

INFLUÊNCIA DE FATORES QUÍMICOS DO SOLO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS MAIS IMPORTANTES DO CERRADO DA RESERVA BIOLÓGICA DE MOJI-GUAÇU, SP

Eduardo Amaral BATISTA¹
Hilton Thadeu Zarate do COUTO²

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos fatores químicos do solo no desenvolvimento das espécies nativas mais importantes de uma comunidade do cerrado. Fez-se uma amostragem do solo com parcelas (10 m x 20 m) onde foram identificadas as espécies vegetais. Quantificaram-se os seguintes fatores do solo: fósforo, matéria orgânica, pH (Ca Cl₂), potássio, cálcio, magnésio, hidrogênio + alumínio, soma de bases, capacidade de troca de cations, índice de saturação em bases, alumínio trocável, zinco, manganês e boro. Como parâmetros de desenvolvimento das espécies avaliaram-se: altura média das árvores, número de árvores por hectare, diâmetro médio, área basal e volume cilíndrico. A análise estatística mostrou correlação linear simples entre as variáveis das espécies nativas e os fatores químicos do solo. Destes, os mais influentes foram: potássio, fósforo, soma de bases, boro e zinco. As espécies mais influenciadas foram: *Qualea grandiflora*, *Byrsonima verbascifolia*, *Vochysia tucanorum*, *Machaerium villosum*, *Kielmeyera variabilis*, *Anadenanthera falcata* e *Aspidosperma tomentosum*. As variáveis biométricas que melhor se correlacionaram com as propriedades químicas do solo foram altura média e diâmetro médio.

Palavras-chave: Cerrado, edafologia.

1 INTRODUÇÃO

Em sentido genérico, o cerrado poderia ser definido como "um grupo de formas de vegetação que se apresentam segundo um gradiente de biomassa" (EMBRAPA, 1976). A este gradiente corresponde um outro, de componentes do solo influenciando nos caracteres fitossociológicos das espécies, estabelecendo as diferentes formas desse tipo de vegetação. Alguns estudos mostram a existência de interações importantes entre espécies vegetais e o meio ambiente. O conhecimento de fatores edáficos que podem influenciar o crescimento de determinadas espécies nativas do cerrado auxiliará os estudos de enriquecimento das áreas de vegetação

ABSTRACT

It was studied the influence of the soil chemical properties on formation of the savanna vegetation and its effects on the development of the most important native species. Along a transect line located in order to cover the physiognomic aspect of the existing vegetation soil samples were collected on plots (10 m x 20 m) where the species had been identified in the phytosociological survey. The soil samples were analysed for the following chemical properties: soluble phosphorus, organic matter, pH, exchangeable potassium, calcium and magnesium, soluble, boron, zinc manganese, bases content, cation exchange capacity, bases saturation and exchangeable aluminium. The vegetation development was measured through mean height, mean diameter, basal area, cylindrical volume and number of trees per hectare. The data obtained from the vegetation measurements and there from the soil properties were analysed for linear correlation. The soil chemical properties that most influenced on the vegetation development were: potassium, phosphorus, bases content, boron and zinc. The native species most influenced by the soil chemical factors were: *Qualea grandiflora*, *Byrsonima verbascifolia*, *Vochysia tucanorum*, *Machaerium villosum*, *Kielmeyera variabilis*, *Anadenanthera falcata* and *Aspidosperma tomentosum*. The biometric variables that more correlated itself with the soil chemical properties were: mean height and mean diameter.

Key words: Savanna, edaphology.

degradada, com espécies adequadas à alimentação e abrigo para a fauna, bem como a preservação do ambiente no que diz respeito ao seu ecossistema.

O presente trabalho propõe correlacionar características da vegetação do cerrado com propriedades químicas do solo.

Segundo ALVIM (1954), a deficiência de minerais constitui a causa principal do surgimento dos cerrados; o fogo seria uma causa secundária. Para o autor, dentre as teorias propostas para explicar a formação dos campos cerrados, a única que se fundamenta em provas experimentais é a que se baseia na composição química do solo, que é função principalmente da sua origem geológica.

(1) Instituto Florestal - C.P. 1322 - São Paulo - SP - CEP 01059 - Brasil.

(2) Professor Associado - ESALQ/USP - Piracicaba - SP.

HARDY (1959) concluiu que os solos sob vegetação de cerrado são intensamente ácidos e acentuadamente deficientes em bases e elementos micronutrientes. Aponta o baixo nível de nutrientes do solo e não as repetidas queimadas como principal fator de desenvolvimento da vegetação de cerrado.

RIZZINI (1963), comparando a composição química de Latossolo Vermelho Escuro sob mata e cerrado, observou que os teores de carbono, nitrogênio, pH e soma de bases do solo sob mata são mais elevados, tanto na superfície como em profundidade.

GOODLAND (1971), em sua hipótese sobre o escleromorfismo, reportou-se ao alumínio como o cation mais abundante em solos extremamente lixiviados, como são os de cerrado. Para ele, todas as plantas do cerrado desenvolveram uma tolerância a esse íon, ao qual nenhuma delas é sensível, sendo que muitas, facultativa ou obrigatoriamente, o acumulam. Entre estas, destacam-se: *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Strychnos pseudoquina*, *Rapanea guianensis*, *Qualea multiflora*, *Vochysia tucanorum* e outras.

GOODLAND & POLLARD (1973) verificaram que o gradiente fisionômico da vegetação de cerrado corresponde a um gradiente de fertilidade do solo. Observaram que a área basal por hectare, medida em 110 lugares no Triângulo Mineiro, correlaciona-se ao nível de 0,1% de significância com os teores de N total, P disponível e K trocável medidos nos solos dos mesmos locais.

SILVA JUNIOR (1984), ao analisar a relação entre as características da vegetação de cerrado e algumas propriedades químicas do solo, destacou as seguintes observações: 1º) O teor de Al foi um fator edáfico que apresentou efeitos positivos nos modelos estatísticos de

predição de crescimento das espécies, relativamente aos parâmetros de densidade arbórea, área basal e altura. 2º) Entre as espécies estudadas, *Eugenia dysenterica* atingiu os maiores IVI (Índice de Valor de Importância) nos solos que, aparentemente, possuíam menor fertilidade. 3º) A espécie *Magonia pubescens* mostrou-se mais exigente quanto à fertilidade, sendo destacados no modelo os teores K, Ca e Mg do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, município do mesmo nome, estado de São Paulo, entre os paralelos 22°15'S e 22°30'S e entre os meridianos 47°00 W.G. e 47°15' W.G., com altitude média de 680 m.

A vegetação predominante é do tipo cerrado "sensu lato", apresentando um gradiente fisionômico desde "campo sujo" até "cerradão", abrangendo, inclusive, transições entre essas fitofisionomias (EITEN, 1971).

Amostrou-se o solo seguindo um trajeto no sentido longitudinal da área, em amostras retiradas de 42 parcelas medindo 10 m x 20 m, espaçadas de 140 m. De cada parcela foram coletadas duas amostras compostas: uma relativa à profundidade de 0 a 20 cm e outra de 20 a 40 cm, ambas obtidas dos mesmos seis pontos de amostragem simples.

Para o estudo sobre a relação solo-planta foram utilizados parâmetros biométricos das quinze espécies nativas mais importantes da comunidade, segundo o IVI (TABELA 1).

O estudo de correlação envolveu parâmetros biométricos da vegetação: altura média (m); número de árvores por hectare; diâmetro médio; área basal (m²/ha);

TABELA 1 - Valores de IVI médio das quinze espécies mais importantes da comunidade na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP

ESPÉCIE	IVI	Nº de indiv.	Freq. absol. %
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	21,46	644	45,78
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	16,88	166	33,33
<i>Anadenanthera falcata</i> Speg	13,91	481	41,36
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	13,65	209	46,18
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees. e Mart.	11,60	76	21,28
<i>Byrsonima verbascifolia</i> Juss.	9,36	161	32,93
<i>Kielmeyera variabilis</i> Mart.	9,05	95	22,09
<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakolev	8,03	144	22,89
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	7,79	189	33,73
<i>Vochysia tucanorum</i> (Spr.) Mart.	7,50	114	19,68
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	7,36	107	23,29
<i>Didymopanax vinosum</i> March	6,39	104	23,29
<i>Machaerium villosun</i> Vog	5,88	72	19,27
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Spr.) Kunth	5,43	90	27,31
<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk	3,94	149	26,10

Fonte: BATISTA (1982).

e volume cilíndrico (m^3/ha) e os fatores químicos do solo: fósforo (P), matéria orgânica, pH ($CaCl_2$), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (Valor S), capacidade de troca de cations (CTC), índice de saturação em bases (V%), alumínio trocável (Al), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B).

Procedeu-se à análise estatística dos dados, estudando-se a correlação linear simples entre as variáveis da vegetação e os fatores químicos do solo. Os dados foram processados por computador, utilizando-se do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1979).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies selecionadas como as mais importantes da comunidade apresentaram baixos valores dendrométricos, próprios do tipo de vegetação em estudo, ou seja: 0,60 m a 2,83 m de altura e 1,37 cm a 4,77 cm de diâmetro (TABELA 2). A composição química do solo apresentou pequena variação entre os teores determinados nas profundidades 0 - 20 cm e 20 - 40 cm. De modo geral, a camada superficial apresentou teores mais elevados, especialmente para matéria orgânica e os micronutrientes Zn e Mn (TABELA 3). Entre os fatores químicos do solo, B, K e Zn foram os mais correlacionados

TABELA 2 - Valores médios das características biométricas das espécies nativas mais importantes (N = 42)

ESPÉCIE	Nº árvores x ha ⁻¹	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Área Basal m ² x ha ⁻¹	Volume cilin. m ³ x ha ⁻¹
<i>Qualea grandiflora</i>	100,00	2,27	4,77	0,99	5,65
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	33,33	1,92	5,61	0,47	4,29
<i>Anadenanthera falcata</i>	97,61	2,83	6,34	1,58	11,06
<i>Ouratea spectabilis</i>	38,09	1,40	3,32	0,21	0,76
<i>Styrax ferrugineus</i>	16,66	0,84	1,97	0,09	0,35
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	34,52	1,42	3,20	0,19	0,76
<i>Kielmeyera variabilis</i>	16,66	0,60	1,37	0,06	0,19
<i>Acosmium subelegans</i>	38,09	0,85	1,71	0,13	0,46
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	38,09	1,65	3,19	0,24	1,18
<i>Vochysia tucanorum</i>	26,19	1,22	1,83	0,19	1,27
<i>Rapanea guianensis</i>	25,00	1,99	2,78	0,14	0,97
<i>Didymopanax vinosum</i>	17,85	1,02	1,91	0,09	0,46
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	21,42	1,44	3,08	0,19	0,97
<i>Machaerium villosum</i>	14,28	0,97	1,87	0,14	1,25
<i>Pouteria ramiflora</i>	41,66	1,60	4,32	2,62	2,87

TABELA 3 - Valores médios das características químicas do solo, às profundidades de 0 - 20 e 20 - 40cm.

Variável do solo	0 - 20 cm	20 - 40 cm relativa	Diferença
P (ppm)	17,54	16,96	3,45%
K (meqx10 ⁻² cm ³)	0,13	0,11	10,67%
Ca (meqx10 ⁻² cm ³)	1,93	1,91	1,04%
Mg (meqx10 ⁻² cm ³)	0,97	0,98	0,12%
H+Al (meqx10 ⁻² cm ³)	8,44	6,94	21,66%
Al (meqx10 ⁻² cm ³)	1,22	1,03	18,97%
pH (CaCl ₂)	3,78	3,83	1,35%
Matéria Orgânica (%)	1,95	1,55	26,61%
Valor S (meqx10 ⁻² cm ³)	3,04	3,01	1,02%
CTC (meqx10 ⁻² cm ³)	11,47	10,19	12,61%
Valor V (%)	26,84	29,99	11,76%
Zn (ppm)	0,44	0,17	153,23%
Mn (ppm)	1,45	0,87	66,97%
B (ppm)	0,32	0,30	5,76%

com as características biométricas das espécies em questão. O fator matéria orgânica foi o que apresentou menor número de correlação.

3.1 Fatores químicos do solo e desenvolvimento das espécies locais mais importantes

Qualea grandiflora Mart. (pau-terra)

A análise fitossociológica revelou que a espécie *Qualea grandiflora* alcançou o mais alto IVI. Trata-se da espécie mais freqüente na maioria dos locais amostrados (TABELA 1), com média de 100 árvores por hectare (TABELA 2).

Essa espécie mostrou-se bastante sensível aos efeitos da fertilidade do solo, dadas as fortes correlações existentes entre suas variáveis biométricas e a maioria das características químicas do solo.

Os fatores químicos P, B e Zn existentes nas duas profundidades do solo tiveram correlação altamente significativa com todas as variáveis biométricas da espécie, sendo negativas as correlações do P.

As bases Mg, Ca e K correlacionaram-se negativamente, com efeito mais forte apenas do Mg. Isto explica também as correlações significativas e negativas do Valor S (soma de bases). O íon Al apresentou correlação altamente significativa e negativa à profundidade de 20 a 40 cm, com todas as variáveis biométricas.

Os fatores pH e Al, a 0 - 20 cm de profundidade, mostraram correlações não significativas com qualquer das variáveis de crescimento das plantas. Já à profundidade de 20 - 40 cm, o íon Al apresentou correlação altamente significativa e negativa com todas as variáveis biométricas, o que de certa forma prova a tendência acumuladora desse íon por espécies desse gênero botânico, como afirmara GOODLAND (1971).

Matéria orgânica e Mn são dois fatores que pouco influenciaram sobre a população de *Q. grandiflora*, dada a fraca correlação (não significativa) dos mesmos.

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville (barbatimão)

Essa espécie obteve o segundo valor em IVI dentro da área estudada (TABELA 1). Poucos foram os fatores químicos que se correlacionaram significativamente com as variáveis biométricas dessa espécie. Na camada 0 - 20 cm, o Al teve correlação altamente significativa com área basal, enquanto outras variáveis do solo tiveram correlação significativa ao nível de 5% de probabilidade, ou seja: Mg com número de árvores por ha, P com volume cilíndrico por ha e Al com diâmetro, sendo estas correlações de sinal negativo. Em relação à camada 20 - 40 cm, apenas B e K tiveram correlação significativa (a 5%) com altura e volume cilíndrico por ha, respectivamente.

Anadenanthera falcata Speg. (angico)

A altura e o diâmetro das árvores dessa espécie foram as variáveis biométricas fortemente influenciadas por maior número de fatores químicos do solo. Na

camada superficial, as variáveis da população de *A. falcata* correlacionaram-se muito bem com P e B, sendo que o primeiro manteve sinal negativo na correlação, enquanto o boro influenciou positivamente sobre o desenvolvimento da espécie. Ca, K e Mg não mostraram correlações significativas pelo teste F. Com relação à camada 20-40 cm, o K apresentou correlação altamente significativa de sinal negativo com todas as variáveis biométricas.

Os íons P e Al tiveram correlação significativa ao nível de 5%, com efeito negativo sobre altura e diâmetro. É bem possível que as concentrações de Al nesses solos provoquem diminuição na absorção do P (MALAVOLTA et alii, 1977) ou, ainda, que a presença do íon Al precipite o íon PO_4 (GOODLAND, 1971). Daí a fraca correlação desses fatores com as características biométricas da espécie.

Ouratea spectabilis (Mart.) Engl. (murici-bravo)

O estudo da relação solo-planta mostrou que as variáveis biométricas de *O. spectabilis* apresentaram correlação (a 5% de probabilidade) entre Ca da camada 20 - 40 cm e nº de árvores por ha, área basal e volume cilíndrico, o que deve ter contribuído também para a correlação entre Valor S (soma de bases) e essas mesmas variáveis.

Não houve correlação significativa entre as variáveis da espécie em discussão com qualquer variável química do solo atuante na camada superficial.

Styrax ferrugineus Nees. et Mart. (laranjeira-do-campo)

Todas as correlações entre as variáveis químicas da camada 0 - 20 cm e as biométricas das plantas não atingiram nível de significância estatística. O macronutriente K foi o único fator químico na profundidade de 20 - 40 cm que teve correlação significativa ao nível de 5% com o desenvolvimento da espécie, interferindo positivamente sobre a altura dos indivíduos.

Byrsonima verbascifolia Juss. (murici)

O fator B manteve correlação positiva ao nível de 1% com todas as variáveis. O Zn foi outra variável química que se correlacionou positivamente com diâmetro, área basal, volume cilíndrico e altura. Este micronutriente foi reportado por LOPES (1975) como o mais importante no processo de relação positiva entre quantidade de vegetação natural de cerrados e fatores edáficos.

Relativamente aos teores da camada 20 - 40 cm, os micronutrientes B e Zn ainda mantiveram forte correlação positiva com todas as variáveis da espécie. As bases Mg, K e Ca também tiveram correlação significativa com as variáveis de crescimento, porém, com sinal negativo, refletindo, ainda, em forte influência negativa da soma de bases sobre essas variáveis. Mn e Al não apresentaram correlação significativa com nenhuma variável da vegetação, o que faz presumir pouca sensibilidade da planta pela absorção desses elementos ou a tolerância da mesma à sua toxidez (MALAVOLTA, 1977).

Kielmeyera variabilis Mart. (pau santo)

O pH foi o fator do solo que melhor se correlacionou com as variáveis da população de *K. variabilis*. Destas, altura, diâmetro e área basal foram significativamente influenciadas por esse fator, tanto na camada 0 - 20 cm como na camada 20 - 40 cm. Para a camada mais superficial, as correlações dessas variáveis com o K também foram muito expressivas.

Acosmium subelegans (Mohlenbr.) Yakolev (perobinha)

De todas as correlações vistas entre fatores edáficos e fatores biométricos, apenas três foram significativas ao nível de significância estatística. Essas três correlações referem-se ao Ca contido na superfície, que apresentou efeito negativo com as variáveis: número de árvores por ha, área basal por ha e volume cilíndrico.

Aspidosperma tomentosum Mart. (leiteiro)

Em relação aos teores existentes na camada superficial (0 - 20 cm), Ca, Mg, Valor S, CTC e H+Al foram os fatores que mais se correlacionaram com as variáveis biométricas. O primeiro apresentou correlação negativa com altura, diâmetro, área basal e volume cilíndrico. O Mg manteve correlação a 5% com n° de árvores x ha⁻¹ e altura e a 1% de significância com diâmetro, área basal x ha⁻¹ e volume cilíndrico x ha⁻¹, todas com sinal negativo. Tais correlações parecem ter refletido também sobre os efeitos do Valor S, que foi negativo e altamente significativo para a maioria da população de *A. tomentosum*.

Para a camada 20 - 40 cm, o K foi o único elemento químico a correlacionar-se com as variáveis biométricas: altura e diâmetro (a 1% de probabilidade) e área basal e volume cilíndrico (a 5% de probabilidade).

Vochysia tucanorum (Spr.) Mart. (pau-de-tucano)

O íon Mn apresentou forte correlação positiva com n° de árvores por ha e altura média. Ca e Mg influíram sobre as variáveis altura e diâmetro com sinais negativos nos coeficientes de correlação.

Rapanea guianensis Aubl. (pororoca)

A mais nítida transparência no sistema solo-planta se fez observar através das correlações (significativas a 5% de probabilidade) entre matéria orgânica, existente na camada 0 - 20 cm, com altura e diâmetro; e entre Al, existente na camada 20 - 40 cm, com altura, diâmetro, área basal e volume cilíndrico. Nesta profundidade, o cation Al lixiviado pode ser absorvido pela planta, sem contudo prejudicar seu crescimento, uma vez que é tolerado pela espécie (GOODLAND, 1971). Além disso, a matéria orgânica pode reduzir o efeito negativo de altas concentrações de Al, pela formação de quelatos (BARROS, 1979).

Didymopanax vinosum March. (mandioqueira)

A única correlação significativa (ao nível de 5%) relativa à camada 0 - 20 cm foi entre B e n° de árvores por ha, com sinal positivo. Em relação à camada inferior, houve correlação negativa entre P e K com n° de árvores por ha e altura. Houve ainda correlação positiva entre B e n° de árvores por ha e negativa entre P e diâmetro. As demais correlações não foram significativas.

Machaerium villosum Vog. (jacarandá)

O K foi o fator químico mais influente sobre o desenvolvimento da espécie. As correlações foram altamente significativas e positivas com todas as variáveis da população de *M. villosum*, tanto para os teores da camada 0 - 20 cm como para os da camada 20 - 40 cm. A nível de superfície do solo, o P também apresentou correlação positiva e significativa com todas as variáveis biométricas.

Byrsonima coccolobifolia (Spr.) Kunth (murici-mirim)

Matéria orgânica foi o único fator químico, na camada 0 - 20 cm, que apresentou correlação (positiva) com variáveis de crescimento da espécie (área basal e volume cilíndrico), assim mesmo a nível de 5% de significância estatística. Para os teores localizados entre 20 - 40 cm, as correlações foram todas não significativas.

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk. (brasa-viva)

Na composição química do solo até 20 cm de profundidade, o Al foi o fator mais envolvido no sistema edáfico da espécie. Suas correlações foram negativas, sendo significativas a 1% com n° de árvores por ha, área basal e volume cilíndrico; e a 5% de probabilidade com altura e diâmetro. O elemento K também mostrou correlação negativa com altura média das plantas. Isso indica que quanto mais alto o teor desses elementos na composição química do solo menor é o desenvolvimento de *P. ramiflora* relativamente a essas variáveis biométricas.

4 CONCLUSÕES

Qualea grandiflora e *Byrsonima verbascifolia* foram as espécies nativas mais influenciadas pelas condições de fertilidade do solo, principalmente pelos teores de K, Ca, Mg, B, Zn e Al.

Dos fatores químicos do solo, os mais influentes, isto é, que apresentaram maior número de correlações com as características biométricas das espécies, foram: K, P, soma de bases, B e Zn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, P. de T., 1954. Teoria sobre a formação dos campos cerrados. *Revista Brasileira de Geografia*. 16 (4): 496-498.

- BARROS, N. F., 1979. Growth and foliar nutrient concentrations of *Eucalyptus grandis* in relation to spodosol properties in South Florida, Gainesville. 174 p. (Ph D, Thesis - University of Florida).
- BATISTA, E. A., 1982. Levantamentos fitossociológicos aplicados à vegetação de cerrado, utilizando-se de fotografias aéreas verticais. Piracicaba. 86 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP.)
- EITEN, G. 1971., Habitat flora of Fazenda Campininha, São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. 1. São Paulo, Anais. Coord. M.G. Ferri, Ed. da Universidade de São Paulo.
- EMBRAPA, 1976. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. *A região dos cerrados*. Planaltina, DF., p. 17.
- GOODLAND, R., 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO 3. Anais. São Paulo, Ed. USP, p. 44-60.
- GOODLAND, R. & POLLARD, R., 1973. The Brazilian cerrado vegetation: A fertility Gradient. *Journal of Ecology*. 61 (1) 219-224.
- HARDY, F., 1959. Supplementary report on the soils of experiment stations of Minas Gerais, Brasil. Inter-American Institute of Agricultural Sciences, Turrialba. 31 (Report nº 32-B).
- LOPES, A. S., 1975. A survey of the fertility status of soils under "cerrado" vegetation in Brazil. Raleigh 138 p. (Thesis, M.S. - North Carolina State University, U.S.A.)
- MALAVOLTA, E.; SARRUGE, J. R. & BITTENCOURT, V. C., 1976. Toxidez de alumínio e de manganês. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO 4. Brasília. *Bases para utilização agropecuária*, São Paulo, Ed. USP, Belo Horizonte, Ed. Itatiaia, p. 275-301.
- RIZZINI, D. T., 1963. Análise florística das savanas centrais. A flora do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. Anais. São Paulo. Coord. M.G. Ferri, Ed. USP, São Paulo. p. 125-177.
- S. A. S. INSTITUTE. *SAS user's guide*. SAS Institute Inc. Edition, Raleigh, North Carolina.
- SILVA JUNIOR, M. C. da., 1984. Composição Florística, estrutura e parâmetro fitossociológico do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. Viçosa. 130 p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).