

ANÁLISE DE FATORES APLICADA NA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS, NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO SOB PASTAGEM

PAULO FRANCISCO DIAS¹
SEBASTIÃO MANHÃES SOUTO²

1- Zootecnista. PhD, Pesquisador da Estação Experimental de Seropédica da PESAGRO, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica- RJ. E-mail: pfranciscodias@hotmail.com.br

2- Eng. Agrônomo. PhD, Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 7, CEP 23851-970, Seropédica-RJ. E-mail: smsouto@cnpab.embrapa.br , Fone (21) 26821500 (autor correspondente)

RESUMO: DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. Análise de fatores aplicada na avaliação da influência de leguminosas arbóreas, nas características químicas de solo sob pastagem. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR, v.26, n.1, p.24-32, jan-jun, 2006.* O objetivo do trabalho foi analisar, por meio do método multivariado análise de fatores, a influência de 30 tratamentos formados pela combinação de três leguminosas arbóreas (*Dalbergia nigra*, Jacarandá da Bahia; *Enterolobium contortisiliquum*, Orelha de Negro; e *Peltophorum dubium*, Canafístula), cinco posições de amostragem do solo e duas profundidades de solo, no comportamento de oito variáveis relacionadas a análise química do solo. O fator rotacionado F1, por explicar aproximadamente a metade da variância do fator, mostrou que a influência da copa nos teores de Mg e K do solo foi maior na leguminosa fixadora de nitrogênio, a Orelha de Negro; enquanto fora da copa, a leguminosa não nodulante Canafístula apresentou os maiores teores para esses nutrientes. O fator rotacionado F2 evidenciou a importância da influência de leguminosa fixadora de N, Jacarandá da Bahia, no aumento do teor de P no solo sob a copa das árvores nas pastagens. O fator rotacionado F3 mostrou que, nas amostragens de solo feitas sob a copa da leguminosa Orelha de Negro, a fixação de N oriunda dessa leguminosa proporcionou diminuição do pH e aumento do teor de Al do solo. **Palavras chave:** Macronutrientes, FBN, análise multivariada.

ABSTRACT: DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. Analysis of factors applied in the evaluation of the influence of legume trees in the chemical characteristics of soil under pasture. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR, v.26, n.1, p.24-32, jan-jun, 2006.* The objective of the study was to evaluate, through the multivariate analysis method of analysis of factors, the influence of 30 treatments constituted by the combination of three legume trees (*Dalbergia nigra*, "Jacarandá da Bahia"; *Enterolobium contortisiliquum*, "Orelha de Negro"; *Peltophorum dubium*, "Canafístula"), five sampling positions and two soil depths, on the behavior of eight variables related to the soil chemical analysis. The rotational factor F1, which explained approximately half of the factor variance, indicated that the canopy influence on soil levels of Mg and K was greater for "Orelha de Negro", a N₂-fixing legume tree; while out of the canopy projection the non-nodulating legume "Canafístula" promoted the highest levels of these nutrients. The rotational factor F2 stood out the importance of the N₂-fixing legume tree, "Jacarandá da Bahia", on the increase of soil P content under the tree canopy in the pasture field. The rotational factor F3 indicated that, for the soil samplings taken under the canopy of "Orelha de Negro", the N fixation of this legume tree resulted in a soil pH decrease and Al increase.

Key words: Macronutrients, NBF, multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

Nos sistemas silvipastoris, as mudanças que as árvores e suas sombras podem acarretar nas áreas sob sua influência, notadamente nas características químicas do solo, no conforto térmico dos animais e nas condições microclimáticas que podem afetar diretamente o crescimento das plantas são as que concorrem para aumentar a

disponibilidade de água e a mineralização de N do solo (ANDRADE et al., 2002; DURR & RANGEL, 2002; GÓMES et al. 2005).

O efeito das árvores sobre a fertilidade do solo em pastagens é mais evidente em solos de baixa fertilidade do que em solos de fertilidade mediana a alta, além do efeito parecer maior com espécies de leguminosas do que com não leguminosas (CARVALHO & XAVIER,

2000, ALVIM et al., 2004). Segundo Chaturvedi & Das (2002), a fertilidade do solo é maior próxima ao caule das árvores.

Para medir o efeito de espécies arbóreas em pastagens, normalmente são avaliadas, não uma, mas duas ou mais variáveis. Neste caso, o uso de técnicas multivariadas pode ser útil na análise e interpretação dos dados experimentais.

Pimentel Gomes (2000) e Ribeiro Junior (2001), recomendam a análise multivariada, se os dados provenientes de experimentos mostrem correlações significativas entre suas variáveis.

A análise de fatores ou análise fatorial (AF) é uma técnica de análise multivariada que começou a ser desenvolvida no início do século 20, a partir das tentativas de Karl Pearson, Charles Spearman, entre outros, para definir e medir a inteligência (JOHNSON & WICHERN, 1998). Com o sucesso de sua aplicação no processamento de dados, o seu interesse foi renovado.

O objetivo principal da AF é descrever, se possível, as relações de covariâncias entre muitas variáveis com base em um pequeno número de quantidades aleatórias não observáveis, chamadas de fatores (JOHNSON & WICHERN, 1998). A AF tem uma vantagem sobre a análise de componentes principais, pois possibilita fazer uma rotação dos fatores, conseqüentemente melhorando a interpretação da análise.

Em vista do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, analisar por meio da técnica de AF, o comportamento de oito variáveis relacionadas a análise química do solo, sob efeito de 30 tratamentos provenientes da combinação de três leguminosas arbóreas, cinco locais de amostragem de solo e duas profundidades de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no campo experimental pertencente ao Sistema Integrado de Produção Agroecológico/SIPA - Fazendinha do Km 47, em uma pastagem formada há dez anos atrás em um Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura arenosa, com as seguintes características químicas: pH (em água): 4,9; Al: 0,3 cmol_c/dm³; Ca: 0,3 cmol_c/dm³; Mg: 0,3 cmol_c/dm³; N: 0,03 %; P: 8 mg/dm³; K= 8 mg/dm³; C; 0,33 %; S: 0,3; V= 38 %, com capim Survenola, um híbrido interespecífico de *Digitária setivalva* X *D. valida*.

As espécies utilizadas foram duas leguminosas fixadoras de nitrogênio, o Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) e Orelha de Negro (*Enterolobium contortisiliquum*) e uma não fixadora, a Canafístula (*Peltophorum dubium*).

O plantio no campo foi a partir de mudas inoculadas com estirpes eficientes de rizóbio recomendadas por Faria (2001) e fungos micorrízicos (*Gigaspora margarita* e *Glomus macrocarpum*) da coleção da Embrapa Agrobiologia. As mudas foram transplantadas para o campo no mês de março de 1994. Na adubação de plantio das leguminosas foram aplicados 200g de uma mistura de 20 partes de cinza + 10 partes de termofosfatos + 5 partes de calcário + 10g de FTE – BR12, em covas de 20 x 20 x 20 cm de dimensões, com espaçamento de 15 x 15 metros entre plantas

Os efeitos das três leguminosas arbóreas nas características químicas do solo foram avaliadas nas áreas de influências das copas: D1 - 50 cm de distância do caule; D2 - metade da distância do raio de projeção da copa; D3 - uma vez a distância do raio de projeção da copa; D4 - uma vez e meio a distância do raio de projeção da copa; e o tratamento testemunha: D5- duas vezes a distância do raio de projeção da copa,

combinados com as profundidades de amostragens 0–5 e 5–20 cm, nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste.

Antes da data de coleta das amostras no campo, realizada em 19/12/2003, para determinação da composição química do solo, a pastagem vinha sendo mantida sob pastejo rotativo, com período de descanso variando de 45 a 60 dias no período da seca e de 30 a 42 dias no período chuvoso.

Após a coleta das amostras, as mesmas foram preparadas no Laboratório de Solo da Embrapa/Agrobiologia, onde foram determinadas as características químicas: C, N, P, K, Ca, Mg, Al, e pH em água, conforme metodologia descrita por Silva (1999). O P foi determinado pela metodologia que usa a extração com resina trocadora de íons desenvolvida por Raij et al. (1987), citado por Silva (1999), o que permite avaliação do fósforo lábil.

Na análise estatística dos resultados, inicialmente foram feitas correlações de Pearson entre as oito variáveis do solo. Em seguida, os dados foram analisados pelo método de análise multivariada, denominado análise de fatores (AF), por meio do software SAEG 9.0 (2005). As etapas desenvolvidas para AF foram as propostas por Cruz et al. (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de correlação de Pearson obtido a partir de médias dos teores de nutrientes do solo (Tabela 1), mostrou a existência de correlações significativas entre as oito variáveis do solo (Tabela 2). As variáveis com maiores freqüências de correlação foram C, N, Ca e Mg, com freqüência intermediária, o K e pH, e com baixa freqüência, o P e Al.

Tabela 1- Teores¹ de nutrientes no solo sob efeito de 30 tratamentos². Médias de três repetições

Tratamento	C	N	P	K	Ca	Mg	pH	Al
1	0,34	0,06	3,47	24,0	0,93	0,68	5,47	0
2	0,51	0,06	4,34	20,7	0,9	0,50	5,60	0
3	0,53	0,06	3,10	16,3	0,85	0,57	5,70	0,02
4	0,43	0,06	3,35	18,0	0,87	0,67	5,80	0,10
5	0,36	0,03	1,25	18,5	0,75	0,75	5,67	0
6	0,55	0,08	3,27	34,7	1,27	1,10	5,53	0
7	0,43	0,06	2,00	36,0	0,92	0,83	5,53	0,17
8	0,62	0,06	2,09	28,0	0,67	0,72	5,57	0,17
9	1,10	0,05	2,85	26,0	1,25	0,78	5,80	0,13
10	0,42	0,05	3,62	23,0	1,03	0,83	5,77	0
11	0,46	0,06	3,40	33,7	0,93	0,70	5,70	0
12	0,39	0,06	2,60	41,7	1,00	0,90	5,73	0
13	0,52	0,05	1,86	43,7	1,40	0,98	5,73	0
14	0,85	0,06	1,95	24,0	1,35	0,87	5,77	0,03
15	0,61	0,06	2,39	49,0	1,23	0,93	5,83	0
16	0,23	0,04	1,62	12,3	0,17	0,20	5,26	0,37
17	0,27	0,04	4,56	10,3	0,23	0,17	5,40	0,30
18	0,23	0,04	1,18	10,3	0,23	0,20	5,63	0
19	0,30	0,03	1,16	12,0	0,20	0,17	5,60	0
20	0,20	0,02	1,72	13,3	0	0	5,53	0,30
21	0,33	0,04	1,84	16,0	0,73	0,90	5,33	0,40
22	0,33	0,05	1,27	18,0	0,47	0,47	5,40	0,60
23	0,46	0,06	1,16	18,0	0,77	0,72	5,43	0,33
24	0,43	0,05	1,39	13,3	0,50	0,43	5,76	0
25	0,43	0,04	1,89	11,0	0,30	0,27	5,63	0
26	0,23	0,05	2,31	15,7	0,53	0,37	5,60	0
27	0,23	0,04	2,53	31,3	0,60	0,33	5,73	0
28	0,26	0,04	1,57	15,0	1,07	0,57	5,83	0
29	0,23	0,04	1,23	13,0	1,47	0,87	5,93	0
30	0,23	0,04	1,59	13,0	1,03	0,66	5,60	0

¹ C e N expresso em %; P e K expresso em mg/dm³; Ca e Mg expresso em cmol_c/dm³; pH, em água.

² 1= (JB) Jacarandá da Bahia X (D1), amostragem de solo a 50 cm do tronco X (5), profundidade do solo 0-5 cm;
 2= JB X D2, amostragem do solo na metade da projeção raio da copa X (5); 3= JB X D3, amostragem do solo uma vez a projeção do raio da copa X (5); 4= JB X D4, amostragem do solo uma vez e meio a projeção do raio da copa X (5); 5= JB X D5, amostragem do solo duas vezes a projeção do raio da copa X (5); 6= (ON), Orelha de Negro X (D1) X (5); 7= (ON) x (D2) X (5); 8= (ON) X (D3) X (5); 9= (ON) x (D) X (5); 10= (ON) X (D5) X (5); 11= (AC) Angico Canjiquinha X D1 X (5); 12= (AC) X (D2) X (5); 13= (AC) X (D3) X (5); 14= (AC) X (D4) x (5); 15= AC x (D5) X (5); 16= (JB) X (D1) X (20), profundidade do solo 5-20 cm; 17= JB X D2, X (20); 18= JB X D3 X (20); 19= JB X D4, X (20); 20= JB X D5 X (20); 21= (ON) X (D1) X (20); 22= (ON) x (D2) X (20); 23= (ON) X (D3) X (2); 24= (ON) x (D4) X (20); 25= (ON) X (D5) X (20); 26= (AC) X D1 X (20); 27= (AC) X (D2) X (20); 28= (AC) X (D3) X (20); 29= (AC) X (D4) x (20); 30= AC x (D5) X (20).

Tabela 2-Correlações de Pearson (r) entre as oito variáveis

Variável	Variável	r	Significância de r
C	N	0,52	0,0016* ¹
C	P	0,24	0,1041 ^{ns}
C	K	0,43	0,0088*
C	Ca	0,52	0,0016*
C	Mg	0,50	0,0024*
C	pH	0,31	0,0464*
C	Al	-0,12	0,2659 ^{ns}
N	P	0,46	0,0054*
N	K	0,57	0,0005**
N	Ca	0,55	0,0008**
N	Mg	0,63	0,0001**
N	pH	0,09	0,3259 ^{ns}
N	Al	-0,16	0,1945 ^{ns}
P	K	0,24	0,1006 ^{ns}
P	Ca	0,17	0,1757 ^{ns}
P	Mg	0,11	0,2775 ^{ns}
P	pH	0,02	0,4611 ^{ns}
P	Al	-0,17	0,1787 ^{ns}
K	Ca	0,58	0,0004**
K	Mg	0,65	0,0001**
K	pH	0,28	0,0681 ^{ns}
K	Al	-0,25	0,0945 ^{ns}
Ca	Mg	0,89	0,0001**
Ca	pH	0,57	0,0006**
Ca	Al	-0,41	0,0115*
Mg	pH	0,32	0,0411*
Mg	Al	-0,22	0,1231 ^{ns}
pH	Al	-0,72	0,0001**

¹ ns não significativo, * significativo, ** altamente significativo.

Constata-se na Tabela 2, que as correlações entre o Ca e Mg e o pH e Al apresentam os valores mais altos de "r", e que os valores F determinados para o Mg (F= 4,538) e o Al (F=24,991) foram maiores respectivamente, que o do Ca (F= 4,088) e o pH (F=1,480), daí estas variáveis (Ca e pH) se tornarem comparativamente menos importantes, por serem consideradas redundantes, sendo recomendado seus descartes.

Foi feita uma Análise de Fatores (AF), com a finalidade de se avaliar os

fatores associados aos autovalores (valores das variâncias dos fatores) maiores do que 1 e próximos de 1, pois são os que sustentam, a maior proporção da variância dos dados originais. Os três primeiros autovalores do presente experimento foram superiores a 0,9 e conseguiram explicar 79,9% da variação total dos dados (F1+F2+F3 na Tabela 3), enquanto os dois primeiros autovalores explicaram 64,6% da variação total (F1 + F2 na Tabela 3).

Tabela 3- Cargas fatoriais, comunalidade de cada variável e porcentagem da variância total, correspondente a cada fator após a rotação na análise de fatores da matriz de correlação simples de oito variáveis associadas a 30 tratamentos

Variáveis	Comunalidades (%)	Carga Fatorial para		
		F1	F2	F3
C	57,52	0,7280	-0,1984	0,0767
N	78,04	0,7576	-0,4537	-0,0252
P	95,43	0,1234	-0,9641	-0,0983
K	69,47	0,7976	-0,0816	-0,2278
Mg	81,65	0,8879	0,0694	-0,1530
Al	97,00	-0,1118	0,0915	0,9743
Autovalores		2,9018	0,9754	0,9139
% da variância fatores	explicada pelos rotacionados	48,4	16,3	15,2
% variância acumulada		48,4	64,7	79,9

A Tabela 3 mostra os valores das cargas dos fatores após a rotação, que visa sua melhor interpretação e evidencia uma das vantagens de AF sobre a Análise dos Componentes Principais (JOHNSON & WICHERN, 1998). Segundo estes autores, a rotação é uma transformação ortogonal que corresponde a uma rotação rígida dos eixos das coordenadas, portanto, é uma transformação ortogonal das cargas dos fatores e consequentemente dos fatores.

A interpretação dos dados da Tabela 3 foi feito de acordo com a recomendação de Ribeiro Junior (2001).

As comunalidades mostradas na Tabela 3 são relativamente altas, o que implica que a maior parte da variância para as seis variáveis foi devido aos três fatores comuns.

O fator rotacionado F1, que explica 48,4% da variância do fator, tem altas cargas positivas para as variáveis Mg e K. Ele mostra que há maiores concentrações destes nutrientes no solo.

O fator rotacionado F2 responsável por 16,3% de variância do fator, tem alta carga negativa para a variável P, mostrando baixo teor de P no solo.

O fator rotacionado F3 que responde por 15,2% da variância do fator, apresenta alta carga positiva para a variável Al, mostrando alta concentração deste nutriente no solo.

AAF reduziu o número de variáveis de seis para um menor número de fatores (três), denominados de escores fatoriais F1, F2 e F3 (Tabela 4)

Tabela 4- Escores fatoriais para os três fatores que descreveram as oito variáveis nos 30 tratamentos

Nº	Leguminosa	Posição coleta amostragem ¹	Profundidade do solo (cm)	F1	F2	F3
1	Jacarandá B.	D1	0-5	2,8073	-3,6274	0,5765
2	Jacarandá B.	D2	0-5	2,5654	-4,6712	0,8102
3	Jacarandá B.	D3	0-5	2,7927	-3,5161	0,9875
4	Jacarandá B.	D4	0-5	2,8393	-3,6239	1,3439
5	Jacarandá B.	D5	0-5	2,5623	-0,9370	0,3527
6	Orelha Negro	D1	0-5	4,4855	-3,3893	0,8076
7	Orelha Negro	D2	0-5	3,8872	-2,0393	1,5529
8	Orelha Negro	D3	0-5	3,7706	-2,3523	1,8459
9	Orelha Negro	D4	0-5	4,1858	-2,8891	2,0047
10	Orelha Negro	D5	0-5	2,8905	-3,4334	0,5516
11	Canafístula	D1	0-5	3,3256	-3,4607	0,5903
12	Canafístula	D2	0-5	3,8804	-2,4299	0,4044
13	Canafístula	D3	0-5	4,1862	-1,4603	0,4052
14	Canafístula	D4	0-5	4,1549	-2,1462	1,2449
15	Canafístula	D5	0-5	4,5208	-2,1700	0,5432
16	Jacarandá B.	D1	5-20	1,7670	-2,1186	2,7211
17	Jacarandá B.	D2	5-20	1,1701	-4,8755	2,3661
18	Jacarandá B.	D3	5-20	1,5420	-1,6813	0,4812
19	Jacarandá B.	D4	5-20	1,4637	-1,4728	0,4414
20	Jacarandá B.	D5	5-20	1,0048	-1,9490	2,0877
21	Orelha Negro	D1	5-20	3,0117	-1,6295	2,8700
22	Orelha Negro	D2	5-20	2,8878	-1,7400	4,2242
23	Orelha Negro	D3	5-20	3,4877	-1,5972	2,7675
24	Orelha Negro	D4	5-20	2,4330	-1,8725	0,7158
25	Orelha Negro	D5	5-20	1,8504	-2,2987	0,6675
26	Canafístula	D1	5-20	1,9485	-2,7133	0,4985
27	Canafístula	D2	5-20	2,1223	-2,5702	0,2404
28	Canafístula	D3	5-20	2,1887	-1,6383	0,4111
29	Canafístula	D4	5-20	2,5683	-1,0519	0,3604
30	Canafístula	D5	5-20	2,2067	-1,5860	0,3900

¹D1, amostragem de solo a 50 cm do tronco; D2, amostragem do solo na metade da projeção raio da copa; D3, amostragem do solo uma vez a projeção do raio da copa; D4, amostragem do solo uma vez e meio a projeção do raio da copa; D5, amostragem do solo duas vezes a projeção do raio da copa.

A interpretação dos dados da Tabela 4 foi feita como recomendado por Ribeiro Junior (2001).

Os valores de escores de F1 indicam que os tratamentos 15 e 6, respectivamente Canafístula X amostragem de solo duas vezes a distância do raio de projeção da copa X 0-5 cm profundidade do solo e Orelha de

Negro X amostragem de solo a 50 cm do caule X 0-5 cm profundidade de solo, apresentaram as maiores concentrações de Mg e K, respectivamente, médias de 0,93 cmol_c Mg/dm³ e 49 mg K/dm³ e 1,10 cmol_c Mg/dm³ e 34,7 mg K/dm³ (Tabela 1).

Apesar de grande variação do Mg no solo já ter sido observado por Alvarez (1995), se depreende dos resultados do presente experimento, que quando se leva em conta o efeito dos tratamentos no conjunto das variáveis, como é o caso da AF, a influência da copa nos teores de Mg e K do solo foi maior na leguminosa fixadora de N (Orelha de Negro), enquanto fora da copa, a leguminosa não-nodulante Canafístula apresentou os maiores valores para esses nutrientes. Numa análise univariada dos dados, Xavier et al. (2003), encontraram acréscimos de 76 e 38% nos teores de Mg no solo, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, nas áreas de influência da copa da leguminosa fixadora de N, Acácia Australiana (*Acacia mangium*) comparados com aquelas sem árvores, no caso do K essas diferenças foram de 83 e 75%. O mesmo acontecendo com Andrade et al. (2002), que observaram um pequeno aumento (5%) no teor de Mg do solo na área de influência da copa da leguminosa fixadora Baginha (*Stryphonodendrum guianensis*) na profundidade 0-20 cm e nenhuma diferença na profundidade 20-40 cm.

Os valores de escores de F2 na Tabela 4, indicam que os tratamentos 5 (Jacarandá da Bahia X amostragem de solo duas vezes o raio de projeção da copa X 0- 5 cm profundidade do solo e o 29 (Angico Canjiquinha x amostragem de solo uma vez e meia a distância do raio de projeção da copa X 5-20 cm profundidade do solo) apresentaram, respectivamente, os menores valores P, médias de 1,25 e 1,23 mg/dm³ (Tabela 1), enquanto os tratamentos 17 (Jacarandá da Bahia X amostragem de solo na metade da distância do raio de projeção da copa X 5-20 cm profundidade de solo) e o 2 (Jacarandá da Bahia X amostragem de solo na metade da distância do raio de projeção da copa X 0-5 cm profundidade de solo apresentaram, respectivamente,

os maiores valores de P, 4,56 e 4,34 mg/dm³ (Tabela 1).

Estes resultados evidenciam a importância da influência de leguminosa fixadora de N no aumento do teor de P do solo sob a copa das árvores nas pastagens e são concordantes com as diferenças encontradas por Xavier et al. (2003), a favor da sombra de Acácia Australiana em relação aos teores de P a pleno sol, de 63 e 26%, respectivamente, nas profundidades de solo 0-10 e 10-20 cm. Andrade et al. (2002), também registraram aumentos de 30% no teor de P na sombra de Baginha em relação a pleno sol, na camada mais superficial do solo (0-20 cm).

Os valores de escores de F3 indicam que o tratamento 22 (Orelha de Negro X amostragem de solo metade da distância do raio de projeção da copa X 5-20 cm profundidade do solo) apresentou a maior concentração de Al, média de 0,60 cmol_c/dm³ (Tabela 1), enquanto o tratamento 27 (Angico Canjiquinha x amostragem de solo metade da distância do raio de projeção da copa X 5-20 cm profundidade do solo), mostrou a menor concentração deste nutriente no solo, média de 0,00 cmol_c/dm³ (Tabela 1).

De uma maneira geral, os valores encontrados para os teores de Al no solo, no presente experimento são considerados baixos (< 0,3 cmol_c/dm³), segundo Freire et al. (1988), no entanto, o teor de Al encontrado acima de 0,3 cmol_c/dm³ na profundidade 5-20 cm do solo sob a copa da leguminosa fixadora de N, a Orelha de Negro comparado com aquele fora da influência da copa desta espécie, está de acordo com os resultados encontrados por Raven & Smith (1976). Estes autores mostraram que a FBN abaixa o pH do solo, e como consequência aumenta o seu teor de Al, e esse efeito é mais intenso quanto maior a produção da planta via FBN (que foi alta no presente experimento, no caso da

Orelha de Negro, comparada com as outras leguminosas) e menor o efeito tampão do solo. Entretanto, não está em concordância com os resultados de Andrade et al. (2002), que mostraram que os teores de Al encontrados na área de influência da copa de Baginha, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm, diminuíram 20 e 12%, respectivamente, quando comparados com aqueles fora da influência da copa, enquanto Oliveira et al. (2000), não encontraram diferenças entre os teores de Al registrados no solo sob as copas da leguminosa não-nodulante Barú, da não-leguminosa Pequi e da área sem árvores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V. H. V. 1995. Avaliação da fertilidade do solo. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS – Brasília/DF. (ABEAS. Curso de Fertilidade e Manejo do Solo. (Modulo 11), 98p.
- ALVIM, M. J.; PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F. 2004. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. 2nd INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SILVOPASTORAL SYSTEMS, MÉRIDA, p. 179-182.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C. 2002 Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* Aubl. Benth) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, (2): 574-582.
- BRYAN, J. A.; BERLYN, G. P.; GORDON, J. C. 1996. *Towards a new concept of the evolution of symbiotic nitrogen fixation in the Leguminosae*. *Plant and Soil*, 186:151-159.
- CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F. 2000. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite – FAO. CD ROM.
- CHATURVEDI, O. P.; DAS, D. K. 2002. Effect of bund trees on soil fertility and yield of crops. *Range Management and Agroforestry*. 23(2):90-94.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. 2004. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3ed. Editora UFV, Viçosa, 480p.
- DURR, P. A.; RANGEL, J. 2002. Enhanced forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland. *Agroforestry System*, 54: 99-122.
- FARIA, S. M. 2001. Obtenção de estirpes de rizóbio eficientes na fixação de nitrogênio para espécies florestais (aproximação 2001). Embrapa Agrobiologia, Seropédica. 21p. (Documentos 134)
- FREIRE, L. R.; BLOISE, R. M.; MOREIRA, G. N. C., EIRA, P. A. 1988. Análise química do solo. In: ALMEIDA, D. L. et al. (Ed). *Manual de Adubação para o Rio de Janeiro*. Itaguaí: Editora Universidade Rural. Coleção Universidades Rural-Ciências Agrárias nº 2, p.24-37.
- GÓMES, H. T.; AVILÉS, L. R.; VERA, J. K.; BENCAMO, J. E.; MADRAZO, P. A. V. 2005. Forage yield and soil moisture content in *Panicum maximum* cv. Tanzania monoculture and in a mixture *Leucaena leucocephala* with different densities in Mexico. XX International Grassland Pasture., Dublin, p.676.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. 1998. Applied multivariate statistical analysis. 4 ed., USA, Pertenice-Hall, Inc., New Jersey, 816p.

OLIVEIRA, J. C. M.; REICHARDT, K.; BACHI, O. O. S.; TIMM, L. C., DOURADONETO D., TRIVELIN, P. O. C.; TOMINAGA, T. T.; NAVARRO, R. C., PICCOLO, M. C. ; CÁSSARO, F. A .M. 2000. Nitrogen dynamics in a soil sugar cane system. *Scientiae Agricola*, 57 (3): 467-472.

RAVEN, J. A.; SMITH, F. A. 1976. Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation to intracellular pH regulation. *New Phytol*, 76:415-431.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. 2001. Análises estatísticas no SAEG. UFV. Viçosa, 301p.

SAEG 9.0. 2005. Sistemas para análises estatísticas-SAEG. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa. CD ROM.

SILVA, F. C. da . 1999. Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes/ Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Brasília: Embrapa Informática Agropecuária - Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 370p.

XAVIER, D. F. ; CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A. 2003. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. *Pasturas Tropicales*, 25(1):23-26.