles, com média geral de 75,55 e 63,20, respectivamente.

Tabela 7. Número de sementes (NS) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade. UAEA/CTRN/UFCEG, Campina Grande, 2012.

Genótipo	0,6 dS m ⁻¹	2,1 dS m ⁻¹	3,6 dS m ⁻¹	5,1 dS m ⁻¹
G1	118,00 ab	108,00 abc	80,50 a	77,50 a
G2	126,75 ab	164,50 a	41,00 a	72,50 a
G3	116,00 ab	131,50 abc	45,50 a	60,25 a
G4	77,50 b	111,25 abc	95,25 a	56,00 a
G5	126,50 ab	108,25 abc	94,25 a	71,00 a
G6	117,00 ab	104,25 abc	69,75 a	37,50 a
G7	100,25 ab	97,25 bc	71,75 a	69,25 a
G8	156,50 a	126,75 abc	82,75 a	51,25 a
G9	111,00 ab	159,50 ab	93,00 a	81,75 a
G10	91,25 b	89,75 c	81,75 a	55,00 a
DMS	63,65			
Média Geral	93,23			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Figura 6 ocorreu decréscimo linear de 34,32%, no número de sementes por planta do G1 de feijão-caupi, que variou entre 118 (0,6 dS m⁻¹) para 77,5 (5,1 dS m⁻¹); no G2, o comportamento foi similar e o decréscimo variou de 126,75 (0,6 dS m⁻¹) para 41 sementes (3,6 dS m⁻¹); em termos percentuais corresponde a uma redução de 67,65%; no G3 a redução linear foi de 131,5 (2,1 dS m⁻¹) sementes para 45,5 (3,6 dS m⁻¹) significando uma queda de 60,78%; para o G4 os dados se ajustaram a um modelo quadrático, isto é, a derivada da equação identificou o número máximo de sementes de 111,25 no nível de 2,1 dS m⁻¹; no G5, de feijão-caupi observou-se um decréscimo linear com redução de 126,5 sementes no nível (0,6 dS m⁻¹) para 71 sementes no nível (5,1 dS m⁻¹) correspondendo a uma redução de 43,87%.

Enquanto no G6 o decréscimo foi de 67,95% ele foi linear variando de 117 (0,6 dS m⁻¹) para 37,5 sementes (5,1 dS m⁻¹). Os dados referentes aos G7, G9 e G10, não se ajustaram aos modelos testados mas suas respectivas médias foram de 84,63; 111,31 e 79,44 sementes por vagem de feijão-caupi; no G8 também se observou uma redução linear variando de 156,5 sementes no nível (0,6 dS m⁻¹) para 51,25 sementes no nível (5,1 dS m⁻¹) o que corresponde a 67,25% de queda no número de sementes (Figura 6).

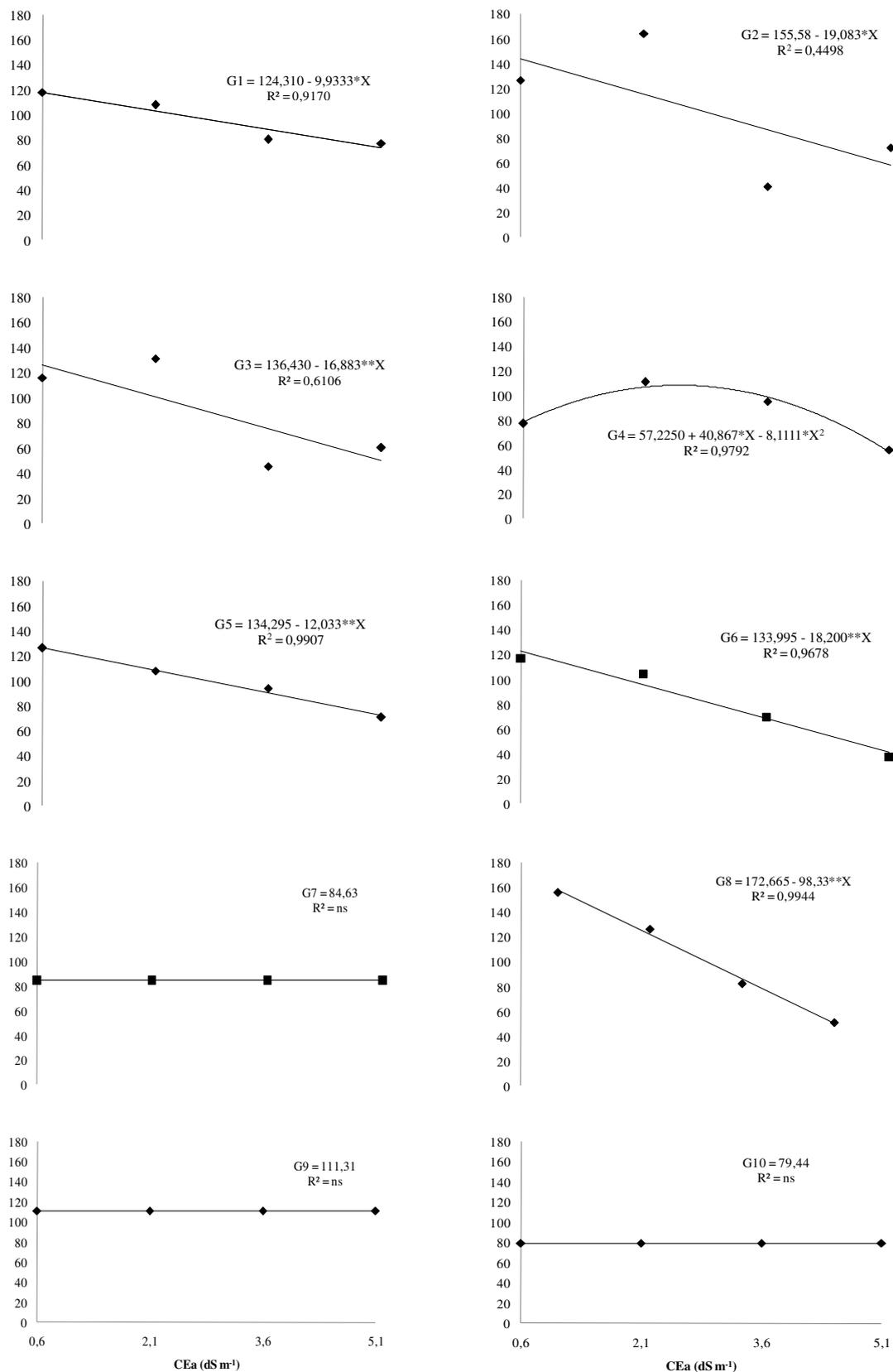


Figura 6. Número de sementes de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. G1; G2; G3; G4; G5; G6; G7; G8; G9 e G10. UAEA/CTRN/UFMG, Campina Grande, 2012.

No desdobramento de genótipos dentro dos níveis de salinidade para a variável peso de 100 sementes (Tabela 8), observa-se que os genótipos estudados não apresentaram diferença significativa entre eles nos níveis de salinidade um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$), dois ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) e quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); mesmo assim, as médias gerais foram 20,89; 17,58 e 19,45; para o nível de salinidade três ($3,6 \text{ dS m}^{-1}$) da água de irrigação, o G2 apresentou o maior peso (47,10 g), diferindo estatisticamente do G3 que apresentou o menor peso (12,52 g), sendo que o mesmo não diferiu dos G7, G10, G6, G4, G5, G1 e G9, que apresentaram os seguintes pesos: 22,90; 22,85; 20,75; 18,35; 17,62; 17,30 e 15,90 g, respectivamente.

Tabela 8. Peso de 100 sementes (g) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade. UAEA/CTRN/UFMG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	0,6 dS m⁻¹	2,1 dS m⁻¹	3,6 dS m⁻¹	5,1 dS m⁻¹
G1	17,20 a	18,57 a	17,30 bc	14,05 a
G2	17,25 a	13,22 a	47,10 a	16,05 a
G3	20,10 a	18,47 a	12,52 c	21,95 a
G4	26,62 a	17,52 a	18,35 bc	14,27 a
G5	16,55 a	16,47 a	17,62 bc	16,25 a
G6	22,47 a	19,62 a	20,75 abc	39,70 a
G7	23,92 a	18,12 a	22,90 abc	20,82 a
G8	18,00 a	16,70 a	42,70 ab	14,20 a
G9	16,47 a	14,17 a	15,90 bc	15,97 a
G10	30,27 a	22,92 a	22,85 abc	21,25 a
DMS	27,07			
Média Geral	20,43			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Figura 7 verifica-se para peso de 100 sementes, que os dados referentes aos Genótipos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 e 10 não se ajustaram aos modelos de regressão testados: no entanto, as médias encontradas foram: 16,78; 23,41; 18,26; 19,20; 16,73; 21,45; 15,64 e 24,33 g, respectivamente.

No G6 observou-se um acréscimo de 50,55% no peso de 100 sementes com a elevação dos níveis de sais na água de irrigação, quando se compara o nível $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ correspondente a 19,63 g com o nível $5,1 \text{ dS m}^{-1}$, em que o valor foi de 39,7 g, demonstrando tolerância a salinidade maior do que os demais genótipos, visto que o feijão-caupi tolera a irrigação com água salina com condutividade elétrica de até $3,3 \text{ dS m}^{-1}$ (AYERS e WESTCOT, 1999). Pela equação quadrática do G8 constatou-se que o peso máximo de 100 sementes, foi de 31,48 g do feijão caupi, obtido no nível ($3,01 \text{ dS m}^{-1}$).

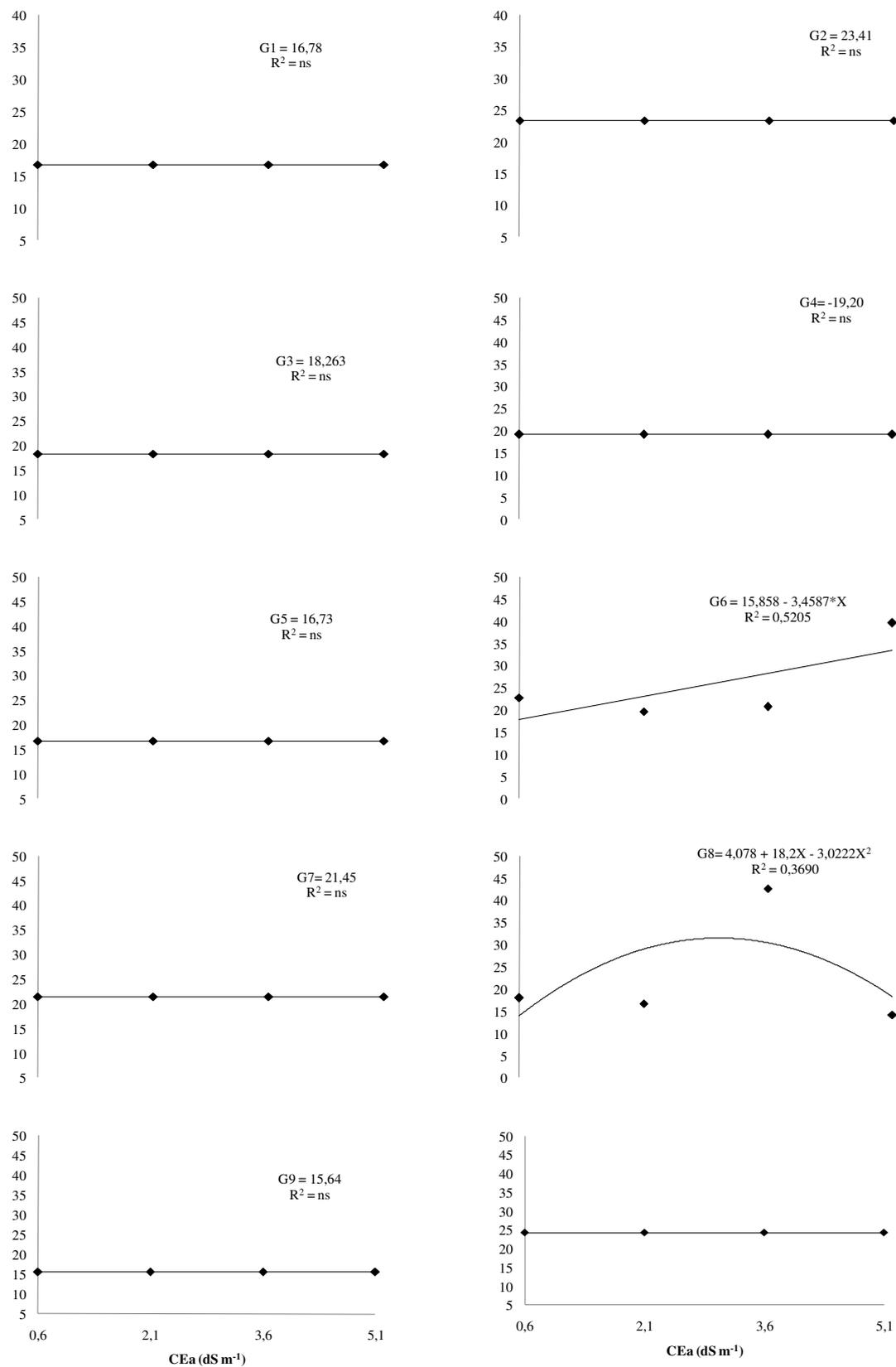


Figura 7. Peso de 100 sementes (g) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. G1; G2, G3; G4; G5; G6; G7; G8; G9 e G10. UAEA/CTRN/UFCCG, Campina Grande, 2012.

Para a massa seca da semente de plantas de genótipos de feijão-caupi, pelo teste de Tukey observa-se, no nível de salinidade um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) que o genótipo que tem o valor mais elevada é o G8 (28,10 g), diferindo estatisticamente do G2 com 18,70 g; Para os níveis dois ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) e quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$) nenhum genótipo apresentou diferença significativas entre si, possuindo as respectivas médias gerais de 20,44 e 10,83 g e no nível de salinidade três ($3,61 \text{ dS m}^{-1}$) o G3 apresentou valor de 5,56 g ,diferindo dos demais tratamentos que tiveram os maiores valores, estatisticamente iguais (Tabela 9).

Tabela 9. Massa seca das sementes (g) de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade. UAEEA/CTRN/UFCEG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	0,6 dS m⁻¹	2,1 dS m⁻¹	3,6 dS m⁻¹	5,1 dS m⁻¹
G1	20,05 ab	20,07 a	14,05 ab	10,95 a
G2	18,70 b	21,85 a	15,25 ab	11,62 a
G3	23,35 ab	23,45 a	5,56 c	9,82 a
G4	26,80 ab	19,55 a	17,30 a	8,65 a
G5	20,95 ab	17,87 a	16,47 a	11,40 a
G6	26,02 ab	20,65 a	14,67 a	10,40 a
G7	23,45 ab	17,46 a	16,07 a	14,40 a
G8	28,10 a	21,15 a	15,72 a	7,37 a
G9	25,46 ab	22,02 a	15,15 a	12,85 a
G10	26,80 ab	20,30 a	18,65 a	11,70 a
DMS	8,83			
Média Geral	17,55			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Figura 8 observa-se, para massa seca da semente, que os dados da regressão se ajustaram ao modelo linear decrescente, em todos os genótipos, constatando-se uma variação maior no G8, que obteve, entre todos os outros a maior massa seca de semente de 28,10 g no nível de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$, e também a menor (7,37 g) no nível $5,1 \text{ dS m}^{-1}$, correspondendo a 73,77% quando comparados o nível de salinidade um ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) e o nível quatro ($5,1 \text{ dS m}^{-1}$); demonstrando que este foi o genótipo que mais sofreu com o aumento da salinidade da água de irrigação; nos Genótipos G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G9 e G10 as porcentagens de queda foram de 45,41; 46,77; 76,25; 64,29; 45,58; 60,05; 38,59; 49,55 e 56,34%, respectivamente.

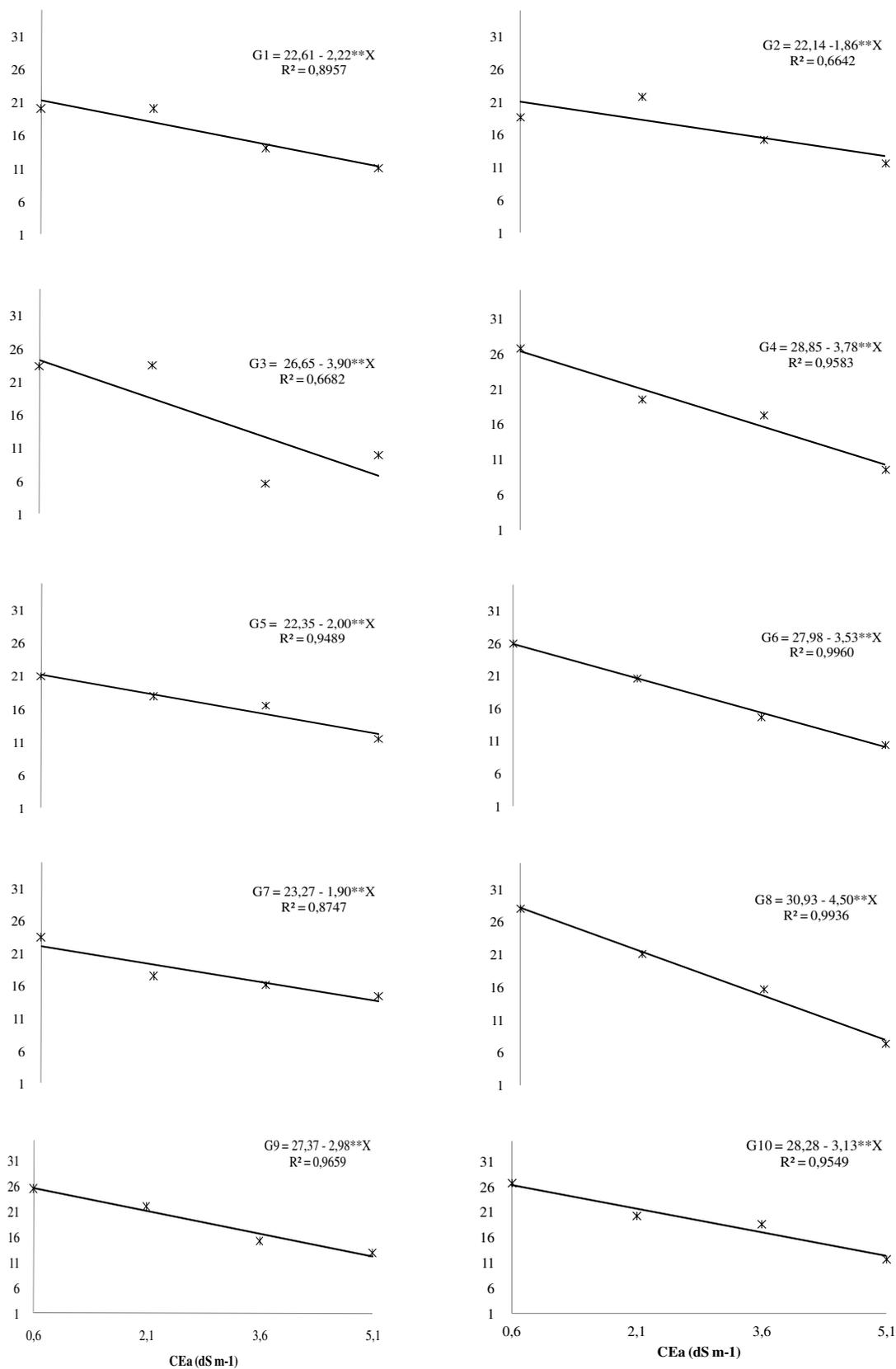


Figura 8. Massa seca das sementes (g) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. UAEEA/CTRN/UFMG, Campina Grande, 2012.

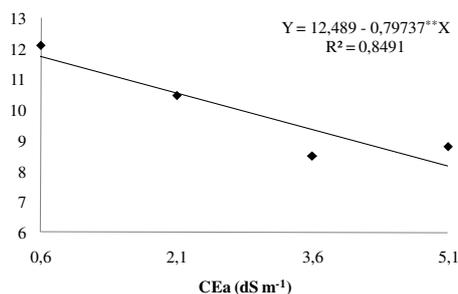


Figura 9. Massa seca da raiz (g) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis da água de irrigação. UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

Embora a análise de variância tenha demonstrado diferença entre os genótipos, o teste de Tukey não constatou tal variação entre as médias para a massa seca de raiz, porém a média geral foi 9,97 g (Tabela 5).

Com o desdobramento dos genótipos dentro dos níveis de salinidade por meio do teste de Tukey (Tabela 10) para a variável número de nódulos, pode-se verificar que o G4 obteve maior número de nódulos (198,25) diferindo estatisticamente do G5, que apresentou o menor número de nódulos 29,75 na salinidade 1 (0,6 dS m⁻¹); no nível dois (2,1 dS m⁻¹) de salinidade da água de irrigação o G6 se destacou com o maior número de nódulos (101), divergindo estatisticamente do G8, que apresentou o menor número de nódulos (14,25); o nível de salinidade três (3,6 dS m⁻¹) demonstrou que os genótipos que apresentaram os maiores números de nódulos foram G4, G3, G2 e G1 (116; 96,25; 90,25 e 67,50, respectivamente) diferindo estatisticamente do G5, que apresentou o menor número de nódulos (9,00); no nível de salinidade quatro (5,1 dS m⁻¹) no G6 foi encontrada a maior quantidade de nódulos (74,0) diferindo estatisticamente do G9 que apresentou o menor número de nódulos (3,0).

Tabela 10. Número de nódulos de plantas de genótipos de feijão-caupi irrigadas com água de diferentes níveis salinidade. UAEA/CTRN/UFMG, Campina Grande, 2012.

Genótipos	Desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de salinidade			
	0,6 dS m ⁻¹	2,1 dS m ⁻¹	3,6 dS m ⁻¹	5,1 dS m ⁻¹
G1	87,00 abcd	77,00 abc	67,50 abc	25,50 abc
G2	92,50 abcd	74,00 abc	90,25 ab	17,75 abc
G3	165,25 ab	90,25 ab	96,25 ab	36,00 abc
G4	198,25 a	33,00 abc	116,00 a	48,75 abc
G5	29,75 e	27,50 bc	9,00 d	38,25 abc
G6	80,25 bcd	101,00 a	38,00 abcd	74,00 a
G7	57,00 bcd	22,75 bc	11,00 cd	17,50 abc
G8	36,00 cd	14,25 c	16,25 cd	12,25 bc
G9	121,75 abc	55,25 bc	11,50 cd	3,00 c
G10	60,25 bcd	59,00 bc	26,25 bcd	53,50 ab
DMS	102,89			
Média Geral	57,26			

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Figura 10 nota-se, para os números nódulos, que os dados da regressão se ajustaram ao modelo linear decrescente nos G1, G2, G3, G7 e G9, com redução do menor para o maior nível de 70,69; 80,81; 78,21; 80,70 e 97,54 %; constatou-se, portanto, a maior variação no G9, que obteve nódulos variando de 121,75 nódulos no nível de 0,6 dS m⁻¹ para 3 nódulos no nível 5,1 dS m⁻¹, confirmando, então, que este foi o genótipo que sofreu mais com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Medeiros *et al.* (2008) corroboraram com esses resultados verificar, pela análise de regressão, uma resposta linear negativa para o número de nódulos em plantas de feijão-caupi em relação aos níveis crescentes de salinidade (0 à 8 dS m⁻¹) cuja redução na nodulação indica efeitos adversos da salinidade sobre a formação e iniciação nodular. Leite *et al.* (2009) também verificaram, estudando o potencial de nodulação de rizóbio em feijão-caupi sob estresse salino em Neossolo Flúvico, uma redução significativa no número de nódulos de feijão-caupi.

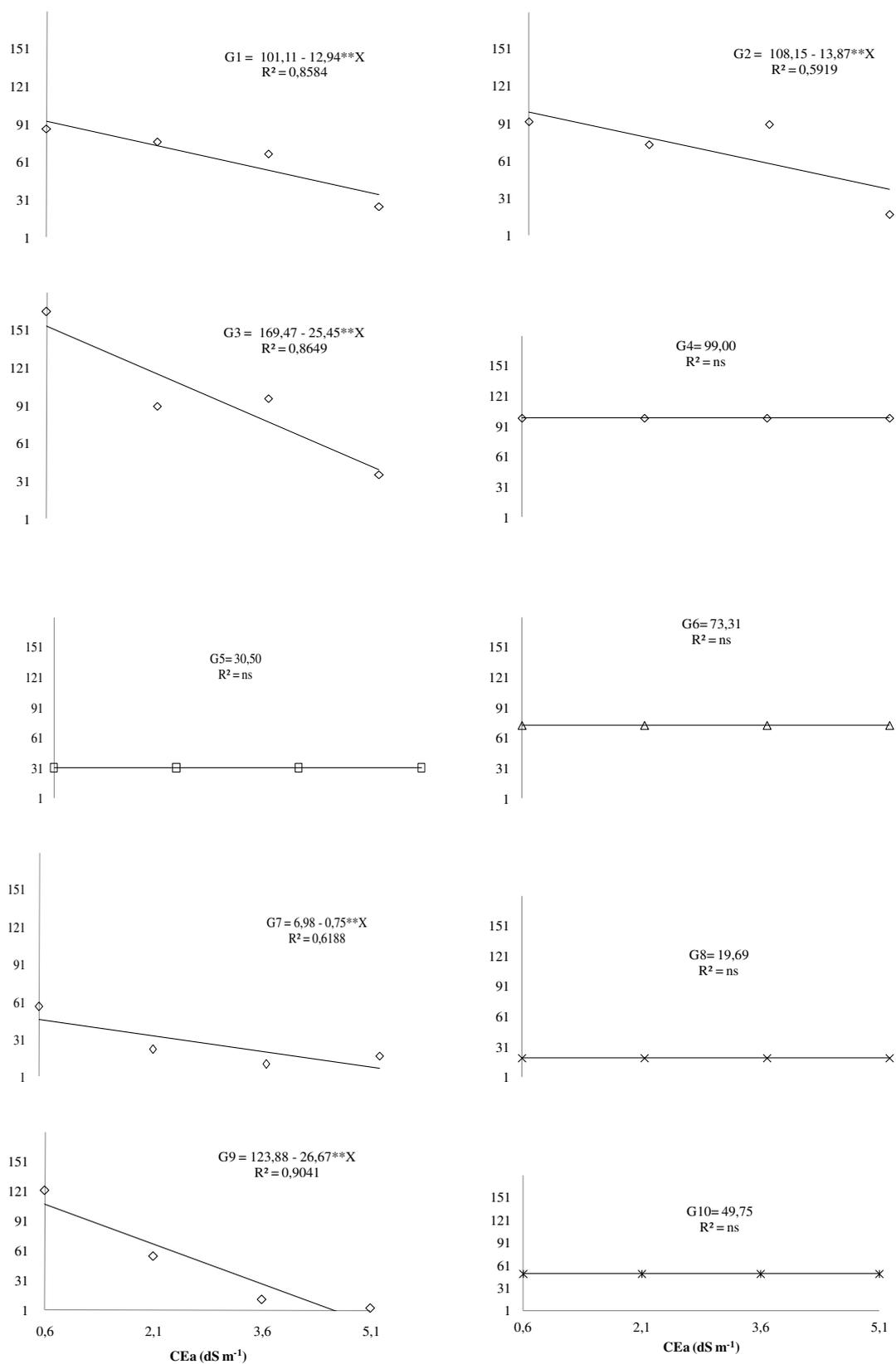


Figura 10. Número de nódulos de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. G1; G2, G3; G4; G5; G6; G7; G8; G9 e G10. UAEEA/CTRN/UFCG, Campina Grande, 2012.

5 CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação reduz o crescimento do feijão-caupi afetando altura de plantas, número de folhas e área foliar, com exceção dos genótipos 2 (MNC 02 676F-1) e 10 (BRS ITAIM) que apresentam, no seu crescimento, indícios de tolerância a salinidade;

O genótipo 6 demonstrou tolerância à salinidade maior do que os demais genótipos, observado a partir do seu peso de 100 sementes com a elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação;

O estresse salino provocado pela água de irrigação com condutividade elétrica alta reduz linearmente a fitomassa da parte aérea das plantas e das sementes de feijão-caupi;

O desenvolvimento do sistema radicular e a nodulação dos genótipos G1, G2, G3, G7 e G9 foram reduzidos com o aumento da salinidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. S. *et al.* Emergência e vigor de plântulas de genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. Campina Grande, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.10, p.1047-1054, 2012.

AYERS, R. S.; WESCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999.153p.

BARBOSA, J. W. S. *et al.* Crescimento do feijão (*Vigna unguiculata*) em diferentes níveis de salinidade. In: INOVAGRI INTERNACIONAL MEETING; IV WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, 4., 2012, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE: INOVAGRI, 2012.

CHAGAS JUNIOR, A.F. *et al.* Título **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 2, p.242-249, 2012.

CORREIA, C.G. *et al.* Crescimento do amendoim irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v. 9, 2005.

DAMASCENO-SILVA, K. J. Produção, avanços e desafios para cultura do feijão-caupi no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 7., 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. CD-ROM.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Socioeconômica: feijão**. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2013.

FALL, L. *et al.* Genetic diversity in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] varieties determined by ARA and RAPD techniques. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, Kenya, v.2, n.2, p.48-50, 2003.

FAO. FAOSTAT. **Base de dados Faostat**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em 13 de janeiro de 2013.

FERNANDES, A. R. *et al.* Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p.1613-1619, 2002.

FERNANDES, A. R. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.), em solução nutritiva, em função do balanço de nutrientes e níveis de salinidade.** Lavras: UFLA, 2000. 145p.

FRANCO, M. C. *et al.* Nodulation in Andean and Mesoamerican cultivars of dry bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p.1145-1150, 2002.

FREIRE FILHO, F. R. *et al.* Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, **Anais**. EMBRAPA MEIO NORTE, 2006.

FREIRE FILHO, F. R. *et al.* **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FREIRE FILHO, F. R. *et al.* Guariba: a white grain cowpea cultivar for the Brazilian Mid-North Region. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6. p.175-176, 2007.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. DE; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos.** Mossoró: ESAM, 1991. 70p.

GRANGEIRO, T. B. **Composição bioquímica da semente.** In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-Caupi: Avanços tecnológicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.338-365, 2005.

HOLANDA, J. P.; AMORIM, J. R. A. **Qualidade de água para irrigação.** In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (eds) **Manejo e Controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB-SBEA, p.137-169, 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: Rima, p.533, 2000.

LEITE, J. *et al.* **Nodulação em Feijão-Caupi sob Estresse Salino em Neossolo Flúvico.** In: 6, CONGRESSO DE AGROECOLOGIA; 2, CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, Curitiba, 2009.

LIMA, S. G. J. *et al.* Resposta do feijão-caupi a Salinidade de Água de Irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v. 2, n. 2, p79-86, 2007.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 103, n.2, p.115-134, 1977.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. **A qualidade da água de irrigação**. Campina Grande: UFPB, 1994. p.60.

MEDEIROS, R.; SANTOS, V.; ARAUJO, A.; FILHO, C. O.; Estresse Salino sobre a Nodulação em Feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.5, p.202-206, 2008.

MELO, S. R.; ZILLI, J. E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.9, p.1177-1183, 2009.

NASCIMENTO, J.T *et al.* Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão-caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.2, p.174-177, 2004.

NEVES, A. L. R *et al.* Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p.569-574, 2008.

NEVES, A. L. R. *et al.* Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, 2009.

NOVAIS, R. J.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. de.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, L. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa, p.189-254, 1991.

OLIVEIRA, F. A. *et al.* Desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'Jade' irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v. 2, n. 1, p.45-52, 2007.

OLIVEIRA, M. K. T. *et al.* Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*). **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v.1. n.1, p.68-74, 2006.

PEREIRA, J. R. *et al.* Recuperação de solos afetados por sódio através do uso de gesso. In: Seminário sobre o uso de fosfogesso na agricultura, 1, 1985, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF. p.85-105, 1985.

RHOADES, J. P. *et al.* **The use saline waters for crop production**. Trad.: GHEYI, H.R.; SOUSA, J.R.; QUEIROZ, J.E. Campina Grande: UFPB, p.117, 2000.

- RUMJANEK, N. G. *et al.* **Fixação biológica do nitrogênio.** In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa, p. 281-335, 2005.
- SAGRILO, E. *et al.* In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- SANTOS, C. A. F. *et al.* Competição de linhagens de feijão-caupi avaliadas na área de influência de Juazeiro e Petrolina. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, Teresina, 2006. **Anais.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- SANTOS, D. R. *et al.* Inoculação do caupi em solo salinizado da região semi-árida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo:** Campinas, v.14, p.291-295, 1990.
- SANTOS, J. F. *et al.* A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi. **Engenharia Ambiental,** Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 214-222, 2009.
- SILVA, F. E. O. *et al.* Desenvolvimento do feijão caupi, irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga,** Mossoró, v.22, n3, p156- 159, 2009.
- SINGH, B. B. *et al.* In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 39-47, 2009. CD-ROM.
- SINGH, B.B. *et al.* **Recente progress in cowpea breeding.** In: FATOKUN C.A.; TARAWALI, S.A; SINGH B.B.; KORMAWA, P. M.; TAMO, M. (eds.). *Challengens and opportunities for enchancing sustainable cowpea production.* Ibadan: IITA. p.22-40, 2002.
- TYERMAN, S. D.; SKERRETT, L. M. Root ion channels and salinity. **Scientia Horticulturae,** v. 78, p.175-235, 1999.
- VILARINHO, A. A. *et al.* O. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão-caupi de porte ereto em Roraima – Safras 2004 e 2005. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, Teresina, 2006. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. CD-ROM
- XAVIER, G. R. *et al.* Tolerância de rizóbio de feijão-caupi à salinidade e à temperatura em condição in vitro. **Revista Caatinga,** Mossoró, v.20, n.4, p.01-09, 2007a.
- XAVIER, T. F. *et al.* Influência da inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 38, p.2037-2041, 2008.

XAVIER, T. F.; *et al.*. Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p.572-575, 2007b.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.7, p.1439-1451, 1998.

ZILLI, J. E. *et al.*. Resposta do feijão-caupi à inoculação Com estirpes de *Bradyrhizobium* Recomendadas para a soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 35, p.739-742, 2011.