Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Produção de mudas de cajueiro anão precoce cultivado em diferentes substratos e ambientes

Production of seedlings of dwarf cashew premature cultivated in different substrates and environments

Cesenildo Figueiredo Suassuna[1], Núbia Marisa Ferreira[1], Francisco Vanies da Silva Sá[2], Antônio Michael Pereira Bertino[1], Evandro Franklin de Mesquita[1], Emanoela Pereira de Paiva[3], Paula Lorrane Melo Jesus[1], Antonio Missiemário Pereira Bertino[1]

[1]Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, Sitio Cajueiro s/n, CEP: 58884-000, Catolé do Rocha – PB. E-mail: cesenildo@hotmail.com
[2]Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Mossoró, Avenida Francisco Mota, 572, Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN

Recebido em: 22/08/2014 Aceito em:19/02/2015

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito de substratos e ambientes para a produção de mudas de cajueiro anão precoce. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 6 x 2, referente aos respectivos substratos (S_1=75% de solo (25% areia + 50% solo de barranco) + 25% húmus + 0g MB-4; S_2= 75% solo + 25% húmus + 50g MB-4; S_3=75% solo + 25% húmus + 100g MB-4; S_4= 50% de solo (25% areia + 25% solo de barranco) + 50% húmus + 0g MB-4; S_5= 50% solo + 50% húmus + 50g MB-4 e S_6= 50% solo + 50% húmus + 100g MB-4) e dois ambientes (Viveiro e Pleno sol), com 5 repetições. Os substratos S_1 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 0g MB-4 e S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4, proporcionaram os melhores resultados de crescimento, acúmulo de matéria seca e qualidade, ás mudas de cajueiro. O ambiente viveiro com tela de sombrite de 50% foi o melhor ambiente para a produção de mudas do Cajueiro anão Precoce.
Palavras chaves - *Anacardium occidentale* L, luminosidade, ambiente protegido

Abstract - In order to study the effect of substrates and environments for the production of seedlings cashew early dwarf. The experimental design was completely randomized in a factorial 6 x 2, referring to the respective substrates (S1= 75% soil (25% sand + 50% soil) + 25% humus + 0g MB-4; S2= 75% soil + 25% humus + 50g MB-4; S3= 75% soil + 25% humus + 100g MB-4; S4= 50% soil (25% sand + 25% soil) + 50% humus + 0g MB-4; S5= 50% soil + 50% humus + 50g MB-4 e S6= 50% soil + 50% humus + 100g MB-4) and two environments (Nursery and Full sun), with 5 repetitions. The substrates S1=25% sand + 50% soil + 25% humus + 0g MB-4 and S2=25% sand + 50% soil + 25% humus + 50g MB-4, provided the best results for growth, dry matter accumulation and quality of cashew seedlings. The nursery environment with 50% shading screen was the best environment for the production of seedlings of dwarf cashew early.
Key words - *Anacardium occidentale L*, light, protected environment

Introdução

A cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tem grande variabilidade genética, sendo estudado em dois grupos, comum e anão, definidos basicamente, em função do porte das plantas. São plantas nativas do Nordeste brasileiro e, com isso adaptada às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, desempenhando importante papel socioeconômico nessa região principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Atualmente o Brasil é o principal produtor de castanha de caju, no entanto a sua produção ainda é considerada baixa 300 kg ha^{-1}, visto o potencial da espécie (IBGE, 2013).

Dentre os principais motivos da baixa produtividade do cajueiro na região nordeste do Brasil, destaca-se que a maioria da formação dos pomares de cajueiro é proveniente de mudas oriundas de sementes de cajueiro comum. Por ser de espécie alógama, as plantas desses cajueiros são heterozigotas, com grande variabilidade genética e fenotípica (Adjei & Mante, 2007). Como alternativa para essa problemática, surgi à renovação dos cajueirais com mudas de cajueiro anão precoce, sendo atualmente encontrado com

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

maior frequência em novas áreas cultivadas. Além da sua precocidade, pode destacar como grande vantagem do cajueiro anão o seu porte reduzido, que facilita bastante a execução dos tratos culturais e fitossanitários e, principalmente, a colheita do pedúnculo para o mercado de fruta de mesa (Fernandes et al., 2009).

O processo de produção de mudas é fundamental para o sucesso do agricultor, pois a literatura indica que a qualidade da muda está relacionada com o potencial produtivo das plantas. De modo que a qualidade do substrato influencia diretamente sob a qualidade das mudas de cajueiro (Mendonça et al., 2010). Entretanto, sabe-se que, a qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura, as quais devem ser conhecidas *a priori*, e da adição de aditivos, visto que a maioria dos constituintes de origem orgânica e inorgânica são praticamente inertes ou pobres em nutrientes (Lima et al., 2001). Portanto, atualmente existem diferentes substratos formulados a partir de resíduos orgânicos (estercos, húmus de minhoca etc.), areia e solos para melhorar a estrutura química, física e biológica dos mesmos, bem como a utilização de pó de rocha que vem trazendo resultados promissores na produção de mudas de algumas culturas (Prates et al., 2012). No entanto, a literatura ainda é deficiente, quanto ao uso de pó de rocha na produção de mudas de cajueiro.

Outro fator importante durante a fase de produção de mudas é o ambiente de cultivo, sendo este estudado por diversos autores, em função das diferentes exigências em luz, umidade e temperaturas requeridas pelas culturas (Carvalho Filho et al., 2003; Costa et al., 2011a; Costa et al., 2012). Neste contexto, segue a necessidade de estudos sob os ambientes para propagação da mudas de cajueiro. Haja vista, que baixa tecnologia para a propagação da espécie não contribui de maneira satisfatória para expansão das aéreas cultivadas. Sendo atualmente, a produção de mudas de cajueiro a pleno sol a mais difundida entre os pequenos produtores da região Nordeste. No entanto, este método acaba não sendo eficiente em função da exposição das plantas aos fatores abióticos como a luz em excesso, que afeta a eficiência do processo fotossintético, devido à saturação luminosa em função dos altos níveis de radiação (Brant et al., 2011; Taiz & Zaiger, 2013).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de substratos e ambientes para a

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de 11 de maio 18 de julho de 2012, no viveiro de produção de mudas na cidade de Catolé do Rocha-PB (6°20’38"S; 37°44’48"W; 275 m), coberto com tela de nylon tipo sombrite para 50% de luminosidade no seu interior e ao céu aberto (pleno sol).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2, referente aos respectivos substratos (S_1=75% de solo (25% areia + 50% solo de barranco) + 25% húmus + 0g MB-4; S_2= 75% solo + 25% húmus + 50g MB-4; S_3=75% solo + 25% húmus + 100g MB-4; S_4= 50% de solo (25% areia + 25% solo de barranco) + 50% húmus + 0g MB-4; S_5= 50% solo + 50% húmus + 50g MB-4 e S_6= 50% solo + 50% húmus + 100g MB-4) e dois ambientes (Viveiro e Pleno sol), com 5 repetições, totalizando 100 unidades experimentais.

Os substratos foram compostos de uma mistura de solo, areia, húmus de minhoca e rocha moída de MB-4, acondicionados em bolsas plásticas (15 x 30 x 0,008 cm) com volume 2 dm^3. Os substratos ficaram 60 dias em repouso, irrigados diariamente para maior liberação de nutrientes da rocha moída MB-4 (Tabela 1). O solo utilizado no experimento constituiu-se de amostras de um NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico, coletado no município de Catolé do Rocha- PB, cujos atributos químicos estão contidos na Tabela 2, as amostras foram coletadas na camada de 0-20 cm. O húmus de minhoca foi produzido a partir de esterco bovino cujos atributos químicos estão contidos na Tabela 2.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Análise química do pó de rocha MB-4 utilizado na produção de mudas de Cajueiro Anão Precoce. UEPB, Catolé do Rocha-PB, 2014

Elementos presentes	% em peso
Nitrato	0,009
Sulfato	0,011
Ferro	2,4
Cálcio	7,025
Magnésio	9,32
Sódio	0,048
Potássio	0,181
Fósforo	0,023
Manganês	0,046
Cobre	< 0,005
Cobalto	< 0,005
Zinco	0,006
Molibdênio	< 0,005
Níquel	0,056
Enxofre	0,007
Silício	0,05

Fonte: Análise química e ambientaid

Tabela 2. Análise química do solo, húmus de minhoca utilizados na produção de mudas de Cajueiro Anão Precoce. UEPB, Catolé do Rocha-PB, 2014

	pH	P	K	Ca	Mg	Al + H	Na	T	V	M.O
	H_2O	...mg dm^{-3}...		.....$cmol_c$ dm^{-3}.....					...%...	g kg^{-1}
Solo	7,06	53,3	297	4,63	2,39	0,0	0,30	8,07	100	18,9
Húmus	7,75	56,15	551	35,40	19,32	0,0	1,82	57,95	-	-

T- CTC a pHH_2O 7,0; V - saturação de bases ; M.O= Matéria orgânica. Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/CTRN/UFCG), Campina Grande-PB.

Como material propagativo foi usado sementes de cajueiro Anão Precoce, genótipo CCP 76 fornecidas pela Embrapa - CNPAT - CE, as quais foram selecionadas pelo tamanho. A semeadura foi realizada no dia 11/05/2012, sendo colocadas duas sementes por recipiente. A germinação iniciou aos 10 dias após a semeadura (DAS) e prolongou-se até aos 25 DAS, sendo feito o desbaste quando as mudas atingiram em média 6 cm de altura, deixando a mais vigorosa por recipiente.

Ao longo do experimento, quinzenalmente foi feito o manejo fitossanitário, a fim de evitar problemas que prejudicassem a condução dos mesmos, tais como o aparecimento de sintomas evidenciando a presença de pragas ou doenças que pudessem provocar danos efetivos e consideráveis.

Durante a condução do experimento foram monitoradas no interior ambiente telado e também em campo aberto, as variações da temperatura médias mensais com auxílio de um termômetro (Tabela 3).

Tabela 3. Média mensal da temperatura do ar registrada em viveiro e a pleno solo, no período de produção das mudas de cajueiro anão. UEPB, Catolé do Rocha-PB, 2014

Meses/2012	Temperatura média (ºC)	
	Viveiro	Pleno Sol
Maio	31,75	34,97
Junho	34,23	37,12
Julho	30,66	34,27

A irrigação foi realizada diariamente com um volume uniforme de água (Ce_a = 0,68 dSm^{-1}) às plantas, em função da evapotranspiração média no tratamento testemunha, obtida por pesagem. O volume aplicado (Va) por recipiente foi obtido pela diferença entre a média do peso dos recipientes em condição de máxima retenção de água (P_{cc}), o qual será determinado saturando-se os recipientes com água e submetendo-os à drenagem; quando o volume drenado estiver

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

reduzindo, os recipientes serão pesados, obtendo-se o valor do P_{cc} quando o peso dos recipientes com substrato for constante; e o peso médio dos recipientes na condição atual (P_a), dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na expressão 1:

$$Va = \frac{Pcc - Pa}{n} \quad \text{Eq. 1}$$

As avaliações foram realizadas aos 90 DAS mensurando a altura das plantas com trena métrica do colo até a gema apical, o diâmetro do caule foi medido a 4 cm do colo da planta com paquímetro digital e o número de folhas pela contagem das folhas totalmente desenvolvidas. A área foliar foi obtida através do produto do comprimento pela maior largura efetuando a correção da área estimada pelo fator de correção 0,7 entre a área real e a área estimada. Para obtenção da matéria seca, as plantas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 75° C até atingir massa constante. A partir desses dados foram calculadas a Relação Raiz/Parte Aérea (RRPA), a relação altura/diâmetro do caule (RAD) e o índice de qualidade de Dickson de modo a estimar a qualidade das mudas. Sendo IQD uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações das variáveis de crescimento, como MST, MSPA, MSSR, AP e DC (Costa et al., 2012), sendo este ultimo descrito a seguir na Eq. 2:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{AP(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSSR(g)}} \quad \text{Eq.2}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo Teste Tukey ($p<0,05$), utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011). Procedeu-se o desdobramento dos fatores quando a interação foi significativa.

Resultados e discussões

Observou-se que a interação substratos versus ambientes influenciou significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) a área foliar das mudas de cajueiro anão. Para as variáveis altura de planta e diâmetro do caule foi verificado influência significativa do fator ambiente ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$). Para o número de folhas não foi observada influência significativa dos fatores estudados (Tabela 4). Tais resultados indicam a influencias dos ambientes de cultivo sob o crescimento das mudas de cajueiro. Efeitos significativos dos tipos de ambientes também foram observadas em mudas de jatobazeiro-do-cerrado, por Costa et al. (2011 b), em maracujazeiro, Costa et al. (2011a) e em mudas de mamoeiro por Carvalho Filho et al. (2003).

Tabela 4. Resumo das análises de variância referentes às variáveis altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) em mudas de cajueiro produzidas em diferentes substratos e ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014

Fonte de variação	Quadrado Médio				
	GL	AP	DC	NF	AF
Substratos (S)	5	ns	ns	ns	**
Ambientes (A)	1	**	**	ns	**
S x A	5	ns	ns	ns	**
Resíduo	48	4,24	0,52	1,99	13,48
CV (%)	-	13,03	10,22	14,24	27,20

GL = Grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%,respectivamente; CV = Coeficiente de variação

A altura da parte aérea da muda é um importante parâmetro para estimar o crescimento inicial da planta, sendo uma medida do potencial de desenvolvimento das mudas a campo, contudo esse parâmetro pode ser afetado por tratos culturais (Cruz et al., 2010) e por níveis elevados de sombreamento, temperaturas, substratos, dentre doutros fatores. Observa-se que quando submetidas a condições de pleno sol as mudas de cajueiro apresentaram alturas inferiores às observadas no cultivo em viveiro (Figura 1).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

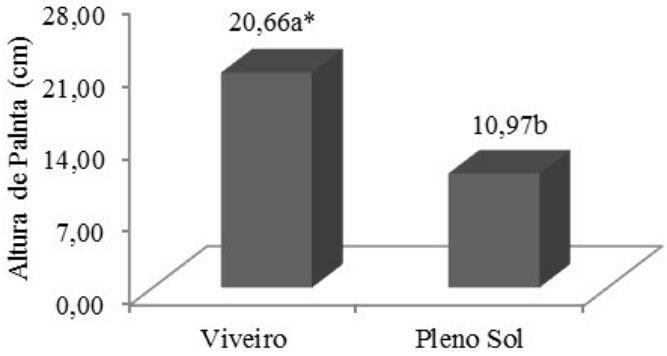


Figura 1. Crescimento em altura de mudas de cajueiro anão precoce em função de ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014
*Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se ainda que o crescimento das mudas em pleno sol (10,97 cm) foi 48,41% reduzido em relação às mudas cultivadas no viveiro (20,66 cm), indicando com isso, a sensibilidade das mudas de cajueiro às condições de altas temperaturas observadas sob condições de pelo sol (Tabela 3). Possivelmente a o sombreamento com tela de sombrite 50% no viveiro tenha reduzido a evapotranspiração das plantas quando comparadas as mudas cultivadas a pleno sol, conforme observado por Costa et al. (2011a), propiciando melhores condições para o crescimento das mudas de mamoeiro, permitindo a obtenção de maiores alturas das plantas. Resultados que estão de acordo com os obtidos por Carvalho Filho et al. (2003) em que o ambiente telado sombrite (50%) promoveram maiores alturas de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) na ordem de 33% em comparação àquelas formadas em pleno sol.

Assim como verificado no crescimento em altura, a exposição das plantas de cajueiro a condições de pleno sol também reduziu o crescimento em diâmetro caulinar. Observaram-se reduções de 44,0% no crescimento em diâmetro das mudas cultivadas a pleno sol (5,65 mm) em relação às plantas cultivadas em ambiente telado (8,56 mm) (Figura 2). Diante do exposto, pode constatar que o crescimento do diâmetro caulinar foi significativamente inibido nas mudas formadas em pleno sol, o que pode ser resultado do aumento da temperatura do ar no ambiente céu aberto com de média 35,45 ^{0}C em compração a média de 32,12 ^{0}C no viveiro estimulando a maior evapotranspiração, promovendo com isso estresse térmico sob as mudas, consequentemente produzindo diâmetros menores. Outra causa, pode ser também devido ao telado de sombrite com 50% promoveu menor evaporação no ambiente, além da redução da transpiração por parte da planta, permitindo que a mesma tivesse condições mais propícias para desenvolvimento. Os resultados obtidos evidenciam que os ambientes influenciam no crescimento inicial das mudas de cajueiro anão precoce, em condições de clima semiárido, sendo o cultivo em ambiente telado a melhor alternativa para a produção de mudas de cajueiro nessa região. Resultados obtidos estão coerentes com as constatações de Costa et al. (2011c) que estudando diferentes ambientes em mudas de maracujazeiro amarelo, observaram melhor desempenho das mudas formadas no ambiente tela de sombrite com 50%.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

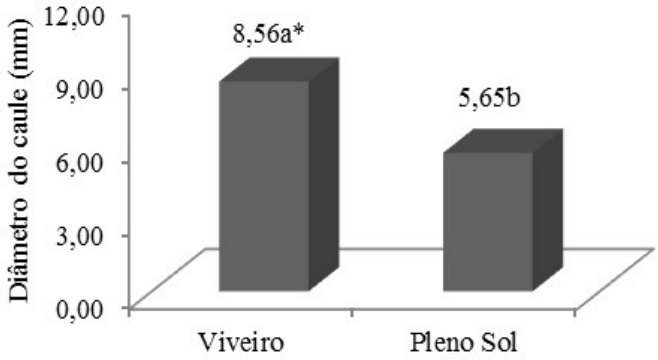


Figura 2. Crescimento em diâmetro do caule de mudas de cajueiro anão precoce em função de ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014
*Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Apesar de não ter sido verificado influencia dos tratamentos estudados sob o número de folhas das mudas de cajueiro anão precoce, observou-se efeitos significativos da interação entre os substratos e os ambientes na área foliar das mudas, provavelmente em resposta expansão do limbo foliar, haja vista que no cultivo em pleno sol observa-se uma drástica redução na área foliar independente dos substratos utilizados (Tabela 5). Acredita-se que esse fenômeno esteja relacionado com o mecanismo da espécie em suportar as condições edáficas do clima semiárido, reduzindo a sua área foliar e com isso a sua área transpiratória de modo a fugir do estresse hídrico. No entanto a redução da área foliar exerce efeito direto sob a área fotossinteticamente ativa, reduzindo com isso o acúmulo de biomassa das mudas (Figura 4B), resultando em menores crescimentos das mudas de cajueiro formadas no ambiente a pleno sol. Como também, a exposição das mudas aos efeitos do clima a pleno sol, especialmente ventos associado a altas temperaturas, pode ter provocado maior perda de água, fazendo com que as plantas não conseguissem manter a pressão suficiente para o alongamento celular, promovendo menores crescimentos em área foliar, fato confirmado por Costa et al. (2009), em mudas de mamoeiro.

Observa-se quanto aos substratos que a 75% solo + 25% húmus + 0g MB4 resultou no maior ganho de área foliar pelas mudas de cajueiro sob cultivo em viveiro (Tabela 5). Acredita-se que a alta fertilidade do Neossolo Flúvico Eutrófico associado aos nutrientes provenientes do húmus de minhoca a 25% com 50g MB4 ou em ausência do mesmo, tenha sido suficientes para suprir as necessidades de crescimento das mudas de cajueiro. Assim como observado por Roweder et al. (2012) ao contarem que o húmus de minhoca favoreceu satisfatoriamente o desenvolvimento das plântulas de cedro, indiferente do ambiente de cultivo. Haja vista, que aumento da concentração de húmus associada a adição de pó de rocha MB-4 no substrato, possivelmente favoreceu a elevação dos teores de sais nos mesmos, comprometendo absorção de água e nutrientes pela planta devido ao efeito osmótico. Observa-se ainda que os substratos não influenciaram significativamente as mudas de cajueiro anão precoce sob as condições de pleno sol. Provavelmente, a alta concentração de nutrientes contidas nos substratos associados às maiores perdas hídricas aumentou o caráter salino dos substratos promovendo efeitos negativos às plantas, como redução do potencial osmótico do substrato e da toxidez por íons específicos, haja vista, da alta sensibilidade ao estresse salino (Sousa et al., 2011; Alves et al., 2013).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 5. Teste de médias da variável área foliar de mudas de cajueiro produzidas em diferentes substratos e ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014

Área Foliar (cm^2)		
Substratos	Viveiro	Pleno Sol
75% S + 25% H + 0g MB4	43,45aA*	16,41aB
75% S + 25% H + 50g MB4	32,84bA	19,75aB
75% S + 25% H + 100g MB4	33,56bA	18,71aB
50% S + 50% H + 0g MB4	34,43bA	22,15aB
50% S + 50% H + 50g MB4	36,22bA	19,57aB
50% S + 50% H + 100g MB4	33,66bA	15,72aB

S = solo; H = húmus; *Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas na coluna refletem a influência o dos substratos em cada ambiente e as letras maiúsculas na linha refletem a influência dos ambientes em cada tipo de substrato

Para as variáveis matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz e matéria seca total das mudas de cajueiro observou efeito isolado dos fatores substratos e ambientes ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$) (Tabela 6). Tais resultados indicam que os ambientes e substratos afetam a partição e o acúmulo de fotoassimilados pelas plantas de cajueiro, averiguando-se efeito mais depressivo do ambiente (Figura 3B, 4B e 5B). Com relação os tratamentos referentes aos ambientes concordam, em parte, com as constatações de Roweder et al. (2012), que verificaram efeito significativo nos tratamentos submetidos a dois sombreamentos (céu aberto e 50% de sombreamento) sobre matéria seca da parte da aérea, mas não houve efeito sobre matéria seca de raiz em mudas de cedro (*Cedrela odorata*).

Para a matéria seca da parte aérea observa-se que os S_1 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 0g MB-4, S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4 e S_5 = 25% areia + 25% solo + 50% húmus + 50g MB-4 proporcionaram os maiores acúmulo de matéria seca na parte aérea das mudas de cajueiro em relação aos demais substratos (Figura 3A). Lima et al. (2001), observaram que o melhor desenvolvimento mudas de cajueiro em substratos que continham matéria orgânica, principalmente quando associados a adubação química.

Tabela 6. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à Matéria seca da parte aérea (MSPA), Matéria seca de raiz (MSR) e Matéria seca total (MST) em mudas de cajueiro produzidas em diferentes substratos e ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014

Fonte de variação	Quadrado Médio			
	GL	MSPA	MSR	MST
Substratos (S)	5	**	**	**
Ambientes (A)	1	**	**	**
S x A	5	ns	ns	ns
Resíduo	48	0,2855	0,1133	0,6423
CV (%)	-	17,23	27,72	18,57

GL = Grau de liberdade; ^{ns} = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%,respectivamente; CV = Coeficiente de variação

Todavia, acredita-se que as maiores concentrações de húmus associadas a maior adição de pó de rocha MB-4 promoveram toxicidade as plantas de cajueiro anão, possivelmente em função do aumento da alcalinidade do substrato (Tabela 2), reduzindo o seu crescimento e acúmulo de fitomassa. No entanto, adicionado húmus e pó de rocha nas menores proporções como observado nos substratos S_1, S_2 e S_5, estes favoreceram ao maior desenvolvimento das mudas, possivelmente em função das melhores condições nutricionais favorecidas por estes. Visto que, o substrato S_1 comporta as menores concentrações de húmus e

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

pó de rocha e, nos substratos S_2 e S_5 que receberam 50g MB-4, este insumo pode ter atuado como condicionador do solo devido à presença de rochas magmáticas (basalto, granito) que além de auxiliar na nutrição das mudas, servem como recuperador de solos (Tabela 1). Porém quando adicionada em proporções superiores a 50 g exerceu efeito de toxicidade sob as plantas de cajueiro.

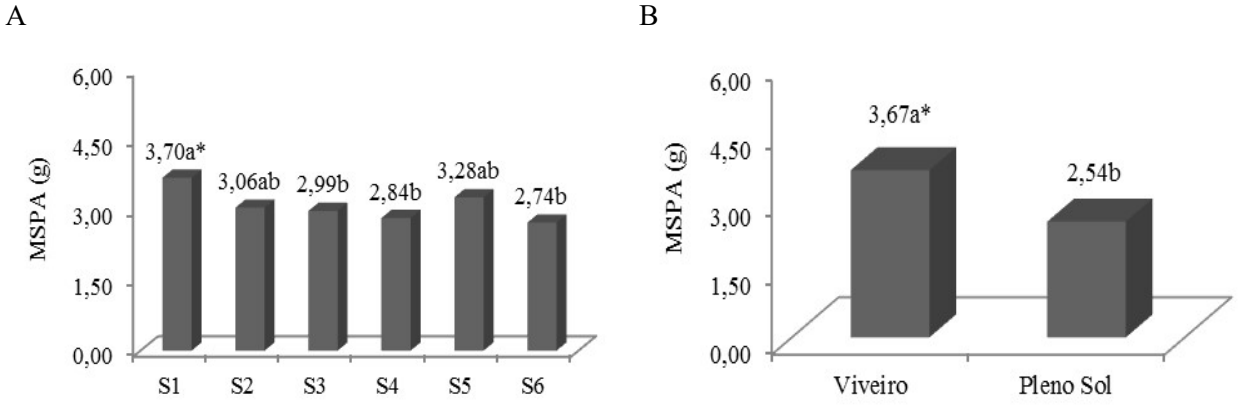


Figura 3. Matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de cajueiro anão precoce em função de diferentes substratos (A) e ambientes de cultivo (B). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014. *Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nota: S_1 = 75% S + 25% H + 0g MB-4; S_2 = 75% S + 25% H + 50g MB-4; S_3 = 75% S + 25% H + 100g MB-4; S_4 = 50% S + 50% H + 0g MB-4; S_5 = 50% S + 50% H + 50g MB-4 e S_6 = 50% S + 50% H + 100g MB-4; S= solo; H= húmus

Quanto aos ambientes observa-se que o cultivo em viveiro promoveu o maior acúmulo de matéria seca da parte aérea nas mudas de cajueiro (3,67 g), sendo que os resultados obtidos nesse tratamento foram 30,8% superiores aos obtidos no cultivo em pleno sol que obteve apenas 2,54g de matéria seca da parte aérea (Figura 3B). Podendo-se denotar, que o cultivo em pleno sol reduz a acúmulo de fotoassimilados na parte aérea das mudas de cajueiro, o que pode estar relacionado às maiores temperaturas e a maior incidência de luminosidade sob as mudas afetando a capacidade fotossintética das mesmas, seja por meio do fechamento dos estômatos ou pela saturação luminosa da clorofila *a* (Taiz e Zaiger 2013). Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho Filho et al. (2003) que observaram maiores pesos da matéria seca da parte área em mudas de Jatobá *(Hymenaea courbaril* L.*)* formadas em ambiente com sombrite 50% em comparação as mudas cultivadas no céu aberto.

Constata-se que os substratos S_1 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 0g MB-4 e S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4 proporcionaram o maior acúmulo de matéria seca das raízes sendo estes significativamente superiores aso demais substratos (Figura 4A). Acredita-se que nos demais substratos estudados, os quais são compostos com maiores teores de húmus e pó de rocha MB-4, proporcionaram um desequilíbrio nutricional às plantas de cajueiro devido ao maior disponibilidade de nutrientes no mesmo, restringindo o crescimento radicular, possivelmente em função do acúmulo de sais no substrato, haja vista, a sensibilidade das plantas de cajueiro a salinidade (Sousa et al., 2011; Alves et al., 2013).

Em relação aos ambientes observa-se que as mudas produzidas em viveiro obtiveram o maior acúmulo de matéria seca das raízes, sendo estas superiores em 21,4 % em relação às mudas produzidas em pleno sol (Figura 4B). Tais resultados estão relacionados às melhores condições climáticas proporcionadas pelo viveiro, haja vista, nesse ambiente além de temperaturas mais amenas ocorre a redução da luminosidade, sendo o segundo o que mais contribui ao desenvolvimento da cultura, já que a mesma é uma planta secundária tardia do Bioma Caatinga necessitando de sombreamento na sua fase inicial de crescimento para se desenvolver. Fato este também confirmado em outra cultura como verificado em Tatagiba et al. (2010), em mudas de arábica (*coffea arábica* L.), ao observar que o acúmulo de matéria seca aumenta em condições de sombreamento, em relação ao pleno sol.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

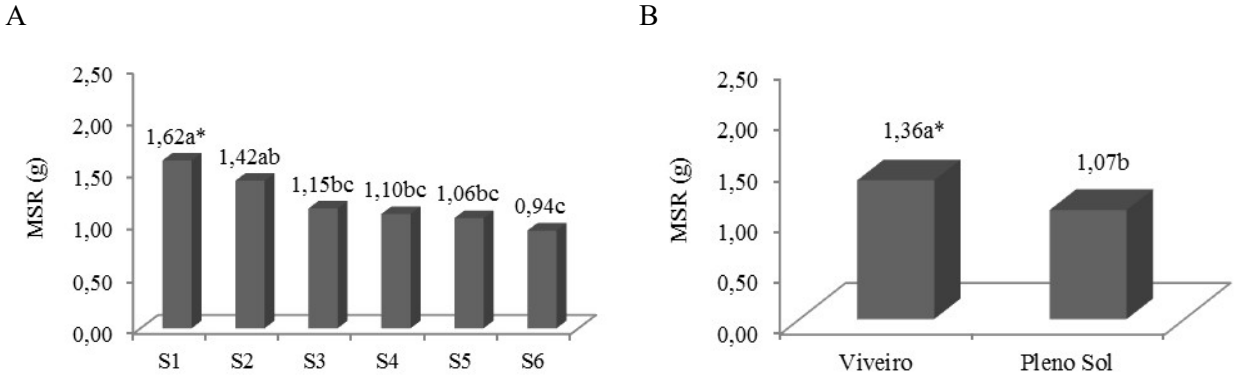


Figura 4. Matéria seca de raiz (MSR), de mudas de cajueiro anão precoce em função de diferentes substratos (A) e ambientes de cultivo (B). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014. Nota: S_1 = 75% S + 25% H + 0g MB-4; S_2 = 75% S + 25% H + 50g MB-4; S_3 = 75% S + 25% H + 100g MB-4; S_4 = 50% S + 50% H + 0g MB-4; S_5 = 50% S + 50% H + 50g MB-4 e S_6 = 50% S + 50% H + 100g MB-4; S= solo; H= húmus

O acúmulo de matéria seca total segue em função dos resultados observados na matéria seca da parte aérea e das raízes, podendo verificar com isso que os melhores resultados foram obtidos pelas mudas produzidas em substratos contendo S_1 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 0g MB-4, S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4 e S_5 = 25% areia + 25% solo + 50% húmus + 50g MB-4 sendo estes superiores em médias aos demais tratamentos estudados (Figura 5A). Denotando-se com isso que as proporções de húmus e pó de rocha quando associadas em proporções adequadas favorece a produção de mudas de cajueiro anão precoce.

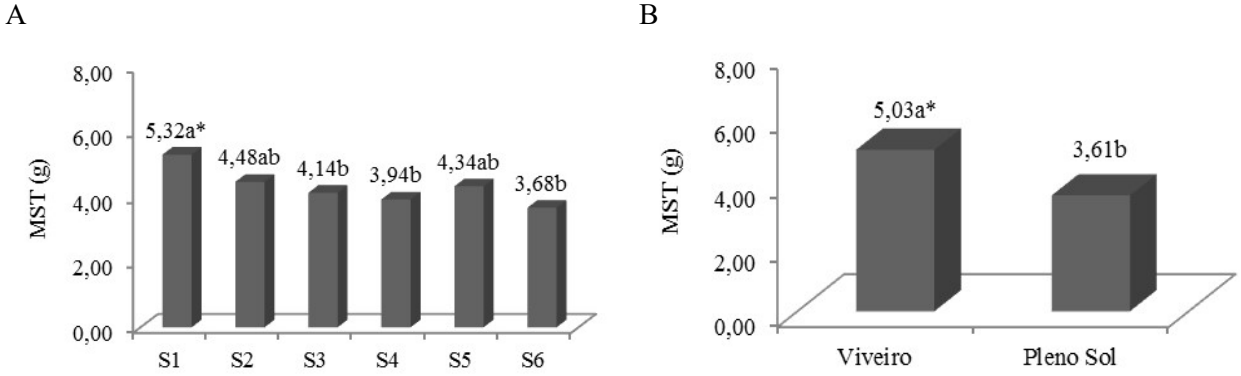


Figura 5. Matéria seca de total (MST) de mudas de cajueiro anão precoce em função de diferentes substratos (A) e ambientes de cultivo (B). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014. *Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nota: S_1 = 75% S + 25% H + 0g MB-4; S_2 = 75% S + 25% H + 50g MB-4; S_3 = 75% S + 25% H + 100g MB-4; S_4 = 50% S + 50% H + 0g MB-4; S_5 = 50% S + 50% H + 50g MB-4 e S_6 = 50% S + 50% H + 100g MB-4; S= solo; H= húmus

Todavia, altas concentrações de húmus e MB-4 podem promover toxicidade, possivelmente em função da redução do potencial osmótico do substrato, devido à alta concentração de sais solúveis, associado ao alto teor de umidade do mesmo, promovido pela alta concentração de matéria orgânica, podendo ter ocasionado além do estresse salino sob as plantas de cajueiro o estresse anoxítico, devido elevado teor umidade do substrato limitando a respiração das raízes.

Assim como também foi verificado na matéria seca da parte aérea e das raízes as mudas produzidas com exposição direta à radiação solar, ou seja, no cultivo a pleno sol prejudicou o crescimento vegetativo e o acúmulo de matéria seca das mudas de Cajueiro Anão Precoce, evidenciando que esta espécie não se adapta a uma ampla faixa de luminosidades ambientais (Figura 5B). Esta resposta nos leva a indicar novamente que o ambiente pleno sol, é inviável

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

para a produção de mudas de cajueiro. Assim como observado em mudas de jatobazeiro-do-cerrado por Costa et al. (2011 b).

Observou-se interação significativa dos fatores substratos e ambientes de cultivo para a variável relação raiz/parte aérea ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$). Para variável Relação Altura/Diâmetro do caule verificou-se efeito isolado apenas do fator ambientes ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$). Para o índice de qualidade de Dickson verifica-se efeito isolando de ambos os fatores estudados ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) (Tabela 7). Tal fato evidencia a influencia do tipo de substrato e do tipo de ambiente sob a qualidade das mudas de cajueiro.

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea de uma muda pelo respectivo diâmetro do colo (RAD) demonstra um equilíbrio de crescimento e pode demonstrar se houve estiolamento da muda (COSTA et al., 2012). As mudas cultivadas em viveiro apresentaram maiores RADs (Figura 6), no entanto não podem ser consideradas mudas que estiolaram, pois foram as que apresentaram maiores alturas, maiores diâmetros e fitomassas (Figura 1, 2 e 5). No entanto, as mudas produzidas a pleno sol apresentaram os menores valores de RAD (Figura 6), inferindo que elas apresentariam maior capacidade de resistência a campo, contudo tiveram as menores alturas e os menores diâmetros e o menor acúmulo de fitomassa. Indicando que esse índice não é viável para expressar a qualidade das mudas de cajueiro. Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2012), onde o índice RAD também não expressou a qualidade das mudas para o tamarindeiro.

Tabela 7. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes Relação Altura/ Diâmetro do caule (RAD), Relação Raiz/Parte área (RRPA) e Índice de Qualidade Dickson (IQD) em mudas de cajueiro produzidas em diferentes substratos e ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014

Fonte de variação	Quadrado Médio			
	GL	RAD	RRPA	IQD
Substratos (S)	5	ns	**	**
Ambientes (A)	1	**	*	**
S x A	5	ns	**	ns
Resíduo	48	0,1348	0,0071	
CV (%)	-	16,71	21,57	23,56

GL = Grau de liberdade; ^{ns} = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%,respectivamente; CV = Coeficiente de variação

Para a relação raiz/parte aérea constatou-se efeito significativo da interação substratos e ambientes. Verificando-se que para o desdobramento dos substratos em cada ambiente, que no cultivo em viveiro os substratos não influenciaram a relação raiz/parte aérea. Fato contrário ocorreu nos cultivo a pleno sol, onde os substratos exerceram efeito significativo, sendo os substratos S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4 e S_3 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 100g MB-4 proporcionaram a maior relação raiz/parte aérea das mudas de cajueiro. Observa-se ainda que no desdobramento ambiente em cada tipo de substrato que apenas os substratos S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4 e S_3 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 100g MB-4 foram significativamente influenciados pelos fatores, sendo que a maior relação raiz parte aérea foi verificada no cultivo em pleno sol (Tabela 8).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

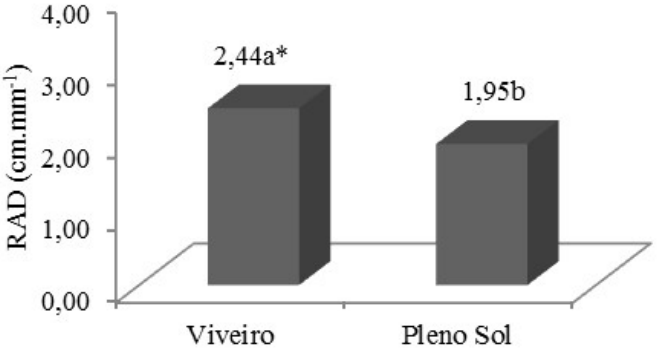


Figura 6. Relação altura/diâmetro do caule (RAD) de mudas de cajueiro anão precoce em função de diferentes ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014
*Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com isso pode afirmar que o cultivo em pleno sol alterou a partição de fotoassimilados das mudas de cajueiro, verificado aumento da relação raiz/parte aérea, indicando que ocorreu aumento do sistema radicular das mudas, em função da exposição às maiores temperaturas e demandas atmosféricas ocorridas sob as condições de pleno sol, estimulando ao maior crescimento radicular para suprir a demanda hídrica das plantas e, ou redução da área foliar de modo a reduzir a demanda evaporativa. Acredita-se que este último tenha ocorrido neste trabalho, visto que houve drásticas reduções na área foliar em função do cultivo em pleno sol e também foi verificado reduções no acúmulo de matéria seca das mudas de cajueiro nesse sistema de produção de mudas (Tabela 5 e Figura 4).

Resultados contraditórios foram obtidos por Tatagiba et al. (2010) ao observarem, que as mudas de Café Arábica (*Coffea arabica*L.) formadas nos ambientes pleno sol, 22 e 50% de sombreamento não apresentaram diferença significativa entre as médias quanto a relação raiz/parte aérea. Os autores também verificaram que o cultivo em ambiente com sombreamento de 50% proporcionou os maiores valores para a relação raiz/parte aérea.

Tabela 8. Teste de médias da variável relação raiz/parte aérea de mudas de cajueiro produzidas em diferentes substratos e ambientes de cultivo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014

Relação Raiz/Parte Aérea ($g.g^{-1}$)		
Substratos	Viveiro	Pleno Sol
75% S + 25% H + 0g MB4	0,42 aA*	0,43 bcA
75% S + 25% H + 50g MB4	0,36 aB	0,64 aA
75% S + 25% H + 100g MB4	0,32 aB	0,49 abA
50% S + 50% H + 0g MB4	0,41 aA	0,34 bcA
50% S + 50% H + 50g MB4	0,33 aA	0,30 cA
50% S + 50% H + 100g MB4	0,36 aA	0,30 cA

S = solo; H = húmus; *Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas na coluna refletem a influência o dos substratos em cada ambiente e as letras maiúsculas na linha refletem a influência dos ambientes em cada tipo de substrato.

Os melhores índices de qualidade de Dickson foram obtidos nas mudas produzidas nos substratos S_1 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 0g MB-4 e S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4, sendo estes significativamente superiores aos demais (Figura 7A). Quanto aos ambientes as mudas produzidas em viveiro obtiveram o maior índice de qualidade de Dickson (0,98), sendo estes 15,40% superior aos observado no cultivo em pleno sol (0,83)

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

(Figura 7B). Os valores encontrados para o IQD, neste trabalho, variaram de 0,72 a 1,22. Pelo IQD, assim como em outras variáveis, os substratos com menores porcentagens de matéria orgânica e pó de rocha MB-4 apresentaram mudas com maior qualidade, quando cultivada primordialmente em viveiro (Figura 7).

Costa et al. (2012) verificaram em mudas de tamarineiro quando produzidas em viveiros telados, respondem positivamente a utilização de maiores quantidades de composto orgânico no substrato, como pode ser observado pelos maiores IQD obtidos nas mudas tamarineiro produzidas em substratos com 60, 80 e 100% de composto orgânico. O que difere dos resultados observados neste trabalho, que independente do ambiente de cultivo as maiores doses de húmus e de pó de rocha MB-4, desfavoreceram o desenvolvimento das mudas. Fato este que pode estar relacionado às altas concentrações de nutrientes em função da composição do substrato (Tabela 1 e 2) e da exigência nutricional do cajueiro anão, que não respondeu positivamente ao aumento da fertilidade do substrato. Haja vista que Lima et al. (2001) trabalhando com adubação orgânica e mineral em mudas de cajueiro, verificam que adição de matéria orgânica (300 g/2,5 kg de substrato) apresentou efeito promissor no peso da matéria seca da parte aérea e número de folhas/planta. Doses inferiores às estudadas nesse trabalho, que foram correspondentes a 500 e 1000g/2 kg de substrato, respectivamente. Sendo que o uso de doses superiores a 500g/2 kg de substrato foram inviáveis para produção de mudas de cajueiro.

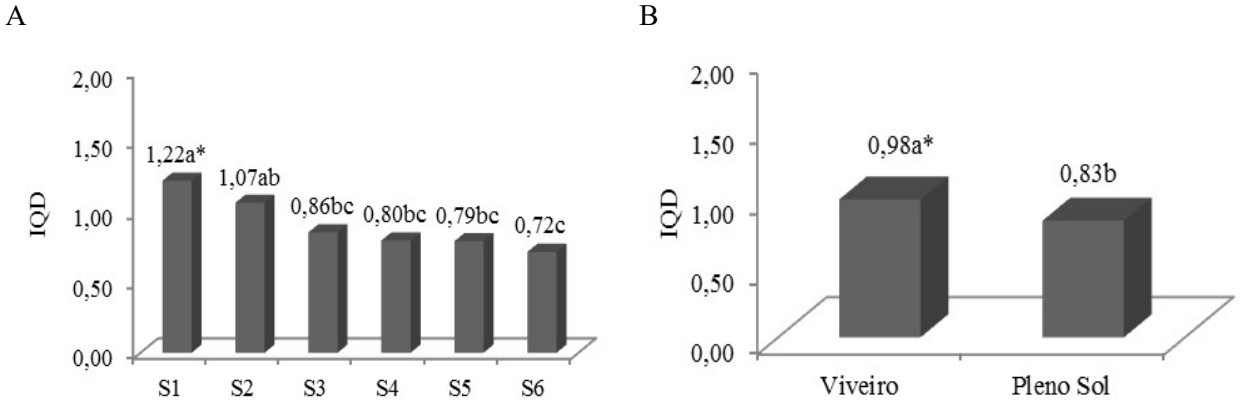


Figura 7. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cajueiro anão precoce em função de diferentes substratos (A) e ambientes de cultivo (B). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014. *Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nota: S_1 = 75% S + 25% H + 0g MB-4; S_2 = 75% S + 25% H + 50g MB-4; S_3 = 75% S + 25% H + 100g MB-4; S_4 = 50% S + 50% H + 0g MB-4; S_5 = 50% S + 50% H + 50g MB-4 e S_6 = 50% S + 50% H + 100g MB-4; S= solo; H= húmus.

Conclusão

Os substratos S_1 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 0g MB-4 e S_2 = 25% areia + 50% solo + 25% húmus + 50g MB-4, independentemente do ambiente, proporcionaram os melhores resultados de crescimento, acúmulo de matéria seca e qualidade das mudas de cajueiro anão precoce.

Adição de matéria orgânica superiores a 500g/2 kg de substrato são inviáveis para produção de mudas de cajueiro anão precoce.

A produção de mudas em viveiro com tela de sombrite de 50% foi o melhor ambiente para a produção de mudas do Cajueiro anão Precoce.

Referências

ADJEI, P.Y.; MANTE, D. Sources of rootstock, scion wood type, and duration of scion defoliation on graft success in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Ghana Journal of Horticulture**, v.6, p.59-64, 2007.

ALVES, F.A.L.; PONTE, L.F.A.; FERREIRA-SILVA, S.L.; MAIA, J.M.; SILVEIRA, J.A.G. Germinação e estabelecimento de plântulas de cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.197-204, 2013.

BRANT, R.S.; PINTO, J.E.B.P.; ROSAL, L.F.; ALVES, C.; OLIVEIRA, C.; ALBUQUERQUE,

C.J.B. Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivadas sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, v.13, n.4, p.67-474, 2011.

CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F.; RANGEL, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (Hymenaea courbaril l.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Revista Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

COSTA, E.; FERREIRA, A.F.A.; SILVA, P.N.L.; NARDELLI, E.M.V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1189-1198, 2012.

COSTA, E.; LEAL, P.A.M.; MESQUITA, V.A.G.; SASSAQUI, A.R. Efeitos do Organosuper® e do ambiente protegido na formação de mudas de mamoeiro. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.41-55, 2011a.

COSTA, E.; LEAL, P.A.M.; REGO, N.H.; BENATTI, J. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do Cerrado em Aquidauana - MS. Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, n.1, p.215- 226, 2011b.

COSTA, E.; SANTOS, L.C.R.; CARVALHO, C.; LEAL, P.A.M.; GOMES, V.A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**, v.58, n.2, p.216-222, 2011c.

COSTA, E.; SANTOS, L.C.R.; VIEIRA, L.C.R. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.4, p.528-537, 2009.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; CUNHA, A.C.M.C.M. Resposta de mudas de Senna macranthera (DC. EX COLLAD.) H. S. IRWIN e BARNABY (Fedegoso) cultivadas em latossolo vermelho-amarelo distrófico a macronutrientes. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.13-24, 2010.

FERNANDES, J.B.; HOLANDA, J.S.; CHAGAS, M.C.M.; LIMA, J.M.P. **Recomendações técnicas para o cultivo do cajueiro.** EMPARN: Natal, p. 18, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática. Disponível em: <http//www.sidra.ibge.gov.br>. 05 Mar. 2014.

LIMA, R.L.S.; FERNANDES, V.L.B.; OLIVEIRA, V.H.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce 'CCP–76' submetidas à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.23, n.2, p.391-395, 2001.

MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; MENDONÇA, L.F.M.; BISCARO, G.A.; FREITAS, P.S.C.; PAREIRA, E.C. LEITE, G.A. Doses crescentes de nitrogênio sobre o crescimento inicial de porta-enxertos de cajueiro gigante. **Revista Agrarian**, v.3, n.8, p.95-103, 2010.

PRATES, F.B.S.; LUCAS, C.S.G.; SAMPAIO, R.A.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S.; FERNANDES, L.A.; ZUBA JUNIO, G.R. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.207-213, 2012.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M.S.; SILVA, J.B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia, v.5, n.1, p.27-38, 2012.

SOUSA, A.B.O.; BEZERRA, M.A.; FARIAS, F.C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.

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

TATAGIBA, S.D.; PEZZOOPANE, J.E.M; REISS, E.F. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*coffeaarabica*l.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Science**, v.5, n.3, p.251-261, 2010.