



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

M. de Souza, Cícero; A. da Silva, José A.; Ferreira, Rinaldo L. C.; Santos, Eufrázio de S.; Meunier, Isabelle M. J.; Ferraz, Ivan

Avaliação do crescimento em altura de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., no Agreste de Pernambuco

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 3, núm. 3, julio-septiembre, 2008, pp. 260-266

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017386011>

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

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
v.3, n.3, p.260-266, jul.-set., 2008
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufpe.br
Protocolo 281 - 18/11/2007 • Aprovado em 16/05/2008

Cícero M. de Souza¹

José A. A. da Silva²

Rinaldo L. C. Ferreira²

Eufrázio de S. Santos³

Isabelle M. J. Meunier⁴

Ivan Ferraz⁵

Avaliação do crescimento em altura de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., no Agreste de Pernambuco

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, em altura, da leucena. No plantio definitivo, realizado na Estação Experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, no município de Caruaru, Agreste pernambucano, utilizaram-se 576 mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, variedade Hawaii (cv, K8), divididas em 24 tratamentos, repetidos 24 vezes. As fontes de variação estudadas foram: níveis de adubação fosfatada, composto orgânico de resíduo urbano e inoculação com estirpes de rizóbio (NFB 466 e 473) aplicadas isoladamente. Realizaram-se 19 mensurações ao longo do tempo, que foram analisadas por meio da análise multivariada de Medidas Repetidas. Os melhores resultados obtidos se referem aos tratamentos com o composto orgânico; entretanto, a partir da décima quarta medição (571 dias após o início do experimento), não se constataram diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que, nos 8 anos de avaliação, nos primeiros 4 anos as árvores na presença dos tratamentos que apresentaram os melhores resultados tiveram um crescimento médio, de 80% do seu tamanho máximo, enquanto nos 4 anos seguintes as mesmas árvores diminuíram a taxa de crescimento crescendo, em média 20%, quando atingiram suas alturas máximas.

Palavras-chave: composto urbano, fixação de nitrogênio, leguminosas forrageiras, leguminosas arbóreas, medidas repetidas

Evaluation of the growth in height of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., in 'Agreste' of Pernambuco

ABSTRACT

The main goal of this work was to evaluate the growth in height of the leucena *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit. The seedlings' plantation was at the Experimental Station of the Agricultural Research Institute of Pernambuco - IPA – located in Caruaru, semi-arid region of Pernambuco, using 576 seedling of *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit (cv, Hawaii k8), divided in 24 treatments with 24 replications. The sources of variation studied were: phosphate fertilizer, organic matter from urban composto and rhizobial strains (NFB 466 and 473) applied as a mixed inoculant. In the experiment the analysis of Repeated Measures with nineteen measures was used along the time. The best results were obtained in the treatments with organic matter from urban composto however, starting from the fourteenth measurement (571 days after the beginning of the experiment), significant differences among the treatments were observed. Through the 8 years of evaluation, it may be concluded that in the first four years, the leucaena showed best growth results reaching 80% of the maximum size. In the last four years the same trees grew only 20%, to reach their maximum heights.

Key words: urban composto, forage legumes, leguminous forragem, nitrogen fixation

¹Professor, Depto de Matemática da UFRPE, Rua Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE. cicerom@mat.ufpe.br

²Professor, Depto de Ciência Florestal da UFRPE, bolsistas CNPq, jaaleixo@uol.com.br; rinaldo@dcfl.ufpe.br

³Professor, Depto de Estatística e Informática da UFRPE, eufrazio@deinfo.ufpe.br

⁴Professora do Depto de Ciência Florestal da UFRPE, meunier@hotmail.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Técnico da Empresa Pernambucana de Pesquisas Agropecuárias (IPA), Av. General San Martin 1371, Bonji, CEP 50761-000, Recife, PE. ivan@ipa.br

INTRODUÇÃO

Na região Nordeste a vegetação natural da caatinga tem sido explorada desordenadamente e de forma irracional. Medidas alternativas devem ser tomadas, principalmente com a introdução de espécies vegetais fixadoras de nitrogênio, de rápido crescimento, recuperadoras de solos, produtoras de lenha e que sirvam de alimento animal. Especificamente, na região do Agreste a agrossilvicultura é uma alternativa prioritária para solucionar problemas regionais, desde que esteja voltada para a geração descentralizada de energia, proteção contra extremos climáticos, garantia do abastecimento hídrico, fornecimento de forragem e sombra para rebanhos, melhoramento do solo, suprimento das necessidades energéticas locais e pequenas construções; para isto, faz-se necessário o desenvolvimento de uma agrossilvicultura que venha atender a essas necessidades e, neste sentido, as leguminosas florestais surgem como uma das alternativas viáveis.

Dentre várias espécies de leguminosas com potencial para tais finalidades, a *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, conhecida como leucena, vem apresentando bons resultados na produção de madeira, capacidade de rebrota, tolerância a baixas precipitações, reduzida ocorrência de pragas e doenças, boa sobrevivência e ótimo crescimento em altura.

De acordo com Ribeiro et al. (2001), a leucena é uma leguminosa perene, de crescimento rápido, atingindo até 3 m no primeiro ano e seu sistema radicular profundo propicia não só a reciclagem de nutrientes do subsolo como, também, a absorção de água das camadas profundas, fazendo com que a planta cresça e produza massa verde durante todo o ano.

Segundo Skerman (1977); Bêde et al. (1985) e Salerno & Seiffert (1986), a leucena é adequada para o cultivo em áreas com precipitação pluviométrica entre 600 e 1700 mm, embora na Indonésia ela venha sendo cultivada ao longo dos anos sob precipitação superior a 3900 mm anuais. Em áreas com precipitação pluviométrica média anual de 250 mm, a leucena pode apresentar-se como espécie dominante (Franco & Souto, 1986).

Apesar de sua resistência a estiagem, em períodos de seca prolongada ela pode perder suas folhas (Skerman, 1977); todavia, Febles et al. (1987) consideram fator importante para o bom rendimento de forragem, que a pluviosidade se situe entre 11 e 125 mm mês⁻¹. Para Seiffert (1988), o melhor crescimento da leucena é obtido em áreas nas quais chove de 600 a 1.700 mm ano⁻¹; ainda segundo esse autor, ela suporta grandes diferenças de regimes de precipitação, luminosidade, salinidade do solo, fogo, geadas leves e épocas curtas de estiagem.

Hutton (1984) afirmou que a leucena é uma leguminosa bastante exigente em relação à adubação com fósforo, molibdênio e zinco, em solos tropicais, o que a torna, na presença desses elementos, uma planta de raízes profundas

Em solos ácidos, latossolos, com alto teor de alumínio, deficiência de cálcio, molibdênio e zinco, a leucena não se desenvolve, mas, permanece arbustiva sendo, neste caso, necessário a aplicação de calcário e fosfatos (Seiffert & Thiago, 1983; Seiffert, 1988). Em relação ao pH, Salerno & Seiffert (1986) afirmaram que a leucena cresce melhor em solos com pH próximo ao neutro e que a nodulação e o crescimento são

afetados quando o pH se situa abaixo de 5,5. Por outro lado, NAS (1977), citada por Franco & Souto (1986), afirmou que esta espécie pode apresentar boa produtividade em solos com pH em torno de 5,0; ainda, segundo Salerno & Seiffert (1986), a calagem de solos ácidos e a adubação fosfatada melhoram a camada superficial do solo mas, nessas condições as raízes não se aprofundam, o que pode tornar a planta sensível à estiagem.

Bêde et al. (1985) afirmaram que de modo geral, as leguminosas apresentam, uma série de características que justificam a grande importância que se lhes tem dado como forrageiras, tais como: melhor fixação do nitrogênio do ar, através da associação com bactérias do gênero rizóbio tornando-o assimilável pela planta; alto teor de cálcio e magnésio e a manutenção do seu valor nutritivo durante o período de secas. Conforme Hill (1971), a leucena apresenta alto teor de proteína bruta, o que ressalta sua supremacia como forrageira.

Com relação à produtividade, Salviano & Carvalho Filho (1982), citados por Silva (1995), afirmaram que no município de Petrolina variedades Peru e Cunningham têm apresentado produtividade em torno de 8 toneladas de matéria seca por hectare ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$). Na região do cerrado, a produtividade de leucena em matéria seca, se eleva para $11\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ e, em regiões mais úmidas, chega a até $20\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$.

O valor dessa leguminosa não está apenas no complemento alimentar mas, também, no seu grande número de variedades com diferentes tamanhos e hábitos de crescimento, o que proporciona ampla diversificação de usos, dentre os quais se pode citar: Produção de madeira para lenha (Mendes, 1985; Freitas et al., 1991); construção civil, postes, dormentes, carvão, mourões (Cunha, 1979); polpa, celulose, tábua, taco, parquete, chapa de partículas (NFTA, 1985; Brewbaker, 1989); produção de forragem para animais (Kluthcouski, 1982); sombreamento de culturas, quebra-vento, proteção contra o fogo (NFTA, 1985; Freitas et al., 1991).

A leucena possui elevada capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio, mobilizando no primeiro ano e na parte aérea da planta, cerca de $370\ kg\ ha^{-1}$ de N, representando excelente fonte de proteína para rebanhos, ao acumular aproximadamente $2\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de proteína bruta (Seiffert, 1984).

Por outro lado, em se tratando do Agreste nordestino, é de extrema importância a busca pela eficiência de materiais de baixo custo e de fácil obtenção como compostos orgânicos aplicáveis a agricultura uma vez que, além de economicamente inviável ao pequeno produtor, o uso de fertilizantes não é uma alternativa ecologicamente recomendável. Particularmente e no que se refere ao cultivo da leucena, vários pesquisadores apontam a sua viabilidade nas regiões de climas sub-úmido seco, semi-árido e árido (Ribeiro et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, em altura, de leucena no Agreste de Pernambuco, em função de vários níveis de adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se, neste trabalho, dados de altura de um povoamento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit., variedade Hawaii (cv, K8), de procedência australiana. O experimento foi

implantado em 20/12/89, na Estação Experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) em Caruaru, PE, testando-se duas estirpes de *Bradyrhizobium* sp., em quatro níveis de adubação fosfatada, com e sem composto urbano, com testemunha completa e nitrogenada, resultando em 24 tratamentos repetidos 24 vezes (Tabela 1) (Meunier, 1991).

As alturas foram mensuradas em 19 ocasiões: aos 11, 37, 65, 98, 128, 159, 189, 220, 255, 287, 318, 361, 479, 571, 935, 1277, 1466, 1837 e 3256 dias após o plantio.

Observou-se, durante o experimento, ao longo do tempo, perda de 42 árvores, sendo o mesmo concluído com 534 das 576 mudas iniciais; desta forma, os 24 tratamentos que, inicialmente, tinham 24 repetições, foram alterados para um número que variou entre 17 e 24.

Modelo estatístico

Neste trabalho se utilizou um delineamento no qual as respostas coletadas para cada unidade experimental foram submetidas a uma seqüência de medidas ao longo do tempo, o que se caracterizou como análise multivariada de medidas repetidas e, para isto, se usou o seguinte modelo estatístico sugerido por Neter et al., (1990); Nemec, (1996) Xavier, (2000):

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_i + \tau_j + (\gamma\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} - altura da leucena no i-ésimo tratamento, no j-ésimo tempo e na k-ésima repetição;

μ - média geral

γ_i - efeito do i-ésimo tratamento

τ_j - efeito no j-ésimo tempo

$(\gamma\tau)_{ij}$ - efeito da interação entre o i-ésimo tratamento no j-ésimo tempo

ε_{ijk} - efeito aleatório do i-ésimo tratamento no j-ésimo tempo e na k-ésima repetição

Este tipo de delineamento multivariado é utilizado em situações em que existe dependência entre as medidas tomadas ao longo do tempo, isto é, uma medida posterior está correlacionada com medidas tomadas anteriormente. Caso houvesse independência entre as medidas nas quais a altura de uma árvore medida em um tempo t não fosse correlacionada com a medida tomada na mesma árvore no tempo t-1, o delineamento indicado seria inteiramente aleatório,

com arranjo de parcelas subdivididas (Lyra et al., 2006; Vieira et al., 2007):

Inicialmente, aplicou-se o teste de Mauchly (1940) para verificar a condição de esfericidade da matriz de covariâncias, ou seja, se esta é do tipo Huynh-Feldt e satisfaz a condição:

$$C_{(t-1)xt} \sum_{(txt)} C'_{tx(t-1)} = \lambda I_{(t-1)X(t-1)}$$

em que:

C - matriz de coeficientes dos contrastes ortogonais normalizados, que apresenta o total de hipóteses nulas

\sum - matriz de covariâncias

$I > 0$; I - matriz identidade

As hipóteses testadas foram:

H_{01} - não existem diferenças significativas entre os tratamentos (hipótese de perfis coincidentes)

H_{02} - existe igualdade do efeito tempo (perfis horizontais)

H_{03} - não há interação tempo x tratamentos (perfis paralelos).

Para se testar as hipóteses H_{01} , H_{02} e H_{03} , usaram-se os testes Lambda de Wilks, Traço de Pillai, Traço de Lawley-Hotelling e Roy, conforme descrito por Khattree & Naik (1999).

Usou-se, para a comparação das médias dos tratamentos, o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade (Silva & Silva, 1999).

As análises para este experimento foram feitas através do comando "REPEATED" constante nos procedimentos da ANOVA e GLM do SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se, através do teste de esfericidade de Mauchly, que a condição de esfericidade foi violada com um nível de significância de 0,0001 (Tabela 2), o que confirmou que a análise da variância deveria ser a multivariada de medidas repetidas, ao invés de parcelas subdivididas.

Os testes Lambda de Wilks, Traço de Pillai, Traço de Lawley-Hotelling e Roy, foram todos altamente significativos, tanto para tempo quanto para a interação entre tempo e tratamentos.

Com base nos resultados da análise estatística (Tabelas 3 e 4), pode-se constatar que as hipóteses de igualdade para

Tabela 1. Discriminação dos fatores e níveis testados na avaliação do crescimento em altura de leucena

Table 1. Discrimination factors and tested levels in the evaluation height growth of leucaena

Fator	Níveis	Observações
Sem inoculação com rizóbio	(N ₀) Sem nitrogênio (N ₁) 1,0 g de uréia/recipiente	
Inoculação com rizóbio	(N ₂) Estirpe 1 (N ₃) Estirpe 2	Estirpe NFB 473 Estirpe NFB 466
Adição de Fósforo	(P ₀) Sem fósforo (P ₁) 0,5 g de superfosfato simples/recipiente 82,8 g m ⁻³ (P ₂) 1,0 g de superfosfato simples/recipiente 165,6 g m ⁻³	
Composto orgânico	(C ₀) Sem composto orgânico (C ₁) Com composto orgânico (100 mL/54 g)	Composto orgânico proveniente do lixo urbano da Prefeitura Municipal de Recife

Tabela 2. Teste de esfericidade de Mauchly para altura de leucaena**Table 2.** Mauchly's sphericity test for heights of leucaena

Variáveis	Graus de Liberdade	Critério	χ^2	Pr > χ^2
Variáveis transformadas	510	$3,457 \cdot 10^{-28}$	31857,255	< 0,0001
Componentes Ortogonais	510	$7,889 \cdot 10^{-19}$	21000,811	< 0,0001

Tabela 3. Análise de variância do efeito de tratamentos**Table 3.** Analysis of variance for treatment effects

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamentos	23	314,6576	13,6807	2,75	<0,0001
Resíduo	510	2539,8447	4,9801	-	-

Tabela 4. Análise de variância do efeito do tempo e interação tempo x tratamento**Table 4.** Analysis of variance for time effects and interaction time x treatment

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F	G-G	H-F
Tempo	18	18405,1749	1022,5097	6705,61	< 0,0001	< 0,0001	-
Tempo x Tratamento	414	102,5815	0,2478	1,62	< 0,0001	0,0024	0,0019
Resíduo	9180	1399,8190	0,1529	-	-	-	-

os tratamentos, efeito tempo (perfis horizontais) e da não interação tempo x tratamentos (perfis paralelos) foram rejeitadas; logo, o crescimento em altura é diferenciado ao longo do tempo e do tratamento aplicado.

Avaliação do crescimento em altura da leucena em função dos tratamentos

Os tratamentos $C_1N_3P_1$, $C_1N_0P_0$ e $C_0N_3P_0$ apresentaram os melhores resultados em altura (Tabelas 5 e 6); após 37 dias da primeira coleta, observa-se que os mesmos tratamentos foram os que mantiveram os resultados; no entanto, houve alteração na ordem, ou seja, médias decrescentes $C_1N_0P_0$, $C_0N_3P_0$ e $C_1N_3P_1$. Ressalta-se que essas duas medições foram realizadas no período em que se observou ausência de chuvas na região.

Após 65 dias do plantio, percebeu-se que os tratamentos $C_1N_0P_0$, $C_0N_3P_0$ e $C_1N_3P_1$ se apresentaram ainda como os mais eficientes (Tabela 5). Aos 98 dias após o plantio, pode-se observar, em relação ao crescimento em altura da leucena, que os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos $C_1N_0P_0$, $C_0N_3P_2$, $C_0N_3P_0$ e $C_1N_3P_1$, cujas médias foram, respectivamente, iguais a 1,18; 1,17; 1,11 e 1,11 m.

Para 128 dias após a primeira coleta, os melhores resultados foram obtidos nas plantas às quais foram aplicados $C_1N_0P_0$, $C_0N_3P_2$, $C_1N_2P_1$ e $C_1N_3P_0$, cujas médias foram, respectivamente, iguais a 1,44; 1,43, 1,43 e 1,43 m.

Após 159 dias do plantio obtiveram-se os melhores resultados nas plantas tratadas com a adição de composto orgânico (C_1). O tratamento $C_1N_0P_0$, que vinha apresentando o melhor resultado continuou, até esta fase.

As melhores médias de crescimento nas medições realizadas após 189 dias do plantio (Tabela 5), foram obtidas com $C_1N_0P_0$, $C_1N_2P_1$ e o $C_1N_3P_0$.

Tabela 5. Média de crescimento em altura para leucena de 11 até 189 dias após o plantio**Table 5.** Mean height of leucena from 11 to 189 days after plantation

Tratamentos	Dias após o plantio*				
	11	37	65	98	128
$C_0N_0P_0$	0,71 bcd	0,74 cd	0,78 de	0,89 de	1,16 abc 1,39 ab 1,82 ab
$C_0N_0P_1$	0,69 cd	0,72 cd	0,76 e	0,84 e	1,08 bc 1,31 ab 1,73 ab
$C_0N_0P_2$	0,85 ab	0,96 a	1,00 abc	1,09 abc	1,37 ab 1,58 a 2,02 ab
$C_0N_1P_0$	0,70 bcd	0,74 cd	0,77 de	0,83 e	0,99 c 1,15 b 1,49 b
$C_0N_1P_1$	0,75 bcd	0,83 bcd	0,86 cde	0,92 bcde	1,13 abc 1,31 ab 1,64 ab
$C_0N_1P_2$	0,85 ab	0,89 abc	0,93 abcd	0,99 abcde	1,14 abc 1,31 ab 1,62 b
$C_0N_2P_0$	0,83 abcd	0,88 abc	0,91 abcde	0,96 bcde	1,17 abc 1,39 ab 1,82 ab
$C_0N_2P_1$	0,66 cd	0,72 d	0,77 de	0,90 de	1,19 abc 1,46 ab 1,89 ab
$C_0N_2P_2$	0,79 abcd	0,85 abcd	0,90 abcde	0,99 abcde	1,20 abc 1,40 ab 1,78 ab
$C_0N_3P_0$	0,91 a	0,99 a	1,03 ab	1,11 ab	1,36 ab 1,56 ab 1,99 ab
$C_0N_3P_1$	0,81 abcd	0,86 abcd	0,89 bcde	1,01 abcde	1,28 abc 1,49 ab 1,86 ab
$C_0N_3P_2$	0,87 ab	0,95 ab	1,01 abc	1,12 ab	1,43 a 1,66 a 2,12 a
$C_1N_0P_0$	0,93 a	1,01 a	1,06 a	1,18 a	1,44 a 1,69 a 2,18 a
$C_1N_0P_1$	0,64 d	0,70 d	0,76 de	0,91 cde	1,21 abc 1,52 ab 2,02 ab
$C_1N_0P_2$	0,81 abcd	0,87 abc	0,91 abcde	1,05 abcd	1,35 ab 1,60 a 2,06 a
$C_1N_1P_0$	0,72 bcd	0,78 bcd	0,84 de	0,94 bcde	1,19 abc 1,43 ab 1,87 ab
$C_1N_1P_1$	0,82 abcd	0,86 abcd	0,92 abcd	1,05 abcd	1,37 ab 1,63 a 2,09 a
$C_1N_1P_2$	0,79 abcd	0,84 abcd	0,91 abcde	1,05 abcd	1,31 abc 1,57 ab 2,06 a
$C_1N_2P_0$	0,70 cd	0,76 cd	0,83 de	0,96 bcde	1,28 abc 1,53 ab 1,92 ab
$C_1N_2P_1$	0,84 abc	0,91 ab	0,96 abc	1,09 abc	1,43 a 1,69 a 2,14 a
$C_1N_2P_2$	0,70 cd	0,76 cd	0,83 de	0,96 bcde	1,28 abc 1,53 ab 1,92 ab
$C_1N_3P_0$	0,84 abc	0,91 ab	0,96 abc	1,09 abc	1,43 a 1,69 a 2,14 a
$C_1N_3P_1$	0,94 a	0,98 a	1,02 ab	1,11 abc	1,37 ab 1,58 a 2,01 ab
$C_1N_3P_2$	0,80 abcd	0,87 abc	0,90 abcde	1,05 abcd	1,39 ab 1,67 a 2,11 a

* C_0 – sem adição de composto orgânico; C_1 - adição de composto orgânico (100 mL/54g); N_0 – sem aplicação de nitrogênio, N_1 - aplicação de 1,0 g de uréia/muda; N_2 - inovação com a estripe NFB 473; N_3 - inovação com a estripe NFB 466; P_0 – sem aplicação de fósforo; P_1 – aplicação de 0,5 g de superfosfato simples/muda (8,28 g/m²) e P_2 – aplicação de 1,0 g de superfosfato simples/muda (16,56 g/m²)

** Médias unidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Nas medições realizadas após 220 dias do plantio (Tabela 6) os melhores resultados foram obtidos com $C_1N_0P_0$, $C_1N_2P_1$ e o $C_1N_3P_0$, cujas médias foram, respectivamente, iguais a 2,58; 2,55 e 2,55 m, enquanto após 255 dias, neste período, as chuvas da região já começam a ficar mais escassas, os melhores resultados foram obtidos com $C_1N_0P_0$, $C_1N_2P_1$ e o $C_1N_3P_0$, cujas médias foram, respectivamente, 2,89; 2,80 e 2,80 m; tal comportamento também foi observado após 287 dias de plantio.

Obtiveram-se as melhores médias em altura, tanto para 318 e 361 dias após plantio, foram obtidas com $C_1N_0P_0$, $C_1N_2P_1$ e o $C_1N_3P_0$; nesse período, transcorrido um ano do início do acompanhamento do crescimento da leucena no campo, pode-se observar todas as variações climáticas na região, ou seja, neste primeiro ano se pode acompanhar o crescimento da leucena em 12 medições realizadas nas mais diversas variações climáticas e observar a influência de todos os tratamentos. Os tratamentos que apresentaram as maiores médias de altura até este momento, permaneceram assim durante todo o período da avaliação.

Nas medições realizadas decorridos 479 e 571 após o plantio (Tabela 6), os melhores resultados foram obtidos com $C_1N_0P_0$, $C_1N_2P_1$ e o $C_1N_3P_0$. Como se observa, esses resultados

Tabela 6. Médias de crescimento em altura para leucena de 220 até 3256 dias após o plantio**Table 6.** Mean height of leucena from 220 to 3256 days after plantation

Tratamentos*	Dias após o plantio**											
	220	255	287	318	361	479	571	935	1277	1466	1837	3256
C ₀ N ₀ P ₀	2,17abc	2,44abc	2,49ab	2,51ab	2,57ab	2,60ab	2,88ab	3,63ab	3,99ab	4,33a	5,12a	5,46a
C ₀ N ₀ P ₁	2,10abc	2,34abc	2,39ab	2,43ab	2,53ab	2,66ab	2,93ab	3,69ab	4,05ab	4,34a	4,94a	5,34a
C ₀ N ₀ P ₂	2,40abc	2,64abc	2,69ab	2,72ab	2,79ab	2,87ab	3,18ab	3,89ab	4,18ab	4,43a	5,07a	5,51a
C ₀ N ₁ P ₀	1,79c	2,00c	2,03b	2,08b	2,19b	2,31b	2,71ab	3,40ab	3,62b	4,05a	4,63a	4,93a
C ₀ N ₁ P ₁	1,94bc	2,18bc	2,26ab	2,26ab	2,35ab	2,45ab	2,69b	3,31b	3,66ab	3,97a	4,44a	4,83a
C ₀ N ₁ P ₂	1,97bc	2,23abc	2,28ab	2,32ab	2,37ab	2,47ab	2,75ab	3,40ab	3,72ab	3,99a	4,58a	5,13a
C ₀ N ₂ P ₀	2,19abc	2,43abc	2,48ab	2,51ab	2,59ab	2,68ab	2,90ab	3,60ab	3,86ab	4,15a	4,81a	5,17a
C ₀ N ₂ P ₁	2,28abc	2,56abc	2,63ab	2,66ab	2,72ab	2,83ab	3,11ab	3,87ab	4,23ab	4,49a	5,12a	5,43a
C ₀ N ₂ P ₂	2,13abc	2,39abc	2,47ab	2,49ab	2,53ab	2,59ab	2,86ab	3,55ab	3,87ab	4,24a	4,91a	5,37a
C ₀ N ₃ P ₀	2,32abc	2,60abc	2,68ab	2,70ab	2,80ab	2,89ab	3,07ab	3,68ab	3,99ab	4,24a	4,76a	5,15a
C ₀ N ₃ P ₁	2,17abc	2,42abc	2,47ab	2,49ab	2,57ab	2,67ab	2,98ab	3,64ab	3,93ab	4,26a	4,64a	4,99a
C ₀ N ₃ P ₂	2,46ab	2,73ab	2,81a	2,84a	2,92a	3,04a	3,33ab	3,94ab	4,21ab	4,45a	4,96a	5,41a
C ₁ N ₀ P ₀	2,58a	2,89a	2,94a	2,95a	3,03a	3,12a	3,45 ^a	3,98ab	4,25ab	4,61a	5,06a	5,47a
C ₁ N ₀ P ₁	2,38abc	2,63abc	2,70ab	2,72ab	2,79ab	2,87ab	3,13ab	3,81ab	4,09ab	4,35a	4,90a	5,40a
C ₁ N ₀ P ₂	2,47ab	2,78ab	2,85a	2,87a	2,96a	3,07a	3,35ab	3,97ab	4,25ab	4,49a	5,20a	5,73a
C ₁ N ₁ P ₀	2,20abc	2,51abc	2,56ab	2,58ab	2,69ab	2,85ab	3,06ab	3,74ab	4,05ab	4,29a	4,98a	5,45a
C ₁ N ₁ P ₁	2,49ab	2,72ab	2,78a	2,82a	2,91a	3,01ab	3,25ab	3,86ab	4,13ab	4,41a	4,90a	5,27a
C ₁ N ₁ P ₂	2,40abc	2,67abc	2,74a	2,76ab	2,82ab	2,91ab	3,14ab	3,90ab	4,14ab	4,36a	4,89a	5,38a
C ₁ N ₂ P ₀	2,30abc	2,60abc	2,71ab	2,73ab	2,81ab	2,92ab	3,24ab	3,99ab	4,29ab	4,58a	5,22a	5,63a
C ₁ N ₂ P ₁	2,55ab	2,80ab	2,87a	2,90a	3,00a	3,09a	3,38a	4,13a	4,40a	4,67a	5,35a	5,76a
C ₁ N ₂ P ₂	2,30abc	2,60abc	2,71ab	2,73ab	2,81ab	2,92ab	3,24ab	3,99ab	4,29ab	4,58a	5,22a	5,63a
C ₁ N ₃ P ₀	2,55ab	2,80ab	2,87a	2,90a	3,00a	3,09a	3,38a	4,13a	4,40a	4,67a	5,35a	5,76a
C ₁ N ₃ P ₁	2,37abc	2,65abc	2,68ab	2,72ab	2,79ab	2,86ab	3,06ab	3,59ab	3,93ab	4,22a	4,87a	5,12a
C ₁ N ₃ P ₂	2,51ab	2,79ab	2,84a	2,88a	2,97a	3,06a	3,32ab	3,93ab	4,22ab	4,64a	5,32a	5,61a

* C₀ – sem adição de composto orgânico; C₁ – adição de composto orgânico (100 mL/54g); N₀ – sem aplicação de nitrogênio, N₁ - aplicação de 1,0 g de ureia/muda; N₂ - inoculação com a estirpe NFB 473; N₃- inoculação com a estirpe NFB 466; P₀ – sem aplicação de fósforo; P₁ – aplicação de 0,5 g de superfosfato simples/muda (8,28 g/m³); e P₂ – aplicação de 1,0 g de superfosfato simples/muda (165,6 g/m³)

** Médias unidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05)

foram obtidos com os tratamentos em que se verifica a presença do composto orgânico (C₁). A partir da décima quarta medição, isto é, após 571 dias do plantio, os intervalos entre uma medição e outra foram ampliados. Nota-se que 935 dias após o início do experimento apenas os tratamentos (C₁N₂P₁) e (C₁N₃P₀) , mostraram diferenças significativas e, depois da décima sétima medição (4 anos) não mais se observaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Passados 1277 dias do plantio, houve pequena variação em relação aos melhores tratamentos (Tabela 6), isto é, o tratamento C₁N₀P₀, que se vinha apresentando como o mais eficiente, passa a ocupar a quinta posição, e assim os melhores resultados foram obtidos com C₁N₂P₁, C₁N₃P₀, C₁N₂P₀ e C₁N₂P₂, cujas médias foram, respectivamente, 4,13; 4,13, 3,99, 3,99 e 3,98 m.

Depois de 1466 dias do plantio, seis meses após a coleta anterior, não ocorreram mais diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que os efeitos dos diferentes níveis de adubação não mais influenciaram no crescimento em altura da leucena.

Porcentual de crescimento em cada tratamento, ao longo do tempo

Tratamentos com ausência do composto orgânico: nas plantas submetidas ao tratamento (C₀N₀P₀) (testemunha), observou-se que somente em janeiro de 1993, três anos de-

pois de plantadas, as leucenas atingiram, em média, 60% da altura máxima atingida durante o experimento. Em relação aos tratamentos C₀N₀P₁ e C₀N₀P₂ caracterizados ausência de nitrogênio e presença dos níveis 1 e 2 da adubação superfosfatada, constatou-se que este último indicou melhores resultados.

Nos tratamentos C₀N₁P₀, C₀N₁P₁ e C₀N₁P₂, caracterizados pela presença do nível 1 de nitrogênio e dos níveis da adubação superfosfatada, o crescimento da leucena apresenta melhores resultados quando este nível de nitrogênio é associado à adubação superfosfatada nível 1, quando as plantas então atingem 60% do crescimento, em média de 2 anos.

Nos tratamentos C₀N₂P₀, C₀N₂P₁ e C₀N₂P₂, caracterizados pela presença da estirpe NFB 473 e os dois níveis da adubação superfosfatada, tem-se que a estirpe NFB 473, associada ao nível 2 da adubação superfosfatada, é mais eficiente; entretanto, nos dois primeiros anos o crescimento é mais rápido quando o NFB 473 é associado ao P₁.

Em relação aos tratamentos C₀N₃P₀, C₀N₃P₁ e C₀N₃P₂, caracterizados pela associação da estirpe NFB 466 com os dois níveis da adubação superfosfatada, observou-se que o melhor resultado foi obtido com a estirpe NFB 466, não associada à adubação superfosfatada.

Tratamentos com adição do composto orgânico: A adição do composto orgânico aos níveis das adubações nitrogenadas e superfosfatadas, resultou em diferenças significativas no crescimento da leucena. Com o tratamento $C_1N_0P_0$, a leucena atingiu, em média, 60% da altura máxima, em apenas 1 ano e 6 meses. Com $C_1N_0P_1$ e $C_1N_0P_2$, este percentual foi atingido com 1 ano e 9 meses mas, considerando-se todo o período avaliado, a associação de composto orgânico com o P_2 surge como um dos melhores resultados.

Em relação à aplicação dos tratamentos $C_1N_1P_0$, $C_1N_1P_1$ e $C_1N_1P_2$, observa-se que a associação do composto orgânico à adubação nitrogenada N_1 , apresenta melhor resultado quando lhes é acrescentada a adubação superfosfatada P_2 .

Na presença dos tratamentos $C_1N_2P_0$, $C_1N_2P_1$ e $C_1N_2P_2$ que as leucenas atingiram, em média, 60% da altura máxima, respectivamente, a 1 ano e 6 meses, 1 ano e 3 meses e 1 ano e 6 meses após o plantio, constatando-se, assim, que a associação da estirpe NFB 473 com o composto orgânico apresentou os melhores resultados, independentemente da presença ou ausência da adubação superfosfatada. Para os tratamentos $C_1N_3P_0$, $C_1N_3P_1$ e $C_1N_3P_2$, verificou-se que os melhores resultados foram obtidos com a associação do composto orgânico com a estirpe NFB 466 e com a ausência da adubação superfosfatada.

Efeito dos tratamentos ao longo do tempo

Tratamentos com o composto orgânico (C): Os tratamentos com o composto orgânico (C) apresentaram os melhores resultados, tanto nos dois primeiros anos ($C_1N_0P_0$, $C_1N_2P_2$, $C_1N_3P_0$ e $C_1N_3P_1$), quanto ao longo dos oito anos em que foram avaliados ($C_1N_0P_2$, $C_1N_2P_0$, $C_1N_2P_1$, $C_1N_2P_2$ e $C_1N_3P_0$).

Tratamentos com o Nitrogênio (N): Nenhum dos tratamentos com nível N_1 de nitrogênio se mostrou eficiente.

Dentre os seis tratamentos com a estirpe NFB 473, constatou-se que nos primeiros dois anos apenas $C_1N_2P_1$ se destacou; entretanto e se considerando todo o período, pode-se constatar que os tratamentos $C_1N_2P_0$, $C_1N_2P_1$ e $C_1N_2P_2$ se apresentaram entre os cinco melhores resultados. A estirpe NFB 473, quando associada ao composto orgânico (C), mostrou os melhores resultados, independente da adubação fosfatada.

Em relação aos tratamentos com a estirpe NFB 466, nos primeiros dois anos, $C_1N_3P_0$ e $C_1N_3P_1$ se apresentaram como dois dos quatro mais eficientes; todavia, considerando todo o período de avaliação, apenas $C_1N_3P_0$ se apresentou entre os cinco melhores tratamentos.

Tratamentos com adubação superfosfatada (P): Os tratamentos com o nível P_1 de fósforo mostraram durante os primeiros dois primeiros anos da avaliação, dois dos quatro melhores resultados ($C_1N_2P_1$ e $C_1N_3P_1$), enquanto durante todo o período apenas o $C_1N_2P_1$, se estabilizou entre os cinco mais eficientes. Nenhum dos tratamentos com P_2 , apresentou bons resultados durante os dois primeiros anos da avaliação; entretanto, até 1277 dias após o plantio os tratamentos $C_1N_0P_2$ e $C_1N_2P_2$, ficaram entre os cinco mais eficientes.

A aplicação da adubação superfosfatada exerce influência no crescimento da leucena quando é associada ao composto orgânico (C) ou ao rizóbio. A aplicação de 0,5 g de superfosfato indicou melhores resultados nos dois primeiros anos de aplicação, enquan-

to que a aplicação de 1,0 g de superfosfato apresentou melhores resultados quando se consideraram os oito anos da avaliação.

CONCLUSÕES

O delineamento com medidas repetidas permitiu efetivo acompanhamento do crescimento em altura da leucena, em todos os momentos avaliados e uma avaliação precisa da eficiência de cada um dos tratamentos testados.

Os tratamentos com o composto orgânico (C), mostraram-se os mais eficientes, entre todos os outros avaliados, até 4 anos do plantio; a partir deste período, não mais exerceram influência no crescimento, em altura, da leucena.

Aplicando-se adequadamente os tratamentos, pode-se dizer que um cultivo de leucena no Agreste de Pernambuco atinge, em média, 60% de sua altura em dois anos ocorrendo, a partir daí, um decréscimo na taxa de crescimento da altura das plantas de leucena, no Agreste de Pernambuco.

LITERATURA CITADA

- Bêde, S.N.P.; Frota, J.N.E.; Vasconcelos, I.; Alves, J.F. Identificação de fatores nutricionais limitantes da fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico em leucena. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, v.9, n.1, p.5-7, 1985.
- Brewbaker, J. L. Can there be such a thing as a perfect tree? Agroforestry Today, v.1, n.4, p. 4-7, 1989.
- Cunha, L. S. Leucaena: a árvore milagrosa de grande futuro energético para o Brasil. Jornal dos Reflorestadores, v.1, n. 4, p. 17-19, 1979.
- Febles, G.; Monzote, M.; Ruiz, T. E. La planta. In: Ruiz, T. E.; Febles, G. Leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Lam.) de Wit. una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropical. La Habana: EDICA, 1987. p. 3-29.
- Franco, A. A.; Souto, S. M. *Leucaena leucocephala* – Uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1986. 7p. (Comunicação Técnica, 2).
- Freitas, A. R. et al. Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.: cultura e melhoramento. São Carlos: Embrapa – UEPAE, 1991. 93 p. (Documentos, 12).
- Hill, G. D. *Leucaena leucocephala* for pastures in the tropics. Herbage Abstracts, v.41, n.2, p.112-119, 1971.
- Hutton, E. M. Breeding and selecting leucaena for acid tropical soils. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.19, p.263-74, 1984.
- Khattree, R.; Naik, D. N. Applied multivariate statistics with SAS software. 2. ed. Cary. NC: SAS Institute Inc., 1999. 360p.
- Kluthcouski, J. Leucaena: uma alternativa para a pequena e média agricultura. 2 ed. Brasília: Embrapa, 1982. 12p. (Circular Técnica, 6).
- Lyra, M. R. C. C.; Silva, J.A.A. da; Rolim, M.M. Emprego do teste de esfericidade de Mauchly em um experimento de fertirrigação com vinhaça com medidas repetidas ao longo do tempo. Revista Ciências Agrárias, n.45, p. 175-186, 2006.
- Mauchly, J. W. Significance test for sphericity of a normal n-variate distribution. Annals of Mathematical Statistics, v. 11, n.2, p. 204-209, 1940.

- Mendes, B. V. Alternativas tecnológicas para a agropecuária do semi-árido. São Paulo: Nobel, 1985. p.109-112. (Coleção Mossoroense, 266).
- Meunier, I. M. J. Crescimento de mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Em função do uso de composto de resíduo urbano, adubação fosfatada e inoculação com *Rhizobium loti*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1991. 110p. Dissertação de Mestrado.
- Nemec, A. F. L. Analysis of repeated measures and time series: an introduction with forestry examples. Vitoria: B.C. Ministry of Forests and Range, 1996. 89p. (Biometrics Information Handbook nº 6 - Working Paper nº 15).
- Neter, J.; Wasserman, W.; Kutner, M. Applied linear statistical models. 3.ed. Boston: Irwin, 1990. 1181p.
- NFTA - Nitrogen Fixing Tree Association. Leucaena: wood production and use. Waimanalo: NFTA, 1985. 50p.
- Ribeiro, C. A. S.; Silva, J. A. A.; Ferreira, R. L. C.; Meunier, I.M.J.; Ferraz, I. Seleção de modelos volumétricos para leucaena no Agreste do Estado de Pernambuco. Brasil Florestal, v.20, n.72, p. 37-45, 2001.
- Salerno, A. R.; Seiffert, N. F. Leucaena: Características agronômicas e recomendação de manejo. Florianópolis: EMPASC, 1986. 9p. (Comunicado Técnico, 105).
- Seiffert, N. F. Produção biológica de nitrogênio e proteína bruta de acessões de *Leucaena* spp. Cultivadas para emprego na suplementação protéica de ruminantes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.19, p. 283-291, 1984.
- Seiffert, N. F. Manejo de leguminosas forrageiras arbustivas de clima tropical. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 9, 1988, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 285-314.
- Seiffert, N. F.; Thiago, L. R. Legumineira-cultura forrageira para a produção de proteína. Campo Grande: Embrapa – CNPGC, 1983. 52p. (Embrapa – CNPGC. Circular Técnica, 13)
- Silva, J. A. A.; Silva, I. P. Modelos estatísticos aplicados à pesquisa científica: uma abordagem para profissionais da pesquisa agropecuária. Recife: UFRPE, 1999. 305p.
- Silva, M. G. S. da. Avaliação bromatológica, digestibilidade "in vitro" e teor de tanino de cinco leguminosas. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995. 108p. Dissertação de Mestrado.
- Skerman, P. J. Tropical forage legumes. Rome: FAO, 1977. 610p.
- Vieira, F.T.P.A.; Silva, J.A.; Ferreira, R.L.C.; Cruz, M.A.O.M.; Ferraz, I. Uma abordagem multivariada em experimento silvipastoril com *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, no Agreste de Pernambuco. Ciência Florestal, v.17, n.4, p.333-342, 2007.
- Xavier, H. L. Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2000. 91p. Dissertação de Mestrado.