



Revista de Biologia e Ciências da Terra
ISSN: 1519-5228
revbiocieter@yahoo.com.br
Universidade Estadual da Paraíba
Brasil

Rocha Alves, Allyson; Amaral Passos, Marco Antônio; Aleixo da Silva, José Antonio; Galvão dos Santos Freire, Maria Betânia
Níveis críticos de fósforo para crescimento inicial de nim (Azadirachta indica A. juss.) em solos a zona da Mata de Pernambuco
Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 8, núm. 1, primer semestre, 2008, pp. 240-250
Universidade Estadual da Paraíba
Paraíba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50080127>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Níveis críticos de fósforo para crescimento inicial de nim (*Azadirachta indica A. juss.*) em solos a zona da Mata de Pernambuco

Allyson Rocha Alves⁽¹⁾, Marco Antônio Amaral Passos⁽²⁾, José Antônio Aleixo da Silva⁽²⁾ e Maria Betânia Galvão dos Santos Freire⁽³⁾

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar os níveis críticos de fósforo no solo e na planta e avaliar seu efeito, no crescimento inicial das mudas de nim (*Azadirachta indica A. Juss*), em dois diferentes solos da Zona da Mata de Pernambuco. O experimento foi conduzido em estufa de vidro e com sombrite. Foram coletadas amostras de dois tipos de solos na profundidade de 0,0 a 0,20 m, em diferentes regiões do Estado Pernambuco, posteriormente as mesmas foram caracterizadas química e fisicamente. As sementes foram semeadas em recipientes com capacidade de 1,0 dm³. A adubação foi feita aplicando-se as doses de 0, 100, 200, 400 e 600 mg.dm⁻³ de P. Foi empregado o DIC, com fatorial 2 x 5 (dois tipos de solo, cinco doses de fósforo) 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 P 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 fósforo nos solos estudados variaram de 6,25 a 34,85 mg/dm³ e na planta variaram de 0,67 a 1,22 mg.dm⁻³. Concluímos que as plantas tiveram um melhor desenvolvimento quando cultivadas no Argissolo em todas as variáveis estudadas e com menor nível crítico.

Palavras-chaves: mudas, adubação, fosfato, Argissolo, Latossolo.

Critical levels of phosphorous for initial growth of nim (*Azadirachta indica A. juss.*) in soils on atlantic rain forest of Pernambuco

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the critical levels of match and to evaluate your effect, in the initial growth of seedlings of nim (*Azadirachta indica A. Juss*), in two different soils on Atlantic rain forest of Pernambuco. The experiment was led at greenhouse. Samples of two types of soils were collected in the depth from 0.0 to 0.20 m, in different areas of the State of Pernambuco, later, characterized chemistry and physically. The semeadura was made in recipients with capacity of 1,0 dm³. The fertilization was made being applied the doses of 0. 100. 200. 400 and 600 mg.dm⁻³ of P. was used DIC, with factorial 2 x 5 (two soil types, five match doses) with four repetitions. Elapsed the experimental period, the height measurements were made, and of the diameter and certain the weight of the matter evaporates of the aerial part, after the retreat of the seedlings they were made analyses of the soil and collected the aerial part of the plants for determination of the critical levels in the plant, for the determinations of recovered P and determination of the critical levels of the soil. The critical levels of match in the studied soils varied from 6.25 to 34.85 mg.dm⁻³ in the plant varied from 0.67 to 1.22 mg.dm⁻³. Concluded that the plants had a better development when cultivated in Argisol in all the studied variables and with smaller critical level.

Keywords: seedling, fertilization, phosphorous, Argisol, Latosol.

1 INTRODUÇÃO

O nim ou neem (*Azadirachta indica* A. Juss) já foi chamada de árvore divina, árvore curadora milagrosa e árvore para solucionar os problemas globais por pesquisadores de agricultura orgânica de todo o mundo. Originária da Índia e da Birmânia, recentemente introduzida no Brasil, é utilizada desde 1500 a.C. O seu nome, neem (em Português nim), vem do sânscrito e significa “curador” ou “aliviador de doenças”, devido ao grande número de fórmulas preparadas com seus princípios ativos e, posteriormente, comprovadas pela pesquisa científica (Mourão et al., 2004).

É uma espécie que possui características tropicais, ocorrendo em toda a América Central, Sul do Pacífico, Mianmar, Paquistão, Sri Lanka, Indonésia, Papua, Nova Guiné e Malásia. Acredita-se que no Brasil sua introdução oficial ocorreu em 1984, por intermédio de um experimento em Brasília (OLIVEIRA, 2003). A mesma possui um poder inseticida nas suas folhas e sementes resultante da combinação de 10 substâncias, o extrato obtido destas partes da planta age de forma diferente em cada praga, eliminando algumas e atuando como repelente em outras. Sua eficiência tem sido comprovada no combate a pulgões, lagartas em geral, cochonilhas, ácaros, brocas, besouros, gafanhotos, nematóides, carapatos, bernes e também trips (Belmiro & Carlos, 1996).

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, a fim de propiciar a produção de mudas com boa qualidade e diminuição de custos com o manejo adequado da adubação (Novais et al., 1986).

O conhecimento dos níveis críticos dos nutrientes no solo e nos tecidos vegetais possibilita uma recomendação mais precisa da adubação. 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 (Ismael, 1998).

Para possibilitar a produção de mudas com características ideais de desenvolvimento e que visem garantir o sucesso na produção de futuros povoamentos florestais, inúmeros pesquisadores têm voltado seus estudos para obter muda de boa qualidade capaz de resistir às adversidades ambientais após o plantio e que sejam de baixo custo. As linhas de pesquisas voltadas para esse fim vão desde técnicas de produção de mudas de alto padrão de qualidade, análise de diferentes tipos de recipientes e substratos, bem como do tipo e da dose de fertilizantes e dos métodos de propagação de espécies florestais.

De acordo com Fonseca (2000), a obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo pode ser alcançada de maneira prática, rápida e fácil somente pela observação dos parâmetros morfológicos, definindo uma muda de qualidade como aquela que sobreviva e se desenvolva após o plantio no campo.

A baixa disponibilidade de P nos solos tropicais é uma das causas que mais limita o crescimento e a produção florestal, tornando necessário o fornecimento deste nutriente às árvores via fertilização, as respostas à adubação fosfatada em programas de recuperação de áreas degradadas são relatadas na literatura a respeito de várias espécies, sendo distintas à fertilização fosfatada e tendo sido explicada pela dinâmica das frações de P na planta (Daniel et al., 1997).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal, determinar os níveis críticos de fósforo no solo e na planta e avaliar seu efeito, no crescimento inicial das mudas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), em dois diferentes solos da Zona da Mata de Pernambuco.

2 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 utilizadas 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 SiBCS (Embrapa, 2006).

As amostras foram colocadas para secar ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura. O pH foi determinado utilizando-se relação 1:2,5 de solo: em água e KCl. O cálcio, magnésio e alumínio trocável foram determinados utilizando o extrato de KCl (Embrapa 1997). O potássio, sódio e fósforo foram determinados pelo extrator Mehlich 1, segundo Embrapa (1997). O carbono total por sua vez, foi quantificado de acordo com os procedimentos descritos por Yeomans & Bremner (1988) e a matéria orgânica por sua vez, será estimada com base no carbono orgânico (Tabela 1).

A análise granulométrica foi realizada pelo método do densímetro, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação. A densidade do solo foi determinada pelo método do volume conhecido, a densidade de partícula, pelo método do balão volumétrico e a condutividade hidráulica do solo saturado de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997) (Tabela 2).

Antes da aplicação dos tratamentos com fertilizantes e da semeadura, 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 semeadura e em uma única aplicação.

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	PAd	LAd
pH	6,00	5,66
Carbono Orgânico (g/kg)	5,04	14,16
Matéria Orgânica (g/kg)	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

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*)

Atributos do Solo	PAd	LAd
¹ DS (g/cm ³)	1,72	1,25
¹ DP(g/cm ³)	2,50	2,63
Porosidade total (%)	31,20	52,47
Areia (g/kg)	846,0	384,0
Argila (g/kg)	102,0	484,0
Silte (g/kg)	52,0	132,0
Relação Silte/Argila	0,51	0,34
Argila natural (g/kg)	32,0	144,0
Grau de floculação (%)	68,63	62,50
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

¹DS = densidade do solo; DP = densidade de partícula

A adubação fosfatada foi feita aplicando-se as doses de 0, 100, 200, 400 e 600 mg.dm⁻³ de solo, utilizando-se o superfosfato simples 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 semeadas em recipientes embrorrachados 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.

Durante o período experimental foi realizada 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).

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°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 P e K.

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

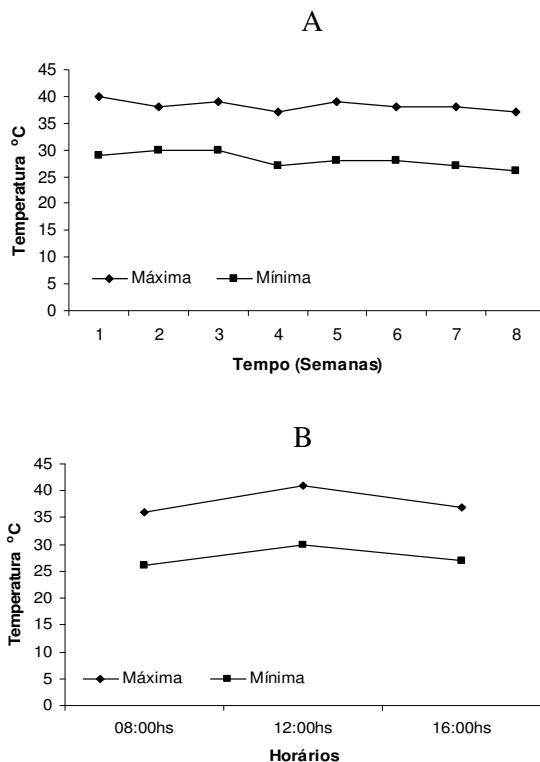


Figura 1- Temperaturas médias °C (máximas e mínimas) registradas semanalmente (A) e nos horários de 08:00, 12:00 e 16:00 horas (B), durante todo o período experimental em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE

Na parte aérea das plantas, foram realizadas análises químicas para determinação de fósforo, por meio de digestão nitro-perclórica. A partir do extrato obtido foram feitas as determinações de P, total por colorimetria (Malavolta et al., 1997).

Para a análise estatística foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo em esquema fatorial 2 x 5 (dois tipos de solos, cinco doses de fósforo), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições, totalizando 40 plantas.

Os resultados das variáveis do solo a planta foram submetidos à análise da variância, em função das doses de P 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 fósforo 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 Fósforo aplicado (P; 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 fósforo recuperado pelo extrator utilizado em função do fósforo adicionado, obtendo-se assim, o nível crítico de P no solo e na planta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas condições em que foi realizado o experimento, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) apresentou crescimento distinto em função dos solos estudados e das doses de fósforo aplicadas, e aos solos estudados, sendo significativamente superior, o desenvolvimento da espécie no PAd (ARGISSOLO AMARELO Distrófico) quando comparado com o LAd (LATOSOLO 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 estudados, 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)	Diâm. (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 contato 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.

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 entrar em contato com o sistema radicular das plantas.

Na determinação dos teores de fósforo recuperados pelo extrator Mehlich-1, após a incubação das amostras de solos, em função das doses de fósforo aplicadas, ajustaram-se modelos lineares com elevados coeficientes de determinação (Tabelas 4), corroborando com o trabalho de Silva, (2002).

A menor recuperação de fósforo pelo extrator utilizado foi obtida no LAd, pelo extrator utilizado (Tabela 4). Isto ocorreu provavelmente, por ser um solo que apresentou um maior teor de argila (Tabela 2). Muitos trabalhos como o de Moura Filho, (1990) e Novelino, (1999) mostraram menor recuperação de fósforo com o aumento do poder tampão de fosfato no solo. Assim, é evidente que o solo com baixo teor de argila, foi o que apresentou as maiores recuperações de fósforo aplicado.

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

Solos	Doses de P (mg.dm ⁻³)	P recup. (mg.dm ⁻³)	Equações
PAd	0	8,32	$\hat{y} = 9,13957 + 0,1099^{**}x$
	100	20,17	
	200	31,82	
LAd	400	54,05	$R^2 = 0,99$
	600	74,20	
	0	0	
PAd	100	4,91	$\hat{y} = 1,051 + 0,037^{**}x$
	200	31,82	
	400	54,05	
LAd	600	74,20	
	0	0	$R^2 = 0,99$
	100	4,91	
LAd	200	10,06	
	400	15,74	
	600	23,08	

Na figura 2, observa-se os valores médios de altura (A), diâmetro do colo (B) e produção de matéria seca das plantas (C) das plantas de *Azadirachta indica*, 60 dias após a semeadura, em função das doses de fósforo aplicadas, e as equações que melhor se ajustaram a essas variáveis.

Os resultados obtidos para altura e diâmetro do colo das plantas de *Azadirachta indica* nos dois tipos de solo estudados (Figuras 2, A e B), e para produção de matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas no PAd (Figuras 2, C), apresentaram resposta quadrática ou raiz quadrada, para as doses aplicadas de fósforo, sendo possível estimar as doses recomendadas, com as quais, por meio da relação entre as doses de fósforo aplicadas, e o fósforo recuperado (Mehlich-1) no solo, foram estimados os níveis críticos de fósforo (Tabela 5) para o desenvolvimento da espécie.

Já para a produção de matéria seca da parte aérea das plantas no LAd (Figura 2 C), houve efeito crescente, linearmente, em resposta às doses de fósforo aplicadas. Assim, não foi possível o estabelecimento de níveis críticos de fósforo para a *Azadirachta indica*, com base na produção de matéria seca, no LAd. Este resultado também foi constatado por Passos (1994) em plantas de algaroba (*Prosopis juliflora*), em seis solos com classes texturais distintas. Para o autor, isto poderia estar relacionado a uma baixa eficiência de absorção de fósforo pela planta de algaroba (*Prosopis juliflora*).

Outra espécie que respondeu linearmente às doses de fósforo adicionadas, para esta característica, foi o pau pereiro (*Platycyamus regnellii* Benth.), estudado por Renó (1994), o qual constatou que o mesmo apresentou maiores estímulos na produção de matéria seca da parte aérea por unidade de fósforo adicionado, com a menor dose utilizada ($30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), havendo também incremento expressivo em termos absolutos, com a adição da maior dose ($480 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Tais resultados corroboram ainda com trabalhos de Souza (2000), que avaliando o crescimento inicial de *Moringa oleifera* Lam., encontrou também resultado linear para a produção de matéria seca, em resposta a doses de P aplicadas.

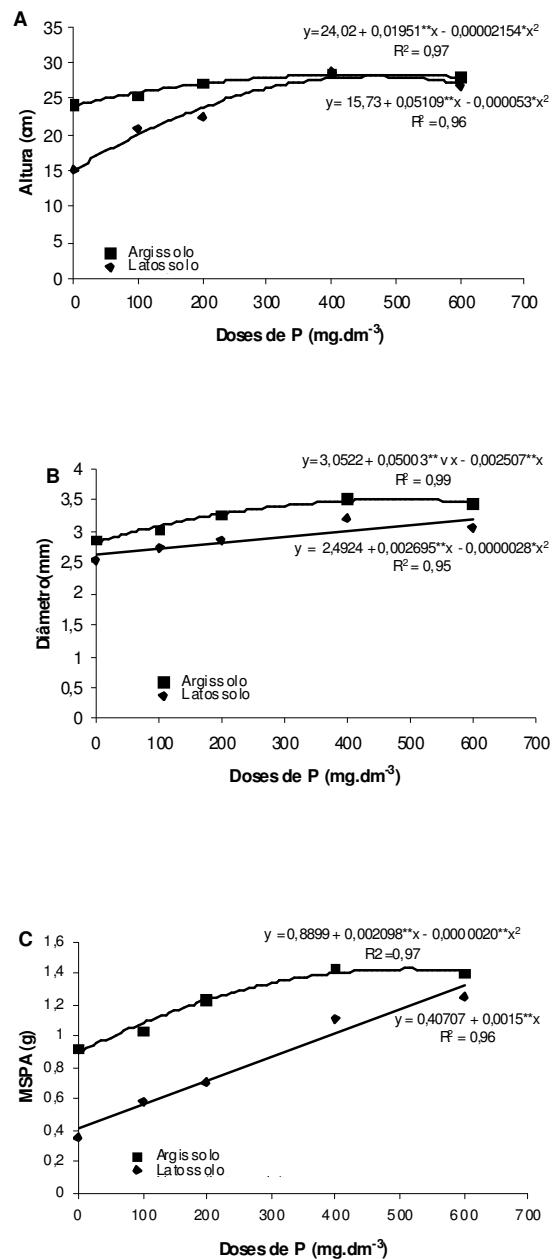


Figura 2 - Efeito das doses de fósforo sobre o crescimento em altura (A), diâmetro (B) e matéria seca da parte aérea - MSPA (C) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura, nos solos estudados

Visualiza-se, na Tabela 5, as doses para máxima produção e os níveis críticos de fósforo no solo (Mehlich-1), tomando por base o crescimento em altura, o diâmetro do colo e a matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura.

Os níveis críticos obtidos para o LAd em função do fósforo foram bem menores do que os

encontrados no PAd. Isto ocorreu, provavelmente, por que os solos arenosos apresentam menor poder-tampão de fósforo do que em solos argilosos, como observado por Novais & Smyth, (1999).

Variações nos valores obtidos para níveis críticos são esperadas e, de acordo com Bates (1971), devem-se a fatores como espécie, condições ambientais, tipo de solo, forma disponível do nutriente em estudo e, disponibilidade dos demais, entre outros.

Tabela 5 - Doses para máxima produção e níveis críticos de fósforo no solo (Mehlich-1), em função do crescimento em altura (A.), e do diâmetro do colo (D), e da produção de matéria seca da parte aérea (M) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura, para dois solos da Zona da Mata de Pernambuco

Solo	Doses para máxima produção			Níveis críticos no solo para 90% produção máxima		
	A	D	M	A	D	M
	mg.dm ⁻³					
PAd	452,8	100,6	512,5	18,6	11,5	34,8
LAd	475,6	470,3	-	10,3	6,3	-

Os resultados encontrados neste trabalho indicam que o nível crítico de fósforo no solo é superior nos solos arenosos do que no argiloso, concordando com os resultados encontrados na literatura. Neves (1988), ao estudar os níveis críticos de fósforo no solo para eucalipto, constatou que os valores decresceram com o aumento da capacidade tampão dos solos, refletido pelas características físicas e químicas dos mesmos. Nos solos arenosos, o valor máximo encontrado para o extrator Mehlich-1 foi de 24 mg.dm⁻³ de P contra 12 mg.dm⁻³ de P para os solos argilosos. Gonçalves et al., (1986) também observaram que os níveis críticos de fósforo para mudas de *E. grandis* foram menores no solo argiloso (valor mínimo 60 mg.dm⁻³ de P) do que em solos arenoso (valor máximo de 100 mg.dm⁻³ de P), ao utilizar o extrator Mehlich-1. Valores estes, mais elevados que os obtidos no presente trabalho para *Azadirachta indica*, os quais variaram de 6,25 a 34,85 mg.dm⁻³ de P. Os níveis críticos encontrados no LAd no presente trabalho, assemelham-se com os obtidos por Ismael et al.,

(1998), ao avaliar os níveis críticos para *Eucalyptus grandis*, neste tipo de solo, encontrou níveis críticos de fósforo para o crescimento em altura das plantas de 8 mg.dm⁻³ e, para o diâmetro, de 6 mg.dm⁻³, utilizando o extrator Mehlich-1.

De qualquer forma, baseado nesses resultados pode-se dizer que a *Azadirachta indica* é uma espécie pouca exigente em fósforo, na fase inicial de crescimento.

A dose estimada (DE) para 90% da produção máxima, (Figura 3), em relação às doses de fósforo aplicado, essas doses foram bem menor no PAd quando comparado com LAd, de modo que os valores apresentados no PAd variaram de 21,46 a 234,00 mg.dm⁻³ de P, já no LAd a variação foi de 139,26 a 472,63 mg.dm⁻³ de P.

A partir das doses de fósforo aplicadas para obtenção de 90% da produção máxima (Figura 3) e das equações ajustadas entre os teores de fósforo recuperado pelo extrator (Mehlich-1), em função das doses de fósforo aplicadas, estimaram-se os níveis críticos de fósforo no solo para a altura, para o diâmetro e para a produção de matéria seca na parte aérea das plantas. Porém, para produção de matéria seca da parte aérea no LAd, não foi possível determinar a doses recomendadas nem o nível crítico no solo, devido a essa variável ter apresentado uma resposta linear às doses de fósforo aplicadas.

Observou-se, ainda, que os valores dos níveis críticos de fósforo variaram entre os solos estudados, onde os menores valores de níveis críticos foram obtidos no LAd e os maiores no PAd, com exceção da produção de matéria seca que não foi possível determinar o seu nível crítico no LAd (Tabela 5).

Na figura 3 as doses estimadas para obtenção de 90% da produção máxima em relação à altura, diâmetro no colo e produção de matéria seca da parte aérea em função das doses de fósforo aplicadas.

Na tabela 6 observa-se os teores de fósforo na matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de *Azadirachta indica*, cultivadas por 60 dias em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco, com diferentes doses de fósforo adicionado, onde se ajustaram modelos lineares com elevados coeficientes de determinação,

concordando com os trabalhos realizados por Passos (1994), Rossi (1995), Silva (2002).

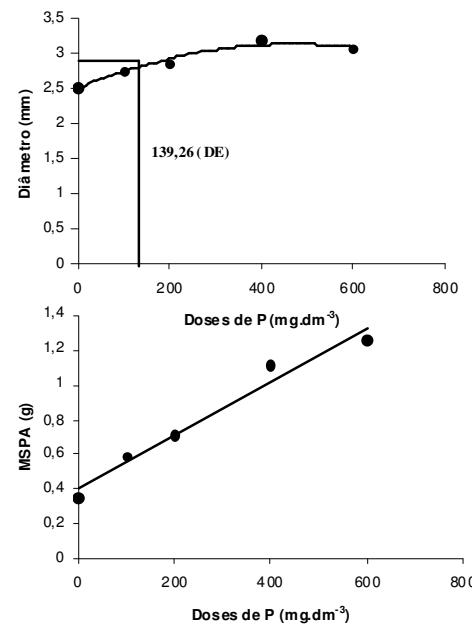
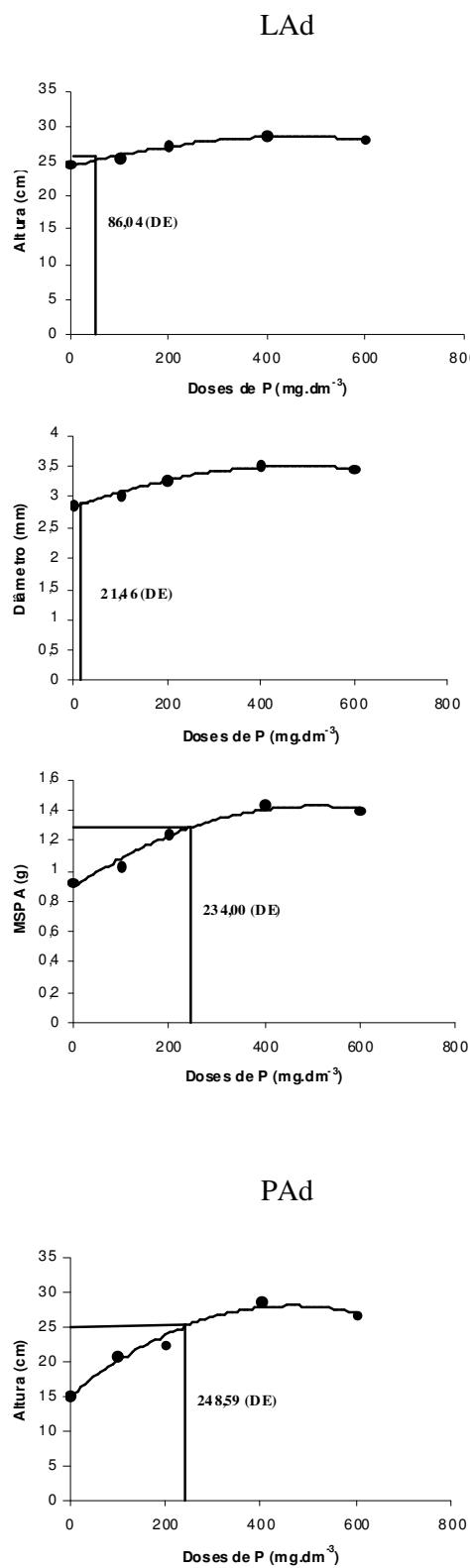


Figura 3. Crescimento em altura, em diâmetro do colo e, produção de matéria seca em função das doses de fósforo e, doses estimadas (DE) para obtenção de 90% da produção máxima, de *Azadirachta indica* em dois solos da Zona da Mata de Pernambuco

A elevação das doses de fósforo provocou aumento da absorção de fósforo pelas plantas nos dois tipos de solos estudados, resultando em um aumento linear da concentração de fósforo na parte aérea das plantas (Tabela 6).

No presente trabalho, ocorreu variações nos teores de fósforo na parte aérea em função do tipo de solo. O LAd apresentou quantidades menores de teor de fósforo na parte aérea das plantas. Isso ocorreu, provavelmente, devido a maior retenção desse nutriente nesse tipo de solo, estando de acordo com as observações de Ismael et al., (1998), que explica que quanto mais livre o nutriente estiver no solo mais fácil ele é absorvido e maior o seu teor dentro da planta.

Por meio das equações de regressão ajustadas entre os dados de altura, de diâmetro no colo, e de matéria seca da parte aérea e, das doses de fósforo, obtiveram-se as doses recomendadas de fósforo para o cultivo da *Azadirachta indica* e, por meio delas, as concentrações críticas de fósforo na parte aérea das plantas (Tabela 7).

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

Solos	Doses de P (mg.dm ⁻³)	Teores de P (g.kg ⁻¹)	Equações
PAd	0	0,63	
	100	0,82	$\hat{y} = 0,6156 + 0,00257^{***}x$
	200	1,23	
	400	1,54	
	600	2,21	$R^2 = 0,98$
LAd	0	0,42	
	100	0,73	$\hat{y} = 0,4728 + 0,00211^{***}x$
	200	0,97	
	400	1,22	
	600	1,78	$R^2 = 0,98$

Observa-se, na Tabela 7, as doses para produção máxima e os níveis críticos de fósforo na planta, tomando por base o crescimento em altura, o diâmetro do colo e a matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura.

Tabela 7 - Doses para máxima produção e níveis críticos de fósforo na planta, considerando o crescimento em altura (A) e diâmetro do colo (D) e a produção de matéria seca da parte aérea (M) das plantas de *Azadirachta indica*, aos 60 dias após a semeadura, para dois solos da Zona da Mata de Pernambuco.

Solo	Doses para máxima produção			Níveis críticos na planta para 90% produção máxima		
	A	D	M	A	D	M
PAd						
	452,8	100,6	512,4	0,84	0,67	1,22
LAd						
	475,6	470,3	-	0,99	0,76	-

A partir das doses estimadas de fósforo para obtenção de 90% da produção máxima (Figura 3), substituiu essas doses nas equações de regressão ajustadas para os teores de fósforo na matéria seca da parte aérea em função das doses aplicadas e obteve-se os teores críticos de fósforo em plantas de *Azadirachta indica*.

Os níveis críticos obtidos para o LAd em função do fósforo, foram maiores do que os encontrados no PAd. Isto ocorreu provavelmente, por que em solos que apresentam maior quantidade de argila, ou seja, um maior poder-tampão, o solo retém o fósforo

com maior facilidade, dificultando a absorção pela planta, e por essa razão as plantas neste tipo de solo tem menor teor de fósforo no seu material vegetal, contribuindo para que sejam maiores os níveis críticos na planta Ismael et al., (1998).

Segundo Novais & Smyth (1999), a maior ou menor competição entre planta e solo pelo fósforo aplicado como fertilizantes faz com que a planta se ajuste para utilizar o teor de fósforo que lhe é colocado à disposição. Ainda segundo os estes autores, dados disponíveis têm mostrado grande ajuste da planta à utilização do fósforo absorvido em solos com diferentes valores de FCP (fator capacidade de fósforo).

Outro fato a destacar é que, apesar da *Azadirachta indica* ser uma planta de comportamento bem diferente em relação ao do eucalipto, ela apresenta concentração crítica na parte aérea próxima às obtidas por Neves et al.,(1988) para o eucalipto, as quais variaram de 1,1 a 1,5 g.kg⁻¹ e com Passos,(1994) que estudando a algaroba encontrou valores que variaram de 1,2 a 1,6g.kg⁻¹.

4 CONCLUSÕES

As plantas de *Azadirachta indica* tiveram um melhor desenvolvimento quando cultivadas no PAd, para todas as variáveis estudadas.

Para produção de matéria seca da parte aérea das plantas de *Azadirachta indica* no LAd, as doses de fósforo não foram suficiente para determinar nível crítico no solo.

As doses recomendadas de fósforo para 90% da produção máxima, foram menores no PAd.

Os níveis críticos de fósforo no solo para as plantas de *Azadirachta indica* foram maiores no PAd.

Os teores de fósforo na parte aérea das plantas de *Azadirachta indica* foram maiores no PAd.

Os níveis críticos de fósforo na planta para as mudas de *Azadirachta indica* foram maiores no LAd.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATES, T.E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a

review. *Soil Science*, Baltimore, v.112, p.116-130, 1971.

BELMIRO P.; CARLOS M. *Cultivo e utilização do nim indiano (Azadirachta indica A. Juss)"*; Nogueira. Goiânia: EMBRAPA - CNPAF, 1996. p. 46.

COUTINHO, R.Q.; LIMA FILHO, M. F. de ; SOUZA NETO, J. B. Característica climática, geomorfologica 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.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2^a ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2^a ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2006. 306p.

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, 2000.

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.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. *Viveiros florestais: propagação sexuada*. 3. ed. - Viçosa: UFV, 2004. 116p.

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.

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.

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, 1990.

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.

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, 1988.

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.; 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, 1999.

³Prof. Doutor, Depto. de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, R. Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos- Recife/PE.

OLIVEIRA, W. de. Nova espécie amplia opções de plantio. *Revista da Madeira*, n. 69, ano 12, p.18-23, 2003.

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, 1994.

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, 1994.

ROSSI, C. *Crescimento e nutrição do braquiarão 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.1995.

SILVA E.M.B. *Níveis Críticos de Fósforo para Brachiaria brizantha (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu em Solos de Referencia de Pernambuco*. 2002. 67f. Dissertação - (Mestrado em Ciências do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 2002.

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. 2000.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. in Soil Sci. Pant Anal.*, v.19, n.13, p.1467-1476, 1988.

¹Doutorando em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, R. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos- Recife/PE -E-mail: allyson_engenharia@yahoo.com.br

²Prof. Doutor, Depto. de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, R. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos- Recife/PE - E-mail: mpassos@ufrpe.br