

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL, CRESCIMENTO DE TECA
(*Tectona grandis* L.) E SUAS RELAÇÕES COM OS FATORES DE SÍTIO DO
SOLO EM PLANTIOS NO SUDOESTE DE MATO GROSSO, A PARTIR DA
ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS**

DIONEI JOSÉ DA SILVA¹, JOÃO BAPTISTA DA SILVA FERRAZ², MANOEL
DOS SANTOS FILHO¹ e JOSELAINE SOLTO HALL SILVA³

RESUMO: Este trabalho avaliou o crescimento de teca (*Tectona grandis* L.) e suas relações com os fatores de sítio do solo em plantios na fazenda Paragatuba, em Cáceres, Mato Grosso. Foram realizadas coletas de dados em dois plantios, com nove e dois com dezessete anos de idade. Para cada idade foram escolhidos um plantio com maior e outro com menor crescimento, sendo ambos possuidores de mesmo histórico, anterior e posterior ao plantio. Para cada área foi delimitado um quadrante de 2.500 m², dentro do qual foram coletadas as amostras de solo na profundidade 0 - 10 cm, para análise de teores de nutrientes, dados biométricos das árvores e coleta de folhas para análise dos teores de nutrientes foliares. Para a coleta de folhas foram identificadas as dez árvores de altura dominante e as dez suprimidas, dentro de cada plantio, das quais foram coletadas seis folhas recém-adultas e que estavam em pleno sol. Os resultados obtidos foram analisados por meio de Análise de Componentes Principais (PCA). As relações de teores de nutrientes nos solos e altura das árvores foram, sempre, estabelecidas entre plantios de mesma idade. A PCA para ambas as idades mostrou maior riqueza de nutrientes (N, Zn, Mn, CTCe), matéria orgânica e maiores valores de pH para as áreas de melhor crescimento. Nos plantios de nove anos, a argila também aparece como variável de importância significativa na separação das áreas.

¹ Biólogo, Mestre em Ecologia - Professor: UNEMAT/MT.

² Biólogo - Doutor - Pesquisador: INPA/AM.

³ Bióloga- Graduada - UNEMA/MT - Rua Jauru, 464 - Cavalhada - CEP: 78200- 000 Cáceres, MT -
Correio eletrônico: dioneisilva@zipmail.com.br

**ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS AND GROWTH OF TEAK
(*Tectona grandis* L.) AND ITS RELATIONSHIP TO SOIL SITE FACTORS IN
PLANTATIONS LOCATED ON THE SOUTHWEST OF MATO GROSSO**

ABSTRACT: The present study objectives to evaluate the nutritional status and the growth of teak (*Tectona grandis* L.f.), and their relationships with the soil site factors in plantations located at Fazenda Paraguatuba, Municipality of Cáceres (MT) in the south west of Mato Grosso. Data were collected in four plantations (two aged 9 years and two aged 17 years). For each age class two blocks (*stands*) were chosen: one with high growth and another with poor growth, both presenting the same soil preparation techniques, seeds and seedlings origins, planting techniques, spacements and management techniques. For each of the four blocks a plot of 2,500 m² was delimited for collection of soil samples, biometric data and leave collections for foliar analyses. In each area and also ten replicates additional superficial soil samples were collected at 0 - 10 cm depth each. In each planting stand ten dominant height trees were identified and also ten with the lowest height. In each of this twenty trees leaves samples were collected for foliar analyses. The relations between nutrient content of leaves and tree height were established for same age stands. The PCA for the stands (both ages) indicated the areas with higher growth with better fertility (higher values for CEC, Zn, Mn, N, soil organic matter and pH). Stands planted in 1991 presented also clay content as a important parameter to distinguish the areas of different growth. The foliar nutrient content in all stands presented positive relationships only between Ca content of the leaves and the tree height.

INTRODUÇÃO

A capacidade produtiva de uma certa área, ou o crescimento vegetal, pode ser descrita como dependente de uma combinação entre vários fatores ambientais (pedológicos, topográficos e climáticos), os quais afetam diretamente o ecossistema (Buckman, 1979; Pereira et al., 1986). A determinação desses fatores tem sido feita por meio da Análise de Componentes Principais (PCA), como nos trabalhos realizados por Malende e Temu (1990), ao descreverem índices de sítio e curvas de crescimento e volume para teca na Tanzânia, e Pereira et al. (1996) que verificaram as correlações entre fatores de sítio e crescimento de espécies arbóreas.

A Análise de Componentes Principais utilizada neste estudo teve como objetivo analisar as relações nutricionais entre os fatores do solo e as plantas de teca, e suas implicações no crescimento, comparando-se sítios de crescimento diferentes na região de Cáceres, MT, buscando estabelecer os fatores determinantes do bom desenvolvimento da espécie *Tectona grandis* L.f., na região.

A PCA mostrou-se eficaz, demonstrando haver diferenças entre os sítios estudados no que se refere à disponibilidade de nutrientes e à composição granulométrica do solo, para a profundidade 0 - 10 cm. A PCA foi realizada apenas para essa profundidade, considerando que as análises de variância realizadas (para 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 30 cm) mostraram maiores diferenças entre os solos das áreas estudadas apenas para a primeira profundidade e considerando os estudos de Matricardi (1989); Phengkklai et al. (1997) e Tanaka et al. (1998), que apontaram a maior importância da camada superficial do solo na nutrição da teca, porque o sistema radicular dessa espécie não se aprofunda muito.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

A área de estudo situa-se na Fazenda Paragatuba de propriedade da Cáceres Florestal S.A., no município de Cáceres, MT, o qual encontra-se inserido na Bacia do

Alto Paraguai, localizado nas coordenadas 16° 11' 42" latitude Sul e 57° 40' 51" longitude Oeste de Greenwich.

A fazenda Paragatuba apresenta ambiente característico da região do alto pantanal, com clima tropical do tipo climático **Aw** (clima de savana). A precipitação média anual é de 1.277 mm e temperatura média anual é de 26,8 °C (EMBRAPA 1982; Amaral e Fonzar, 1982).

A vegetação inclui mata nativa reunindo várias fases entre campo, cerrado, pantanal e floresta tropical, solos bastante variados taxonomicamente em fertilidade e em textura, relevo plano até acidentado (Amaral e Fonzar, 1982; EMBRAPA 1982; Ferreira, 1997).

Descrição dos sítios de estudo

A área de estudo constituiu-se em quatro sítios (talhões), sendo dois referentes aos plantios de 1991 e dois aos de 1982, conforme observação do desenvolvimento do crescimento (altura e diâmetro) das árvores de teca. Assim, foram identificados sítios com menor e com maior crescimento. Em cada uma dessas áreas foi delimitada uma parcela de 50 m x 50 m, dentro do qual foram realizadas todas as coletas de dados. Os sítios (áreas), em cada período de plantio, apresentaram o mesmo histórico em relação ao anterior e ao plantio.

Para o plantio, não foram realizadas correção do solo nem adubação, sendo feito por mudas "toco". Em ambos os anos, o plantio deu-se no período chuvoso entre os meses de novembro e dezembro, com espaçamento 3 m x 2 m.

Coleta das amostras de solos e folhas

Foram coletadas 30 amostras de solo em cada área, de forma aleatória, na profundidade 0 - 10 cm. Essas amostras foram obtidas com a abertura de pequenas trincheiras feitas com um enxadão, coletando-se o solo com auxílio de um facão e espátula. Foram acondicionadas em sacos de pano, secas ao ar e levadas ao laboratório para análises físicas e químicas.

Em cada uma das áreas de plantio, foram coletadas folhas de dez árvores dominantes e de dez suprimidas. Para tanto, foram feitas as medidas de DAP, e

escolhidas as 25 árvores que apresentavam maior diâmetro e as 25 de menor diâmetro, das quais foram tomadas as medidas de altura total, usando-se uma vara hipsométrica ou Blumé-Leiss. Das 25 árvores de maior diâmetro, foram escolhidas as dez de altura dominante e, das 25 de menor diâmetro, as dez de menor altura. De cada uma dessas, foram colhidas seis folhas recém-adultas, em bom estado fitossanitário, do terço superior da copa e que estavam em pleno sol. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel, secas por 24 horas em estufa (65 °C) e levadas ao laboratório para análise dos macro e micronutrientes.

Análises de solos e folhas

As análises químicas e físicas do solo, bem como as análises químicas das folhas, foram realizadas no Laboratório de Solos e Plantas do Centro de Pesquisa Amazônia Ocidental (CPAA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - conforme as metodologias da EMBRAPA (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura e diâmetro das árvores das áreas de estudo

Comparando-se a área 1 (plantio 95/1) com a área 2 (plantio 91/19), consideradas de menor e maior crescimento, respectivamente, verifica-se que 98% das árvores da área 2 demonstram maior altura do que aquelas da área 1. As maiores alturas encontradas foram 21 m e 13 m (áreas 1 e 2) e, as menores alturas, de 12 m e 4,8 m (áreas 1 e 2).

Para os plantios de 1982, 72,2% árvores amostradas na área 3 apresentaram maior altura do que as árvores da área 4. As maiores alturas encontradas foram de 25,2 m (áreas 3 e 4) e, as menores, 20 m e 15 m (áreas 3 e 4).

Comparação entre as áreas 1 e 2

Na comparação dos solos das áreas 1 e 2, correspondentes, respectivamente, aos plantios de teca 91/19 (de menor crescimento) e 91/5 (com crescimento superior), o

grupo de variáveis foi representado por dois vetores, que em conjunto explicaram 64,81 % da variação dos dados.

A PCA (FIG. 1) feita entre essas duas áreas mostra uma nítida distinção entre elas, principalmente pelas variáveis relacionadas com o eixo I. O eixo I (45,69% da variância explicada) relaciona-se, positivamente, com as variáveis CTC efetiva, Zn, Mn e matéria orgânica. Acidez potencial, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ e N também aparecem positivamente relacionados, demonstrando menor efeito do que as demais, porém promovem uma dispersão dos pontos. Negativamente, esse eixo projeta-se pela expressão, decrescente dos elementos químicos Cu e P, e pela estrutura física do solo (% de argila e areia).

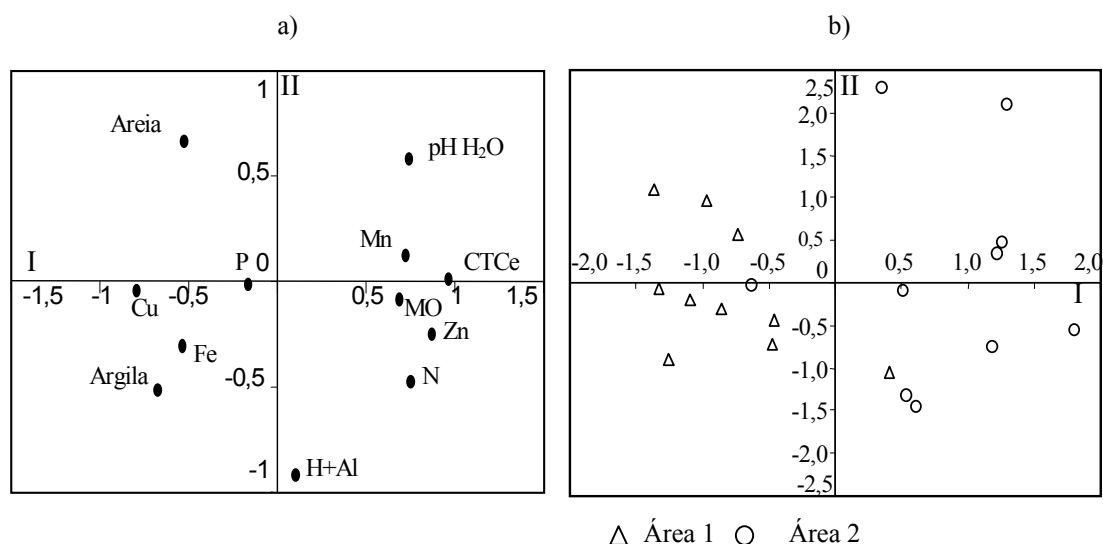


FIG. 1. Disposição das variáveis químicas e físicas do solo, relacionadas com as áreas de estudo 1 e 2 (plantio de 1991) por meio da Análise de Componentes Principais. a) Disposição das variáveis químicas e físicas; b) Disposição das áreas em relação aos maiores teores de nutrientes em cada uma delas.

O eixo II (19,2 % da variância explicada) está positivamente ligado à areia e $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ e negativamente à acidez potencial e argila.

Ao comparar as áreas 1 e 2 (plantios 91/19 e 91/5), verificou-se uma dissimilaridade entre elas, mostrando que os solos do plantio 91/5, que possui maior crescimento, apresentaram os valores mais altos da CTCe, variável esta que se mostra

mais forte na separação das áreas, seguida de zinco, nitrogênio e valores de pH mais elevados. A matéria orgânica e o manganês também apareceram como elementos importantes na distinção entre as áreas, no entanto, com menor expressão. A acidez potencial também aparece como uma variável mais associada aos solos do plantio 91/5, porém seu efeito não parece exercer influência significativa na distinção das áreas.

Os solos da área do plantio 91/19, onde aparecem as árvores de menor altura, mostraram-se mais ricos nos teores de fósforo, ferro e cobre, sendo este último nutriente aquele que mostrou exercer a maior influência na distinção das áreas 1 e 2. Quanto ao aspecto granulométrico, a argila aparece como variável de influência significativa na área 1 (plantio 91/19), distinguindo-a da área do plantio 91/5.

Assim, a PCA revela que teores mais elevados de argila, Fe e Cu estão relacionados, negativamente, com o crescimento das árvores, enquanto que, principalmente, CTCe indica uma relação positiva com o crescimento em altura de teca.

Comparação entre as áreas 3 e 4

Na comparação dos solos das áreas correspondentes aos plantios 82/8 (maior crescimento) e 82/4 (menor crescimento), o grupo de variáveis foi representado por dois vetores, que, em conjunto, representam 66,96% da variação dos dados.

A PCA feita entre essas duas áreas de plantio, mostra uma distinção entre elas, principalmente as variáveis químicas, relacionadas com o eixo I (FIG. 2). Esse eixo (51,24% da variância explicada) está ligado positivamente às variáveis Zn, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, Mn, CTCe, N e matéria orgânica. Ferro, fósforo e cobre, também aparecem relacionados com o eixo I, no entanto, expressando menor efeito que as primeiras.

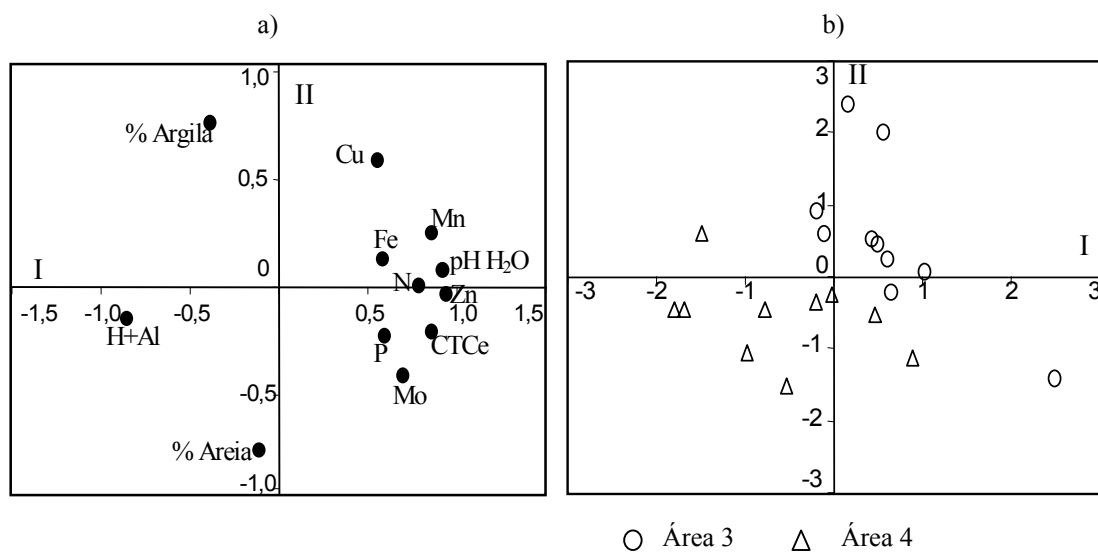


FIG. 2: Disposição das variáveis químicas e físicas do solo, relacionadas com as áreas de estudo 3 e 4 (plantio de 1982), por meio da Análise de Componentes Principais. a) Disposição das variáveis químicas e físicas; b) Disposição das áreas em relação aos maiores teores de nutrientes em cada uma delas.

O eixo II (15,54% da variância explicada), relaciona-se positivamente, em especial, com argila e Cu e, negativamente, com areia, matéria orgânica e P.

A PCA realizada entre os dois plantios de 82 separou as áreas 3 e 4 baseada nos teores mais elevados de Zn, pH e Mn. A CTCe, N e Fe também demonstraram exercer influência na distinção das duas áreas. Já a área do plantio 82/4, de menor crescimento, associa-se aos solos com maior acidez potencial. Por outro lado, diferentemente das áreas dos plantios de 1991, a argila não apareceu como uma das variáveis de importância significativa na distinção das áreas, sendo que os teores de areia demonstraram exercer maior influência que esta última variável.

Essa PCA conduz a associar o plantio 82/8, de melhor crescimento, aos solos com maiores teores de Zn, Mn, CTCe e valores mais altos de pH.

Relações entre as alturas das árvores e teores de nutrientes foliares

Áreas 1 e 2

Na comparação dos teores de nutrientes foliares para os plantios 91/19 (menor crescimento) e 91/5 (maior crescimento), o grupo das variáveis foi representado por dois vetores, que em conjunto explicam 51,2 % da variação dos dados.

O eixo I das variáveis (29% da variância explicada) correlacionou positivamente com P, Cu, S, Zn, N e K. Nenhuma variável apareceu relacionando-se negativamente com esse eixo. Assim, a separação das áreas deu-se em função das variáveis relacionadas positivamente no eixo I e àquelas ligadas ao eixo II.

O eixo II das variáveis (21,6 % da variância explicada) está relacionado positivamente ao Ca, Mg e Fe. Em oposição projeta-se neste eixo a variável Mn.

A PCA (FIG. 3) indica que as árvores da área 2, plantio de maior crescimento, apresentam os teores foliares mais elevados de Ca, Mg e Fe, Cu, K, S, Zn e N. Já as árvores da área 1, plantio de menor crescimento, foram associadas aos maiores teores de Mn nas folhas.

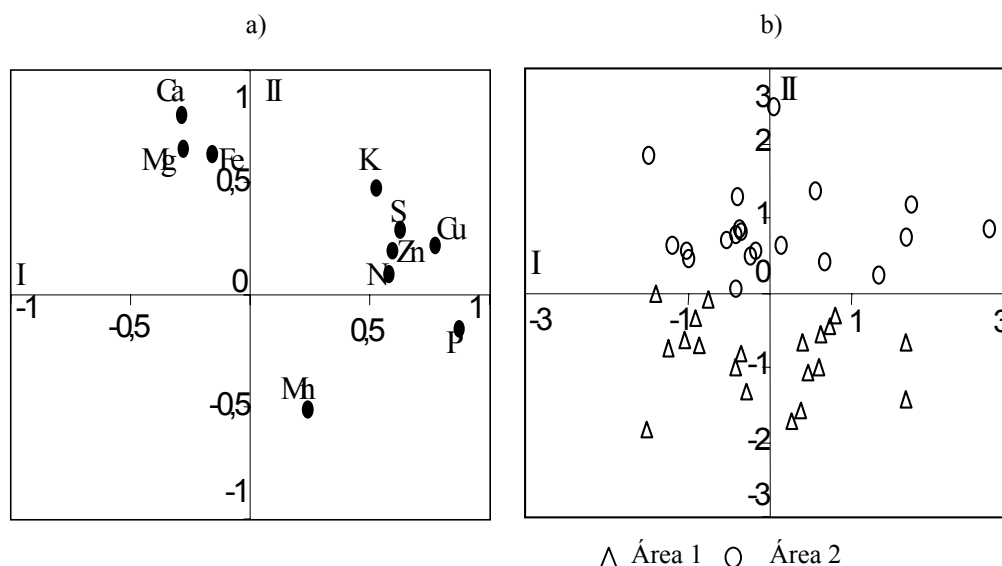


FIG. 3. Disposição dos teores de nutrientes foliares relacionados com os plantios 91/19 e 91/5 (áreas 1 e 2), por meio da Análise de Componentes Principais. a) Disposição das variáveis químicas; b) Disposição das árvores em relação aos maiores teores de nutrientes foliares em cada uma das variáveis.

Áreas 3 e 4

Nas comparação dos teores de nutrientes foliares das áreas 3 e 4, correspondentes aos plantios 82/8 (de maior crescimento) e 82/4 (de menor crescimento), o grupo de variáveis foi representado por dois vetores, que em conjunto explicaram 46% da variação dos dados.

O eixo I (24% da variância explicada) relacionou-se positivamente, em ordem decrescente, com N, P, S, Cu e Fe. O Mn, Zn e K também aparecem relacionados positivamente a esse eixo, demonstrando menor efeito que os demais. No entanto, esses três elementos promovem a dispersão dos pontos. Nenhuma variável aparece relacionada negativamente neste eixo. O eixo II (22 % da variância explicada) está positivamente ligado ao K e P, principalmente. Negativamente, esse eixo, projeta-se pela expressão do Mg, Ca e, demonstrando menor efeito, o Zn e Mn.

A PCA (FIG. 4), realizada para os plantios 82/8 (de maior crescimento) e 82/4 (de menor crescimento), mostrou haver um agrupamento das árvores de maior altura em função dos maiores teores de Ca encontrados nas folhas. O Mg também parece exercer influência nessa ordenação. No entanto o maior agrupamento ocorreu em função desse primeiro elemento.

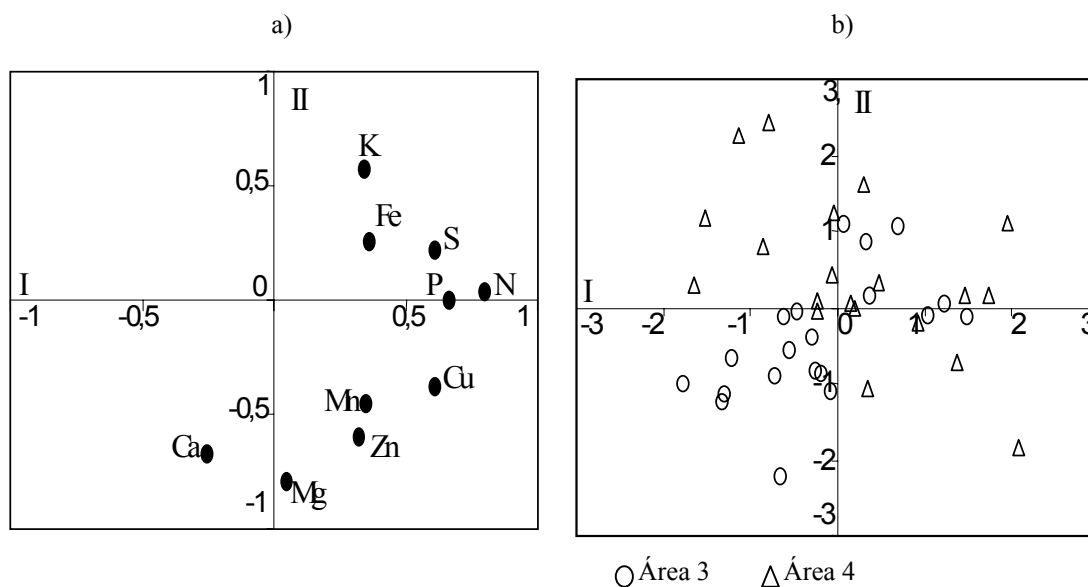


FIG. 4. Disposição dos teores de nutrientes foliares relacionados com os plantios 82/8 e 82/4 (áreas 3 e 4), por meio da Análise de Componentes Principais. a) Disposição das variáveis químicas; b) Disposição das árvores em relação aos maiores teores de nutrientes foliares em cada uma das variáveis

Notou-se ainda que um grupo de árvores (sete) do plantio de melhor crescimento (82/8) apareceu isolado das demais árvores desse plantio, estando associado aos maiores teores de P, S e Fe. Analisando-se os dados biométricos, verificou-se que estas são aquelas árvores que apresentaram as menores alturas.

As árvores do plantio 82/4 não mostraram um padrão de distribuição em função dos teores de nutrientes encontrados nas folhas. No entanto, observou-se que estão distintamente separadas da maioria das árvores do plantio 82/8 (de maior crescimento), demonstrando apresentar menores teores de Ca.

Nos plantios de 1991, foram observados resultados semelhantes aos encontrados para os plantios mais velhos. Nesse caso verificou-se nítida separação das árvores em quatro grupos. Tal fato pode ser explicado ao considerar que, para cada plantio, foram escolhidas as dez árvores de altura dominante e dez suprimidas, para coleta das folhas.

Assim, ficou demonstrado que as árvores de maior altura estão associadas, principalmente, aos maiores teores de Ca seguido pelo Mg e Fe. O melhor agrupamento das árvores em função dessas variáveis ocorreu para as dez maiores árvores do plantio 91/5, sendo que as outras dez, embora sob a influência destas variáveis, apareceram associadas aos maiores teores de Cu, S, Zn, N e K.

As árvores do plantio 91/19 (de menor crescimento) distinguiram-se em dois grupos, em função dos maiores teores de Mn e P, para as árvores de menor altura.

Vários autores (Hase e Folster, 1983; Kaul et al. apud Tanaka et al., 1998) relacionaram o Ca ao maior crescimento de teca a partir de análises de teores de nutrientes foliares. Também relacionando teores de nutrientes foliares ao crescimento vegetal, Venturin (1986) encontrou resultados significativos em relação aos maiores teores foliares de Ca, bem como de Mg, ao maior crescimento de eucalipto.

CONCLUSÕES

Neste estudo, considerado apenas como preliminar, pois acredita-se ser necessário maior amostragem e até mesmo outras análises estatísticas, para apresentar afirmações mais concretas, foi possível verificar que a teca mostra-se como uma espécie exigente em teores de bases trocáveis do solo, principalmente Ca, demonstrado melhor crescimento em altura onde há maiores teores desse elemento no solo.

O pH do solo constituiu fator importante para o bom estabelecimento de plantios de teca, sendo que os melhores plantios, em termos de altura das árvores, ocorreram em sítios em que os valores de pH estavam mais próximos do neutro.

Solos argilosos mostraram-se menos adequados para plantios de teca, considerando que os plantios de melhor crescimento ocorreram em solos mais arenosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D.L.; FONZAR, B.C.. In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. folha SD-21. Cuiabá. Rio de Janeiro: Secretaria Geral, 1982. p.329-372 il. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.B. **Natureza e propriedades dos solos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1979.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e avaliação da aptidão agrícola das terras e indicação de culturas em áreas homogêneas de solos de alguns municípios do sudoeste do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro: 1982. 484p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisas, 17).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.
- FERREIRA, J.C.V. **Mato Grosso e seus municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado da Cultura, 1997. 668p.
- HASE, H.; FOELSTER, H. Impact of plantation forestry with teak(*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. **Forest Ecology and Management**, n.6, p.33-50, 1983.
- MALENDE, H.Y.; TEMU, A. Site-index curves and volume growth of teak (*Tectona grandis*) at Mtibwa, Tanzania. **Forest Ecology and Management**, n.31, p.91-99, 1990.
- MATRICARDI, W.A.T. **Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da teca (*Tectona grandis* L.F.) cultivada na grande Cáceres – Mato Grosso**. Piracicaba:

Escola Superior de Agronomia Luis de Queiros, 1989. 135p. Dissertação Mestrado.

PEREIRA, J.A.A.; BOTELHO, S.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; DAVIDE, A.C. Análise das correlações entre fatores de sítio e crescimento de espécies arvóreas por meio da aplicação de análise de componentes principais (PCA) In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, MANEJO DE ECOSSISTEMA E MUDANÇAS GLOBAIS, 3., 1986, Brasília. **Anais...** Brasília:1986. p.400-431.

PHENGKLAI, C. "*Tectona grandis*". **Net.** nov. 1997. Disponível em: <http://www.bib.wau.nl/prosront/tectona.html> Acesso em 15 jul. 1999.

SILVA, F.C. org. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370p.

TANAKA, N.; HAMAZAKI, T.; VACHARANGKURA, T. Distribution, growth and site requirements of teak. **Japan International Research Center for Agricultural Sciences**, v.32, n.1, p.65-77, 1998.

VENTURIN, R.P. Relação entre os teores foliares e parâmetros de crescimento em eucalipto (*E. camaldulensis*). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL . MANEJO DE ECOSSISTEMA E MUDANÇAS GLOBAIS, 3., 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: 1986. p.305-315.