

Efeitos da aplicação de cloreto de potássio no desenvolvimento de mudas de turco (Parkinsonia aculeata L.)

Efects of application of potassium chloride on the development of seedlings of turco (Parkinsonia aculeate l.)

Pierre Farias de Souza¹, Girlânio Holanda da Silva^{2*}, Danielly da Silva Lucena³

Resumo - O turco é uma espécie pertencente à família Fabaceae, é utilizada com frequência na recuperação de áreas degradadas. O trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes doses de Cloreto de Potássio em mudas de Turco (*Parkinsonia aculeata* L.). O experimento foi conduzido em viveiro, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campus de Patos, no período de Outubro a Dezembro de 2010. O delineamento utilizado no experimento foi o DIC com esquema fatorial 5 x 5. Foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade para peso seco de raiz, caule e folhas. Foi aplicado teste de regressão polinomial para comprimento de altura, diâmetro e número de folhas ao longo do tempo. A ANOVA mostrou que houve diferenças significativas para as variáveis peso seco de raiz, peso seco de folhas e massa seca de caule, bem como foram significativos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Quanto à análise de regressão foi constatado que houve efeito linear crescente para: Diâmetro, e número de folhas; e efeito quadrático crescente para diâmetro e altura ao longo do tempo, até aos 84 dias após a germinação.

Palavras-chaves: Fertilização, nutrição mineral, produção, crescimento.

ABSTRACT - The turco is a specie belonging to the family Fabaceae, it is frequently used in recuperation of degraded areas. The study aimed to evaluate the effect of different doses of Potassium Chloride in seedlings of Turco (*Parkinsonia aculeate* L.). The experiment was conducted in greenhouse, in the Academic Unit of Forestry, Federal University of Campina Grande, UFCG, Campus of Patos, in the period from October to December 2010. The design used in the experiment was a factorial scheme 5 x 5 with DIC. The Tukey test was applied at 5% probability to dry weight of roots, stem and leaves. Was applied polynomial regression test for length of height, diameter and number of leaves through time. The ANAVA showed significant differences for the variables dry weight of root, dry weight of leaf and stem, and were also significant by Tukey test at 5% of probability. About the regression analysis, was observed that there was increasing linear effect to: diameter, and number of leaves, and quadratic efect increasingly to diameter and height through time, until 84 days after the germination.

Keywords: fertilization, mineral nutrition, production, growth.

INTRODUÇÃO

O turco (*Parkinsonia aculeata* L.) é uma espécie pertencente à família Fabaceae, e possui distribuição cosmopolita. A Família Fabaceae inclui cerca de 650 gêneros e aproximadamente 18.000 espécies, representando umas das maiores famílias de angiospermas (SOUZA; LORENZI, 2008), sendo também uma família de alta importância econômica, e utilizada com frequência na recuperação de áreas degradadas.

Estudos acerca desta espécie ainda são incipientes, porém sabe-se que seus sítios preferenciais de ocorrência são áreas de depressões de solos vertissolos e ambientes alagadiços, onde ela forma maciços populacionais de alta densidade, que dificultam ou impedem totalmente o acesso de pessoas e animais, sendo, portanto, uma espécie invasora (GONÇALVES et al., 2011).

De acordo com Borkert (2003) os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas e animais se movimentam através dos solos, das plantas, dos animais e dos resíduos de origem vegetal e animal. Essa seqüência de transferências, através de uma série de compartimentos, representa a forma mais simples de reciclagem de nutrientes.

A matéria orgânica (MO) é resultante da deposição natural de resíduos vegetais e animais que chegam ao solo. Tendo efeito direto sobre as características físicas, químicas e biológicas do mesmo, sendo considerada uma peça fundamental para a manutenção da capacidade produtiva em qualquer ecossistema terrestre.

Do ponto de vista físico, a MO melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Atuando dessa

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/12/2012; Aprovado em 21/06/2013

¹ Doutorando do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais pela UNB, Brasília-DF, e-mail: pierreflorestal@yahoo.com.br

² Aluno do curso de Engenharia Florestal UFCG/CSTR Patos-PB; e-mail: girlanio_holanda@hotmail.com

³ Aluna do curso de Ciências Biológicas UFCG/CSTR Patos-PB, e-mail: botanicadane@gmail.com

forma sobre a fertilidade do solo por constituir a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, como também indiretamente, através da disponibilidade dos nutrientes. (RICCI, 2006).

O K é normalmente o mineral mais abundante no tecido vegetal, e como ele se apresenta predominantemente na forma iônica K⁺, a decomposição dos restos vegetais o libera na sua totalidade rapidamente (RICCI, 2006).

O uso de fertilizantes em solos deve ser criterioso, principalmente em relação ao potássio, aplicado como KCl (Cloreto de Potássio), porque pode resultar em alta concentração de sais em solução, além de elevar a saturação do K no complexo coloidal do solo, causando desequilíbrio iônico (SILVA et al, 2001 a) conduzindo a uma clorose e necrose das folhas, além de queda na produção (SILVA et al, 2001 b).

Sabe-se que, para o pleno desenvolvimento da planta é fundamental a utilização de substratos que apresentem propriedades físico-químicas adequadas e forneçam os nutrientes necessários (LIMA et al, 2001). Contudo, estudos que relacionem nutrientes minerais e produção precisam ser desenvolvidos com maior intensidade, principalmente para espécies com potencial econômico ocorrentes no bioma Caatinga, pois resultados que abordem essa temática são quase inexistentes para o referido bioma, e com a utilização do cloreto de potássio não existem.

Portanto, este trabalho objetivou analisar as variáveis de desenvolvimento da espécie *Parkinsonia aculeata* L. sob doses crescentes de adubação com Cloreto de Potássio (KCl).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no viveiro da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal no Campus de Patos-PB, da Universidade Federal de Campina Grande, localizado nas seguintes coordenadas 7°1'28" de latitude sul e 37°16'48" de longitude oeste do meridiano de Greenwich a 242 m de altitude. O mesmo foi conduzido no período de Outubro a Dezembro de 2010.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, se enquadra no tipo Bsh, semiárido, com temperaturas médias anuais superiores a 25 °C e pluviosidade média

anual inferior a 1.000 mm ano⁻¹, com chuvas irregulares (SOUTO, 2006).

O crescimento das mudas de turco foi conduzido utilizando vasos plásticos de 6 Litros contendo solo padrão de viveiro na proporção 2:1 (areia e barro), coletados no município de Patos-PB.

O produto utilizado no experimento foi o KCl, onde em cada vaso foi aplicado determinada quantidade de fertilizante KCl na forma de pó, segundo a distribuição dos tratamentos. Os tratamentos constaram de quatro dosagens de Cloreto de Potássio mais a testemunha, ausência de KCl: T₁ = 0% (0,0 g/vaso), T₂ = 25% (2,4 g: 25/vaso), T₃ = 50% (4,8 g/vaso), T₄ = 75% (7,2 g/vaso) e T₅ = 100% (9,6 g/vaso).

A adubação foi realizada quatro dias antes da semeadura das sementes, com as quantidades das doses propostas em 25 vasos de 6 Litros.

A umidade do solo foi mantida em torno de 75% da capacidade de campo do volume total dos poros, aplicando 200 ml de água diariamente até o término do experimento.

Os dados da primeira medição foram coletados no vigésimo primeiro dia após a germinação das sementes, sendo tomadas as seguintes medidas: Altura das plantas (com régua graduada em centímetros e milímetros), diâmetro do caule (com paquímetro digital) e número de folhas. Os dados das medições foram sistematizadas a ocorrerem aos 21, 42, 63 e 84 dias após a germinação das sementes de turco.

Ao término do experimento, aos 84 dias, foram tomadas as últimas medições de dados: Comprimento do caule, diâmetro do fuste próximo ao solo e número de folhas. Após, as plantas foram retiradas dos vasos plásticos e seccionadas em partes: Raiz, caule e folhas. Logo após, as mesmas foram lavadas e submetidas à secagem em estufa (65-70°C) com circulação de ar forçada. Após atingirem peso constante, foram determinados os pesos secos de folhas, do caule e de raiz em balança de precisão de três casas após a vírgula.

Para as estimativas de modelos de regressão foram utilizados as seguintes opções para as variáveis dependentes: Comprimento do caule, diâmetro do fuste próximo ao solo, peso de massa seca de raiz, peso de massa seca da parte aérea.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_1^2 + \varepsilon \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

i - 1, 2, 3, até n valores;

Y_i - é o i-ésimo valor observado da variável resposta (variável dependente);

X_i - Variável independente;

β₀, β₁ e β₂ - Parâmetros dos modelos a serem estimados na equação;

ε - erro aleatório.

Foram feitos as estimativas de incremento em altura e diâmetro de cada indivíduo, ao longo do tempo de experimentação, calculado pela taxa de crescimento relativo (TCR), que expressa o crescimento em termos de taxa de aumento no tamanho por unidade de tamanho inicial, segundo Hunt (1990) e taxa de crescimento absoluto através da metodologia de Benincasa (1988):

$$TCR = \frac{\text{Log}_e \cdot H_2 - \text{Log}_e \cdot H_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 2}$$

$$TCA = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \text{ cm/dia} \quad \text{Eq. 3}$$

$t_2 - t_1$

Onde:

TCR - Taxa de crescimento relativo.

TCA - Taxa de crescimento absoluto

H_1 - É a relação das variáveis altura/diâmetro das plantas no primeiro momento, aos vinte e um dias;

H_2 - É a relação das variáveis altura/diâmetro das plantas no segundo momento, aos oitenta e quatro dias;

t_1 - tempo em número de dias, aos vinte e um dias;

t_2 - tempo em número de dias, aos oitenta e quatro dias.

h_1 - altura inicial, aos vinte e um dias (cm);

h_2 - altura final, aos oitenta e quatro dias (cm).

No experimento o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições. Para a análise dos resultados, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), mediante o teste Tukey a 5% de probabilidade para a comparação entre médias e teste de regressão polinomial grau dois para os níveis de KCl. O software estatístico utilizado foi o ASSISTAT 7.6 Beta (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância mostrou efeitos significativos entre os tratamentos a 5% de probabilidade pelo teste F ao se adicionar diferentes doses de cloreto de potássio para quantificação de matéria seca de raiz. Os resultados também mostraram um coeficiente de determinação (R^2) de 89,76% e equação polinomial.

Não houve efeito linear significativo da aplicação do fertilizante potássico ao longo dos 84 dias após a germinação para a variável altura, contudo houve efeito quadrático para esta variável na análise de regressão. Segundo Srinivasa Reddy et al. (2002) também obtiveram resultados semelhantes ao estudarem o crescimento do coqueiro em altura respondeu aos efeitos das doses de potássio.

A taxa de crescimento relativo (TCR) é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (BENINCASA, 1988). Em relação à de crescimento relativo para os tratamentos utilizados, os dois primeiros tratamentos apresentaram os melhores resultados de significância de taxa de crescimento, porém os tratamentos três e quatro apresentaram resultados estatisticamente iguais aos dois primeiros tratamentos (Tabela 1). O quinto tratamento apresentou o menor valor de TCR, para a espécie estudada.

Tabela 1. Valores médios das variáveis, matérias secas (g) de Caule, Raiz e Folhas, e valores médios de altura, diâmetro, número de folhas, TCA e TCR em diferentes níveis de KCl.

Trat.	Caule	Raiz	Folha	Altura	Diâmetro	N folhas	TCA	TCR
T ₁	2,03b	1,83b	1,09c	29,28a	4,20b	39,60c	0,58bc	0.00410a
T ₂	1,91b	1,84b	1,07c	28,77a	4,12b	38,20c	0,55c	0.00415a
T ₃	3,56ab	3,12a	1,87b	33,61a	5,34a	46,00b	0,68ab	0.00343ab
T ₄	4,26a	3,30a	2,07ab	34,87a	5,84a	51,00ab	0,68ab	0.00345ab
T ₅	5,05a	3,69a	2,56a	36,25a	6,20a	52,40a	0,73a	0.00265b

*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação de doses de KCl gerou efeitos que resultaram em modelos polinomiais, para as variáveis estudadas (Tabela 2). De acordo com os resultados deste trabalho, as doses crescentes proporcionaram valores de coeficiente de determinação elevados, demonstrando relação significativa entre essas características de crescimento das mudas com as doses crescentes de KCl, aumentando progressivamente na medida em que se aumentou a porcentagem de K como componente de substrato.

Tabela 2. Equações para estimativa das variáveis estudadas em Turco.

Variáveis	Modelo Ajustado	R ²
Massa de seca raiz (g)	$Y = - 5x^2 + 0,0246x + 1,6734$	0,8976
Massa seca foliar (g)	$Y = - 5x^2 + 0,011x + 1,0073$	0,9354
Massa seca de caule (g)	$Y = - 4x^2 + 0,0237x + 1,8114$	0,9358
Altura (cm)	$Y = 0,0012x^2 + 0,714x - 4,335$	0,9990
Diâmetro do caule (mm)	$Y = - 0,0003x^2 + 0,0766x + 0,01725$	0,9932
Número de folhas	$Y = - 0,0003x^2 + 0,5763x - 1,15$	0,9979
Taxa de crescimento relativo - TCR	$Y = - 0,002x^2 + 0,030x + 0,53$	0,8090
Taxa de crescimento absoluto - TCA	$Y = 0,0021x^2 + 0,0301x + 0,53$	0,8095

De acordo com os dados analisados para a variável raiz houve diferenças significativas, em que os valores variaram desde 1,83 g (com o tratamento T₁) a 3,69 g de peso de matéria seca de raiz por planta (com o tratamento

T₅), sendo este o melhor tratamento para o incremento da massa seca de raiz, (Figura 1).

Mendonça et al. (2007) encontraram resultados semelhantes na matéria seca de raiz em estudos com o

sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen com a aplicação de cloreto de potássio - KCl.

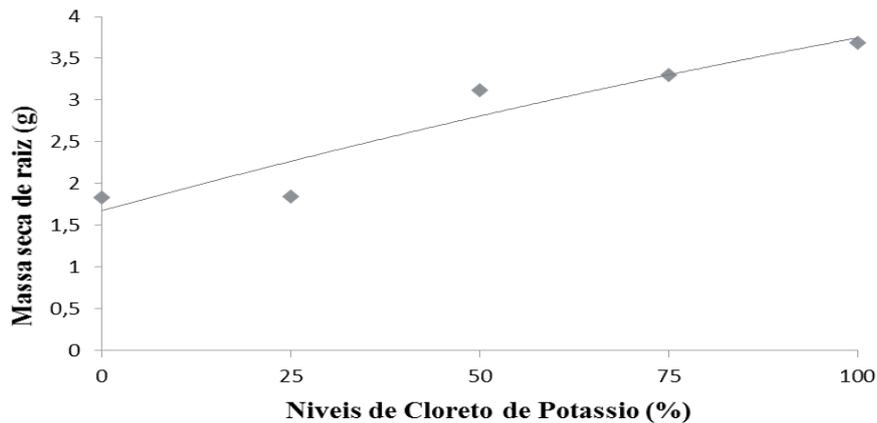


Figura 1: Efeito de níveis de Cloreto de Potássio na massa seca de raiz em mudas de Turco.

Os resultados da análise de variância também mostrou diferenças significativas entre os tratamentos a partir dos níveis de Potássio para análise de massa seca foliar em mudas de turco (Figura 2).

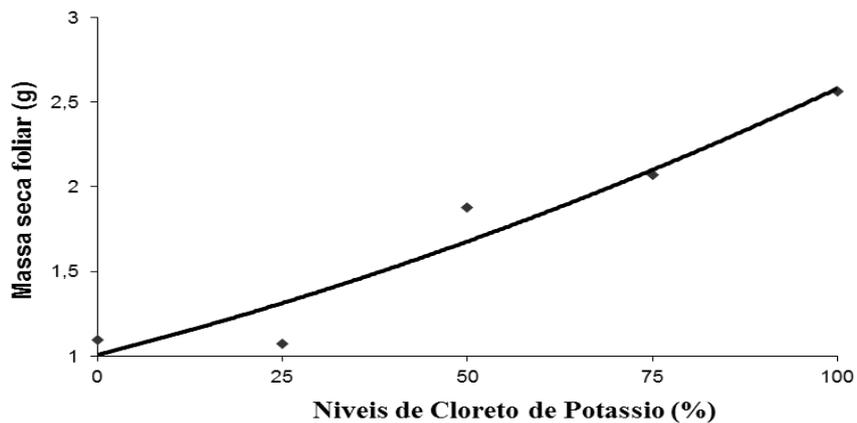


Figura 2: Efeito de níveis de Cloreto de Potássio na massa seca foliar em mudas de Turco.

De acordo com os dados analisados para a variável raiz houve diferenças significativas. Os valores variaram desde 1,09 g com o tratamento T₁ a 2,56 g de peso de matéria seca foliar por planta com o tratamento T₅ com o maior nível de Cloreto de Potássio aplicado nas mudas, sendo este o melhor tratamento para o incremento da massa seca foliar.

Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2001), ao analisar peso da matéria seca da parte aérea e número de folhas em mudas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.) a partir da aplicação de níveis de cloreto de potássio - KCl.

A análise de variância feita para a massa seca do caule mostrou diferenças estatísticas entre os tratamentos a 5%

de probabilidade, a partir do aumento dos níveis de Cloreto de Potássio em mudas de turco. O coeficiente de determinação (R²) encontrado foi de 93,58% conforme mostrado na (Figura 3).

Os dados analisados para a massa seca do caule mostraram haver diferenças significativas pelo ao nível de 5% de probabilidade, em que os valores variaram desde 2,03 g com o tratamento T₁ a 5,05 g de peso de matéria seca por planta com o tratamento T₅ com o maior nível de cloreto de potássio - KCl aplicado nas mudas, mostrando ser o melhor tratamento para o incremento do peso seco do caule.

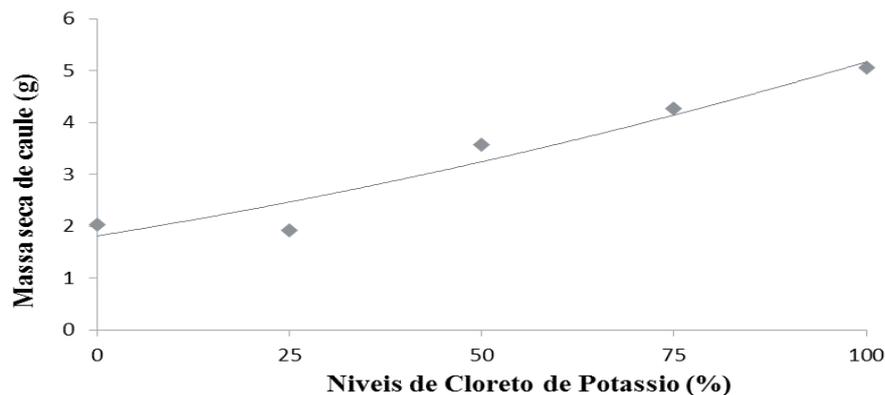


Figura 3: Efeito de níveis de Cloreto de Potássio na massa seca de caule em mudas de Turco

As diferenças observadas entre as médias da altura e diâmetro das plantas, para diferentes substratos, refletiram maior ou menor eficiência de cada formulação de substrato avaliado com a aplicação de KCl.

Observou-se neste trabalho, que as variáveis altura e diâmetro diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey entre as doses de KCl testadas. Os valores médios da altura variaram de 29,28 a 36,25 cm, em que o tratamento

T₁ foi o melhor substrato para a promoção do crescimento em altura de mudas de Turco (Figura 4). Os valores médios de diâmetro mostraram variações de 1,67 a 4,21 mm de diâmetro/planta, os maiores valores foram encontrados no tratamento T₁ (Figura 5).

Semelhantes resultados foram encontrados por Oliveira (1986) ao estudar os efeitos de fontes de substratos em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*).

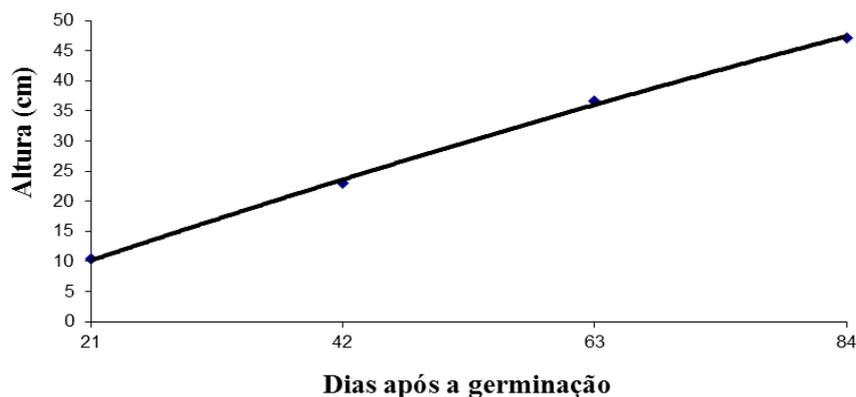


Figura 4: Efeito de níveis de Cloreto de Potássio no comprimento (cm) do fuste dias após a germinação em mudas de Turco.

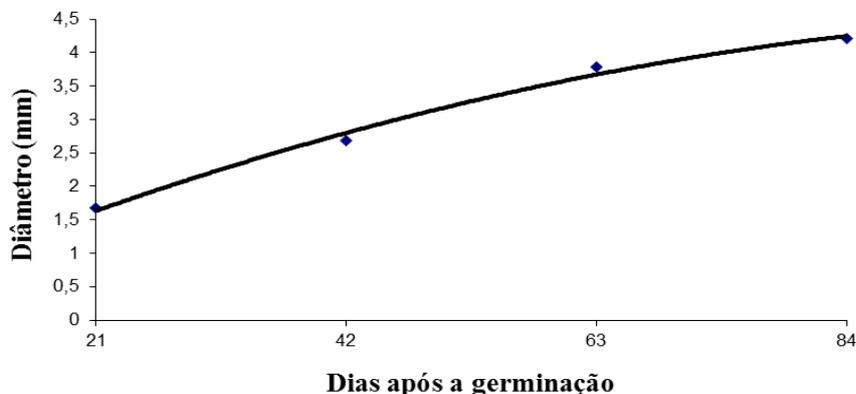


Figura 5: Efeito de níveis de Cloreto de Potássio no crescimento em diâmetro (mm) de mudas de Turco, dias pós a germinação

Os resultados da análise de regressão polinomial mostraram que houve efeito linear, mas não houve efeito quadrático significativo na aplicação de KCl para a variável número de folhas entre as doses testadas.

Braconnier; D'Auzac, (1989) e Bonneau et al. (1993), em ambos trabalhos foi observado que a adição de

potássio diretamente no solo resultou em aumentos no número de folhas adultas nas plantas de coqueiro (*Cocos nucifera* L.).

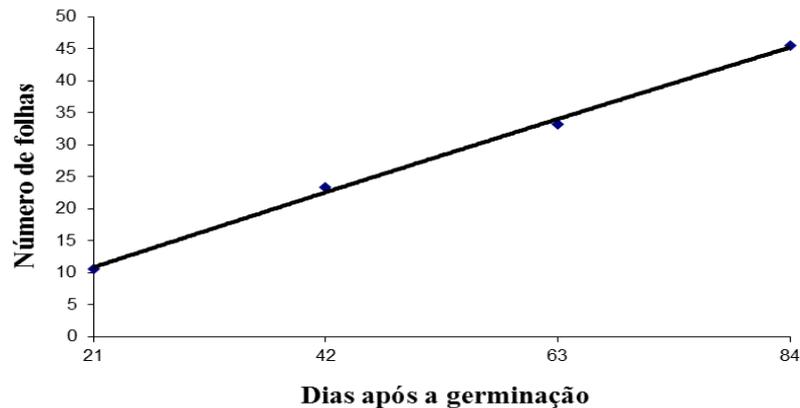


Figura 6: Efeito de níveis de Cloreto de Potássio no número de folhas dias após a germinação em mudas de Turco.

Quando à taxa de crescimento absoluto (TCA), pode ser usada para se ter ideia da média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 1988). Para as mudas de turco, a TCA calculada para o período entre 21 e 84 dias após a germinação forma estatisticamente diferentes entre si (Tabela 1). Onde as

mudas que se desenvolveram no substrato T₅ apresentaram maior TCA (Figura 7), dessa forma pode-se inferir as mudas tratadas como 9,6 g/vaso de KCl se estabelecem com mais rapidez em relação aos outros tratamentos.

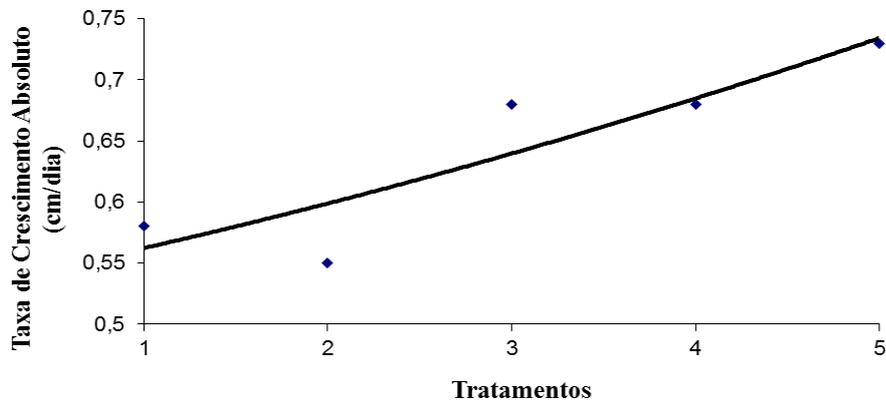


Figura 7. Efeito de níveis de Cloreto de Potássio no crescimento absoluto em mudas de Turco.

CONCLUSÕES

Os substratos contendo 9,6 g/vaso de KCl proporcionam o crescimento das mudas de turco com maior vigor, obtendo maior incremento de massa seca.

O conteúdo de matéria orgânica incorporado com fertilizante químico potássico no substrato constitui um fator de fundamental importância na fase inicial de crescimento e desenvolvimento do turco.

O substrato contendo apenas solo ou uma mistura de solo e areia (proporção 2:1) produzem mudas de qualidade inferior, não sendo recomendados na produção de mudas para esta espécie.

A avaliação dos parâmetros de crescimento indica que 25% de KCl já é suficiente para promover uma melhoria no desenvolvimento das mudas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, pela disponibilidade do viveiro florestal e do laboratório do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia para o desenvolvimento e coleta de dados do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41p.
- BONNEAU, X.; OCHS, R.; QUSAIRI, L., LUBIS, L. N. Nutrition minérale des cocotier hybrids sur tourbe de la pépinière à l'entrée em production. **Oléagineux**, Paris, v. 48, p. 9-26, 1993.

- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.
- BRACONNIER, S.; D'AUZAC, J. Effect d'une carence en chlorure au champ chez le cocotier hybride PB-121. **Oléagineux**, Paris, v. 44, n. 10, p. 467-474, 1989.
- GONÇALVES, G. S.; ANDRADE, L. A.; XAVIER, K. R. F.; OLIVEIRA, L. S. B.; MOURA, M. A. Estudo do banco de sementes do solo em uma área de caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre. v.09, n.04, p. 428-436, 2011.
- HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990. 112 p
- LIMA, R. L. S. de; FERNANDES, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. de; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão precoce CCP-76 submetidas à adubações orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 391-395, 2001.
- MENDONÇA, V.; CORRÊIA, F. L. O.; PIO, R.; RUFINI, J. C. M.; CARRIJO, E. P.; RAMOS, J. D. Efeito das doses de cloreto de potássio na matéria seca da raiz de porta-enxerto de sapatizeiro, Lavras-MG, 2004. **Ciênc. agropec.**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 140-146, 2007.
- OLIVEIRA, P.R.A. **Efeito do superfosfato simples e do calcário dolomítico na formação de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo)**. 1986. 110f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras - MG. 1986.
- RICCI, M. S. F. **Importância da Matéria Orgânica para o Cafeeiro**. 2006. Disponível em: http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/mat_or_g_cafeeiro.html, Acesso em 07/05/2012.
- SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; FERNANDES, H. G.; BOARETTO, R.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B. Características químicas de um latossolo adubado com uréia e cloreto de potássio em ambiente protegido. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.561-566, 2001 A.
- SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; FERNANDES, H. G.; BOARETTO, R.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B. Efeito do cloreto de potássio na salinidade de um solo cultivado com pimentão, *Capsicum annuum* L., em ambiente protegido. **Acta cientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1085-1089, 2001 B.
- SOUTO, P.C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 150f. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2006.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. 2. Ed. São Paulo. Nova Odessa, 2008.
- SRINIVASA REDDY, D. V.; UPADHYAY, A. K.; GOPALASUNDARAM, P.; HAMMED KHAN, H. Response of high yielding coconut variety and hybrids to fertilization under rainfed and irrigated conditions. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v. 62, p. 131-138, 2002.
- VILAR, C. C.; COSTA, A. C. S.; HOEPERS, A. SOUZA JUNIOR, I. G. Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio em solos subtropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p.1059-1068, 2010.