

NÍVEIS CRÍTICOS DE POTÁSSIO PARA O CRESCIMENTO INICIAL DE NIM (*Azadirachta indica* A. juss.) EM SOLOS A ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO

Allyson Rocha Alves

Prof. Assistente da Universidade Federal do Piauí, Campus Bom Jesus – PI – E-mail: allyson_engenharia@yahoo.com.br

Marco Antonio Amaral Passos

Prof. Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE – Recife – PE E-mail: mpassos@dcfl.ufrpe.br

Alan Caué de Holanda

Prof. Assistente Da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – PB E-mail: holandaac@ccta.ufcg.edu.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis críticos de potássio no solo e na planta e avaliar seu efeito no crescimento inicial das mudas de nim (*Azadirachta indica*), em dois diferentes solos da zona da mata de Pernambuco. O experimento foi conduzido em estufa de vidro coberto com sombrite. Foram coletadas amostras de dois tipos de solos na profundidade de 0,0 - 0,20 m de. As sementes foram semeadas em recipientes com capacidade de 1,0 dm³ de solo. A adubação foi feita aplicando-se as doses de 0, 50, 100, 150 e 300 mg.dm⁻³ de K. Foi empregado o (DIC), com arranjo fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Transcorrido o período experimental, foram efetuadas as medições de altura, e do diâmetro e determinado o peso da matéria seca da parte aérea, Após a retirada das mudas foram feitas análises do solo, para as determinações de K recuperado e determinação dos níveis críticos do solo e coletado a parte aérea das plantas para determinação dos níveis críticos na planta. Os níveis críticos de potássio nos solos e plantas estudados variaram de 49,62 a 109,62 mg.dm⁻³ e 0,95 a 1,06 mg.dm⁻³ respectivamente. Conclui-se que as plantas tiveram um melhor desenvolvimento quando cultivadas no Argissolo em todas as variáveis estudadas e com menor nível crítico.

Palavras-chaves: Mudanças, Latossolo, Argissolo, Cloreto de potássio, adubação.

NIVELES CRÍTICOS DE POTÁSSIO PARA EL CRECIMIENTO INICIAL DE NIM (*Azadirachta indica* A. juss.) EN SUELOS LA ZONA DE LA MATA DE PERNAMBUCO

Resumen - El objetivo de este trabajo fue evaluar los niveles críticos de potássio en el suelo y en la planta y evaluar su efecto en el crecimiento inicial de las cambias de nim (*Azadirachta indica*), en dos diferentes suelos de la zona de la mata de Pernambuco. El experimento fue conducido en estufa de vidrio cubierto con sombrite. Fueron recolectadas muestras de dos tipos de suelos en la profundidad de 0,0 - 0,20 m de. Las semillas fueron sembradas en recipientes con capacidad de 1,0 dm³ de suelo. La adubação fue hecha aplicándose las dosis de 0, 50, 100, 150 y 300 mg.dm⁻³ de K. Fue empleado lo (DIC), con arreglo factorial 2 x 5, con cuatro repeticiones. Transcurrido el periodo experimental, fueron efectuadas las medições de altura, y del diâmetro y determinado el peso de la materia seca de la parte aérea, Después de la retirada de las cambias fueron hechas análisis del suelo, para las determinaciones de K recuperada y determinación de los niveles críticos del suelo y recolectado la parte aérea de las plantas para determinación de los niveles críticos en la planta. Los niveles críticos de potássio en los suelos y plantas estudiados variaron de 49,62 a 109,62 mg.dm⁻³ y 0,95 a 1,06 mg.dm⁻³ respectivamente. Se concluye que las plantas tuvieron un mejor desarrollo cuando cultivadas en el Argissolo en todas las variabais estudiadas y con más pequeño nivel crítico.

Palabras-llaves: Cambias, Latossolo, Argissolo, Cloreto de potássio, adubação

CRITICAL LEVELS OF POTASSIUM IN THE INICIAL GROWTH OF NIM (*Azadirachta indica* A. juss.) IN SOILS OF ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO

Abstract - The aim this trial was to evaluate the critical levels of potassium in the soil and plant and evaluate its effect on the initial growth of Neem seedlings (*Azadirachta indica*), in two different soils of Zona da Mata de Pernambuco. The experiment was conducted in the glass greenhouse covered with shade. Samples were collected from two soil types in depth from 0,00 to 0,20 m. The seeds were sown in containers with a capacity of 1,0 dm³ of soil. The fertilization was done by applying doses of 0, 50, 100, 150 e 300 mg.dm⁻³ of K. Experimental design used was Completely Randomized (CRD) with factorial arrangement 2 x 5 with four replications. After the experimental period,

measurements of height and diameter were made and the dry weight of shoot determined. After the removing of seedlings was carried out soil analysis for determination of critical levels of K recovered on the soil and collected the shoot for determination of critical levels in the plant. The critical levels of potassium on the soil and plant studied ranged from 49,62 to 109,62 mg.dm⁻³ and 0,95 to 1,06 mg.dm⁻³ respectively. It's concluded that the plants had a better development when cultivated on the Ultisol in all variables studied and with less critical level.

Key words: seedlings, Oxisol, Ultisol, Potassium Chloride, fertilization.

INTRODUÇÃO

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) é nativa do subcontinente da Índia e Mianmar, mas a ocorrência e expansão desta espécie têm superado seus limites naturais (MISHRA, 1995). Pertence a família das Meliáceas, a mesma do cinamomo, cedro e mogno. É utilizada há séculos no controle de insetos, pragas, nematóides, bactérias, na medicina humana, reflorestamento, produção de madeira, fabricação de creme dental, sabonetes, sabões, cosméticos, inseticidas, carrapaticidas, fungicidas, adubação e no paisagismo. É uma espécie muito pesquisada e com crescente utilização na Alemanha, Austrália, Canadá, países da África Central e recentemente no Brasil (IPBRAS, 2007).

Os produtos do nim, pela sua natureza, eficiência e baixa toxicidade ao homem e ao ambiente, vêm sendo bastante procurado. Por serem obtidos de planta, os produtos são totalmente biodegradáveis. Além disso, são bem menos tóxicos que os extratos de plantas que já vêm sendo utilizados em agricultura orgânica, como os de fumo e de timbós. Outras características dos produtos de nim, mais especificamente da azadiractina, favoráveis à sua utilização em agricultura orgânica, são: tem rápida degradação, não apresenta risco de poluição à água e ao solo, não é bioacumulável, não causa dano significativo à microflora do solo, não afeta a dehidrogenase e não influencia significativamente a mineralização do nitrogênio do solo. Além disso, foi considerada inócua à minhoca, organismo de grande importância na saúde do solo no cultivo orgânico (MARTINEZ, 2002).

As utilidades, especialmente aquelas relacionadas com propriedades biocidas, purificantes e anti-sépticas das várias partes do nim, bem como de seus extratos, têm sido bem documentadas. O óleo de nim é ingrediente de muitas loções, óleos de cabelos, cremes, shampoos e creme dental, na Índia e nos países ocidentais (MISHRA, 1995).

Dentre um grande conjunto de espécies arbóreas ou arbustivas de uso múltiplo, enquadra-se o nim, atendendo tanto os aspectos de fornecimento de azadiractina (um produto florestal não-madeireiro) quanto o fornecimento de produtos madeireiros, em adição aos benefícios ambientais proporcionados pelas árvores em geral, seja na forma de florestas ou por meio de plantios agroflorestais (RAMOS, 2002).

São inúmeras as pesquisas sobre a influência das condições edáficas e das exigências nutricionais na produção de mudas de espécies florestais. Estas pesquisas, quando direcionadas para a fase de crescimento inicial da planta, em ambiente controlado, resultam informações que

poderão identificar o potencial máximo de crescimento e a quantidade ideal de insumos na produção de mudas com boa qualidade e diminuição de custos com o manejo adequado da adubação (NOVAIS et al., 1991).

O conhecimento dos níveis críticos dos nutrientes no solo e nos tecidos vegetais possibilita uma recomendação mais precisa da adubação. Segundo Alvarez et al. (1988), o nível crítico corresponde ao teor do elemento na planta ou no solo abaixo do qual a taxa de crescimento ou a produção vegetal diminui significativamente, demonstrando a necessidade de adubação complementar.

O Potássio é um nutriente essencial envolvido em diversas funções vitais das plantas, como a respiração e fotossíntese, e também é importante no metabolismo dos carboidratos e do nitrogênio, no desdobramento e na translocação do amido, na síntese de proteína, na neutralização de ácidos orgânicos, na atividade de enzimas, no crescimento de tecidos meristemáticos, nos movimentos estomáticos e nas relações hídricas (GOMES e PAIVA, 2004).

O presente trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito do Potássio, no crescimento inicial das mudas de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), em dois diferentes solos da Zona da Mata de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 60 dias compreendido entre 10/01/07 a 11/03/07, em estufa de vidro coberta com sombrite do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife-PE, situado a 5°08'00" de latitude Sul e 34°56'66" de longitude Oeste e 18 m de altitude.

O clima é do tipo As', tropical costeiro ou "Pseudo-tropical da Costa Nordestina", quente (temperatura mínima de 18°C) e úmido, de acordo com a classificação de W. Koppen (COUTINHO et al., 1998).

Foram coletadas amostras de dois tipos de solos na profundidade de 0,0 a 0,20 m, sendo os mesmos de diferentes locais da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. O primeiro tipo de solo amostrado foi o ARGISSOLO AMARELO Distrófico (PAd), localizado na Zona da Mata Norte, no Município de Aliança (PE), coordenadas 07°36'20" S e 35°08'43" W, cultivados com mandioca, banana e mamão. O segundo solo amostrado foi o LATOSSOLO AMARELO Distrófico (LAd), localizado na Zona da Mata Sul, no Município de Rio Formoso (PE), coordenadas 08°39'32" S e 35°09'21" W,

sendo este uma área de transição entre um fragmento florestal e um plantio de cana-de-açúcar. Os solos foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

As amostras foram colocadas para secar ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura, e posteriormente, caracterizadas química e fisicamente (Tabelas 1 e 2), segundo a metodologia da (EMBRAPA, 1997).

Tabela 1. Características químicas de amostras do Argissolo Amarelo (PAd) e do Latossolo Amarelo (LAd) da Zona da Mata de Pernambuco, usados para cultivo de Nim (*Azadirachta indica*)

Característica ¹	PAd	LAd
pH	6,00	5,66
Carbono Orgânico (g.kg ⁻¹)	5,04	14,16
Matéria Orgânica (g.kg ⁻¹)	8,69	24,41
P (mg.dm ⁻³)	9,67	2,72
K ⁺ (cmol _c /dm ³)	0,17	0,23
Na ⁺ (cmol _c /dm ³)	0,38	0,46
Ca ⁺² + Mg ⁺² (cmol _c /dm ³)	1,50	2,60
Ca ⁺² (cmol _c /dm ³)	1,05	1,60
Al ⁺³ (cmol _c /dm ³)	0,00	0,45
H+Al	2,58	3,95
SB*	2.05	3,29
CTC _{ef} *	2.05	3,74
CTC*	4,63	7,24
V%*	44,28	45,44

* SB = soma de bases, CTC_{ef} = CTC efetiva, CTC = CTC potencial, V = saturação de bases

^{1/} Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da UFRPE. Métodos analíticos: pH em água, carbono orgânico pelo método de Walkley e Black; P e K extraídos por Mehlich-1; Al, Ca e Mg extraídos por KCL com 1mol/L e H + Al extraído com acetato de cálcio (EMBRAPA, 1997).

Tabela 2. Características físicas de amostras do Argissolo Amarelo (PAd) e do Latossolo Amarelo (LAd) da Zona da Mata de Pernambuco, utilizados no cultivo de Nim (*Azadirachta indica*)

Característica ¹	PAd	LAd
Densidade (g/cm ³)		
Solo	1,72	1,25
Partículas	2,50	2,63
Porosidade total (%)	31,20	52,47
Granulometria (g.kg ⁻¹)		
Areia	846,0	384,0
Argila	102,0	484,0
Silte	52,0	132,0
Relação Silte/Argila	0,51	0,34
Argila natural (g.kg ⁻¹)	32,0	144,0
Grau de floculação (%)	68,63	62,50
Classe textural	Areia Franca	Argilo-Arenoso
Umidade (1/3 Atm) (%)	9,06	20,74
Umidade (15 Atm) (%)	5,33	13,13
Água disponível	3,73	7,61
Condutividade Hidráulica (cm/h)	37,24	26,67

^{1/} Análises realizada no Laboratório de Física do Departamento de Agronomia da UFRPE, seguindo a metodologia descrita pela (EMBRAPA, 1997).

Antes da aplicação dos tratamentos com fertilizantes e da sementeira, o solo foi separado na quantidade igual a 1,0 dm³ para cada recipiente, e em seguida o solo foi colocado dentro de uma bandeja junto com a dose do nutriente determinada e misturado até ficar bem homogêneo. As adubações foram feitas antes da sementeira e em uma única aplicação.

A adubação Potássica foi aplicando-se as doses de 0, 50, 100, 150 e 300 mg.dm⁻³ de solo, utilizando-se cloreto de potássio como fonte. Após essas aplicações todos os solos receberam uma dosagem de 50 mg.dm⁻³ de Nitrogênio tendo como fonte o cloreto de amônio, para melhor desenvolvimento das plantas.

As sementes de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) foram doadas pela Usina Cruangi localizada no município de Timbaúba - PE, e coletadas no próprio plantio pertencente à Usina. Após coletadas as sementes, estas foram armazenadas por um período de sete dias no laboratório de análise de sementes florestais - LASF do

Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e sementeiras em recipientes emborrachados com capacidade de 1,0 dm³ de solo, colocando-se três sementes por recipiente. Após 15 dias da germinação foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma planta por recipiente.

O experimento foi conduzido por um período de 60 dias, em estufa de vidro coberto com sombrite. Durante esse período foi feita a irrigação das plantas, com água destilada, de modo a manter os solos com aproximadamente 60% da capacidade máxima de retenção de umidade.

Também durante esse período foram medidas as temperaturas (máximas e mínimas), utilizando termômetro graduado que foi suspenso dentro da estufa de vidro, no meio do experimento. As medições foram realizadas três vezes por dia durante todo o período experimental (Figura 1).

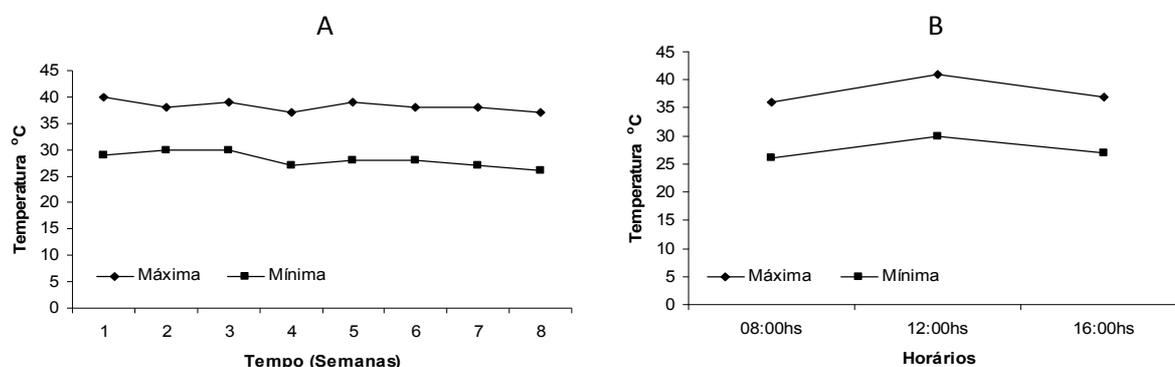


Figura 1. Temperaturas médias °C (máximas e mínimas) registradas semanalmente (A) e nos horários de 08:00, 12:00 e 16:00 horas (B), durante todo o período experimental em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE.

Transcorrido o período de 60 dias, as plantas foram submetidas a algumas avaliações com relação à altura das plantas, utilizando-se uma régua graduada, e do diâmetro na altura do colo, utilizando-se um paquímetro. Em seguida, foi realizada a colheita das plantas rente ao solo, sendo as mesmas acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de $\pm 70^{\circ}\text{C}$, até atingir peso constante. Posteriormente esse material foi pesado, para determinação da matéria seca da parte aérea (MSPA). Depois esse material foi moído em moinho tipo Willey, com peneira de 2 mm de abertura de malha, e acondicionado em recipientes de vidro para posterior análise química, para determinação dos teores de K.

Após a retirada das plantas, foi tomada uma amostra do solo de cada recipiente, para a determinação da concentração do potássio nos solos, utilizando-se o extrator Mehlich-1, segundo a metodologia da EMBRAPA, (1997).

Na parte aérea das plantas, foram realizadas análises químicas para determinação de potássio, por meio de

digestão nitro-perclórica. A partir do extrato obtido foram feitas as determinações do K, por fotometria de chama (MALAVOLTA et al., 1997).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo em esquema fatorial 2 x 5 (dois solos e cinco doses de potássio), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições, totalizando 100 plantas.

Os resultados das variáveis do solo e da planta foram submetidos à Análise da Variância, em função das doses de K adicionadas ao substrato. Foram também ajustados modelos de regressão entre as variáveis dependentes e os tratamentos aplicados. A partir dessas equações, foram determinados os níveis críticos de potássio no solo e na planta.

Após o ajuste das equações de regressão para estimar a altura, o diâmetro e a produção de matéria seca da parte aérea (Y) em função das doses de Potássio aplicado (K; mg.dm⁻³), para cada solo, foi determinado qual o nível do nutriente no solo e na planta, responsável por 100% da produção máxima, e devido a grande importância de se

trabalhar com dose para máxima eficiência econômica, foi determinado doses para 90% da produção máxima. Esse valor foi substituído nas equações de regressão, para o potássio recuperado pelo extrator utilizado em função do potássio adicionado, obtendo-se assim, o nível crítico de K no solo e na planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições em que foi realizados o experimento, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) apresentou crescimento distinto em função dos solos estudados e das doses de fósforo e de potássio aplicadas, e aos solos estudados

(Tabela 4), sendo significativamente superior, o desenvolvimento da espécie no PAd (ARGISSOLO AMARELO Distrófico) quando comparado com o LAd (LATOSSOLO AMARELO Distrófico).

Pode-se observar na Tabela 3, os valores médios para todas as características estudadas (altura, diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea das plantas), em função dos solos estudados, em que se percebe que ocorreu uma diferença significativa de desenvolvimento das plantas entre os solos estudadas, em todos os parâmetros avaliados, sendo os maiores valores obtidos no PAd em comparação ao LAd.

Tabela 3. Valores médios para as características altura, diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea de nim (*Azadirachta indica*), em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco

Solos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA(g)
PAd	26,60 a	3,2 a	1,2 a
LAd	23,50 b	2,8 b	0,8 b
CV%	14,45	8,44	34,38

* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$)

Uma das explicações para estes resultados é que um dos solos utilizado, o LAd, possui textura mais argilosa, onde a capacidade de adsorção de fósforo, geralmente é elevada, tendendo a reduzir o nível de fósforo disponível na solução para as plantas. Segundo Silva (2002), quando se aplica uma fonte solúvel de fósforo, normalmente mais de 90% do aplicado é adsorvido na primeira hora de contado com o solo. Passos (1994) explica também que, em solos argilosos o maior parte do fósforo aplicado é rapidamente fixado, não permanecendo prontamente disponível para as plantas, o que explica porque em geral há maiores e mais rápidas respostas das plantas às doses de fósforo aplicadas aos solos menos argilosos.

No caso do potássio, em solos argilosos, é necessário uma quantidade bem maior de fertilizante, do que em relação a solos arenosos, para que possa manter um elevado nível de potássio na solução do solo. Desse modo, os solos argilosos possuem maior capacidade tampão do que os solos arenosos, sendo capazes de manter a concentração de potássio em solução a um nível quase constante durante muito tempo, dificultando assim, o deslocamento desse nutriente para que a planta possa utilizá-lo.

Uma outra explicação para esse maior desenvolvimento das plantas no solo arenoso está

relacionado à maior porosidade que o mesmo apresenta, contribuindo assim, para que os nutrientes tenham maior movimentação e maior facilidade de entra em contato com o sistema radicular das plantas.

Na determinação dos teores de potássio recuperados pelo extrator Mehlich-1, após a incubação das amostras de solos, em função das doses de potássio aplicadas, ajustaram-se modelos lineares com elevados coeficientes de determinação (Tabelas 4).

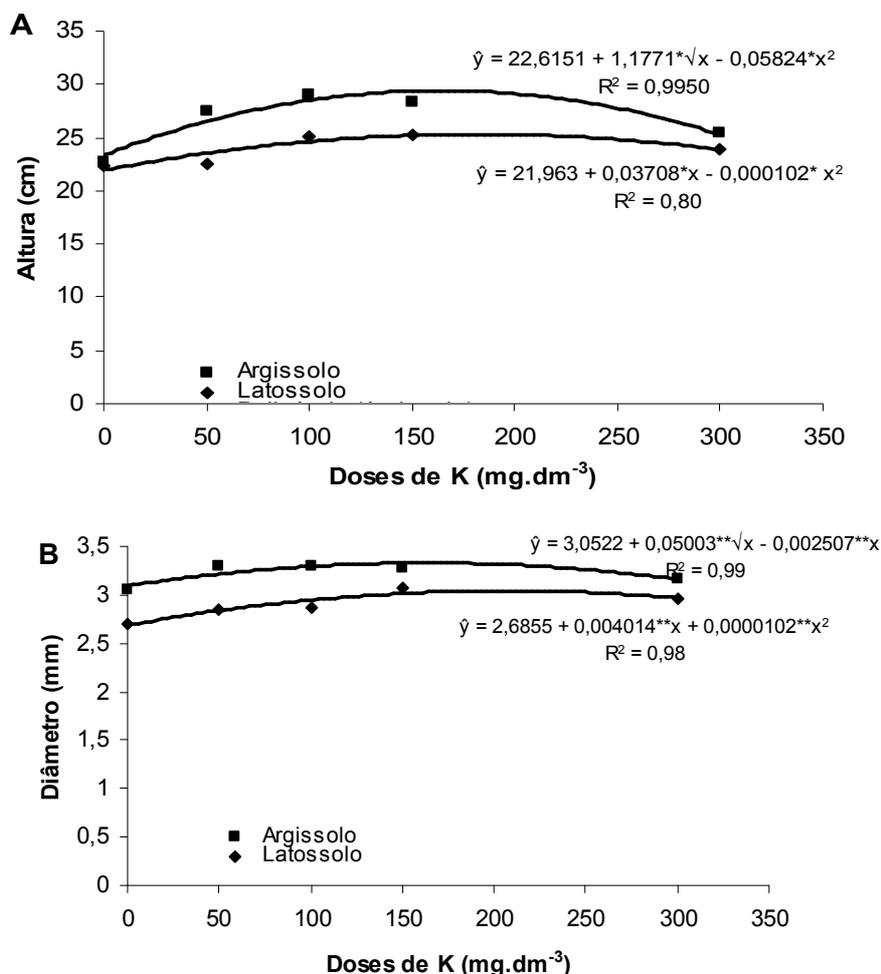
A menor recuperação entre os solos estudados foi obtido no PAd, pelo extrator utilizado, provavelmente por ser um solo de textura arenosa. Este fato vem demonstrar a maior dificuldade de extração do potássio pelas plantas nos solos argilosos, em virtude da maior capacidade de adsorção desse cátion no complexo, demonstrando que é necessária a aplicação de altas doses de potássio nos solos argilosos para se ter uma determinada concentração de potássio em solução, disponível para a planta. Assim, o nível crítico de potássio nos solos argilosos será superior ao dos solos arenosos, nos quais, devido à sua baixa capacidade de troca, a maior parte do potássio aplicado permanecerá em solução, sendo prontamente absorvido pelo vegetal ou perdido por lixiviação.

Tabela 4. Potássio recuperado pelo extrator Mehlich-1, após a incubação de dois solos da Zona da Mata de Pernambuco, com diferentes doses de Potássio adicionado

Solos	Doses de K (mg.dm ⁻³)	Potássio recuperado (mg.dm ⁻³) Mehlich-1	Equações
PAd	0	48,09	$\hat{y} = 48,35 + 0,502^{**}x$ $R^2 = 0,99$
	50	68,62	
	100	96,93	
	150	134,01	
	300	195,00	
LAd	0	74,00	$\hat{y} = 91,595 + 0,714^{**}x$ $R^2 = 0,98$
	50	136,76	
	100	179,12	
	150	202,15	
	300	298,91	

Na Figura 2 ilustra os valores médios de altura (A), do diâmetro no colo (B) e da produção de matéria seca das plantas (C) de *Azadirachta indica*, 60 dias após a

semeadura, em função das doses de potássio aplicadas, e das equações que melhor se ajustaram a essas variáveis.



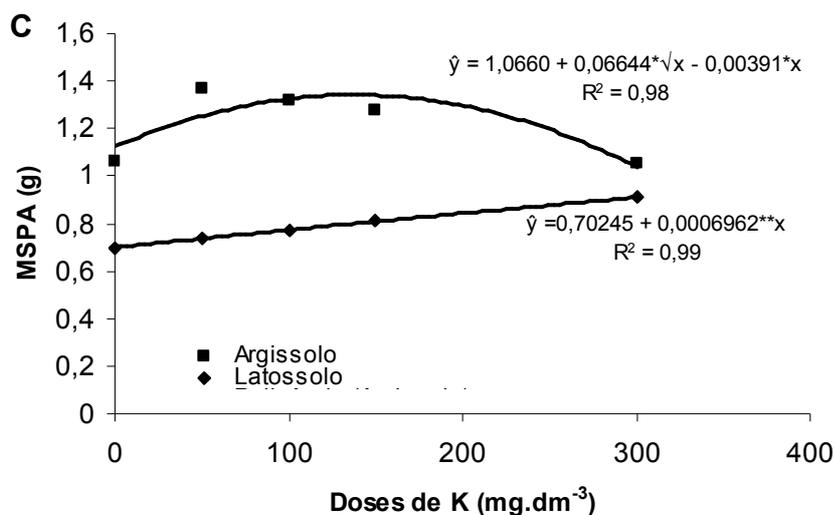


Figura 2. Efeito das doses de potássio sobre o crescimento em altura (A), o diâmetro (B) e a matéria seca da parte aérea - MSPA (C) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura, nos solos estudados

Verifica-se que os resultados obtidos para a altura e para o diâmetro no colo das plantas de *Azadirachta indica* nos dois tipos de solo estudados (Figuras 2), e a produção de matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas no PAd e LAd (Figuras 2 C), apresentaram respostas quadráticas ou raiz quadradas, para as doses aplicadas de potássio, sendo possível estimar as doses recomendadas, com as quais, por meio da diferença entre as doses de potássio aplicadas e potássio recuperado (Mehlich-1) no solo, foram estimados os níveis críticos de potássio (Tabela 5) para o desenvolvimento da *Azadirachta indica*.

Já para a produção de matéria seca da parte aérea das plantas no LAd, houve efeito crescente, linearmente, em resposta às doses de potássio aplicadas (Figura 2 C). Assim, não foi possível o estabelecimento de níveis críticos de potássio para a *Azadirachta indica*, com base na produção de matéria seca, neste solo.

Esta resposta linear ocorrida no LAd, para produção de matéria seca da parte aérea das plantas de *Azadirachta indica*, em função do potássio aplicado, pode ter sido devido ao elevado teor de argila (48,40%), pois segundo Prezotti (1985), trabalhando com níveis críticos de K em mudas de Eucalipto explica que solos argilosos requerem quantidades de fertilizantes potássicos bem maiores que os de texturas mais grosseiras para manter um determinado nível de potássio em solução, devido à grande capacidade

de adsorção destes solos e, como consequência, uma menor disponibilidade de nutrientes para o vegetal.

Podemos observar, na Tabela 5, as doses recomendadas e os níveis críticos de potássio no solo (Mehlich-1), tomando por base o crescimento em altura, o diâmetro no colo e a matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura. Os valores de níveis críticos de potássio no solo de textura arenosa PAd atingiram valores na faixa de 49,6 a 59,13 mg.dm⁻³ de K (Mehlich-1), entretanto, o solo de textura argilosa LAd apresentou valores de nível crítico na faixa de 108,18 a 109,62 mg.dm⁻³ de K (Tabela 9).

Já Barros e Novais (1999) cultivando mudas de *E. urophylla* encontraram em solo arenoso níveis críticos de potássio em torno de 20 mg.dm⁻³ e em solo argiloso 27 mg.dm⁻³.

No estudo em questão, verificou-se que os valores obtidos nos solos estudados em função do potássio, foi o inverso quando comparados com o fósforo, onde os níveis do potássio no PAd foi inferior aos encontrados no LAd. Os resultados dessa avaliação indicam que, em solos arenosos, mesmo quando pequena quantidade de fertilizante potássico é adicionada, grande parte deste nutriente permanece em solução, sendo prontamente absorvido pelo vegetal, colaborando para um nível crítico relativamente baixo.

Tabela 5. Doses recomendadas e níveis críticos de potássio no solo (Mehlich-1), considerando o crescimento em altura (Alt.), diâmetro do colo (Diâm.) e matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de *Azadirachta indica* aos 60 dias após a semeadura, em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco

Solo	Doses para Máxima Produção			Doses para 90% Prod. Máx.			Níveis Críticos no Solo 90% Prod. Máx.		
	Alt.	Diâm.	MSPA	Alt.	Diâm.	MSPA	Alt.	Diâm.	MSPA
PAd	102,26	99,60	72,08	3,10	21,48	2,55	49,90	59,13	49,62
LAd	181,76	196,76	-	25,24	23,23	-	109,62	108,18	-

mg.dm⁻³

Portanto, como pode ser observado, o nível crítico de potássio no solo de textura argilosa é superior ao do solo de textura arenosa. Este fato pode ser atribuído à maior quantidade de cargas negativas nos solos argilosos, sendo o potássio retido com maior energia do que no solo arenoso, necessitando assim, de uma maior quantidade de potássio, para saturar o complexo de troca e manter, portanto, uma determinada concentração do nutriente na solução do solo, acarretando, assim, a elevação do nível crítico de potássio.

A determinação de níveis críticos no solo é um processo de grande importância, pois a produção comercial de mudas florestais é efetuada, na maioria dos casos, em pequenos recipientes, e se adotando um nível crítico baixo e trabalhando com solos pobres em potássio, provavelmente a quantidade de fertilizante potássico

As doses de potássio estimadas (DE) para as mudas de *Azadirachta indica* atingirem 90% da produção máxima (Figura 5), em relação às doses de potássio aplicado foi menor no PAd quando comparado com LAd, os valores apresentados no PAd variaram de 2,55 a 21,48 mg.dm⁻³, já no LAd a variação foi de 23,23 a 297,00 mg.dm⁻³.

A partir das doses de potássio aplicadas para obtenção de 90% da produção máxima (Figura 5) e dos ajustes matemáticos entre os teores de potássio disponível no solo pelo método de Mehlich-1, em função das doses de potássio aplicadas, estimaram-se os níveis críticos de potássio no solo para a altura, e para o diâmetro no colo e para a produção de matéria seca da parte aérea.

Já para a produção de matéria seca da parte aérea no LAd, não foi possível determinar a dose recomendada nem o nível crítico no solo, devido a essa variável ter apresentado uma resposta linear às doses de potássio aplicadas.

adicionado ao solo seria insuficiente para um bom crescimento das mudas.

Novais et al. (1980) diz que, os níveis críticos de potássio no solo para *E. grandis*, na fase inicial do crescimento, está abaixo de 10 mg.dm⁻³ (Mehlich 1), já o solo é pobre em Ca e Mg. Para *E. cloeziana*, os valores estavam na faixa de 8 a 16 mg.dm⁻³, sendo que os valores mais altos foram obtidos para solos que receberam calagem. Ainda em relação ao nível crítico de potássio no solo para o crescimento de mudas de *E. grandis*, Prezotti (1985) verificou que os níveis para obtenção de 90% da produção máxima foram de 28 a 34 mg.dm⁻³ para solos de textura média a arenosa e 35 a 40 mg.dm⁻³ para os de textura argilosa. Estes valores foram mais altos que os encontrados por Novais et al. (1980), sendo justificados em razão do pequeno volume de solo (400 cm³) que foi utilizado para a produção das mudas.

Diante disso, pôde-se observar que os valores dos níveis críticos variaram entre os solos estudados, onde os menores valores foram obtidos no PAd e os maiores no LAd, com exceção da produção de matéria seca, que continuou crescendo até a dose máxima utilizada no experimento no LAd para produção de matéria seca da parte aérea (Tabela 5). Desse modo, os níveis críticos de potássio não se mostraram adequados para permitir uma produtividade igual ou superior a 90 % do rendimento máximo.

Na figura 3, estão as doses estimadas para obtenção de 90% da produção máxima em relação à altura, ao diâmetro no colo e a produção de matéria seca da parte aérea em função das doses de potássio aplicadas, obtidas dos ajustes matemáticos entre teores de potássio disponível no solo pelo método de Mehlich-1 em função das doses aplicadas.

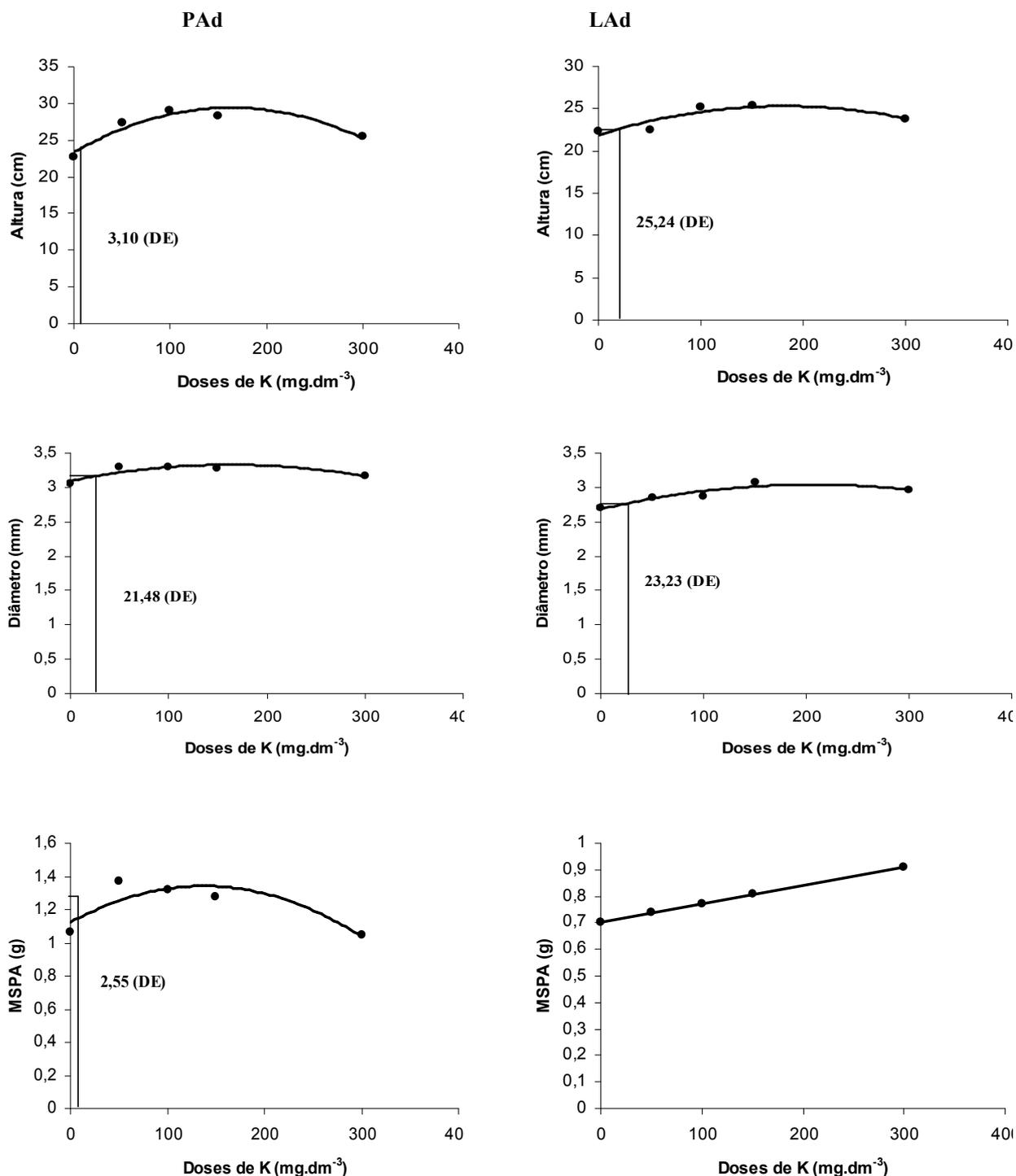


Figura 3. Crescimento em altura, do diâmetro no colo da produção de matéria seca em função das doses de fósforo e doses estimadas (DE) para obtenção de 90% da produção máxima em *Azadirachta indica*, em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco.

Os teores de potássio na matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *Azadirachta indica*, cultivadas por 60 dias em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco, com diferentes doses de potássio aplicadas, são observados na tabela abaixo, onde ajustaram-se modelos lineares com elevados coeficientes de determinação. Isso significa que com o aumento das dosagens de potássio, maior foi o teor de potássio na parte aérea das mudas, concordando com os trabalhos de Silveira et al. (1995) e

Camargo (1997), que também encontraram o maior conteúdo de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de *E. grandis* produzidas através de sementes e estacas, respectivamente. Silveira et al., (1995) observaram valores inferiores para matéria seca das folhas ($0,58 \text{ g.kg}^{-1}$), e do caule ($0,41 \text{ g.kg}^{-1}$) em mudas de *E. grandis* aos 97 dias, resultados semelhante aos encontrados para as mudas *Azadirachta indica* (Tabela 6).

Tabela 6. Teores de potássio na matéria seca da parte aérea (MSPA) de *Azadirachta indica*, cultivadas por 60 dias em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco, com diferentes doses de potássio adicionado

Solos	Doses de K (mg.dm^{-3})	Teores de potássio (g.kg^{-1}) Mehich-1	Equações
PAd	0	0,94	$\hat{y} = 0,9537 + 0,00090**x$ $R^2 = 0,97$
	50	0,98	
	100	1,06	
	150	1,11	
	300	1,21	
LAd	0	0,98	$\hat{y} = 1,0388 + 0,00080*x$ $R^2 = 0,82$
	50	1,11	
	100	1,14	
	150	1,20	
	300	1,25	

Verifica-se que os teores de potássio na matéria seca da parte aérea variaram de um mínimo $0,94 \text{ g.kg}^{-1}$ até um máximo $1,21 \text{ g.kg}^{-1}$ no PAd e de $0,98 \text{ g.kg}^{-1}$ a $1,25 \text{ g.kg}^{-1}$ no LAd para as mudas de *Azadirachta indica* (Tabela 9). De acordo com Malavolta et al., (1997), o teor mínimo é inferior ao teor considerado como nível crítico ($0,95 \text{ g.kg}^{-1}$) enquanto que o teor máximo é superior aos teores considerados como suficientes para espécies florestais ($1,0 \text{ g.kg}^{-1}$ a $12,0 \text{ g.kg}^{-1}$). A importância do potássio reside no fato de ser um elemento vital para o metabolismo vegetal, desenvolvendo diferentes atividades, ligadas às funções enzimáticas, de regulador osmótico e de controlador da abertura e fechamento dos estômatos (Marschner, 1995). Por outro lado Malavolta et al. (1997) menciona que o potássio interage com outros nutrientes, podendo influenciar a absorção de vários íons.

De forma geral, os teores de potássio nas mudas de *Azadirachta indica* no LAd foram semelhantes ou um pouco superiores àqueles encontrados no PAd, apesar do teor de potássio no PAd ser bem maior do que o teor no LAd.

Os resultados encontrados neste trabalho, com relação ao teor de potássio na matéria seca da parte aérea, corroboram com os resultados encontrados por Dantas (2005), que avaliando os teores de potássio em mudas de nim, encontrou valores que variavam de $1,3$ a $1,5 \text{ g.kg}^{-1}$ de K na parte aéreas das mudas cultivadas em um Neossolo. Tais resultados concordam ainda com trabalhos de Carvalho Filho et al., (1997), que estudando a matéria seca da parte aérea da glicíndia cultivada por 90 dias em

um estudo de campo, encontraram teores de potássio de $1,60 \text{ g.kg}^{-1}$.

Outros resultados que confirmam os valores encontrados na matéria seca da parte aérea das plantas de *Azadirachta indica*, são os teores encontrados por Morais et al. (1990) em *E. grandis* na região de Viçosa/MG e de Paraopeba/MG e por Bellote (1993) em *E. grandis* na região de Mogi Guaçu/SP. Em ambos os estudos, o teor de potássio foi na faixa de $0,90$ a $1,50 \text{ g.kg}^{-1}$ de K.

Com relação aos teores encontrados de potássio na parte aérea das plantas de nim esses valores se assemelham com os de Haag et al. (1996) que estudando a composição mineral da matéria seca da parte aérea de cinco espécies de *Eucalyptus* na condição de campo, e encontraram diferenças na concentração dos nutrientes, principalmente na dos macronutrientes. De maneira geral, as maiores concentrações foram observadas no *E. grandis*, quando comparado a outras espécies. Em relação ao potássio, houve variações significativas, as quais obedeceram a seguinte ordem decrescente de concentração: *E. grandis* ($2,1 \text{ g.kg}^{-1}$) > *E. saligna* ($1,7 \text{ g.kg}^{-1}$) > *E. robusta* ($1,5 \text{ g.kg}^{-1}$) > *E. microcorys* ($1,4 \text{ g.kg}^{-1}$) = *E. resinifera* ($1,4 \text{ g.kg}^{-1}$).

Para avaliação do nível crítico adotou-se o critério estabelecido por Ulrich e Hills (1973), que definiu o nível crítico como a concentração do nutriente que corresponde a 90% da produção máxima da cultura, estabelecendo na tabela 12, as doses recomendadas e os níveis críticos de potássio na planta, tomando por base o crescimento em altura, o diâmetro do colo e a matéria seca da parte aérea

- BRECHT, A. Multiplicação e Manejo da Árvore. In: MARTINEZ, S. S. ed. **O Nim - *Azadirachta indica* – natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina, IAPAR, 2002. p. 81 -89.
- BELMIRO P.; CARLOS M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss)"**; Nogueira. Goiânia: EMBRAPA – CNPAF, 1996. p. 46.
- BELLOTE, A.F.J.; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Boletim Pesquisa Florestal**, v.26/27, p.17-65. 1993.
- BORTOLUZZI, E.C., et al. Evolução mineralógica de um solo arenoso do Rio Grande do Sul afetado pela fertilização potássica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, SP, v. 29, p.327-335, 2005.
- CAMARGO, M.A.F. **Matéria seca, concentração e conteúdo de macronutrientes em mudas de clones de eucalipto, em função da idade**. Piracicaba. 1997. 94f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo,SP.
- CARVALHO FILHO, O.M.; DRUMOND, M.A.; LANGUIDEY, P.H. ***Gliricidia sepium* - leguminosa promissora para regiões semi-áridas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 17p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 35).
- CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O.F.;VERNEQUE, R.S. Níveis críticos externos e internos de fósforo de duas leguminosas tropicais em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, SP, v. 13, p.311-314, 1993.
- COUTINHO, R.Q.; LIMA FILHO, M. F. de ; SOUZA NETO, J. B. Característica climática, geomorfológica e geotécnica da Reserva Ecológica de Dois Irmãos In: **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudo em um remanescente de Mata Atlântica em área Urbana** (Recife – Pernambuco- Brasil). Recife: Universitária, 1998. 326p.
- DANIEL, O; VITORINO, A.C. T.; ALOVIS, A. A. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21 n.2, p. 163-168,1997.
- DANTAS, J. S. **Absorção de N, P, K de três espécies florestais em relação ao estresse hídrico e adubação orgânica em dois solos do Semi-Árido da Paraíba**. 2005. 36f. Dissertação - (Mestrado em Manejo de Solo e Água) pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- ELLET, C.W. Soil fertility and disease development. **Better crops with plant food**, v.57, p. 6-8, 1973.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2006. 306p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives**. 2nd ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 225 p.
- FABRES, A.S.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; CORDEIRO, A.T. Níveis críticos de diferentes frações de P em plantas de alface cultivadas em diferentes solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.51-57, 1987.
- FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.
- FONSECA, D.M. **Níveis críticos de fósforo em amostra de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa***. 1987. 146f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- FURTINI NETO, A.E. **Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus* spp**. 1994. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GONÇALVES, J.L.M.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Níveis críticos de fósforo no solo e na parte aérea de eucalipto na presença e na ausência da calagem. **Revista Árvore**, Viçosa, v.10, n.1, p.91-104, 1986.
- GONÇALVES, J.L.M. et al. Cinética de absorção de fósforo em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.9, p.107-111, 1987.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. - Viçosa: UFV, 2004. 116p.

- HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.; POGGIANI, F.; FERREIRA, C.A. Análise Foliar de cinco espécies de *Eucalyptus*. **IPEF**, n.13, p.99-115, 1996.
- HUBER, D.M.; ARNY, D.C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D. (Ed.). **Potassium in Agriculture**, Madison: ASA, CSSA and SSA, 1985. p.467-488.
- INSTITUTO HORUS. **Descrição e fenologia da espécie**. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Az_indica.htm>. Acesso em: 20 ago. 2007.
- IPBRAS. **Neem: A árvore da vida é solução para agricultores e pecuaristas brasileiros**. Disponível em: <<http://www.neem.ipbras.com.br>>. Acesso em: 20 ago. 2007.
- ISMAEL J.J.; VALERI S.V.; CORRADINI L.; ALVARENGA S.F.; VALLE C.F.; FERREIRA M.E.; BANZATTO D.A. Níveis crítico de fósforo no solo e nas folhas para a implantação de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em quatro tipos de solos. **Scientia Forestalis**, Santa Maria, n.54, p. 29-40, 1998.
- KUMAR, S.; JATTAN, S. S. Neem – A green contraceptive. **The Indian Forester**, Índia, v. 121, n. 11, p. 1006-1008, 1995.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação** 2.ed. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa do fosfato. 1997. 201p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: CERES, 2006. 631 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, S.S. Situação atual e perspectivas do uso do nim no Brasil. In: **O nim: *Azadirachta indica* – natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002, Cap. 11, p. 121-127.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1978. 593p.
- MIELNICZUK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.1,n.2-3, p.55-61,1977.
- MISHRA, R. N. Neem improvement research at arid forest research institute, Jodhpur. **The Indian Forester**, Índia, v. 121, n. 11, p. 997-1002, 1995.
- MOURA FILHO, G. **Disponibilidade de fósforo em amostras de solos de várzeas**. 1990. 76f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MOURÃO, S. A.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, J. C.; JHAM, G. N. **Nim Indiano (*Azadirachta indica* A. JUSS) mil utilidades**. (Boletim de Extensão) - Viçosa: UFV, n.47, 26 p. 2004.
- MORAIS, E.J.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; BRANDI, R.M. Biomassa e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.3, p.353-62, 1990.
- NAVA, G. **Nutrição e rendimento de macieira em resposta às adubações nitrogenadas e potássicas e ao déficit hídrico**. 2007. 114f. Tese (Doutorado e Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP.
- NEVES, J.C.L. **Aspectos nutricionais em mudas de *Eucalyptus* spp: tolerância ao alumínio e níveis críticos de fósforo no solo**. 1988. 87f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- NOVAIS, R.F.; RÊGO, A.K.; GOMES, J.M. Nível crítico de potássio no solo e na planta para o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v.4, n.1, p.14-23, 1980.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus* spp. Níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista Árvore**, viçosa, v.10, n.1, p. 105-111, 1986.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. **Nutrição mineral do eucalipto**. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C.L. ; BARROS, N. F. de. Ensaio em ambiente contrilado.In: OLIVEIRA, A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991, p. 189.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais**. Viçosa, MG.: UFV, 1999. p.399.
- NOVELINO, J.O. **Disponibilidade de fósforo ao longo do tempo em solos altamente intemperizado avaliadas por extratores químicos e crescimento vegetal**. 1999. 70f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- OLIVEIRA, W. de. Nova espécie amplia opções de plantio. **Revista da Madeira**, n. 69, ano 12, p.18-23, 2003.
- PARON, M. E. **Fósforo, nitrogênio e fungos micorrízicos em espécies arbóreas em solos da área de influência da hidrelétrica**. 1995. 68f. Dissertação - (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PASSOS, M. A. A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial de Algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 54f Tese - (Doutorado em solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. 2 ed. Berne, International Potash Institute, 1990. 363p.
- PREZOTTI, L.C. **Nível crítico de potássio no solo para produção de mudas de eucalipto**. Viçosa, 1985. 45f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres, 1991. p. 343.
- RAMOS, A. L. M. Reflorestamento e Sistemas Agroflorestais com Nim. In: MARTINEZ, S. S. ed. **O Nim - *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina, IAPAR, 2002. p. 97-109.
- RENÓ, N. **Requerimentos nutricionais e resposta ao P e fungo micorrízico de espécies nativas no Sudeste brasileiro**. 1994. 62f. Dissertação - (Mestrado em solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ROCHA, R.C. **Desenvolvimento de espécies arbóreas com e sem micorrização transplantada para solo degradado contendo doses crescentes de fósforo**. 1995. 74f. Dissertação - (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ROSSI, C. **Crescimento e nutrição do braquiário em Latossolo dos Campos das Vertentes (MG) sob influência da Calagem em fontes de fósforo**. 1995. 65f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SILVA E.M.B. **Níveis Críticos de Fósforo para *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu em Solos de Referência de Pernambuco**. 2002. 67f. Dissertação - (Mestrado em Ciências do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E. F.; SHIBATA, F. Absorção de macronutrientes pelas mudas de *E. grandis* em condição de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995a. **Anais...**, Viçosa: SBSCS, 1995. p. 839-41.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; TAKAHASHI, E.N.; SGARBI, F.; BRANCO, E.F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva (compact disc). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Solo-suelo 96 **Anais...** Piracicaba: SBSCS/SLCS. 1996.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: Diagnose visual, foliar e suas interpretações (compact disc). In: Simpósio Sobre Fertilização e Nutrição Florestal: Piracicaba, 1999. Simpósio Sobre Fertilização e Nutrição Florestal 99, **Anais...** Piracicaba: IPEF/ESALQ/USP.
- SILVEIRA, R.L.V.A. **Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden cultivadas em solução nutritiva**. 2000. 182f. Tese - (Doutorado em solos e Nutrição de Plantas) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo, SP.
- SOUZA, J. M. J. **Efeito da calagem e do fósforo no crescimento inicial de *Moringa oleifera* Lam.** 2000. 32f. Dissertação - (Mestrado em Ciências do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003. **Anais**. POTAFOS/ANDA. São Pedro, SP. 2003.
- SOUSA, D.M.G.; MARTHA, JUNIOR. G.B.; VILELA, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., Piracicaba, 2004. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2004. p.101-138.
- ULRICH, A.; HILLS, F.J. Plants analysis as an aid fertilizing sugar crops: part 1. Sugar beets. Principales and practices of plant analysis. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. (Ed.) Soil testing and plant analysis. Madison: **Soil Science Society of America**, 1973. p.271- 288.

Recebido em 13/11/2009

Aceito em 10/03/2010