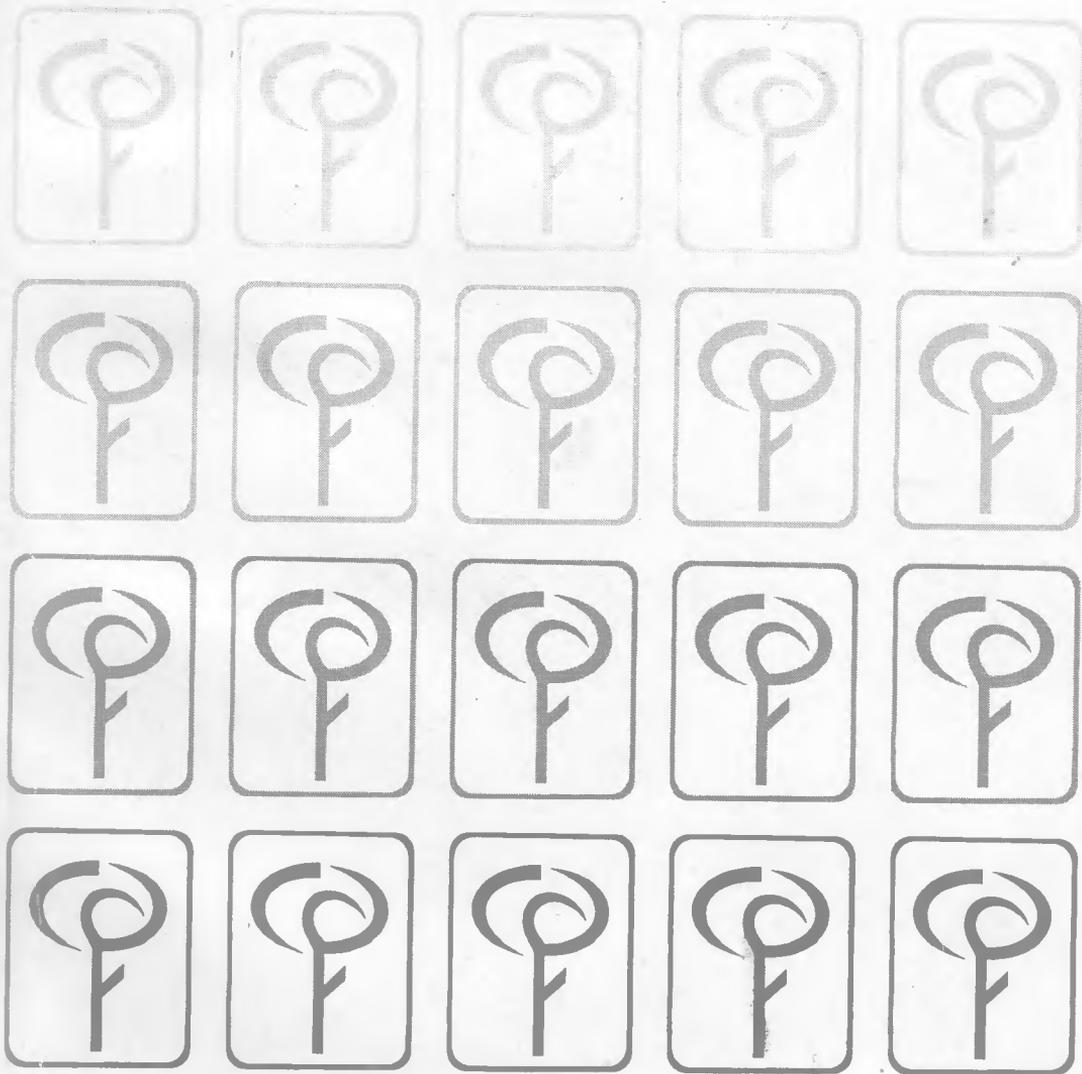


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

ISSN - 0100-2694

**BOLETIM DA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS DO PARÁ**





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO

Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

B. FCAP Belém n. 27 p. 9-163 jan./jun. 1997

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO

Ministro: *Paulo Renato Souza*

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

Diretor: *Paulo Luiz Contente de Barros*

Vice-Diretor: *Italo Augusto de Souza Albério*

COMISSÃO EDITORIAL

Marly Maklouf dos Santos Sampaio

Manoel Malheiros Tourinho

George Rodrigues da Silva

Waldenei Travassos de Queiroz

Francisco Haroldo Lobato Ribeiro

Edilson Rodrigues Matos

Virgilio Ferreira Libonati

Editor: *Marly Maklouf dos Santos Sampaio*

EQUIPE EDITORIAL

Virgilio Ferreira Libonati

Nazaré Maria Araújo de Matos

Risonilda Maria de Mesquita Tavares

SECRETARIA

Socorro de Fátima da Silva Sampaio

BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ.

B. FCAP. Belém, n. 5 - , 1972 - Irregular. Gratuito p/ instituições.

Av. Perimetral, s/n C.P. 917, CEP 66.077-530, Belém-PA-Brasil. An-

tigo Boletim da Escola de Agronomia da Amazônia, n. 1-4, 1971.

Resumo em inglês.

CDD: 630.509811
CDU: 631.378.096(811)(05)

INFORMAÇÕES GERAIS

O Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará é editado, semestralmente, pelo Serviço de Documentação, e destina-se à divulgação de trabalhos originais em Agronomia, Engenharia Florestal e Medicina Veterinária.

GENERAL INFORMATION

The Bulletin of the Faculty of Agrarian Sciences of Pará is published twice a year by the Documentation Service. Its purpose is to disseminate original research in Agronomy, Forestry and Veterinary Medicine.

Endereço para correspondência:

Faculdade de Ciências Agrárias do Pará
Serviço de Documentação e Informação
Av. Tancredo Neves S/N - cx. Postal 917
CEP 66.077-530 - Belém-PA
e-mail: fcap@supridad.com.br - Fone: (091) 246.4518

SUMÁRIO

p.

- CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS DE DOIS SOLOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA CEPLAC EM SANTA INÊS-MA
Jorge Luis Nascimento Soares, Antônio Carlos da C. P. Dias, Gilberto Carvalho Pereira 9
- COLONIZAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS VESICULAR-ARBUSCULARES EM RAIZES DE TAXI BRANCO (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)
Valter Mendes de Oliveira Junior, Maria Marly Lourdes Silva dos Santos, Mara Patricia dos Santos Faro, Aldrin Mario da Silva Bejamin, Williams Dias de Oliveira ... 21
- CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca, Mg e S EM PLANTAS DE MALVA (*Urena lobata* L.), CULTIVAR BR-01, CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA COM OMISSÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES
Jorge Aquiles Fasabi, Ismael de Jesus Matos Viégas, Janice Guedes de Carvalho 31
- CRESCIMENTO DE MUDAS DE TAXI BRANCO DA TERRA FIRME (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) MICORRIZADAS E ADUBADAS COM DIFERENTES FONTES DE FOSFATO NATURAL EM CASA DE VEGETAÇÃO
Valter Mendes de Oliveira Junior, Maria Marly Lourdes Silva dos Santos, Mara Patricia dos Santos Faro, Aldrin Mário da Silva Bejamin, Wilson José Dias de Oliveira 43
- DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS DE QUICUIO DA AMAZÔNIA (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt) EM UM PLINTOSSOLO DA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ
Humberto Beltrão Martins Junior, Francisco Ilton de O. Morais, José F. Teixeira Neto, Walmir Sales Couto, Ismael de Jesus M. Viégas 61
- EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E DE DOSES DE ENXOFRE SOBRE PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L) Moench)
Carlos Alberto Costa Veloso, Amoacy Carvalho Fabricio, Frederico Ozanan Machado Durães, Eduardo Jorge Maklouf Carvalho 77
- FLUXO DE LITEIRA E TEORES DE NUTRIENTES DE EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora* Hook.) EM UM ECOSISTEMA DA AMAZÔNIA ORIENTAL.
Carlos Alberto Corrêa, Francisco de Assis Oliveira, Antonio Carlos da Costa Pinto Dias 89

NÍVEIS DE AÇÚCARES E ATIVIDADE DE INVERTASES EM CANA-DE-AÇÚCAR (<i>Saccharum</i> spp). II. CULTIVARES SP70-1143 e SP71-799 <i>Irenice M.S. Vieira, Otto J. Crocomo, Enio T. de Oliveira, Luiz A. Gallo, Telma F.C. Batista, Rosana C. Rodrigues</i>	105
OCCURRENCE OF VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN ROSEWOOD (<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke) <i>José Augusto da Silva Santana, Lucyana Pereira Barros</i>	127
PRODUÇÃO DE LITEIRA E TEORES DE NUTRIENTES DE TATAPIRIRICA (<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.) EM UM ECOSISTEMA DA AMAZÔNIA ORIENTAL <i>Carlos Alberto Corrêa, Antonio Carlos da Costa Pinto Dias, Francisco de Assis Oliveira</i>	139
TEORES DE ENXOFRE DE UM LATOSSOLO AMARELO, APÓS MANEJOS TRADICIONAIS DE CAPOEIRA SEM ADUBAÇÃO <i>Mauricio Möller Parry, Maria Regina Freire Möller</i>	153

CONTENTS

p.

CATIONS EXCHANGE CAPACITY OF TWO SOILS FROM EXPERIMENTAL STATION OF CEPLAC IN SANTA INÊS-MA

Jorge Luis Nascimento Soares, Antônio Carlos da C. P. Dias, Gilberto Carvalho

Pereira 9

COLONIZATION OF MYCORRHIZAL FUNGI INOCULATION ON TAXI BRANCO (*Sclerobium paniculatum* Vogel)

Valter Mendes de Oliveira Junior, Maria Marly Lourdes Silva dos Santos, Mara

Patricia dos Santos Faro, Aldrin Mario da Silva Bejamin, Williams Dias de Oliveira ... 21

MACRONUTRIENTS CONCENTRATION IN MALVA (*Urena lobata* L.) TISSUES, BR-01 VARIETY, GROWN IN NUTRIENT SOLUTIONS USING THE MISSING ELEMENT TECHNIQUE

Jorge Aquiles Fasabi, Ismael de Jesus Matos Viégas, Janice Guedes de Carvalho 31

THE GROWTH OF TAXI BRANCO DA TERRA FIRME (*Sclerobium paniculatum*, Vogel) MYCORRHIZED AND FERTILIZED WITH DIFFERENT NATURAL SOURCES OF PHOSPHATE, UNDER GREENHOUSE CONDITION

Valter Mendes de Oliveira Junior, Maria Marly Lourdes Silva dos Santos,

Mara Patricia dos Santos Faro, Aldrin Mário da Silva Bejamin,

Wilson José Dias de Oliveira 43

NUTRIENT DEFICIENCIES OF QUICUO DA AMAZÔNIA (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt) ON A PLINTHIC SOIL IN MARAJÓ ISLAND, PARÁ, BRAZIL

Humberto Beltrão Martins Junior, Francisco Ilton de O. Morais, José F. Teixeira

Neto, Walmir Sales Couto, Ismael de Jesus M. Viégas 61

EFFECT OF LIMING AND SULPHUR LEVELS ON SOME SOIL CHEMICAL PROPERTIES, ON PRODUCTION AND MINERAL COMPOSITION OF SORGHUM

Carlos Alberto Costa Veloso, Amoacy Carvalho Fabricio, Frederico Ozanan

Machado Durães, Eduardo Jorge Maklouf Carvalho 77

LITTER PRODUCTION AND NUTRIENTS SUPPORT OF EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora* Hook.) IN THE EASTERN AMAZONIA ECOSYSTEM

Carlos Alberto Corrêa, Francisco de Assis Oliveira, Antonio Carlos da

Costa Pinto Dias 89

LEVELS THE SUGAR AND ACTIVITY THE INVERTASES IN SUGARCANE (<i>Saccharum</i> spp.). II. CULTIVARS SP70-II43 AND SP71-799 <i>Irenice M.S. Vieira, Otto J. Crocomo, Enio T. de Oliveira, Luiz A. Gallo,</i> <i>Telma F.C. Batista, Rosana C. Rodrigues</i>	105
OCCURRENCE OF VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN ROSEWOOD (<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke) <i>José Augusto da Silva Santana, Lucyana Pereira Barros</i>	127
LITTERFALL AND NUTRIENT CYCLING IN A <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. PURE STAND IN EASTERN AMAZONIA <i>Carlos Alberto Corrêa, Antonio Carlos da Costa Pinto Dias,</i> <i>Francisco de Assis Oliveira</i>	139
SULPHUR CONTENTS OF A YELLOW LATOSOL FOLLOWING DIFFERENT PRACTICES IN SECONDARY FOREST "CAPOEIRA": WITHOUTH FERTILIZATION <i>Mauricio Möller Parry, Maria Regina Freire Möller</i>	153

CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS DE DOIS SOLOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA CEPLAC EM SANTA INÊS-MA¹

Jorge Luis Nascimento SOARES²

Antônio Carlos da C. P. DIAS³

Gilberto Carvalho PEREIRA⁴

RESUMO: Foi determinada a capacidade de troca de cátions das séries Sede e Babaçu, integrantes dos Podzólicos Vermelho-amarelo existentes na Estação Experimental da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada no município de Santa Inês, Estado do Maranhão. Usou-se a metodologia tradicional, que consiste em somar os cátions trocáveis, também conhecida como CTC indireta, e a metodologia da saturação do solo com cátions monovalentes, a CTC direta. Embora apresentando minerologia semelhante ao longo dos subhorizontes, a Série Babaçu apresentou, em média, o dobro da capacidade de troca da Série Sede. A CTC direta apresentou valores mais altos que a CTC indireta.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Capacidade de troca de cátions, Solo Podzólico, Atividade de Argila.

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do Grau de Mestre na FCAP, em 1994.

² Engenheiro Agrônomo, Estudante do Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição Mineral de Plantas da FCAP.

³ Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor Visitante da FCAP.

⁴ Licenciado em Ciências Biológicas, Pesquisador da CEPLAC.

CATIONS EXCHANGE CAPACITY OF TWO SOILS FROM EXPERIMENTAL STATION OF CEPLAC IN SANTA INÊS-MA

ABSTRACT: The CEC of the soil Sede and Babaçu belonging to the podzolic soil great group, from CEPLAC experimental station in the Santa Inês (Maranhão State), was determined. The methodologies used consisted: 1) Addition of exchangeable cations, known as indirect CEC; 2) Soil saturation with monovalente cations known as direct CEC. Despite the fact that both soil series presented a similar mineralogy along the soil horizons, the Babaçu soil serie presented, in average, twice the value of CEC of the soil Sede serie. The direct CEC presented higher values than the indirect CEC.

INDEX TERMS: Cations Exchange Capacity, Podzolic Soil, Clay Activity.

1 - INTRODUÇÃO

A Estação Experimental da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC em Santa Inês foi implantada para desenvolver pesquisas com o cultivo do cacaueteiro e plantas associadas em solos representativos de uma grande área de 9.000 km², previamente selecionada pela CEPLAC para desenvolvimento de um polo cacaueteiro na Pré-amazônia maranhense.

BARBOSA & DIAS (1970) mapearam os solos da estação, ao nível de detalhe, delimitando cinco séries de solos e associações destas. As séries que ocupam maior espaço são a Babaçu (12%) e a SEDE (19%), que são variações do grande grupo Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico BARBOSA & DIAS (1970).

Esse solo é derivado de sedimentos constituídos, de acordo com LISBOA (1914), por arenitos e siltitos de cores diversas, predominando a cinza, e que CAMPBELL (1949) denominou de Formação ITAPECURU.

DIAS (1971), DIAS & SILVA (1972) e BARBOSA & NEVES (1984), desenvolvendo pesquisas com solos dessas séries e outros solos análogos, verificaram que apresentam alta capacidade de troca de cátions, ao longo do perfil, apesar da origem sedimentar. Este fato é condizente com as altas produtividades de híbridos de cacaueteiros constatadas por MACHADO (1985) em experimentos deste cultivo em solos das séries Babaçu e Sede da região de Santa Inês.

A capacidade de troca de cátions, sendo um fenômeno de superfície específica, é função, conforme diz BRADY (1989), da qualidade e quantidade dos colóides minerais e orgânicos do solo.

O presente trabalho objetivou determinar a capacidade de troca de cátions de duas séries de solos Podzólicos Vermelho-Amarelo da Estação Experimental da CEPLAC em Santa Inês-MA, através da CTC indireta e da CTC direta.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

A Estação Experimental da CEPLAC, onde foi realizada a pesquisa, está situada à margem esquerda da rodovia federal BR-222, inserida no Polo Cacaueiro da Pré-amazônia maranhense, ou nos arredores do ponto que o paralelo 3° 40' de latitude Sul intercepta o meridiano 45° 4' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich, com um total de 424 hectares.

De acordo com a classificação de Köppen (1969), o clima da região enquadra-se no grupo climático A (tropical chuvoso), com variedade Aw, verão úmido e inverno seco. O balanço hídrico registra uma precipitação pluviométrica anual de 1.977 mm, com período seco de 6 a 7 meses. A temperatura média anual é de 25,3°C e a média anual de umidade relativa do ar é 81%.

A vegetação natural dominante na região é representada por babaçual (*Orbignya martiana*), que repousa sobre uma área de topografia pouco movimentada, com o relevo dominante variando de plano a suave ondulado, BARBOSA & NEVES (1984).

Com relação à Geologia, a área encontra-se sobre rochas sedimentares da Formação Itapecuru (período Cretáceo), LISBOA (1914). Tais sedimentos são constituídos por arenito e argilito de cores diversas que possibilitaram a formação de solos de textura argilosa, os quais foram mapeados a nível de série por BARBOSA & DIAS (1970).

Para esta pesquisa, foram selecionados os solos das séries Sede e Babaçu, pertencentes ao grande grupo Podzólico Vermelho Amarelo (BARBOSA & DIAS, 1970).

Para a realização da análise física, foram utilizados equipamentos e métodos de rotina existentes nos laboratórios da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP.

A execução das análises químicas dos solos obedeceu à metodologia descrita por VETTORI (1969), com modificações.

Para a determinação do pH (H_2O), uma suspensão de TFSA e água na proporção de 1:2,5 foi colocada em um copo plástico, agitada por um minuto e deixada em repouso por trinta minutos, quando então foi agitada novamente e lida com potenciômetro munido de um eletrodo conjugado. O pH em KCl foi determinado seguindo-se o mesmo procedimento, somente trocando-se a água pela solução de KCl 1N.

O fósforo, o potássio e o sódio foram extraídos por uma solução de HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N na relação solo/solução de 1:10, sendo o fósforo determinado no extrato por colorimetria, pelo método do azul de molibdênio, tendo como redutor o ácido ascórbico. O potássio e o sódio foram determinados por fotometria de chama.

O cálcio, o magnésio e o alumínio trocáveis foram extraídos por uma solução de HCl 1N, na relação solo/solução 1:10. O cálcio e o magnésio foram determinados por titulação com EDTA-Na 0,025 N e o alumínio por titulação com NaOH 0,025 N.

O nitrogênio foi determinado pelo método micro-Kjeldahl e o carbono pelo método de óxi-redução de dicromato de potássio. A matéria orgânica foi obtida pela multiplicação do teor de carbono por 1,724.

Para a obtenção de valores da soma de base S, efetuou-se o somatório dos íons Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{++} e K^{+} . Para obter-se os valores da CTC indireta, acrescentou-se ao valor S os valores de Al^{+++} e H^{+} trocáveis. A saturação de bases foi obtida mediante a fórmula:
$$V = \frac{S}{CTC} \times 100$$

A determinação de CTC por saturação com cátions monovalentes seguiu-se o método descrito por GLORIA et al (1965), onde 5g de TFSA foram agitados por cinco minutos com 50 ml de uma solução de acetado de sódio 1N a pH 7. Após a agitação, o material foi centrifugado por cinco minutos,

descartando-se o sobrenadante. Este procedimento foi repetido por três vezes, para garantir a total substituição dos cátions pelo sódio nos sítios de troca.

O excesso de sódio foi lavado com álcool etílico, agitado e centrifugado por três vezes, como feito com acetato de sódio. Para a remoção do cátion-índice, repetiram-se duas vezes os passos de agitação e centrifugação já descritos, agora com 25 ml de solução de acetato de amônio 1N, pH 7, recolhendo-se o sobrenadante em balão de 100 ml, completando-se o volume e homogeneizando-se. Em seguida foram passados 10 ml desta solução para balão de 100 ml, completando-se o volume e homogeneizando-se. A leitura obteve-se em fotômetro de chama com filtro apropriado para sódio, o qual foi calibrado para formar leitura zero com solução de acetato de amônio e leitura de 50 com solução padrão de NaCl 0,00 1N. A CTC foi determinada calculando-se o número de milequivalentes de sódio absorvido em 10g de solo.

Para o cálculo da CTC dos compostos orgânicos utilizaram-se estudos feitos por Bennema⁵, citado por VIEIRA & SANTOS (1987).

As características químicas dos dois perfis estudados estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4. São solos de acidez moderada, com elevação da concentração de alumínio em profundidade.

O pH do solo apresenta-se moderadamente ácido em ambos os perfis, com pH em água variando de 4,9 a 5,5 do horizonte A₁ ao B₂₃ do perfil 2. Provavelmente, esta redução de acidez em profundidade decorra da elevação dos valores Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺, o que não ocorre no perfil onde não há significante variação de pH ao longo do perfil.

Os teores de hidrogênio trocáveis variam de 2,2 a 0,26 e 2,9 a 0,25 meq/100g de TFSA, respectivamente nos perfis 1 e 2, e decrescem em profundidade, enquanto que o alumínio apresenta valores máximos, chegando a 8,5 e 6,2 meq/100g de TFSA nos horizontes mais profundos dos respectivos perfis, sendo este elemento o maior responsável pela acidez potencial (H⁺ + Al⁺⁺) apresentada.

⁵ BENNEMA, J. The calculation of CTC for 100g clay with correction for organic carbon. In: FAO. **Classification of brazilian soils**. Roma, 1966. (EPTA Report 2197).

Nos perfis estudados, constatou-se a elevação nos valores de $H^+ + Al^{+++}$, indiferentes aos elevados valores de Ca^{++} e Mg^{++} . UEHARA & GILMAN (1981) constataram que os solos ricos em montmorilonita desprendem grande quantidade de alumínio devido à instabilidade deste tipo de argila a pH entre 4,9 e 5,2, que determinam a capacidade de troca da matéria orgânica através das fórmulas que contemplam a presença de caulinita e dos óxidos de ferro.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos estudados correspondem a solos minerais profundos, cujos dados referentes à granulometria encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Em ambos os perfis, há supremacia na fração silte sobre as demais frações, sendo que no horizonte A_1 do perfil 2 o silte ocupa mais de 50%, decrescendo no A_3 e B, voltando a crescer no B_{22} e B_{23} .

A fração areia tem valores máximos na superfície, apresentando 42% no A_1 do perfil 1, o qual ocupa valores bem superiores ao perfil 2.

A argila predomina no horizonte B onde aparece com valor máximo de 43% no perfil 2 e 38% no perfil 1, com aumento progressivo em profundidade, evidenciando a translocação de argila, constatada pela presença de cenosidade e pela relação textual B/A de 2,2 e 1,5, respectivamente, evidenciando a presença de horizonte B textual nessas séries de solos.

Os perfis estudados apresentam teores de fósforo disponível extremamente baixos, provavelmente relacionados à presença marcante de alumínio, o qual em meio ácido pode combinar-se com íon fosfato contido na solução do solo, formando compostos insolúveis.

A capacidade de troca catiônica determinada pelo método indireto comprova as boas condições de retenção de água e nutrientes, com menor valor encontrado de 3,25 meq/100g de solo no A_3 do perfil 1, elevando-se em profundidade, e valores médios ao longo do perfil 2 de 15,60 meq/100g de solo.

Tabela 1 - Dados físicos da série Sede

Horizonte	Espessura	Comp. granulométrica %				Argila Natural %	GF%	GD%	Silte / Argila	Classe Textural
		AG	AF	Silte	Argila					
A ₁	0-8	-	42	46	12	3	75	25	3,8	Franco
A ₃	8-18	-	42	46	12	8	33	67	3,8	Franco
B ₁	18-29	-	41	46	13	10	23	77	3,5	Franco
B ₂	29-37	-	36	39	25	13	48	52	1,5	Franco
B ₃₁	37-61	-	24	38	38	21	44	56	1,0	Franco argiloso
B ₃₂	61-110+	-	30	37	33	21	36	64	1,1	Franco argiloso

AG = Areia Grossa; AF = Areia Fina
 GF = Grau de Floculação; GD = Grau de Dispersão

Tabela 2 - Dados físicos da série Babaçu

Horizonte	Espessura	Comp. granulométrica %				Argila Natural %	GF%	GD%	Silte / Argila	Classe Textural
		AG	AF	Silte	Argila					
A ₁	0-13	2	22	55	21	12	42	58	2,6	Franco siltoso
A ₃	13-28	1	17	49	33	23	30	70	1,4	Franco argiloso
B ₁	28-60	2	13	42	43	31	28	72	1,0	Argila siltosa
B ₂₁	60-78	3	12	43	42	28	33	67	1,0	Argila siltosa
B ₂₂	78-95	3	12	44	41	30	26	71	1,0	Argila siltosa
B ₂₃	95-112+	4	12	45	39	32	18	80	1,1	Argila siltosa

AG = Areia Grossa; AF = Areia Fina
 GF = Grau de Floculação; GD = Grau de Dispersão

A capacidade de troca de cátions determinada pelo método de saturação com cátions monovalentes, segundo GLÓRIA et al (1965), apesar de indicar valores superiores aos obtidos pela metodologia tradicional, confirma o comportamento da capacidade de troca entre os horizontes.

As variações nos valores da CTC encontrados em profundidades acusam ocorrência de minerais variados ao longo dos perfis, com aumento gradativo daqueles de carga permanente nos horizontes mais profundos.

A matéria orgânica contribui com 80% para a CTC dos solos nas camadas superiores, decrescendo em profundidade, chegando a 30% nos horizontes mais profundos com pequena alteração entre os perfis (Tabelas 3 e 4). Os percentuais complementares correspondem à contribuição das argilas para TCT dos solos.

Com relação às atividades das argilas existentes, o perfil da série Sede mostra em superfície até o horizonte A₃ presença de minerais de argila de atividade baixa e alta (caulinita, ilita, e montmorilonita), com valores em torno de 24 meq/100g de argila. Na série Babaçu constatou-se, em todos os horizontes, a presença marcante de argila de atividade alta (montmorilonita), com valores oscilando entre 39,19 meq/100g (horizonte A₁) e 43,36 meq/100g de argila no horizonte mais profundo.

Observa-se na Figura 1, que no perfil representante da série Babaçu a contribuição de argila para CTC do solo é marcante, superando a da matéria orgânica ainda na transição do A para o A₃, aproximadamente 15 cm de profundidade, o que não ocorre na série Sede, onde a CTC total cresce até a profundidade de 20 cm, elevando-se, em seguida. Apenas à profundidade de 30 cm, transição de B₁ para B₂, é que a argila supera a matéria orgânica no tocante à capacidade de troca. Este fato deve estar relacionado ao pouco incremento de argila até o horizonte B₁, onde também se constata argila de baixa atividade.

Tabela 3 - Características químicas da série Sede

Horizonte	Complexo sortivo meq/100 TFSA ¹								V%	m%	Ca Mg	Ca K
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	S	CTC				
A1	2,4	0,8	0,30	0,05	2,20	0,0	3,55	5,75	61,7	-	3,0	0,1
A3	1,3	0,7	0,20	0,05	0,80	0,2	2,25	3,25	69,2	8	1,8	6,5
B1	1,4	1,2	0,21	0,05	0,95	0,2	2,86	4,01	71,3	6	1,1	6,6
B2	1,7	1,9	0,31	0,05	1,00	2,0	3,96	6,96	56,8	33	0,9	5,4
B31	1,3	2,4	0,37	0,05	0,75	6,6	4,12	11,47	35,9	61	0,5	3,5
B32	0,6	1,9	0,36	0,07	0,26	8,5	2,93	11,68	25,0	74	0,3	1,6

Horizonte	pH		ΔpH (-)	%			C ppm		CTC meq/100g ² TFSA						
	H ₂ O	KCl		C	N	MO	N	P ₂ O ₅	Total	MO ³	%	Argila	%	At ⁴	
A ₁	5,0	4,4	0,6	1,06	0,19	1,83	5,57	5	8,0	6,6	82	1,4	18	25,61	
A ₃	5,4	4,0	1,4	0,45	0,11	0,77	4,09	2	5,2	3,5	67	1,7	33	24,92	
B ₁	5,5	4,0	1,5	0,32	0,11	0,55	2,90	1	5,6	3,2	57	2,4	43	30,63	
B ₂	5,2	3,7	1,5	0,44	0,11	0,76	4,00	1	10,8	5,3	49	5,5	51	35,00	
B ₃₁	5,0	3,5	1,5	0,36	0,11	0,62	3,27	1	18,8	6,5	34	12,3	66	45,21	
B ₃₂	5,0	3,5	1,5	0,27	0,15	0,46	1,80	1	16,0	5,0	31	11,0	69	44,54	

¹ Terra fina seca ao ar.² CTC determinada diretamente por saturação com cátion monovalente.³ Contribuição da matéria orgânica (MO) à CTC do solo⁴ At - atividade da argila, meq/100g argila.

Tabela 4 - Características químicas da série Babaçu

Horizonte	Complexo sortivo meq/100 TFSA1								V%	m%	Ca Mg	Ca K
	Ca++	Mg++	K+	Na+	H+	Al+++	S	CTC				
A ₁	3,4	3,1	0,29	0,07	2,90	0,5	6,86	10,26	66,8	6	1,1	11,7
A ₃	2,7	3,7	0,17	0,07	1,25	3,5	6,64	11,39	58,2	34	0,7	15,8
B ₁	4,0	6,3	0,21	0,08	1,25	4,5	10,59	16,34	64,8	29	0,6	19,0
B ₂	4,0	7,6	0,26	0,10	1,35	4,5	11,96	17,81	67,1	27	0,5	15,3
B ₃₁	3,6	8,2	0,24	0,15	0,75	5,4	12,19	18,34	66,4	30	0,4	15,0
B ₃₂	2,8	9,7	0,25	0,15	0,25	6,2	12,90	19,35	66,7	32	0,3	11,2

Horizonte	pH		ΔpH (-)	%			C ppm		CTC meq/100g ² TFSA					
	H ₂ O	KCl		C	N	MO	N	P ₂ O ₅	Total	MO ³	%	Argila	%	At ⁴
A ₁	4,9	4,0	0,9	0,92	0,19	1,59	4,84	9	12,8	9,1	71	3,7	29	39,19
A ₃	5,2	3,6	1,6	0,48	0,15	0,83	3,20	2	16,8	7,5	44	9,3	56	40,86
B ₁	5,2	3,6	1,6	0,39	0,15	0,67	2,60	1	21,2	7,1	33	14,1	67	39,19
B ₂	5,3	3,6	1,7	0,33	0,11	0,57	3,00	1	22,0	6,7	30	15,3	70	41,15
B ₃₁	5,5	3,5	2,0	0,25	0,11	0,43	2,27	1	23,6	6,0	25	17,6	75	42,20
B ₃₂	5,5	3,5	2,0	0,21	0,15	0,36	1,40	1	21,2	4,9	23	16,4	77	43,36

¹ Terra fina seca ao ar.

² CTC determinada diretamente por saturação com cátion monovalente.

³ Contribuição da matéria orgânica (MO) à CTC do solo.

⁴ At - atividade da argila, meq/100g argila.

4 - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa permitem as seguintes conclusões:

- a) a contribuição da matéria orgânica para a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) dos solos é bem mais acentuada na série Sede, decrescendo em profundidade;
- b) em ambos os solos predominam argila de atividade alta;
- c) a CTC direta apresenta valores bem superiores aos da CTC indireta, o que pode ser justificado pela maior eficiência na remoção de cátions daquele método de determinação.

(Aprovado para publicação em 14.01.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, R. C., DIAS, A. C. da C. P. *Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Santa Inês-Ma*. Itabuna: CEPEC, 1970. 32p.
- _____, NEVES, A. D. *Solos do pólo cacauero da Pré-amazônia maranhense*. Belém: CEPLAC/DEPEA, 1984. 26p. (Boletim Técnico, 2).
- BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7.ed. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1989. 878p.
- CAMPBELL, D. F. *Reversed report on the reconnaissance geology of the Maranhão*. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1949. 117p. (Relatório DEXPRO, 93).
- DIAS, A. C. da C. P. *Minerologia da fração argila de alguns solos da bacia sedimentar do Recôncavo Baiano*. Piracicaba: ESALQ, 1971. 98p. (Dissertação (Mestrado) - ESALQ, 1971).
- _____, SILVA, L. F. da. *Solos da bacia sedimentar do Recôncavo Baiano*. Ilheus: CEPLAC/CEPEC, 1972. 28p. (Boletim Técnico, 16).
- GLORIA, N. A., CATANI, R. A., MUTUO, T. A determinação da capacidade de troca de cátions do solo pelo método EDTA. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.40, p.193-198, 1965.
- LISBOA, M. A. R. The permian geology of northeer Brazil. *American Journal of Science*, v.37, n.211, p.423-443, 1914.
- MACHADO, P. R. *Produtividade de híbridos de cacau na Estação Experimental de Santa Inês*. Belém: CEPLAC/CORAM, 1985. p. 70-75.

- UEHARA, C., GILMAN, C. P. *Mineralogy chemistry and physics of tropical soils with variable charge clays*. Boulder: Westview Press, 1981. 170p.
- VETTORI, L. *Método de análises de solos*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24p.
- VIEIRA, L. S., SANTOS, P. C. *Amazônia, seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 413p.

COLONIZAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS VESICULAR-ARBUSCULARES EM RAIZES DE TAXI BRANCO (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)¹

Valter Mendes de OLIVEIRA JUNIOR²
Maria Marly Lourdes Silva dos SANTOS³
Mara Patrícia dos Santos FARO⁴
Aldrin Mario da Silva BEJAMIN⁴
Williams Dias de OLIVEIRA⁵

RESUMO: O efeito da inoculação de fungos micorrízicos *Acaulospora* sp, *Gigaspora margarita* e *Scutellospora heterogama* (isolados de *Brachiaria decumbens*) em plantas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) foi estudado em ensaio conduzido em vasos plásticos contendo 3 kg de Latossolo Amarelo Álico de textura média, fumigado com brometo de metila, em casa de vegetação. Utilizou-se como delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições. As sementes foram coletadas no campo do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental-EMBRAPA/CPATU/Belém-PA e semeadas em caixas de plástico contendo areia de mina lavada. Como adubo foram utilizadas três fontes naturais de fósforo: Pirocaua, Jandiá e Trauíra. Foram avaliados a percentagem de colonização das raízes e o número de esporos. *Acaulospora* sp apresentou efeito positivo na taxa de colonização micorrízica (TMC), seguido de *Scutellospora heterogama* e *Gigaspora margarita* quando combinado com adubo Jandiá.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Micorriza, Inoculação, Sementes.

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de mestre na FCAP em 1997.

² Engenheiro Agrônomo, Aluno do curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais da FCAP.

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Adjunta da FCAP.

⁴ Aluno do Curso de Graduação em Agronomia da FCAP.

⁵ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da FCAP.

COLONIZATION OF MYCORRHIZAL FUNGI INOCULATION ON TAXI BRANCO (*Sclerobium paniculatum* Vogel)

ABSTRACT : The inoculation of mycorrhizal fungi *Acaulospora* sp, *Gigaspora margarita* e *Scutellospora heterogama* (isolated from *Brachiaria decumbens*) in plant of taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerobium paniculatum*. Vogel) was studied in a glasshouse plastic plot containing 3 kg of yellow latosol fumigated by methyl bromide. A randomized blocks experimental design with four replicates per treatment was used. The seeds collected in EMBRAPA/CPATU/ Belém-PA were sowed in plastic tray, containing washed sand. The sources of natural P used were Pirocaua, Jandiá and Trauíra. Percentage of root colonization and spore number were determined. Plants inoculated with *Acaulospora* sp and fertilized with Jandiá showed the highest percentage of root colonization, followed by *Scutellospora heterogama* and *Gigaspora margarita*.

INDEX TERMS: Mycorrhizae, Inoculation, Seeds.

1 - INTRODUÇÃO

O efeito de micorrizas vesicular-arbusculares em estimular o crescimento das plantas é atribuído, principalmente, à maior absorção de nutrientes do solo pelas plantas micorrizadas (MOSSE, 1973). A extensão do efeito benéfico dessa associação simbiótica depende das espécies de fungos micorrízicos, das plantas envolvidas e da fertilidade do solo.

Algumas espécies de plantas mostram-se altamente dependentes da condição micorrizica e respondem pouco à adição de adubos, enquanto outras espécies crescem igualmente na presença ou ausência de fungos micorrízicos (MENGE et al., 1978; MOSSE, 1981). Portanto, é necessário verificar a eficiência de cada combinação particular de fungos e espécie de planta, pois inúmeras pesquisas têm mostrado a eficiência das micorrizas em aumentar o crescimento e a produção das plantas, com economia de fertilizante.

De acordo com TOMASELLI et al (1983), a madeira do taxi branco apresenta características comparáveis às espécies tradicionalmente utilizadas para fins energéticos no Brasil. Levando em consideração alguns aspectos do taxi branco, tais como: capacidade de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico; rápido crescimento acompanhado de elevada produção

e desrama de folhas, possibilitando uma rápida formação de “litter”, mesmo em solos álicos e de baixa fertilidade, essa espécie pode ser indicada como planta de grande potencial para utilização de micorrizas.

Este trabalho teve como objetivo selecionar os fungos micorrízicos vesicular-arbusculares mais efetivos na taxa de colonização das raízes das plantas de taxi-branco.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E DO SOLO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com cobertura de vidro transparente, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-FCAP, no período de janeiro de 1995 a maio de 1995. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo Af_i (BASTOS, 1995).

O solo utilizado foi um Latossolo Amarelo Álico de textura média, com relevo plano de acordo com a classificação de SANTOS (1983), sendo retirado numa área de capoeira próxima do prédio do Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, até à profundidade de 20cm. Após a coleta do solo, o mesmo foi passado em peneira com malha de 5mm e armazenado em caixa d'água de cimento amianto com capacidade de 1.000 litros. Foi escolhido um barracão de piso acimentado para fumigar o solo, sendo este espalhado em uma camada de 20cm de altura. A fumigação foi realizada pela aplicação de 264ml de brometo de metila/m³ de solo coberto com plástico por 48 horas e posterior aeração por 72 horas.

Como fonte de fósforo, foram utilizados três tipos de fosfato natural: Jandiá, Trauirá superior e Pirocaua, na dosagem de 60ppm de P₂O₅. Os fertilizantes foram incorporados ao solo, após o arejamento do mesmo, na quantidade de 2,045g/3kg de solo para o adubo Jandiá; 1,328 g/3kg de solo para o adubo Trauirá superior; 2,133 g/3kg de solo para o adubo Pirocaua, antes do plantio.

2.2 - SEMENTES

Foram utilizadas sementes de plantas de taxi branco da terra firme com 6 anos de idade, obtidas no campus da EMBRAPA/CPATU-Belém-PA.

As sementes de taxi branco apresentam dormência mecânica, que foi quebrada pelo método de imersão em água fervente, com simultânea retirada da fonte de calor, para repouso até temperatura ambiente (CARPANEZZI et al, 1983)

2.3 - INÓCULO

As espécies de Fungos Micorrízicos Arbusculares (F.M.As.) utilizadas foram *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora* sp, provenientes da EMBRAPA/CPATU-Belém-PA, obtidas de vasos de cultivo contendo uma gramínea (*Brachiaria decumbens*, Stapf) como planta hospedeira. O substrato deste vaso foi um Latossolo Amarelo retirado de uma área de capoeira do campus da EMBRAPA e fumigado com brometo de metila.

A inoculação foi realizada através de deposição de mais ou menos 20g de solo mais inóculo, logo abaixo do sistema radicular das plântulas no ato do transplântio das mudas de taxi branco para o vaso. Em cada vaso foi fornecido, aproximadamente, em média, 1.904, 430, 226 esporos viáveis de *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora* sp, respectivamente. A quantidade de esporos por vaso foi determinada através de peneiramento por via úmida, utilizando peneiras de 0,710mm e 0,053mm para posterior centrifugação em água por três minutos a 2.000 rpm, e em solução de sacarose por dois minutos a 1.500 rpm e contando-as com auxílio de microscópio estereoscópio.

2.4 - TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos constaram da combinação de três inoculações: *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita*, *Acaulospora* sp e não-inoculado, com três fontes de fosfato natural: Jandiá, Trauíra, Pirocaua e não-adubado, totalizando 16 tratamentos. Utilizou-se como delineamento experimental blocos ao acaso, em fatorial 4 x 4, com 4 repetições.

Os tratamentos foram constituídos da seguinte maneira:

Tratamento	Adubo	Fungo
1 (A0F0)	sem adubo	sem fungo
2 (AJF0)	com adubo Jandiá	sem fungo
3 (ATF0)	adubo Trauira superior	sem fungo
4 (APF0)	adubo Pirocaua	sem fungo
5 (A0F1)	sem adubo	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
6 (AJF1)	adubo Jandiá	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
7 (ATF1)	adubo Trauira superior	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
8 (APF1)	adubo Pirocaua	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
9 (A0F2)	sem adubo	fungo <i>Acaulospora</i> sp
10 (AJF2)	adubo Jandiá	fungo <i>Acaulospora</i> sp
11 (ATF2)	adubo Trauira superior	fungo <i>Acaulospora</i> sp
12 (APF2)	adubo Pirocaua	fungo <i>Acaulospora</i> sp
13 (A0F3)	sem adubo	fungo <i>Gigaspora margarita</i>
14 (AJF3)	adubo Jandiá	fungo <i>Gigaspora margarita</i>
15 (ATF3)	adubo Trauira superior	fungo <i>Gigaspora margarita</i>
16 (APF3)	adubo Pirocaua	fungo <i>Gigaspora margarita</i>

2.5 - AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

Durante o período experimental, foram realizadas irrigações diárias, de modo a manter a umidade do solo em torno de 60% da capacidade de retenção de água no solo. A coleta do material foi realizada 105 dias após o transplante, sendo analisadas a percentagem de colonização das raízes e a produção de esporos do Fungo Micorrízico Arbuscular. Retirou-se 1g de raízes, que foi preservado em FAA (200ml de etanol 50% + 13ml de formaldeído 40% + 5ml de ácido acético), até avaliação da colonização micorrízica. Para avaliar a taxa de colonização micorrízica (TCM), as raízes foram clarificadas em KOH a 10%, colorida em azul de tripano, conforme descrito por PHILLIPS & HAYMANN (1970). Após coloração, as raízes foram montadas em lâminas, sendo a leitura feita em microscópio óptico. O resultado da avaliação da infecção foi obtido através da média do exame de quatro lâminas contendo cada uma 25 segmentos de raiz de ± 1 cm de comprimento, retirados ao acaso de cada amostra. Na avaliação da população de esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares, a extração de esporos foi feita pelo método de

peneiragem úmida descrito por GERDEMANN & NICOLSON (1963), utilizando 50ml de solo e quatro peneiras de 0,710mm; 0,250mm; 0,105mm e 0,053mm, para posterior centrifugação em água e sacarose a 50%, sendo utilizada uma rotação de 2.000rpm em 3 minutos para água, enquanto que na sacarose a rotação foi de 1.500rpm no tempo de 2 minutos. Após a extração, os esporos foram transferidos para uma placa de Petri, onde foi feita a contagem em microscópio estereoscópico com aumento de 14 vezes. Os resultados foram obtidos através da média de quatro amostras simples retiradas ao acaso.

2.6- ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com as recomendações de PIMENTEL GOMES (1985) e STEEL & TORRIE (1960) para o delineamento usado.

Para colonização radicular causada pelos fungos micorrízicos arbusculares, foi realizada a transformação dos dados em $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$, e os de produção de esporos em $\sqrt{x+0,5}$. Esses dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o delineamento blocos ao acaso com 4 repetições, e quando foi detectado significância pelo teste F, realizou-se em seguida o teste de comparação de médias (teste de TUKEY) ao nível de 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - NÚMERO DE ESPOROS

Verifica-se na Tabela 1 que os adubos Jandiá e Pirocaua, quando combinados com *Scutellospora* e *Gigaspora*, não apresentaram diferenças significativas quanto ao número de esporos, havendo, entretanto, diferenças quando se combinou Trauira com *Gigaspora*, e nos tratamentos sem inóculo não apresentaram esporulação, comprovando, assim, a eficiência da fumigação em eliminar os propágulos dos Fungos Micorrízicos Arbusculares indígenas, evitando a competição por fotossintatos, levando à supressão de um fungo na presença de outro (FARIA, 1996).

TABELA 1 - Valores médios do número de esporos e taxa de colonização em raízes das mudas de taxi branco da terra firme (*Sclerobium paniculatum* Vogel) nos diferentes tratamentos com 105 dias após a inoculação Belém-PA-FCAP/1995.

TRATAMENTOS	PARÂMETROS	
	NÚMERO DE ESPOROS	TAXA DE COLONIZAÇÃO %
SEM ADUBO		
sem inóculo	0,00	0,00
<i>Scutellospora</i>	5,65a	31,50c
<i>Acaulospora</i>	2,68b	74,25a
<i>Gigaspora</i>	6,21a	33,75b
ADUBO JANDIÁ		
sem inóculo	0,00	0,00
<i>Scutellospora</i>	4,50a	51,75b
<i>Acaulospora</i>	2,33b	82,50a
<i>Gigaspora</i>	5,83a	26,75c
ADUBO TRAUÍRA		
sem inóculo	0,00	0,00
<i>Scutellospora</i>	3,98b	18,25b
<i>Acaulospora</i>	3,43b	67,00a
<i>Gigaspora</i>	5,66a	11,50c
ADUBO PIROCAUA		
sem inóculo	0,00	0,00
<i>Scutellospora</i>	5,03a	16,50c
<i>Acaulospora</i>	2,84b	77,50a
<i>Gigaspora</i>	6,28a	20,75b
CV(%)	7,70	18,23

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

3.2 - TAXA DE COLONIZAÇÃO NAS RAÍZES

A taxa de colonização nas raízes das plântulas de taxi branco da terra firme (Tabela 1) mostra que o fungo mais efetivo foi *Acaulospora* sp, tanto em plântulas adubadas quanto em não-adubadas, diferindo significativamente dos demais fungos. Isto mostra que o fungo *Acaulospora* sp é de grande

importância no uso agrícola, para solos de baixa fertilidade, pois, geralmente, o benefício do Fungo Micorrízico é reduzido ou inexistente quando as condições de fertilidade do solo são favoráveis (ABBOTT & ROBSON, 1991). Entretanto, algumas espécies de fungo podem se estabelecer de maneira efetiva em condições de elevada disponibilidade de fósforo (DAVIS et al., 1984), dependendo da planta hospedeira (KOIDE, 1991).

A porcentagem de colonização micorrízica máxima foi de 82,5% na combinação da fonte Jandiá com o fungo *Acaulospora* sp, enquanto que a combinação do Trauíra e *Gigaspora margarita* apresentou 11,5%. Deve-se ressaltar que as avaliações de colonização de raízes foram feitas somente ao final do experimento, quando as diferenças na efetividade das espécies fúngicas relacionadas à taxa e ao tempo de formação de micorrizas, bem como à quantidade de infecção desenvolvida por cada fungo ((ABBOTT & ROBSON, 1978 e BLACK & TINKER, 1979)), possivelmente, já houvessem sido amenizadas.

4 - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho, nas condições de solo esterilizado, permitiram as seguintes conclusões:

- a) o taxi branco respondeu positivamente aos efeitos da taxa de colonização pelos Fungos Micorrízicos Arbusculares;
- b) o fungo *Acaulospora* sp foi mais efetivo na taxa de colonização, sendo o uso do mesmo de grande importância para solos de baixa fertilidade;
- c) a porcentagem de colonização máxima foi de 82,5% no fungo *Acaulospora* sp, enquanto que a menor foi de 11,5% no fungo *Gigaspora margarita*;
- d) a produção de esporo é independente da taxa de colonização.

(Aprovado para publicação em 14.04.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, L. K., ROBSON, A. D. Factors influencing the occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizas. *Agric. Ecosyst. Environ.*, Amsterdam, v.35, p. 121-150, 1991.
- _____, ROBSON, A. D. Growth of subterranean clover in relation to the formation of endomycorrhiza by introduced and indigenous fungi in a field soil. *New Phytol.*, London, v.81, p. 575-587, 1978.
- BASTOS, T.X., COSTA, M.X., SÁ, T.D.A. *Climatic condition and its influence on the agricultural process at northeast Pará-study case of Igarapé-Açú, State of Pará*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1995. 6p.
- BLACK, R., TINKER, P. B. The development of endomycorrhizal root systems II. Effect of agronomic factors and soil conditions on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizae infection in barley and on the endophyte spore density. *New Phytol.*, London, v.83, p. 401-413, 1979.
- CARPANEZZI, A. A., MARQUES, L. C. T., KANASHIRO, M. *Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)*. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1983. 10p.(Circular Técnica, 8).
- DAVIS, E. A., YOUNG, J.L., ROSE, S. L. Detection of high-phosphorus tolerant VAM-fungi colonization hops and peppermint. *Plant and Soil*, The Hague, v.81, p.29-36, 1984.
- FARIA, M. P., et al. Crescimento inicial da acácia em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 209-216, 1996.
- GERDEMANN, J. W., NICOLSON, T. H. Spores of micorrhizal endogone species from soil by wet sieving and decanting. *Transactions British Mycological Society*, London, v. 46, p. 235-244, 1963.
- KOIDE, R. T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.*, Oxford, v. 117, p. 365-386, 1991.
- MENGE, J. A., et al. Phosphorus concentration in plant responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytol.*, London, v. 80, p. 575-578, 1978.
- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhizal. *Annu. Ver. Phytopathol.*, v. 11, p. 171-196, 1973.

- MOSSE, B. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture*. Hawaii: Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 81p. (Research Bulletin, 194).
- PHILLIPS, J. M. , HAYMANN, A. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular micorrhizal fungi rapid assesement at infection. *Transactions British Mycological Society*, London, v. 55, n. 1, p. 158-161, 1970.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11 ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- SANTOS, P. C. T. C. dos, VIEIRA, L. S, VIEIRA, M. de N. F. *Os solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará*. Belém: FCAP, 1983. 60p. (FCAP. Informe Didático, 5).
- STEEL, R. G. D., TORRIE, H. J. *Principles and procedures of statistcs*. New York: Mac Graw-Hill, 1960, 481p.
- TOMASELLI, I., et al. Caracterização da madeira de taxi-branco- da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). *Boletim de Pesquisa Florestal*, v. 1, n. 6/7, p. 26-32, 1983.

CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca, Mg e S EM PLANTAS DE MALVA (*Urena lobata L.*), CULTIVAR BR-01, CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA COM OMISSÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES¹

Jorge Aquiles FASABI²

Ismael de Jesus Matos VIÉGAS³

Janice Guedes de CARVALHO⁴

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas diversas partes de plantas de malva, mediante a técnica do elemento faltante em solução nutritiva, conduziu-se um experimento em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 repetições e os tratamentos foram: completo, omissões de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. A coleta foi feita 60 dias após iniciada a aplicação dos tratamentos. Os resultados analíticos demonstraram que as concentrações dos macronutrientes nas diferentes partes da planta de malva diminuíram quando um determinado nutriente foi omitido na solução.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Malva, Concentração de Macronutrientes, Micronutrientes.

¹ Parte do trabalho de Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor na FCAP em 1996.

² Engenheiro Agrônomo, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - UNAP

³ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA - CPATU

⁴ Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciências do Solo.

MACRONUTRIENTS CONCENTRATION IN MALVA (*Urena lobata* L.) TISSUES, BR-01 VARIETY, GROWN IN NUTRIENT SOLUTIONS USING THE MISSING ELEMENT TECHNIQUE

ABSTRACT: Concentrations of N, P, K, Ca, Mg and S in the shoot and root tissues of malva were determined under greenhouse conditions using the missing element technique. A randomized experiment with five replicates and the: complete, omission of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn from a complete solution was used. Tissue harvest was done 60 days after application of the nutrient treatments. Results showed that the nutrients concentration in the different plants tissue varied as a function of the element omitted from the nutrient solution.

INDEX TERMS: Malva, Concentration of Macronutrients, Micronutrients.

1- INTRODUÇÃO

A malva (*Urena lobata* L.) é uma planta dicotiledônea anual pertencente à família Malvaceae, produtora de fibras liberianas e encontrada em várias partes do mundo tropical. No Brasil, especificamente no Estado do Pará, existem duas variedades, BR-01 e BR-02 que foram obtidas e lançadas em 1979, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - EMBRAPA/CPATU. Apresentam um rendimento médio de fibra seca de 1298 e 1230 kg/ha, respectivamente. (Mota & Silva citados por SILVA, 1989). A importância da cultura da malva está na sua produção de fibras utilizadas na indústria de tecelagem.

As propriedades têxteis da malva foram mundialmente conhecidas na Exposição Internacional de Filadélfia, em 1876. Na década de 1930, técnicos do Ministério de Agricultura colocaram-na em um plano superior à juta, uma vez que suas fibras são mais resistentes, mais brilhantes e mais longas, constituindo-se em excelente matéria prima para a fabricação de sacarias e telas (LEDO, 1978). Infelizmente, esta planta não tem merecido, no Brasil e em outros países amazônicos, a devida atenção por parte de pesquisadores e investidores. A planta tem sido pouco estudada, principalmente nos seus aspectos nutricionais. Trabalhos referindo-se à nutrição mineral da malva

⁵ MOTA, M. G. da C., SILVA, J. F. da. Melhoramento genético da malva. In: EMBRAPA. CPATU. Relatório Técnico Anual. Belém, 1977. 178 p.

são prioritários devido à escassez de informações de pesquisa que sustentem a sua exploração. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da omissão de nutrientes na concentração de N, P, K, Ca, Mg e S nos tecidos da planta, utilizando a técnica do elemento faltante.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP). Foram utilizadas sementes de malva (*Urena lobata*) variedade BR-01, procedentes da EMBRAPA/CPATU (Belém - PA). As sementes foram semeadas em canteiros contendo uma mistura de terra preta e serragem em proporção 1:1, tendo ocorrido a germinação 4 dias após a semeadura. Quando as plantas apresentaram duas folhas bem definidas, o que ocorreu aos 15 dias de idade, as mudas foram selecionadas e transplantadas, em número de duas, para recipientes definitivos. O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos e 5 repetições, sendo os tratamentos: completo (macronutrientes mais micronutrientes), omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca, omissão de Mg, omissão de S, omissão de B, omissão de Cu, omissão de Fe, omissão de Mn e omissão de Zn. A solução completa utilizada foi a de BOLLE-JONES (1954). Para os tratamentos com omissão, a composição da solução utilizada está apresentada na Tabela 1.

A unidade experimental foi constituída por vaso de plástico com capacidade para 3 kg do substrato (sílica lavada), sendo a drenagem da solução feita através de um orifício na base do recipiente e ligado por um tubo plástico ao frasco coletor com capacidade de um litro.

Durante os primeiros trinta dias, as plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva completa, numa diluição de 1:5 com água destilada. Transcorrido esse tempo, procedeu-se ao desbaste, deixando-se uma planta por vaso e usando uma diluição 1:3 da solução completa por mais trinta dias. A renovação da solução foi feita a cada 10 dias, até o final do experimento.

Após esse período, deixou-se escorrer água em abundância pelo interior do recipiente, com a finalidade de remover os nutrientes retidos na sílica. Em seguida, iniciou-se a aplicação das soluções correspondentes aos tratamentos estudados.

As plantas foram colhidas 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Foram separadas em folhas superiores, folhas inferiores, caule e raiz, que foram lavadas e secas em estufa com circulação de ar forçada a 65°C.

Tabela 1 - Composição química das soluções nutritivas (ml/l) utilizadas no experimento, segundo BOLLE-JONES (1954).

Solução estoque	Conc.	Comp.	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S	- B	- Cu	- Fe	- Mn	- Zn
NaH ₂ PO ₄	M	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ca ₂ (NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	M	2	-	2	-	2	2	2	2	2	2	2	2
KNO ₃	M	1	-	1	-	1	3	1	1	1	1	1	1
K ₂ SO ₄	M	2	2	2	-	2	3	-	2	2	2	2	2
MgSO ₄	0,5 M	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
(NH ₄) ₂ SO ₄	M	1,5	-	1,5	2	2,5	2	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
CaSO ₄ ·2H ₂ O	0,01 M	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄	M	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Mg(NO ₃) ₂	0,5 M	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-
NaNO ₃	M	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sol a	1	1	1	1	1	1	1	1	a-B	a-Cu	1	a-Mn	a-Zn
Sol. Fe-EDTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1

Composição da solução a: 0,1421 g de H₃BO₃; 1,75 g de MnSO₄; 0,24968 g de CuSO₄·5H₂O; 0,0431 g de MnO₃; e 0,28755 g de ZnSO₄·7H₂O

Composição da solução Fe-EDTA: 26,1 g de Fe-EDTA; 89,2 ml de NaOH N e 24,9 g de FeSO₄·7H₂O por litro de solução.

Observação: Os tratamentos com omissão de micronutrientes tiveram composição semelhante à do tratamento completo, com exceção da solução a - B, solução a - Cu, solução a - Mn e solução a - Zn, onde não foram utilizadas as fontes do nutriente em questão.

As determinações de N, P, K, Ca, Mg e S na raiz, caule e folhas foram feitas segundo MALAVOLTA et al (1989). Os extratos da matéria seca das partes da planta foram obtidos por digestão nitro-perclórica, sendo o P determinado por colorimetria, o K, o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica e o S, por turbidimetria. O nitrogênio foi determinado pelo método semi-micro Kjeldhal.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram analisados nas folhas superiores, folhas inferiores, caule e raízes das plantas dos diferentes tratamentos, encontrando-se os teores nas Tabelas 2 e 3.

3.1 - CONCENTRAÇÕES DE N, P, K, Ca, Mg E S NAS FOLHAS SUPERIORES

As concentrações dos macronutrientes nas folhas superiores em função dos tratamentos são apresentadas na Tabela 2. Observou-se o efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de N nesta parte da planta. Depois da omissão de N, a omissão de S promoveu a menor concentração de N nas folhas superiores. Os demais tratamentos não diferiram do tratamento completo. AMARAL (1983), trabalhando com plantas de seringueira e VIEGAS et al (1992), trabalhando com plantas de juta em Piracicaba - SP, observaram fatos semelhantes. O P apresentou maiores teores nos tratamentos com omissão de K (COBRA NETO et al. 1971) encontraram altos teores de P em plantas de feijão cultivadas em ausência de N. Tais resultados foram também encontrados em espinafre por MAYNARD (1970), que observou aumento nos teores de P em plantas deficientes em P e Ca.

Com relação ao K, os maiores teores foram verificados na omissão de Mg. Tal fato era esperado, visto que na ausência de Mg houve menor competição na absorção de potássio. A competição entre K e Mg é citada por MALAVOLTA (1980). Teores superiores ao observado no tratamento completo foram verificados também na omissão de N, P e Mn. O menor teor de K foi observado, como era previsto, na omissão desse nutriente.

A omissão de Ca na solução promoveu a maior redução do teor desse nutriente nas folhas superiores. Teores de Ca superiores ao tratamento

completo foram observados nas omissões de K (devido a menor competição), de S e B. No caso da omissão de B, o efeito de concentração explica esse resultado, já que nesse tratamento houve menor produção de matéria seca.

O menor teor de Mg foi observado no tratamento onde esse nutriente foi omitido, embora a diferença entre esse tratamento e o completo não tenha sido significativa.

As omissões dos diferentes nutrientes na solução nutritiva não afetaram grandemente a concentração de S nas folhas superiores.

Tabela 2 - Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S (g/kg⁻¹) de matéria seca nas folhas superiores de plantas de malva em função dos tratamentos.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	33,5 ab	2,5 cde	16,5 de	6,3 efg	4,4 ab	3,6 abc
Omissão de N	16,5 d	4,7 ab	23,7 bc	8,0 def	3,4 ab	3,0 bc
Omissão de P	27,8 bc	1,1 e	26,0 b	5,7 fg	4,4 ab	2,5 cd
Omissão de K	32,3 abc	5,1 a	3,7 f	11,1 abc	5,0 ab	4,6 ab
Omissão de Ca	32,8 ab	3,3 abcd	15,7 de	4,9 g	5,4 ab	4,4 ab
Omissão de Mg	34,0 ab	3,1 abcde	31,8 a	9,7 bcd	1,7 b	3,0 bcd
Omissão de S	25,6 c	2,2 de	12,0 e	11,4 ab	4,5 ab	1,8 d
Omissão de B	33,5 ab	3,0 bcde	20,4 cd	13,0 a	4,2 ab	4,9 a
Omissão de Cu	28,3 bc	2,3 cde	17,3 d	5,3 fg	4,5 ab	3,9 abc
Omissão de Fe	28,6 bc	2,5 cde	19,5 cd	8,5 cde	5,4 ab	3,5 abcd
Omissão de Mn	36,0 a	4,3 abc	23,2 bc	7,9 def	5,6 a	4,1 abc
Omissão de Zn	33,1 ab	2,2 cde	16,5 de	5,6 fg	4,9 ab	3,9 abc
C. V. (%)	10,83	32,32	12,88	16,15	39,62	22,28

Nota: Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.2 - CONCENTRAÇÕES DE N, P, K, Ca, Mg, S NAS FOLHAS INFERIORES

As concentrações dos macronutrientes nas folhas inferiores em função dos tratamentos são apresentadas na Tabela 3.

Nas folhas inferiores, como previsto, a concentração de N caiu significativamente em relação ao tratamento completo, quando este elemento foi omitido na solução nutritiva.

Por outro lado, os tratamentos com omissão de Mn e B foram os que apresentaram maiores concentrações de N. Nesse caso, houve uma concentração desses nutrientes na folha, já que houve redução na matéria seca de folhas nesses tratamentos.

Maiores teores de P foram encontrados nas omissões de N, K, B e Mn, e menores na sua ausência.

A omissão de K na solução promoveu menor concentração desse nutriente nas folhas inferiores, enquanto que na omissão de P foram observados os maiores teores de K.

Os teores de Ca aumentaram quando se omitiram o K, o S e o B (menor produção de matéria seca). Os menores teores foram observados na ausência de Ca.

Como esperado, os maiores teores de Mg foram observados na omissão de K, e os menores, na omissão do próprio nutriente. O mesmo ocorreu com os teores de S que foram significativamente menores na ausência do mesmo.

Tabela 3 - Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S (g/kg⁻¹) de matéria nas folhas inferiores de plantas de malva em função dos tratamentos, Belém, 1996.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	21,2 bc	1,8 c	14,7 bc	9,8 de	5,4 bc	3,5 e
Omissão de N	14,5 d	3,7 a	17,7 b	10,7 de	4,2 bc	3,5 e
Omissão de P	20,8 bcd	0,6 d	25,1 a	10,7 de	5,2 bc	4,3 de
Omissão de K	20,2 bcd	3,8 a	2,4 e	14,9 b	13,1 a	5,0 bcd
Omissão de Ca	19,4 bcd	1,7 c	9,9 cd	9,5 cde	6,7 b	5,4 abcd
Omissão de Mg	23,9 ab	3,3 ab	15,8 b	13,9 bc	1,7 c	4,5 cde
Omissão de S	16,7 cd	2,7 abc	7,4 d	21,4 a	4,9 bc	1,8 f
Omissão de B	29,5 a	3,5 a	16,1 b	14,3 bc	7,3 b	5,9 ab
Omissão de Cu	22,4 bc	1,7 c	13,6 bc	10,4 de	5,8 b	5,5 abc
Omissão de Fe	22,3 bc	2,3 bc	14,6 bc	10,2 de	5,5 bc	6,2 a
Omissão de Mn	30,1 a	3,0 ab	16,6 b	12,2 cd	6,3 b	5,4 abcd
Omissão de Zn	2,7 bc	1,8 c	14,4 bc	10,5 de	5,5 bc	5,7 abc
C. V. (%)	13,83	20,56	15,80	9,00	31,41	11,70

Nota: Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De igual forma, VIEGAS et al (1992) encontraram altos teores de P nas folhas inferiores de planta de juta, quando cultivadas em ausência de K, Ca, S e B. LACERDA et al (1996) verificaram também que o teor de P nas folhas de plantas de paricá aumentaram na ausência de S e B. Segundo MALAVOLTA (1980), o Mg funciona como carregador de P. Com a deficiência de K, há maior absorção de Mg (menor competição) e, conseqüentemente, de P. Maiores teores de P estão associados a maiores teores de Mg, observados sob deficiência de K.

Quanto ao K, o aumento ocorreu na omissão de P e diminuiu quando o mesmo elemento foi omitido na solução. Assim, também o Ca aumentou quando se omitiram o B, o S e o K. Já a falta de K causou um efeito depressivo na concentração de Mg, sendo que os maiores teores de S ocorreram nos tratamentos onde se omitiram o Fe, o B, o Zn, o Cu, o Ca, o Mg e o K. Por outro lado, na ausência do S a concentração do mesmo elemento diminuiu significativamente.

3.3 - CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca, Mg e S NO CAULE

Os dados analíticos relativos à concentração dos macronutrientes no caule em função dos tratamentos são apresentados na Tabela 4. Menores concentrações de N foram verificadas na omissão do mesmo elemento e do enxofre, e as maiores concentrações, nas omissões de B, Ca, P, K, Mn e Mg. O teor de P apenas se viu afetado quando o elemento foi omitido na solução. O K apresentou maiores teores nos tratamentos onde se omitiram o Mn, Zn, Mg e Fe, e as menores concentrações quando se omitiu o elemento. Verificase também pela Tabela 4 que os maiores teores de Ca foram encontrados nos tratamentos onde se omitiram o S, o B, o Mg, o Fe e o Zn, e os menores teores nos tratamentos onde se omitiu o elemento. Analisando diferentes partes de plantas de paricá, LACERDA et al (1996) verificaram que maiores concentrações de Ca no caule foram encontradas em ausência de K e N, concluindo, finalmente, que em todas as partes das plantas onde houve omissão de Ca, o teor do mesmo foi reduzido significativamente.

Os maiores teores de Mg foram encontrados nos tratamentos onde se omitiram o B, o K, o Fe e o Zn, e os mais baixos na omissão dos mesmos. Vários pesquisadores, como AMARAL (1983), trabalhando com plantas de

seringueira, VIEGAS et al (1992), em plantas de juta e VELOSO (1993), em plantas de pimenteira-do-reino, encontraram teores mais baixos de magnésio. O teor de S diminuiu no tratamento onde o elemento foi omitido na solução.

Tabela 4 - Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S (g/kg^{-1}) de matéria seca no caule de plantas de malva em função dos tratamentos.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	7,1 ef	3,1 a	6,7 de	5,7 def	2,4 d	2,6 abc
Omissão de N	4,7 f	3,7 a	8,6 cd	6,8 cde	2,0 d	2,9 abc
Omissão de P	19,6 b	0,5 b	6,3 de	5,0 fg	2,1 d	2,7 abc
Omissão de K	15,7 c	3,2 a	1,6 f	5,5 ef	3,9 b	3,8 a
Omissão de Ca	20,0 b	3,1 a	4,8 ef	3,7 g	2,3 d	3,6 ab
Omissão de Mg	11,8 d	3,6 a	11,5 abc	7,9 abc	0,9 e	2,5 abcd
Omissão de S	5,4 ef	3,0 a	6,1 de	8,6 a	2,5 cd	0,9 d
Omissão de B	29,0 a	3,4 a	12,1 abc	8,4 ab	5,4 a	2,3 abcd
Omissão de Cu	7,1 ef	2,7 a	7,2 de	6,0 def	2,1 d	2,9 abc
Omissão de Fe	7,3 ef	2,9 a	11,2 bc	7,5 abc	3,4 bc	1,8 cd
Omissão de Mn	13,5 cd	3,2 a	14,9 a	7,0 bcd	3,6 b	2,2 bcd
Omissão de Zn	8,3 e	3,1 a	12,9 ab	7,6 abc	3,3 bc	2,1 bcd
C. V. (%)	12,29	16,76	18,51	9,90	15,36	11,08

Nota: Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.4 - CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca, Mg e S NA RAIZ

Segundo os dados apresentados na Tabela 5, nas raízes as concentrações de N caíram, nas omissões de N, S, Mg e Mn, entretanto, as omissões de S e N foram as responsáveis pelo maior aumento da concentração de P.

O teor de K caiu no tratamento onde se omitiu o elemento. Na omissão de Ca, as concentrações dos demais tratamentos não sofreram maiores alterações. Os mais baixos teores de Ca ocorreram na omissão do mesmo elemento e do K. Por sua vez, os tratamentos onde se omitiram B, K, Mn, Zn e Fe, foram observadas maiores concentrações de Mg. Verifica-se também que, nos tratamentos onde se omitiu o S, os teores deste elemento reduziu-se significativamente nas diferentes partes da planta analisada, quando comparado com o tratamento completo.

SILVA et al (1986), estudando plantas de graviola cultivadas em solução nutritiva, observaram que a ausência de S provocou redução no teor deste elemento na raiz, o que demonstra, uma vez mais, que a falta de um determinado elemento na nutrição da planta afeta negativamente a concentração do mesmo.

Tabela 5 - Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S (g.kg⁻¹) de matéria seca na raiz de plantas de malva em função dos tratamentos. Belém, 1996

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	19,2 abc	3,7 cde	13,0 ab	5,5 ab	2,9 de	3,3 abc
Omissão de N	9,8 f	7,0 b	15,7 a	5,7 a	5,3 a	3,2 abc
Omissão de P	18,8 bcd	0,8 f	13,2 ab	4,2 ab	3,0 cde	3,4 abc
Omissão de K	19,7 abc	2,6 e	2,1 c	2,8 c	2,6 de	2,9 c
Omissão de Ca	22,3 ab	3,1 de	5,3 c	1,2 c	2,4 e	2,7 c
Omissão de Mg	12,2 ef	4,2 cd	13,0 ab	4,8 ab	0,8 f	2,8 c
Omissão de S	11,1 f	9,0 a	7,0 bc	5,7 bc	3,3 bcd	1,6 d
Omissão de B	22,7 a	4,5 c	14,5 a	5,6 a	4,0 b	3,7 ab
Omissão de Cu	19,6 abc	4,0 cd	13,0 ab	4,9 ab	3,5 bcd	3,9 a
Omissão de Fe	16,5 cd	3,6 cde	12,0 ab	5,0 ab	3,0 de	3,7 ab
Omissão de Mn	15,4 de	3,5 cde	14,4 a	4,2 bc	2,4 e	3,1 cd
Omissão de Zn	20,5 ab	4,0 cd	12,9 ab	5,1 ab	3,8 bc	3,3 abc
C. V. (%)	9,47	15,02	26,63	14,17	12,38	10,83

Nota: Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4 - CONCLUSÃO

a) Os efeitos da omissão individual de N, P, K, Ca, Mg e S em relação ao tratamento completo, aumentando ou diminuindo a concentração e a dos outros nutrientes, nas diferentes partes da planta, foram os seguintes:

Omissão	Aumenta	Diminui
N	P, K, Mg	N
P	N, K	P
K	N, P, Ca, S	K, Mg, Ca
Ca	N, S	Ca, K
Mg	N, P, K, Ca	Mg
S	P, Ca	N, S

- b) As maiores concentrações de N, P e K foram obtidas nas folhas superiores, enquanto as de Ca, Mg e S, nas folhas inferiores.
- c) As concentrações (g/kg) de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas superiores e inferiores para os tratamentos com omissão do elemento e completo foram, respectivamente:

Com omissão	Completo
N = 16,5 – 14,5	N = 33,5 – 21,2
P = 1,1 – 0,6	P = 2,5 – 1,8
K = 3,7 – 2,4	K = 16,5 – 14,5
Ca = 9,5 – 4,9	Ca = 9,8 – 6,3
Mg = 1,7 – 1,6	Mg = 5,4 – 4,3
S = 1,8	S = 3,5 – 3,6

(Aprovado para publicação em 19.05.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D.W. *Deficiências de macronutrientes e de boro em seringueira (Hevea brasiliensis L.)*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1983. 44 p. (Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ, 1983).
- BOOLE-JONES, E.W. Cooper its effects on the growth of rubber plan (*Hevea brasiliensis*). *Plant and Soil*, v. 10, n. 2, p. 150 - 178, 1954.
- COBRA-NETO, S., ALCORSI, W. R., MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v.28, p.257-274, 1971.
- LACERDA, M.P.C. et al. Avaliação dos teores de Ca, Mg e S em paricá (*Schizolobium amazonicum*), em tratamentos em solução nutritiva com omissão de macro e micronutrientes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1996, Manaus. *Resumos expandidos*. Manaus: Ed. da Universidade do Amazonas, 1996. p. 359 - 360.
- LEDO, B.N. *Fibras vegetais (juia, malva e rami) e fibras de polietileno*. Brasília: [s.n.], 1978. 15 p.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.
- FCAP, Belém, n. 27, p. 31-42, jan./jun. 1997

- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicação*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MAYNARD, D.N. The effects of nutrient, stress on the growth and composition of spinach. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, Genevea, v. 95, n. 5, p. 598 - 600, 1970.
- SILVA, A. Q. da et al. Nutrição mineral de graviola; sintomas de carências nutricionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília. *Anais ...* Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986. v. 2, p. 297 - 301.
- SILVA, J. F. da. *Malva: informações básicas para seu cultivo*. Belém: EMBAPA/UEPAE de Belém, 1989. 16 p. (Documento 7)
- VELOSO, C.A. *Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e de manganês na pimentaria do reino (*Piper nigrum* L.)*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1993. 145 p. (Tese (Doutorado em Agronomia) - ESALQ, 1993).
- VIÉGAS, I. de J.M. et al. *Carências de macro e micronutrientes e de boro em plantas de juta. (*Corchorus capsularis* L.) variedade Roxa*. Belém: EMBRAPA. CPATU, 1992. 24 p. (Boletim de Pesquisa 138).

CRESCIMENTO DE MUDAS DE TAXI BRANCO DA TERRA FIRME (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) MICORRIZADAS E ADUBADAS COM DIFERENTES FONTES DE FOSFATO NATURAL EM CASA DE VEGETAÇÃO¹

Valter Mendes de Oliveira JUNIOR²
Maria Marly Lourdes Silva dos SANTOS³
Mara Patrícia dos Santos FARO⁴
Aldrin Mário da Silva BEJAMIN⁴
Wilson José Dias de OLIVEIRA⁵

RESUMO-Com o objetivo de avaliar a melhor combinação dos efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) com diferentes tipos de fontes de fósforo natural, no desenvolvimento de plantas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), foi realizado um experimento em casa de vegetação no Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará em 1995. O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Amarelo Álico de textura média, fumigado com brometo de metila, peneirado e colocado em vasos com capacidade de 3kg de solo. Utilizou-se como delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições. As sementes foram coletadas nos campos do Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Oriental (EMBRAPA/CPATU/Belém-PA) e semeadas em caixas de plástico contendo areia de mina lavada. Como adubo foram utilizados três fontes naturais de fósforo: Pirocaua, Jandiá e Trauíra. Os fungos micorrízicos arbusculares testados no experimento foram: *Acaulospora* sp, *Gigaspora margarita* e *Scutellospora heterogama*, provenientes de vasos de cultivo tendo como planta

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre na FCAP em 1997.

² Engenheiro Agrônomo, aluno do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais da FCAP.

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Adjunta da FCAP.

⁴ Alunos do Curso de Graduação em Agronomia da FCAP.

⁵ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da FCAP.

hospedeira *Brachiaria decumbens*, sendo fornecidos no ato do transplântio, aproximadamente, em média, 206, 430 e 1.904 esporos viáveis dos respectivos fungos, retirados de uma amostragem de mais ou menos 20g de uma mistura solo inóculo. A aplicação de fósforo teve efeito diferenciado sobre a infecção micorrízica nas raízes. *Acaulospora* sp apresentou efeito positivo na taxa de colonização micorrízica (TCM), seguido de *Scutellospora heterogama* e *Gigaspora margarita* quando combinado com adubo Jandiá. Embora pouco estudada a relação de fungos micorrízicos em solos amazônicos de baixa fertilidade natural, há necessidade de estudos alternativos para se obter uma produção satisfatória das culturas sem onerar os gastos com fertilizantes.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Micorriza, Inoculação, Crescimento.

THE GROWTH OF TAXI BRANCO DA TERRA FIRME (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel) MYCORRHIZED AND FERTILIZED WITH DIFFERENT NATURAL SOURCES OF PHOSPHATE, UNDER GREENHOUSE CONDITION

ABSTRACT: The effects of different sources of natural P and arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) inoculation on the growth of Taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) were evaluated under greenhouse conditions at Departamento de Solos, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-FCAP, Belém, Pará state, Brazil, in 1995. The experiment was carried out in 3 Kg plastic pot, containing sieved yellow alic latosol, fumigated with methyl bromide, under randomized blocks design with four replicates per treatment. The seeds collected in Embrapa/Cpatu-Belém/ PA were sowed in plastic tray, containing washed sand. The sources of natural P used were Pirocaua, Jandiá and Trauíra. Three FMAs *Acaulospora* sp, *Gigaspora margarita* and *Scutellospora heterogama* which were previously multiplied in culture pot, containing *Brachiaria decumbens* as host plant. Inoculation was done at transplanting by depositing approximately 20g of soil inoculum, containing 206, 430 and 1904 spores, respectively, underneath the seedlings. The different sources of natural P demonstrated different effects on mycorrhizal root infection. Plants inoculated with *Acaulospora* sp and fertilized with Jandiá showed the highest percentage of root colonization, followed by *Scutellospora heterogama* and *Gigaspora margarita*. More study should be done to obtain the satisfactory crop production with reduced fertilization cost, by using FMAs in low fertility soil of Amazon.

INDEX TERMS: Mycorrhizae, Inoculation, Growth.

1 - INTRODUÇÃO

É premente se dar atenção à forma de exploração tecnológica que maximize o uso racional dos recursos naturais renováveis. Em alguns países tropicais já existem programas de reflorestamento que tentam restabelecer as espécies originais em um ecossistema auto-sustentável.

Micorrizas são sistemas simbióticos formados por certos fungos do solo e raízes da maioria das plantas. Elas são bastante evoluídas sob o ponto de vista morfológico, fisiológico e funcional, e beneficiam o crescimento das plantas, em virtude do aumento da absorção de nutrientes, em especial do fósforo, além de aumentar a tolerância a diversos estresses bióticos e abióticos. Nas regiões tropicais, as endomicorrizas são de ocorrência generalizada na maioria das plantas vasculares, sendo, portanto, de grande importância. Devido aos benefícios nutricionais, plantas micorrizadas crescem melhor, especialmente em condições de baixo suprimento de nutrientes. Além do conhecimento da dependência micorrizica pelas espécies arbóreas tropicais, os estudos visando o uso de fungos micorrizicos na produção de mudas são de grande importância para o sucesso de programas de regeneração de matas e reflorestamento. Mudas inoculadas são mais resistentes ao estresse ambiental, além de proporcionarem economia de insumos na fase de formação e no estabelecimento das mudas no campo. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da micorrização no desenvolvimento do taxi branco da terra firme.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E DO SOLO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com cobertura de vidro transparente, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-FCAP, no período de janeiro a maio de 1995. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo AF (BASTOS, 1995). Durante o período experimental, foram realizadas irrigações diárias, de modo a manter a umidade do solo em torno de 60% da capacidade de retenção de água no solo.

Utilizou-se um Latossolo Amarelo Álico de textura média, com relevo plano, de acordo com a classificação de SANTOS (1983), retirado próximo ao Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, até à profundidade de 20cm. Após a coleta do solo, o mesmo foi passado em peneira e armazenado em caixa d'água de cimento amianto. Foi escolhido um barracão de piso de acimentado para fumigar o solo, sendo a fumigação realizada pela aplicação de 264ml de brometo de metila/m³ de solo coberto com plástico por 48 horas e posterior aeração por 72 horas.

2.2 - SEMENTES

Foram utilizadas sementes proveniente de plantas de taxi branco da terra firme com 6 anos de idade, do campus do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (EMBRAPA/CPATU-Belém-PA).

As sementes de taxi branco possuem dormência mecânica que foi quebrada pelo método de imersão em água fervente, com simultânea retirada da fonte de calor, para repouso até temperatura ambiente (CARPANEZZI et al, 1983)

2.3 - INÓCULO

As espécies de Fungos Micorrízicos Arbusculares (F.M.As.) utilizadas foram: *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora* sp, provenientes da EMBRAPA/CPATU-Belém-PA, obtidas de vasos de cultivo, contendo uma gramínea (*Brachiaria decumbens*, Stapf) como planta hospedeira. O substrato dos vasos era Latossolo Amarelo retirado de uma área de capoeira do campus da EMBRAPA e fumigado com brometo de metila.

A inoculação foi realizada através de deposição de mais ou menos 20g de solo, mais inóculo logo abaixo do sistema radicular das plântulas no ato do transplântio das mudas de taxi branco para o vaso. Em cada vaso foi fornecido, aproximadamente, em média, 1904, 430 e 226 esporos viáveis de *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora* sp, respectivamente. A quantidade de esporos por vaso foi determinada através de peneiramento por via úmida, utilizando-se peneiras de 0,710mm e 0,053mm

para posterior centrifugação em água e sacarose, sendo em água por 3 minutos a 2.000 rpm e em solução de sacarose por 2 minutos a 1.500 rpm e a contagem feita com auxílio de microscópio estereoscópio.

2.4 - TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos constaram da combinação de 3 tipos de inoculação com os fungos: *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita*, *Acaulospora* sp, e não-inoculado, com 3 fontes de fosfato natural : Jandiá, Trauíra, Pirocaua, na dosagem de 60ppm de P₂O₅, que foram incorporados ao solo após o arejamento, e não-adubado, totalizando 16 tratamentos. Utilizou-se como delineamento experimental blocos ao acaso com 4 repetições, em fatorial 4 X 4.

Os tratamentos foram constituídos das seguintes combinações:

TRATAMENTO	ADUBO	FUNGO
1 (A0F0)	sem adubo	sem fungo
2 (AJF0)	adubo Jandiá	sem fungo
3 (ATF0)	adubo Trauíra superior	sem fungo
4 (APF0)	adubo Pirocaua	sem fungo
5 (A0F1)	sem adubo	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
6 (AJF1)	adubo Jandiá	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
7 (ATF1)	adubo Trauíra superior	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
8 (APF1)	adubo Pirocaua	fungo <i>Scutellospora heterogama</i>
9 (A0F2)	sem adubo	fungo <i>Acaulospora</i> sp
10 (AJF2)	adubo Jandiá	fungo <i>Acaulospora</i> sp
11 (ATF2)	adubo Trauíra superior	fungo <i>Acaulospora</i> sp
12 (APF2)	adubo Pirocaua	fungo <i>Acaulospora</i> sp
13 (A0F3)	sem adubo	fungo <i>Gigaspora margarita</i>
14 (AJF3)	adubo Jandiá	fungo <i>Gigaspora margarita</i>
15 (ATF3)	adubo Trauíra superior	fungo <i>Gigaspora margarita</i>
16 (APF3)	adubo Pirocaua	fungo <i>Gigaspora margarita</i>

2.5 - AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

A coleta do material foi realizada 105 dias após o transplântio, sendo avaliadas as seguintes características da parte aérea: altura média da planta, diâmetro médio da haste, número total de folhas e produção de matéria seca.

As avaliações do diâmetro, altura e número de folhas das plântulas foram realizadas a cada 20 dias, a partir do vigésimo dia após o transplântio. A altura das plantas foi medida a partir do nível do solo até à extremidade superior do broto mais alto, enquanto que o número de folhas foi medido através da contagem das folhas retidas neste intervalo, e o diâmetro do caule das mudas, a 2cm acima do nível do solo. Na última avaliação, 105 dias após a germinação, além da altura, número de folhas e diâmetro do caule das mudas, foi colhida a parte aérea, cortando as hastes ao nível do solo. Em seguida, tanto as raízes quanto a parte aérea foram lavadas em água destilada e condicionadas em saco de papel, individualmente, e posta para secar em estufa de ventilação forçada, a 65°C, até peso constante. Posteriormente, foi determinada a matéria seca das raízes da parte aérea e matéria seca total.

2.6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com as recomendações de PIMENTEL GOMES (1985) e STEEL & TORRIE (1960), para o delineamento usado.

Para os parâmetros referentes ao crescimento, foram realizadas análises de variância. Quando foi detectada significância pelo teste F, realizou-se o teste de comparação de médias (teste de TUKEY) ao nível de 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação conjunta dos adubos fosfatados com os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) apresentou ganhos consideráveis no crescimento das plântulas de taxi branco quando comparados com a testemunha. Esse resultado concorda com outros trabalhos que mostram a importância da micorriza e adubos no crescimento inicial de várias espécies arbóreas (PEREIRA, 1995 e 1996; ROCHA, 1995; RENÓ, 1994; PARON, 1995 e FARIA et al, 1996).

A introdução do Fungo Micorrízico Arbuscular (FMA) no solo fumigado sem adubação aumentou consideravelmente o crescimento das plântulas,

ressaltando a importância do estabelecimento dessa simbiose para o crescimento das plântulas em solo de baixa fertilidade natural, fato semelhante ao demonstrado por MANJUNATH et al (1984).

Foi verificado para os dados de altura, número de folhas e diâmetro das plântulas (Tabela 1), que as plântulas apresentaram diferenças significativas em função do tempo de coleta.

Tabela 1 - Valores médios da altura, diâmetro e número de folhas em mudas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) em função do tempo de coleta. FCAP-Belém-PA, 1995.

TEMPO DE COLETA (dias)	VARIÁVEIS		
	ALTURA (cm)	DIÂMETRO (mm)	Nº DE FOLHAS (unidade)
20	10,56 d	1,68 e	4,50 e
40	12,60 d	2,02 d	5,84 d
60	17,04 c	2,59 c	7,67 c
80	23,33 b	3,35 b	9,56 b
105	30,67 a	3,95 a	11,15 a
cv (%)	31,66	21,80	18,91

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

Para a altura das plântulas não-inoculadas e inoculadas com *Acaulospora* sp e *Gigaspora margarita*, independentemente da adubação, foi observado que a equação do 2º grau foi a que melhor ajustou os dados. Para o fungo *Scutellospora heterogama* a equação linear apresentou melhor ajuste. Os coeficientes de determinação para todas as equações ficaram acima de 97%. Ficou evidenciado que, independente da adubação, o fungo *Acaulospora* sp proporcionou melhor crescimento em altura, diâmetro e número de folhas das plântulas. Este fato pode ser explicado porque o fungo *Acaulospora* sp utilizado no experimento foi proveniente de solo da região, e, portanto, a sua aplicação pode ser de grande importância em trabalhos que visem compensar o uso de fertilizantes (Figura 1), enquanto que SIQUEIRA et al (1989) relatam a ocorrência desse gênero em agrossistema e ecossistema do Estado de Minas Gerais, sendo esse gênero predominante, e a sua ocorrência está relacionada com os teores de alumínio e fósforo.

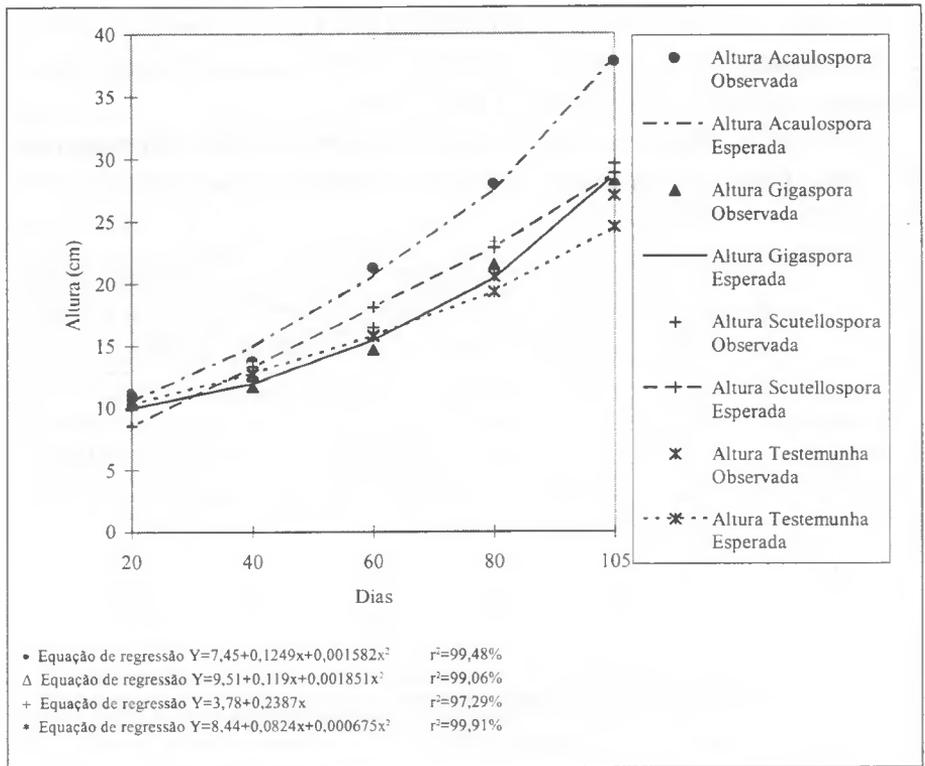


Figura 1 - Linhas de regressão referentes as alturas das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) sob influência dos diferentes tipos de Fungos Micorrízicos Arbusculares e testemunha. FCAP-Belém PA-1995.

Na altura das plântulas adubadas com Jandiá, Pirocaua e Trauíra, independentemente da inoculação, foi observado que a equação do 2º grau foi a que melhor ajustou os dados, e para a planta testemunha a equação linear apresentou melhor ajuste, sendo os coeficientes de determinação para todas as equações acima de 98%. O adubo Jandiá determinou melhor crescimento em altura, diâmetro e número de folhas das plântulas, por apresentar teor médio de P_2O_5 , enquanto que os teores de P_2O_5 dos adubos Trauíra e Pirocaua são considerados alto e baixo. Isso, provavelmente, explique a eficiência desse adubo no crescimento das plântulas, conforme assinalado por CRUZ et al (1981 e 1983) (Figura 2).

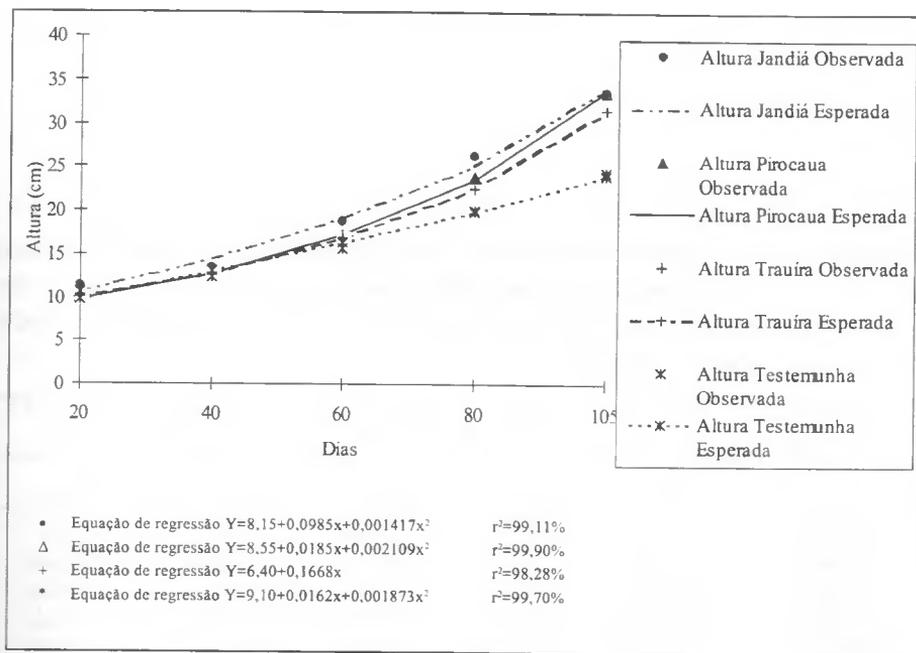


Figura 2 - Linhas de regressão referentes às alturas das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) sob influência das diferentes fontes de fosfatos naturais e testemunha. FCAP-Belém PA/1995.

Os dados de alturas das plântulas de taxi aos 105 dias de idade (Tabela 2) foram superiores aos encontrados em *Acacia mangium*, Willd com 110 dias de idade, conforme relatado por (FARIA, 1996).

Em plântulas não-inoculadas, mas adubadas com fosfatos naturais, o maior incremento no diâmetro aos 60, 80 e 105 dias de idade ocorreu quando usou-se o adubo Jandiá, o que pode ser devido ao teor de P_2O_5 contido nesse adubo, conforme o relatado por CRUZ et al (1983) (Ver Tabela 3).

Para diâmetro do caule das plântulas, observou-se que tanto para as inoculadas e não-inoculadas, assim como para as adubadas e não-adubadas, a equação linear foi a que melhor ajustou o parâmetro, sendo os coeficientes de determinação acima de 80% nas plântulas inoculadas e não-inoculadas e 95% para as plântulas adubadas e não-adubadas (Figuras 3 e 4).

Tabela 2 - Valores médios da altura (cm) das mudas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) coletada a cada 20 dias após a inoculação, durante o período de fevereiro a maio/1995-FCAP-Belém-PA

TRATAMENTOS	DIAS				
	20	40	60	80	105
1-(AOFO)	9,88a	11,75a	13,37bc	13,50b	14,00b
2-(AJFO)	12,00a	14,37a	14,25abc	25,25ab	33,25ab
3-(ATFO)	10,37a	11,87a	14,27bc	20,50ab	28,75ab
4-(APFO)	10,62a	12,88	16,12abc	23,00ab	32,25ab
5-(AOF1)	11,00a	12,88a	15,87abc	20,00ab	25,00ab
6-(AJF1)	10,12a	12,62a	17,25abc	25,00ab	31,25ab
7-(ATF1)	10,75a	12,87a	17,75abc	26,25ab	34,50ab
8-(APF1)	8,62a	10,62a	15,00bc	21,75ab	27,62ab
9-(AOF2)	11,25a	13,50a	20,50ab	30,75a	39,75a
10-(AJF2)	12,00a	14,75a	23,37a	31,00a	39,50a
11-(ATF2)	10,38a	12,62a	17,87abc	23,50ab	30,50ab
12-(APF2)	10,88a	14,00a	23,12a	26,62ab	41,25a
13-(AOF3)	10,38a	11,37a	12,50c	15,75b	18,37b
14-(AJF3)	10,75a	12,00a	15,25bc	24,12ab	30,50ab
15-(ATF3)	10,25a	11,87a	14,82abc	22,00ab	31,00ab
16-(APF3)	9,75a	11,62a	14,65ab	24,25ab	33,25ab
CV (%)	12,97	14,81	17,37	24,85	26,80

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

Tabela 3 - Valores médios do diâmetro (mm) das mudas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) coletado a cada 20 dias após a inoculação, durante o período de fevereiro a maio/1995-FCAP-Belém-PA.

TRATAMENTOS	DIAS				
	20	40	60	80	105
1-(AOFO)	1,52 a	1,92a	2,20b	2,50d	2,72d
2-(AJFO)	1,95 a	2,15a	3,05ab	3,56abcd	4,46abc
3-(ATFO)	1,58 a	1,74a	2,22b	2,80bcd	3,22bcd
4-(APFO)	1,76 a	2,05a	2,45ab	3,14bcd	4,02abcd
5-(AOF1)	1,62 a	1,95a	2,57ab	3,12bcd	3,56bcd
6-(AJF1)	1,66 a	2,07a	2,67ab	3,65abcd	4,22abcd
7-(ATF1)	1,86 a	2,07a	2,60ab	3,32bcd	4,27abcd
8-(APF1)	1,40 a	1,90a	2,35b	3,24bcd	3,66bcd
9-(AOF2)	1,64 a	2,01a	2,60ab	3,82abc	4,82ab
10-(AJF2)	1,88 a	2,35a	3,10ab	3,95ab	4,61abc
11(ATF2)	1,56 a	1,80a	2,67ab	3,32bcd	3,77abcd
12-(APF2)	1,70 a	2,35a	3,42a	4,75a	5,35a
13-(AOF3)	1,74 a	1,95a	2,17b	2,60cd	3,05cd
14-(AJF3)	2,05 a	2,37a	3,05ab	3,95ab	4,20abcd
15-(ATF3)	1,53 a	1,77a	2,37b	3,17bcd	3,70abcd
16-(APF3)	1,54 a	1,99a	2,27b	2,79bcd	3,60bcd
CV (%)	18,20	13,90	15,02	15,34	16,27

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

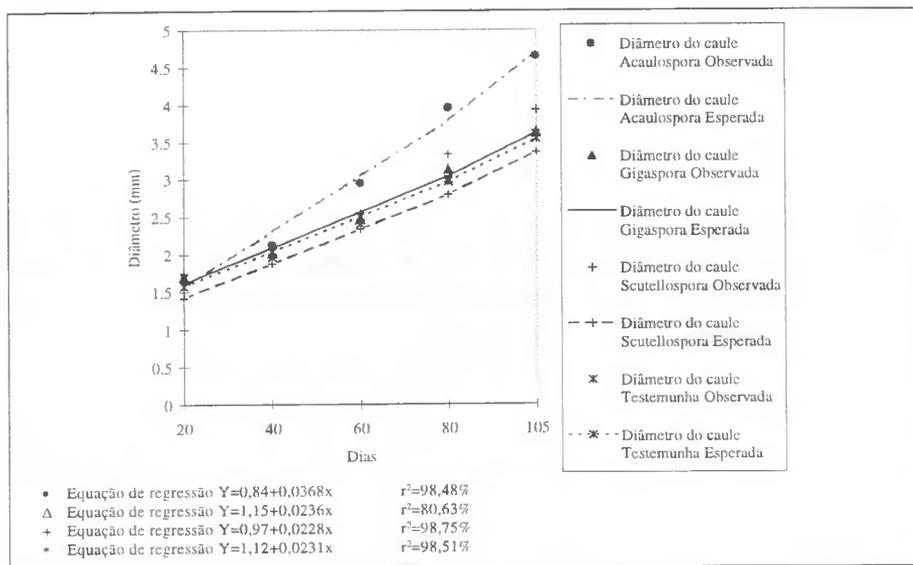


Figura 3 - Linhas de regressão referentes ao diâmetro das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) sob influência dos diferentes tipos de Fungos Micorrízicos Arbusculares e testemunha. FCAP-Belém PA/1995.

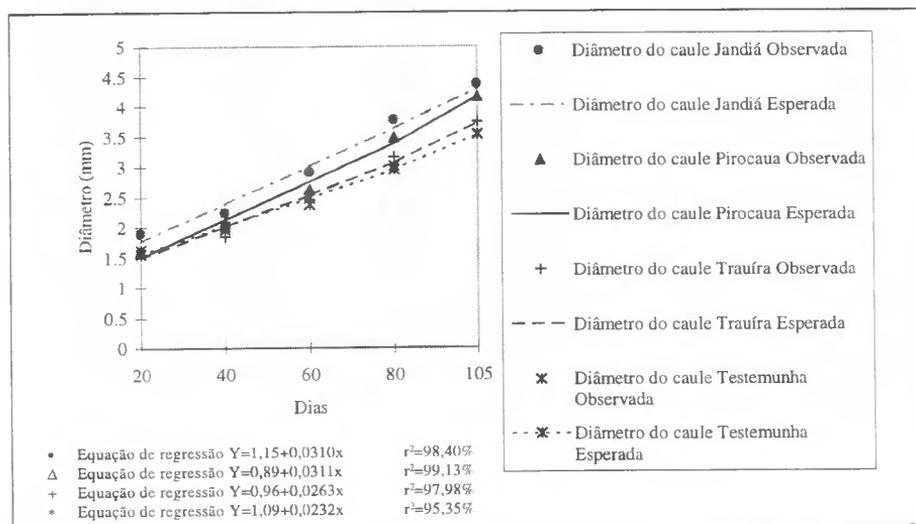


Figura 4 - Linhas de regressão referentes ao diâmetro das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) sob influência das diferentes fontes de fosfatos naturais e testemunha. FCAP-Belém PA/1995.

O número de folhas das plântulas inoculadas com *Acaulospora* sp foi melhor ajustado em uma equação do 2º grau, enquanto que para as plântulas não- inoculadas e inoculadas com *Gigaspora margarita* e *Scutellospora heterogama*, a equação linear fez um ajuste mais preciso. A equação linear também ajustou todos os valores para número de folhas das plântulas adubadas e não-adubadas, sendo os coeficientes de determinação para todas as equações relacionadas com o número de folhas independentes da adubação ou da inoculação acima de 98% (Figuras 5 e 6).

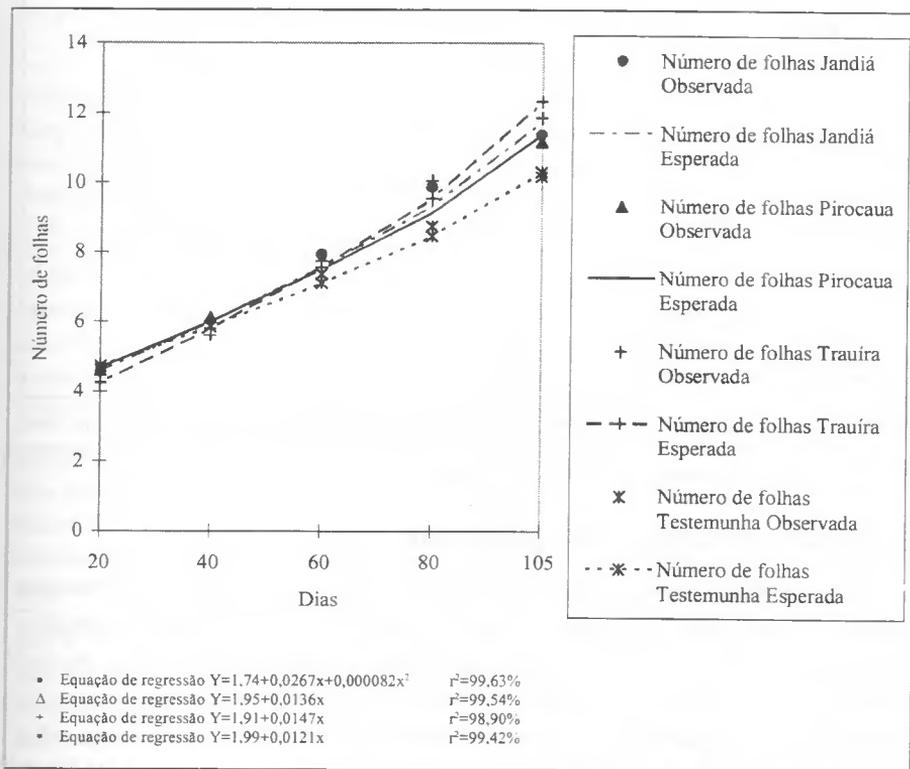


Figura 5 - Linhas de regressão referentes ao número de folhas das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) sob influência dos diferentes tipos de Fungos Micorrízicos Arbusculares e testemunha. FCAP-Belém PA/1995.

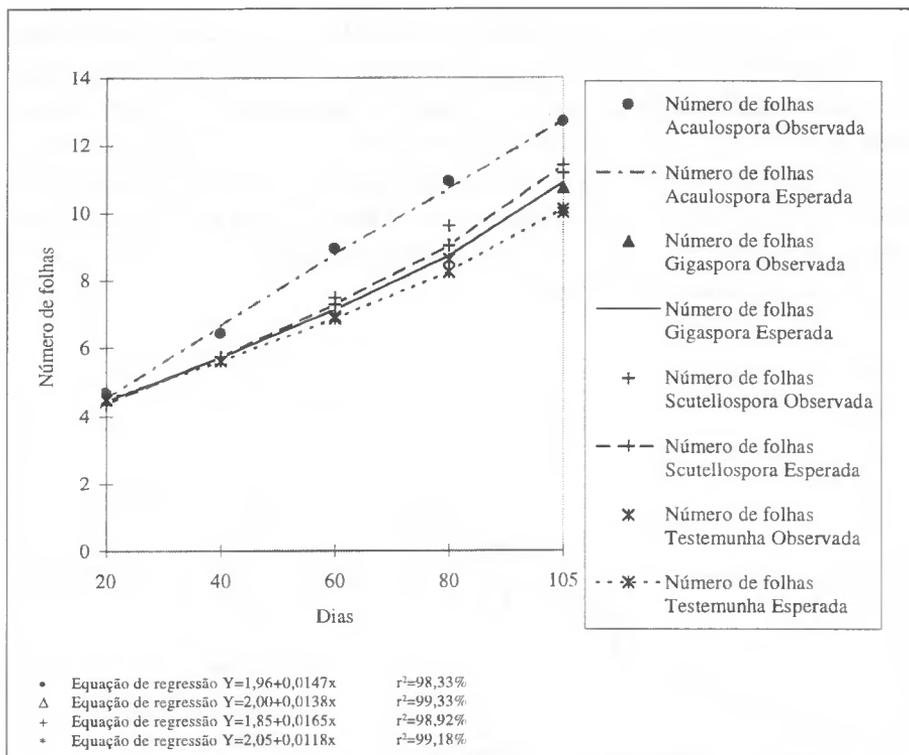


Figura 6 - Linhas de regressão referentes ao número de folhas das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum*-Vogel) sob influência das diferentes fontes de fosfatos naturais e testemunha. FCAP-Belém PA/1995.

Matéria seca da folha, caule e planta total

As plântulas testemunhas (sem adubo e sem inóculo) apresentaram produção de matéria seca total 9,8 vezes menor do que as plântulas adubadas com Pirocaua e inoculadas com o fungo *Acaulospora* sp, mostrando maior incremento nos diversos parâmetros analisados, evidenciando, assim, a importância da inoculação. O comportamento da necessidade de aplicação de fertilizantes em plantas de taxi branco foi também observado por DIAS et al (1991, 1992), mostrando ganhos consideráveis de crescimento quando comparados com a testemunha, porém aumentando a produção de matéria seca total em apenas três vezes.

Na produção de matéria seca da folha, caule e raízes (Tabela 4), foi observado que as plântulas que apresentaram maior e menor incremento foram, respectivamente, as dos tratamentos APF2 e AOF0.

Tabela 4 - Valores médios da produção de matéria seca (g/planta) nas diferentes partes das plântulas de taxi branco da terra firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) nos diferentes tratamentos, com 105 dias de idade-FCAP-Belém-PA/1995.

TRATAMENTOS	PARTES DA PLANTA			
	FOLHA	CAULE	RAIZ	TOTAL
TESTEMUNHA				
Sem inóculo	0,82b	0,32c	0,251b	1,388b
<i>Scutellospora</i>	3,03b	1,30bc	0,694b	5,032b
<i>Acaulospora</i>	6,82a	3,25a	1,594a	11,666a
<i>Gigaspora</i>	1,31b	2,25ab	0,552b	4,117b
JANDIÁ				
Sem inóculo	4,37a	2,17a	1,245a	7,787a
<i>Scutellospora</i>	5,83a	2,38a	1,148a	9,363a
<i>Acaulospora</i>	6,52a	2,87a	1,301a	10,691a
<i>Gigaspora</i>	4,40a	1,86a	1,096a	7,354a
TRAUIRA				
Sem inóculo	3,09a	1,28a	0,696a	5,066a
<i>Scutellospora</i>	4,87a	2,30a	1,174a	8,344a
<i>Acaulospora</i>	3,57a	1,43a	0,780a	5,775a
<i>Gigaspora</i>	4,46a	1,82a	0,931a	7,211a
PIROCAUA				
Sem inóculo	3,41b	2,08ab	1,032b	6,279b
<i>Scutellospora</i>	4,50b	2,01ab	0,702b	7,212b
<i>Acaulospora</i>	8,25a	3,59a	1,873a	13,707a
<i>Gigaspora</i>	3,46b	1,55ab	0,684b	5,696b
CV (%)	46,58	47,51	44,98	42,97

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

No uso dos adubos fosfatados em combinação com o fungo *Acaulospora* sp, verificou-se que o tratamento Adubo Pirocaua Fungo *Acaulospora* apresentou maior incremento na produção de matéria seca total. Este parâmetro pode ter sido influenciado pela inoculação associada à fonte com menor teor de P_2O_5 do adubo Pirocaua (27,37%). Isso mostra a importância do fungo micorrízico na absorção de fósforo com baixos teores de P_2O_5 , pois CRUZ et al (1983) demonstraram que adubos com teores médios de P_2O_5 são mais favoráveis ao desenvolvimento de plantas.

Observando-se a influência dos FMAs sem adubação, o fungo *Acaulospora* sp apresentou maior incremento na produção de matéria seca para todas as partes das plantas, fato este também observado por RENÓ (1994) para *Cassia verrugosa* inoculadas com FMAs.

4 - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

- a) a leguminosa estudada (taxi branco) respondeu positivamente aos efeitos da aplicação conjunta dos inóculos e dos adubos no solo, sendo que a aplicação de fósforo no solo não exerceu efeito inibitório na colonização micorrízica, mas teve efeito diferenciado na efetividade da infecção pelos FMAs nas raízes;
- b) o fungo *Acaulospora* sp apresentou melhores resultados nos parâmetros de crescimento;
- c) os adubos mais eficientes nos parâmetros de crescimento seguiram a seguinte ordem: Pirocaua, Jandiá e Trauíra.

(Aprovado para publicação em 01.07.97)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, T. XAVIER, COSTA, M.X., SÁ, T.D.A. *Climatic condition and its influence on the agricultural process at northeast Pará – study case of Igarapé-Açú, State of Pará*. Belém: EMBRAPA – CPATU, 1995. 6 p.
- CARPANEZZI, A. A., MARQUES, L. C. T., KANASHIRO, M. *Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)*, Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1983. 10p.(Circular Técnica, 8).
- CRUZ, E. de S., et al. *Eficiência agrônômica de fosfatos naturais da Amazônia Oriental*. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1983. 4p.(Pesquisa em Andamento, 96).
- _____, et al. *Eficiência relativa de fosfatos naturais da Amazônia Oriental*. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1981. 5p. (Pesquisa em Andamento, 60).
- DIAS, L. E., et al. Formação de mudas de Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel) I: Resposta a Calcário e Fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 69-76, 1991.
- _____, et al. Formação de mudas de Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*, Vogel) II. Resposta a nitrogênio, potássio e enxofre. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 135-143, 1992.
- FARIA, M. P., et al. Crescimento inicial da acácia em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 209-216, 1996.
- MANJUNATH, A., BAGYARAJ, D. J., GOWDA, H. S. G. Dual inoculation with VA mycorrhiza rhizobium is beneficial to *Leucaena*. *Plant and Soil*, The Hague, v.78, p.445-448, 1984.
- PARON, M.E. *Fósforo, nitrogênio e fungo micorrízico em espécies arbóreas em solo da área de influência da hidrelétrica Itutinga/Camargos, MG*. Lavras: UFLA, 1995. 68p. (Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - UFLA, 1995).
- PEREIRA, E. G. *Micorrização e fósforo no solo na resposta de espécies arbóreas a nitrogênio mineral*. Lavras:UFLA, 1995. 65p. (Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - UFLA, 1995).
- _____, et al. Efeito da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 8, n. 1, p. 59-65, 1996.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- RENÓ, N. B. *Requerimentos nutricionais e respostas ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro*. Lavras: ESAL, 1994. 62p. (Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - ESAL, 1994).

- ROCHA, R. C. *Desenvolvimento de espécies arbóreas com e sem micorrização transplantadas para solo degradado contendo doses crescentes de fósforo*. Lavras: UFLA, 1995. 63p. (Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - UFLA, 1995).
- SANTOS, P. C. T. C. dos, VIEIRA, L. S., VIEIRA, M. de N. F. *Os solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará*. Belém: FCAP, 1983. 60p. (FCAP. Informe Didático, 5).
- SIQUEIRA, J. O., HUBBELL, D. H., VALLE, R. R. Effects of phosphorus on formation at the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 19, n.12, p. 1465-1474, 1984.
- STEEL, R. G. D., TORRIE, H. J. *Principles and procedures of statistics*. New York:Mac Graw-Hill,1960.481p.

DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS DE QUICUIO DA AMAZÔNIA (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt) EM UM PLINTOSSOLO DA ILHA DE MARAJÓ, Estado do Pará¹

Humberto Beltrão MARTINS JUNIOR²
Francisco Ilton de O. MORAIS³
José F. TEIXEIRA NETO⁴
Walmir Sales COUTO⁴
Ismael de Jesus M. VIÉGAS⁵

RESUMO: O experimento foi realizado em casa de vegetação na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará com o objetivo de determinar as deficiências nutricionais do capim quicuiu da Amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt), cultivado em um Plintossolo da ilha de Marajó, PA. O experimento constou de 13 tratamentos com 3 repetições, em um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: solução completa; solução completa mais calagem; testemunha e soluções obtidas com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn e Mo; a partir da completa. Foram avaliadas a produção forrageira das raízes, parte aérea e o teor de elementos nutritivos das gramíneas aos 43 dias de idade. O quicuiu da Amazônia respondeu à aplicação de fertilizantes nas condições de solo da ilha de Marajó. O nutriente mais limitante foi o fósforo, havendo também respostas à aplicação de Mo, S e Ca. A calagem, através da neutralização do alumínio trocável, melhorou a produção do quicuiu da Amazônia. O cálcio e, principalmente, o fósforo foram essenciais para o desenvolvimento radicular desta gramínea. O molibdênio foi a principal deficiência de micronutriente no solo.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Pastagem Cultivada, Ilha do Marajó, Solos Tropicais.

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre na FCAP em 1996.

² Engenheiro Agrônomo, Estudante do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da FCAP, Bolsista da CAPES.

³ Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Visitante da FCAP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA/CPATU.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA/CPATU.

NUTRIENT DEFICIENCIES OF QUICUO DA AMAZÔNIA (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt) ON A PLINTHIC SOIL IN MARAJÓ ISLAND, PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The missing element technique was used to determine nutrient deficiencies of the introduced pasture quicuo da amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt) grown in greenhouse conditions on a plinthic soil of the Marajó island. The experimental design was a randomized experiment, with three replicates. Results showed that fertilizers application increased ($\alpha < 0,01$) the top and root production of this grass specie. P was the principal nutrient which limited top growth of quicuo, followed by Mo, S, Ca and N. Liming also improved growth of quicuo da amazônia. The quicuo da Amazônia root growth was limited by Zn, Mo, P, Ca.

INDEX TERMS: Cultivated Pastures, Marajó Island, Tropical Soils.

1 - INTRODUÇÃO

A ilha de Marajó é uma área de pecuária tradicional do Estado do Pará, sendo esta atividade realizada desde o século XVII com características extensivas. A ilha é também detentora do maior rebanho de búfalos do Brasil (500.000 cabeças), além de manter grande número de bovinos (800.000) e de eqüinos (100.000). A pecuária no Marajó é realizada principalmente em campos naturais, sendo reduzidas as áreas de pastagens cultivadas. Os campos naturais da ilha de Marajó são de ecossistemas alagados, isto é, de várzeas, e de ecossistema de tesos. Os tesos são os locais não inundados no período chuvoso. Apesar de não serem inundados, os tesos ficam encharcados nesse período, sendo por isso considerados como ecossistemas de savanas mal drenadas da Amazônia, abrangendo cerca de 23.046 km² (MARTINS JÚNIOR, 1996). Nessas áreas, a gramínea cultivada que melhor se adaptou foi o quicuo da Amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt), sendo, no entanto, poucas as informações sobre as limitações nutricionais dessa gramínea em solo representativo de área de tesos da ilha de Marajó.

DIAS FILHO (1983) fez extensa revisão sobre essa gramínea, mostrando se tratar das mais rústicas e tolerantes a elevados níveis de acidez no solo e suas conseqüências, como deficiência de Ca e Mg e toxidez de Al e Mn, bem como a baixos níveis de outros elementos essenciais. Neste sentido, MARTINEZ & HAAG (1980) demonstraram que a exigência de fósforo do quicuiu da Amazônia é 25% da quantidade requerida por outras gramíneas tradicionais, a exemplo do colômbio, gordura ou mesmo a *Brachiaria decumbens*.

MARQUES & SERRÃO (1980) realizaram, nas fazendas Recreio e Curralinho, nos municípios de Cachoeira do Arari e Ponta de Pedras, respectivamente, na ilha de Marajó, ensaios de fertilização utilizando a técnica do elemento faltante para detectar os nutrientes mais limitantes à produção do quicuiu da Amazônia. Na fase inicial do ensaio, o potássio foi o elemento que mais limitou a produção forrageira. Observou-se que o estabelecimento do quicuiu da Amazônia foi mais rápido quando se aplicou nitrogênio e/ou fósforo em uma quantidade de 50 a 75 kg/ha de P_2O_5 e/ou N. Apesar disso, a resposta desta gramínea à adubação fosfatada ao longo do período experimental foi considerada baixa, o que evidencia a característica do quicuiu da Amazônia vegetar bem em solos de baixa fertilidade.

Trabalhando com macro e micronutrientes no estabelecimento e rendimento do capim quicuiu da Amazônia, consorciado com leguminosas, em Latossolo Amarelo de textura média, em área de campo cerrado do Estado do Amapá, SOUZA FILHO et al (1981) mostraram que o fósforo é o elemento mais limitante na produção de matéria seca total.

MARQUES & TEIXEIRA NETO (1981) realizaram ensaio de fertilização na Fazenda Curralinho, em Ponta de Pedras, na ilha de Marajó, com o objetivo de determinar quais os nutrientes mais limitantes na produção do capim quicuiu da Amazônia nos tesos da ilha. Os resultados obtidos indicaram que o potássio, cálcio e/ou magnésio, enxofre e o fósforo, foram os nutrientes que mais limitaram a produção forrageira.

MATOS et al (1981), com o objetivo de detectar os nutrientes mais limitantes no rendimento forrageiro do capim quicuiu da Amazônia, na fase

de estabelecimento, conduziram um ensaio em casa de vegetação utilizando Plintossolo do município de Cachoeira do Arari (Fazenda Espírito Santo), ilha de Marajó. Através da técnica do elemento faltante, evidenciaram que os nutrientes mais limitantes para o estabelecimento dessa gramínea, pela ordem de importância, foram: N, K e Ca.

GONÇALVES et al (1984) usaram vários níveis de calcário dolomítico em casa de vegetação, com objetivo de determinar a dosagem adequada de corretivo para o estabelecimento e a persistência do quicuío da Amazônia. Os resultados obtidos em três solos mostraram que a dose de 400 a 600 kg/ha foi a mais adequada.

PAULINO et al (1986) conduziram experimento em casa de vegetação, com finalidade de detectar os nutrientes mais limitantes ao estabelecimento e produtividade das gramíneas *Setária anceps* Stapf cv Kazungula e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweicherdt cultivados em solos hidromórficos de Nova Odessa e Pindamonhangaba, SP. Os resultados revelaram que o estabelecimento dos capins cultivados em ambos os solos foi drasticamente limitado pela ausência da adubação fosfatada. Para a manutenção da produtividade e do teor protéico, no entanto, o nitrogênio foi o nutriente mais importante.

Uma pastagem de quicuío da Amazônia consorciada com leguminosas foi estabelecida em uma área de tesos da fazenda Curral do Meio, em Ponta de Pedras na ilha de Marajó, objetivando avaliar o efeito da omissão de nutrientes sobre o estabelecimento e rendimento das plantas. Os resultados obtidos indicaram baixo potencial de resposta das espécies consorciadas aos nutrientes usados (TEIXEIRA NETO et al, 1991).

Todos esses resultados parecem indicar que o quicuío da Amazônia é uma espécie bastante tolerante às limitações dos solos da região tropical. Sugerem, ademais, que o P, Ca e N são os nutrientes mais importantes para essa gramínea.

O objetivo desta pesquisa foi determinar as limitações nutricionais e suas conseqüências sobre o crescimento e o acúmulo de nutrientes em pastagem cultivada de quicuío da Amazônia, em solo de savana mal drenada da ilha de Marajó, Pará.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em solo representativo de área de tesos da ilha de Marajó, Estado do Pará, caracterizado como um Plintossolo, tendo sido coletado na Fazenda Camaleão, localizada no Município de Ponta de Pedras, cujas características ambientais são bem representativas da ilha de Marajó.

O clima da região, segundo a classificação de **Köppen**, é do tipo **Ami-tropical** chuvoso, com período de máxima precipitação compreendido entre os meses de janeiro a junho, e de mínima, de setembro a novembro. A precipitação pluviométrica anual média é de 2.500mm, com temperatura média de 27° C e umidade relativa em torno de 85%. A topografia da região é plana, não havendo desniveis maiores que 2m. A vegetação é de campo nativo com **ilhas** de vegetação arbórea espaçadas.

No campo nativo não-inundável (tesos), onde predomina o Plintossolo, as espécies de maior ocorrência são o capim pancuã (*Axonopus affinis*) e o capim barba-de-bode (*Aristida pallens*), este em maior escala, sendo gramínea de péssima qualidade. No campo nativo de área inundável predominam o capim-de-marreca (*Paratheria prostrata* Griseb) e o taboquinha (*Panicum zizanioides* H.B.K.), ambos de boa qualidade nutritiva. Existem, também, pequenas áreas de tesos cultivadas com quicuiu da Amazônia.

Amostras do solo foram coletadas à profundidade de 0-15cm, secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm de espessura. Da terra resultante, foi tirada uma quantidade aproximada de 2 kg para caracterização física e química (Tabela 2). As mudas de quicuiu da Amazônia foram também coletadas na Fazenda Camaleão, e acondicionadas em caixas de compensado de 0,5mx 0,5m, com as raízes e solo do local.

Foi determinada a fixação de fósforo no solo de estudo em um experimento de laboratório, equilibrando-se o solo com diferentes quantidades do elemento e analisando-se o líquido sobrenadante, seguindo a metodologia de FOX & KAMPRATH (1970) 26,5% da fixação máxima de P foi usada como dosagem do nutriente no experimento. Esta quantidade equivale à manutenção de 0,3 ppm de P na solução do solo, suficiente para suprir as

necessidades nutricionais de grande número de culturas agrícolas (FOX & KAMPRATH, 1970).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da FCAP, utilizando-se a técnica do elemento faltante, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e 3 repetições, perfazendo um total de 39 parcelas experimentais.

Os tratamentos empregados foram:

- 1) Completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mo, B)
- 2) Testemunha
- 3) Completo com calagem
- 4) Completo sem N
- 5) Completo sem P
- 6) Completo sem K
- 7) Completo sem Ca
- 8) Completo sem Mg
- 9) Completo sem S
- 10) Completo sem Cu
- 11) Completo sem Zn
- 12) Completo sem B
- 13) Completo sem Mo

Os nutrientes foram aplicados em solução, empregando-se as dosagens e fontes indicadas na Tabela 1. As soluções foram preparadas para serem aplicadas na quantidade de 25 ml por vaso, com o cálculo sendo feito da seguinte maneira:

$$\text{ppm} = \text{mg do nutriente} \div 1000/\text{kg de solo} = \text{g/kg} \times 2,5 = \text{g/vaso}$$

O valor encontrado foi transformado para se obter a quantidade do composto que continha o nutriente a utilizar através de regra de três. O valor obtido foi diluído para 25ml.

Tabela 1 - Fontes e dosagens de nutrientes

Nutriente	Dose (mg.dm ⁻³)	Fontes
N	100 e 80	NaNO ₃ e DAP
P	135 e 87	KH ₂ PO ₄ e NaH ₂ PO ₄ . 4H ₂ O
K	170	KH ₂ PO ₄ ou KCl
Ca	75	CaSO ₄ . 2H ₂ O ou CaCl ₂
Mg	30	MgSO ₄ . 7H ₂ O ou MgCO ₃
S	40	MgSO ₄ ou CaSO ₄ . 2H ₂ O
Cu	1,5	CuCl ₂
B	0,5	H ₃ BO ₃
Zn	5,0	ZnCl ₂
Mo	0,1	MoO ₃ . 2H ₂ O

A aplicação do nitrogênio e do fósforo foi parcelada em duas vezes, sendo a primeira aplicação 6 dias antes do plantio, na dosagem de 100ppm de N, como NaNO₃, e 135ppm de P, como KH₂PO₄; o restante aos 20 dias do plantio, na dosagem de 80ppm de N e 87ppm de P, ambos como Fosfato Diamônio (DAP). As soluções com a omissão dos nutrientes foi feita da seguinte forma:

- trat. 4 - eliminou-se o NaNO₃ na primeira aplicação, e na segunda, trocou-se o DAP pelo NaH₂PO₄ . 4H₂O.
- trat. 5 - substituiu-se o KH₂PO₄ por KCl na primeira aplicação, e, na segunda, trocou-se o DAP pelo NH₃NO₃.
- trat. 6 - substituiu-se o KH₂PO₄ pelo NaH₂PO₄ . 4H₂O.
- trat. 7 - eliminou-se o CaCl₂.
- trat. 8 - substituiu-se o MgSO₄ por CaSO₄ e diminuiu-se a concentração do CaCl₂.
- trat. 9 - substituiu-se o MgSO₄ por MgCO₃.
- trat. 10 - eliminou-se o CuCl₂.
- trat. 11 - eliminou-se o ZnCl₂.
- trat. 12 - eliminou-se o H₃BO₃.
- trat. 13 - eliminou-se o MoO₃.

A calagem foi feita com 30 dias de antecedência ao plantio, misturando-se bem a cal (hidróxido de cálcio e magnésio) com o solo, de modo a promover maior contato do corretivo com o substrato e acelerar a reação química. Os vasos contendo o corretivo foram regados diariamente, com o mesmo objetivo, tomando-se o cuidado de evitar a perda do elemento. Os compostos empregados nas soluções dos tratamentos completo e com calagem foram: KH_2PO_4 , NaNO_3 , CaCl_2 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , MoO_3 , ZnCl_2 , CuCl_2 e DAP, este na segunda aplicação. No tratamento testemunha foi aplicado apenas água destilada.

O solo foi acondicionado em vasos com capacidade para 2,5 kg, e, então, foram aplicados os nutrientes em solução. O plantio foi feito seis dias após a aplicação dos tratamentos, utilizando-se mudas feitas do material coletado, selecionadas com base no tamanho e número de folhas para maior uniformidade. Os vasos foram irrigados diariamente com água destilada para capacidade de campo por meio de pesagem. A capacidade de campo foi determinada calculando-se a porosidade através do volume de solo ocupado pelo vaso.

A coleta do experimento foi aos 43 dias após o plantio, cortando-se a parte aérea junto à superfície do solo. Foram também retiradas as raízes através da lavagem dos vasos. A parte aérea e as raízes foram lavadas com água destilada, acondicionadas em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 65° C, até atingir peso constante. Após a determinação do peso seco, foi feita a moagem do material, em moinho tipo Wiley, para posterior digestão e análise para determinação da concentração de nutrientes. Foram feitas também análises químicas na terra dos vasos correspondente aos diversos tratamentos. A análise estatística dos dados foi feita em microcomputador, com o programa SAEG desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, MG, utilizando o modelo (GOMES, 1977):

$X_{ij} = u + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij}$, em que:

X_{ij} = valor da matéria seca no tratamento i e na repetição j ;

u = média geral;

α_i = tratamentos $\Rightarrow i = 1 \dots 13$

β_j = repetição $\Rightarrow j = 1 \dots 3$

δ_{ij} = erro experimental

Para caracterização física e química do solo utilizado, foram realizadas análises no laboratório de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - EMBRAPA/CPATU, utilizando-se os métodos descritos por GUIMARÃES et al (1970). A análise da matéria seca das gramíneas para N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn foram também realizadas no laboratório de solos da EMBRAPA/CPATU, seguindo-se os seguintes métodos: o nitrogênio foi determinado pelo método de KJELDAHL; o fósforo e o enxofre foram determinados por colorimetria utilizando-se o vanado molibdato de amônio; potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês, por espectrofotometria de absorção atômica (BATAGLIA et al, 1983).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 contém os dados da análise química e física do solo utilizado no experimento. A análise granulométrica permite classificá-lo como franco siltoso. Deve-se notar que o solo possui elevado teor de silte, sendo a fração granulométrica predominante, teor médio de areia fina, areia grossa praticamente inexistente e possui baixo teor de argila.

O solo possui pH ácido, abaixo de 5,5, nível médio de fósforo (> 5ppm) e teores de cálcio, magnésio e potássio baixos. As propriedades químicas e físicas deste solo se enquadram perfeitamente na descrição de VIEIRA (1971). Apenas os teores de N, C e matéria orgânica se encontram em valores menores, o que deve ser devido à queima realizada como manejo da pastagem do local. Os teores de fósforo são um pouco maiores do que os descritos por VIEIRA (1971), devido, possivelmente, à época da coleta, início da **época chuvosa**, quando o solo já estava encharcado, e, portanto, em condições anaeróbias que proporcionaram a liberação de P retido pelo solo (SANCHEZ, 1976). Os teores de micronutrientes são médio/altos (MALAVOLTA et al, 1989).

Tabela 2 - Caracterização física e química do solo *

Elemento	Valor
Areia Grossa (%)	1
Areia Fina (%)	29
Silte (%)	60
Argila (%)	10
pH H ₂ O	5,2
P (mg.dm ⁻³)	7
Ca (m mol _c dm ⁻³)	3
Mg (m mol _c dm ⁻³)	2
K (mg.dm ⁻³)	25
Na (mg.dm ⁻³)	8
Al (m mol _c dm ⁻³)	10
N (g.kg ⁻¹)	0,9
C (g.kg ⁻¹)	13,8
MO (g.kg ⁻¹)	23,7
H (m mol _c dm ⁻³)	27,9
Sat. Al (%)	62,89
V (%)	13,47
S (m mol _c dm ⁻³)	5,9
CTC (m mol _c dm ⁻³)	43,8
Zn (mg.dm ⁻³)	1
Cu (mg.dm ⁻³)	1
Fe (mg.dm ⁻³)	70
Mn (mg.dm ⁻³)	1

* $V\% = \frac{(Ca + Mg + K + Na) \times 100}{CTC}$; $CTC = Ca + Mg + K + Na + H + Al$; $Sat. Al\% = \frac{Al \times 100}{CTC}$,
média de duas repetições

Os dados da Tabela 3 sumarizam os resultados de produção de matéria seca da parte aérea e raízes do quicuiu da Amazônia, em função dos tratamentos. Deve-se notar que a adubação provocou incrementos significativos ($\alpha < 0,01$) na produção de matéria seca da parte aérea e no desenvolvimento do sistema radicular ($\alpha < 0,01$).

Os tratamentos que mais limitaram o crescimento da parte aérea do capim quicuiu da Amazônia foram a omissão de P, Mo, S e Ca, ao nível de 1% de probabilidade, e de N, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan (Tabela 4). Respostas do quicuiu da Amazônia ao P foram também obtidas por PAULINO et al (1986), SOUZA FILHO et al (1981) e MARQUES & TEIXEIRA NETO (1981). Estes últimos autores encontraram ainda respostas do quicuiu da Amazônia ao S e Ca, enquanto que MATOS et al (1981) obtiveram respostas ao N e Ca. Esta é a primeira vez que se obteve efeito significativo para o Mo, aparentemente por se tratar de solo ácido onde este elemento é fixado em maior quantidade, se tornando indisponível para a planta (SANCHEZ & ISBELL, 1979).

Tabela 3 - Peso seco, em gramas, do quicuiu da Amazônia em função dos tratamentos.

TRATAMENTO	QUICUIO	
	Parte aérea	Raiz
Completo	6,23bcd	2,03bc
Testemunha	1,00fg	0,67def
Completo mais Calagem	10,10a	4,23a
Completo sem N	3,40def	4,93a
Completo sem P	0,10g	0,30ef
Completo sem K	4,60cde	1,13cdef
Completo sem Ca	3,00efg	0,20f
Completo sem Mg	4,73cde	1,00cdef
Completo sem S	2,43efg	3,03b
Completo sem Cu	8,63ab	1,50cdef
Completo sem Zn	6,40bc	0,73def
Completo sem B	9,06ab	1,73cd
Completo sem Mo	2,97efg	0,43ef
CV%	24,344	29,267

Nota: Letras diferentes na mesma coluna indicam significância estatística ao nível de 1% pelo teste de Duncan.

A omissão de Mo, P e Ca também provocou diminuição do crescimento das raízes do quicuiu da Amazônia ($\alpha < 0,01$), demonstrando que esses nutrientes são necessários para o desenvolvimento radicular dessa gramínea. O efeito da omissão de Zn ($\alpha < 0,01$) exige mais pesquisas a fim de elucidar a função do nutriente no sistema radicular do quicuiu da Amazônia. O efeito positivo da omissão de N ($\alpha < 0,01$) sobre o crescimento radicular do quicuiu da Amazônia deve estar relacionado com a translocação do elemento entre a parte aérea e as raízes. Menor quantidade de N nas folhas possibilita menor utilização de carboidratos para síntese de proteínas, favorecendo sua translocação para o sistema radicular e promovendo maior desenvolvimento das raízes da planta em relação à parte aérea (Corsi⁶ citado em HAAG, 1984).

É importante observar que a calagem produziu incrementos significativos ($\alpha < 0,01$) na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes do quicuiu da Amazônia. A literatura indica que esta gramínea responde a pequenas doses de calcário, que não modificam o pH do solo mas suprem a deficiência de Ca e/ou Mg da planta (GONÇALVES et al, 1984).

A Tabela 4 resume os dados analíticos médios do tecido vegetal do quicuiu da Amazônia em função dos tratamentos. Note-se que, de modo geral, verificou-se uma relação entre a omissão do macronutriente e o teor mais baixo nos tecidos da planta. A omissão de P aumentou o nível médio de K nos tecidos em relação à testemunha, sendo este efeito devido, possivelmente, ao fator diluição. A omissão de P provocou o menor crescimento das pastagens e, em conseqüência, maior teor de K nos tecidos da gramínea. Esta relação entre a omissão do elemento nos tratamentos e o teor mais baixo do elemento nos tecidos da gramínea não foi observada para os micronutrientes, confirmando o suprimento adequado destes micronutrientes no solo.

⁶ CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, 1975. p. 112-142.

Tabela 4 - Resultados analíticos médios dos tecidos vegetais do quicuiu da Amazônia em função dos tratamentos.

Tratamento	N g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	S g.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Fe mg.kg ⁻¹	Mn mg.kg ⁻¹
Completo	23,6ab	4,7ab	24,3a	1,2a	2,8 ^{bc}	1,4ab	114,00ab	22,00a	345,33ab	52,66b
Testemunha	22,4ab	0,7b	10,5c	1,4a	2,7 ^{bc}	1,1ab	66,00b	22,00a	415,33ab	69,33b
Comp. c/ calagem	22,6ab	3,9ab	23,4a	1,8a	3,8ab	1,4ab	81,33ab	18,66a	352,33ab	60,66b
Completo sem N	9,2b	4,4ab	21,5a	1,6a	2,1bc	0,7ab	137,00ab	18,66a	369,00ab	83,66b
Completo sem P	39,7a	1,1b	16,1b	1,8a	2,5bc	1,0ab	143,00a	25,00a	558,00a	137,33a
Completo sem K	26,1 ^{ab}	6,9a	6,0c	2,1a	4,3a	1,3ab	116,00ab	22,00a	348,00ab	66,66b
Completo sem Ca	24,3ab	5,5a	23,7a	1,0a	2,5bc	1,4ab	97,66ab	22,00a	376,66ab	62,66b
Completo sem Mg	24,6ab	5,5a	26,7a	1,4a	1,5c	0,8b	98,33ab	18,66a	389,33ab	52,33b
Completo sem S	22,2ab	6,5a	23,3a	1,6a	2,1bc	0,7b	95,66ab	22,00a	360,33ab	52,66b
Completo sem Cu	26,1ab	6,2a	26,4a	1,5a	2,9 ^{bc}	1,6ab	128,66ab	15,66a	280,66b	62,33b
Completo sem Zn	26,5ab	6,6a	25,9a	1,6a	3,0 ^{bc}	2,4a	86,00ab	15,66a	376,66ab	64,66b
Completo sem B	23,4ab	5,7a	24,7a	1,6a	2,6 ^{bc}	1,0ab	86,33ab	18,66a	356,66ab	62,66b
Completo sem Mo	21,0ab	5,2a	24,1a	1,4a	2,7 ^{bc}	1,4ab	115,00ab	25,66a	360,33ab	60,66b
C.V. %	36,931	30,865	10,503	19,438	24,037	43,110	26,121	28,045	24,141	18,783

Nota: Letras diferentes na mesma coluna indicam significância estatística ao nível de 1% pelo teste de Duncan.

É importante esclarecer que os teores de P no tecido vegetal são altos devido à dosagem usada no experimento. Elevados teores de P no tecido vegetal, em função de doses altas na solução, foram também obtidos por MARTINEZ & HAAG (1980) no quicuiu da Amazônia, chegando esses autores a encontrar 6,8 g/kg nos tecidos desta gramínea.

4 - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos experimentalmente permitem concluir que:

- a) o quicuiu da Amazônia respondeu à aplicação de fertilizantes no Plintossolo da ilha de Marajó;
- b) o fósforo foi o nutriente mais limitante para o quicuiu da Amazônia neste solo;
- c) outros nutrientes limitantes foram o Mo, S e Ca;
- d) a calagem, através da neutralização do alumínio trocável ou efeito físico de melhor agregação do solo, melhorou a produção do quicuiu da Amazônia;
- e) o cálcio e, principalmente, o fósforo são essenciais para o desenvolvimento radicular desse capim.
- f) O molibdênio é a principal deficiência de micronutriente.

(Aprovado para publicação em 14.04.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O. C. et al. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p.
- DIAS FILHO, M. B. *Limitações e potencial de *Brachiaria humidicola* para o trópico úmido brasileiro*. Belém: EMBRAPA - CPATU, 1983. 28p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 20).
- FOX, R. L., KAMPRATH, E. J. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Science Society of American Proceedings*, v. 34, n. 6, p. 902-906, 1970.

- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luís de Queiróz, 1977. 430p.
- GONÇALVES, C. A., LEÔNIDAS, F. C, SALGADO, L. T. *Níveis crescentes de calcário no rendimento do quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) em solos de Rondônia*. Belém: EMBRAPA . CPATU, 1984. 8p. (EMBRAPA - CPATU. Comunicado Técnico, 32).
- GUIMARÃES, G. de A., BASTOS, J. B., LOPES, E. de C. *Métodos de análise física, química e instrumental de solos*. Belém: IPEAN, 1970. 108p.
- HAAG, H. P. *Nutrição mineral de forrageiras no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 152p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MARQUES, J. R. F., SERRÃO, E. A. S. *Melhoramento e manejo de pastagens na ilha do Marajó: resultados e informações práticas*. Belém: EMBRAPA . CPATU, 1980. 25p. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 6).
- _____, TEIXEIRA NETO, J. F., *Fertilizantes e leguminosas em capim quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) na ilha do Marajó*. Belém: EMBRAPA. CPATU, 1981. 3p. (EMBRAPA. CPATU. Pesquisa em Andamento, 45).
- MARTINEZ, H. E. P., HAAG, H. P. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert, *Digitaria decumbens* stent *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stopf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jacq. e *Penisetum purpureum* Schum. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"*, v. 37, n. 2, p. 913-975, 1980.
- MARTINS JÚNIOR, H. B. *Nutrientes limitantes em pastagens nativas e cultivadas em um Plintossoilo da ilha do Marajó, PA*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1996. 49p. (Dissertação (Mestrado). - FCAP, 1996.)
- MATOS, A. de O. et al. Nutrientes limitantes para quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) em solo da ilha do Marajó. In: REUNIÃO DA SBZ, 1981, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBZ, 1981. p. 46.
- PAULINO, V. T. et al. Estudos de adubação com *Brachiaria humidicola* e *Setaria anceps* cv. Kazungula em dois solos de várzea do Estado de São Paulo. *Zootecnia*, Nova Odessa, v. 24, n.2, p. 181-206, 1986.

SANCHEZ, P. A. *Properties and management of soils in the tropics*. New York: J. Wiley, 1976. 617p.

_____, ISBELL, R. F. Comparación entre los suelos de los trópicos de América Latina y Austrália. In: SANCHEZ, P. A. (Ed), TERGAS, L. E. (Ed). *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*. Cali: CIAT, 1979. p. 29-58.

SOUZA FILHO, A. P. da S., DUTRA, S., SERRÃO, E. A. S. *Fertilizantes no estabelecimento e rendimento do quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) consorciado com leguminosas em área de cerrado do Amapá*. Belém: EMBRAPA - CPATU, 1981. 165p.

TEIXEIRA NETO, J. F. et al. *Nutrientes limitantes ao estabelecimento e produção de *Brachiaria humidicola* consorciada com leguminosas em "tesos" da ilha do Marajó*. Belém: EMBRAPA - CPATU, 1991. 17p. (EMBRAPA - CPATU. Boletim de Pesquisa, 118).

VIEIRA, L. S. *Laterita hidromórfica*. Belém: IDESP, 1971. 38p.

EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E DE DOSES DE ENXOFRE SOBRE PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DO SORGO (*Sorghum bicolor* (L) Moench)

Carlos Alberto Costa VELOSO¹
Amoacy Carvalho FABRICIO²
Frederico Ozanan Machado DURÃES³
Eduardo Jorge Maklouf CARVALHO⁴

RESUMO: Com o propósito de comparar os efeitos da calagem e de doses crescentes de enxofre sobre as propriedades químicas de dois solos: Latossolo Vermelho Amarelo (LV) e Latossolo Vermelho escuro (LE), produção de matéria seca, teor e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S do sorgo granífero, procedeu-se a incubação, por 25 dias, de amostras de solo com calcário e conduziu-se um ensaio em casa de vegetação com seis doses de enxofre: 0; 10; 20; 40; 80 e 160 mg/dm³, na forma de Na₂SO₄. Cinquenta dias após a semeadura, coletou-se a parte aérea das plantas e determinaram-se os teores e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S. Os teores das bases trocáveis do solo aumentaram com a calagem, sendo que a saturação em bases ficou próxima a 80% nos dois solos. Os valores de pH e os teores de Ca e Mg nos tecidos de sorgo aumentaram com as adições de CaO e MgO aos solos. A produção de matéria seca do sorgo cultivado no solo LV foi superior em relação ao solo LE, e as doses crescentes de enxofre não influenciaram os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S nos dois solos.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Enxofre, Sorgo, Calagem, Nutrientes na planta

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA/CPATU, Professor Visitante da FCAP.

² Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa/CPAO.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA/CNPMS.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA/CPATU, Professor Visitante da FCAP.

EFFECT OF LIMING AND SULPHUR LEVELS ON SOME SOIL CHEMICAL PROPERTIES, ON PRODUCTION AND MINERAL COMPOSITION OF SORGHUM

ABSTRACT: The effects of liming and sulphur levels on the chemical properties of the soil, dry matter production and nutrients accumulation on tops of sorghum cultivated on a Red Yellow (YRL) and Dark Red (DRL) latosol were determined by means of laboratory incubation and greenhouse pot trial. Soil samples were incubated with lime for 25 days, to which six dosis of sulphur (source: Na_2SO_4) 0; 10; 20; 40; 80 and 160 mg/dm^3 . Fifty days after sowing, plants shoots were harvested and N, P, K, Ca, Mg and S contents were determined. Exchangeable cations and base saturation (V%) of the soils increased after liming. The pH, Ca and Mg contents of the plant shoots increased with the addition of CaO and MgO. The dry matter yield of sorghum was higher in plants cultivated on YRL than in DRL. Increasing sulphur concentration did not show any effect on nutrient contents of plant shoots in both soils.

INDEX TERMS: Sulphur, Sorghum, Liming, Plant Nutrient.

1 - INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais e subtropicais, os solos são bastante intemperizados, apresentando baixos níveis de cálcio, magnésio e acidez variável representada pelo alumínio trocável. A carência de cálcio e magnésio, aliada aos teores tóxicos de alumínio, manganês e fixação do fósforo, na forma de fosfatos de alumínio e de ferro, são responsáveis pela baixa produtividade desses solos (KAMPRATH & FOY, 1971).

Na correção da acidez do solo, a prática mais freqüente é a calagem, utilizando-se o CaCO_3 como elemento de correção da acidez e neutralização do alumínio trocável. Entretanto, sabe-se que, adicionando-se somente o cálcio, haverá desequilíbrio entre Ca e Mg, prejudicando o crescimento das plantas. Portanto, ao mesmo tempo em que for feita a correção da acidez do solo, neutralizando o alumínio trocável, é necessário suprir o solo com os nutrientes Ca e Mg em quantidades adequadas.

A adição de materiais contendo cálcio e magnésio, como carbonatos, óxidos e hidróxidos, ao solo, condiciona uma série de mudanças nas

características químicas do mesmo. Sobre este aspecto, MOSCHLER et al (1960) constataram que a adição de níveis crescentes de calcário dolomítico, em Podzólico Vermelho-amarelo, foi acompanhado por um aumento gradual do pH, de bases trocáveis e da percentagem de saturação por bases. O teor de alumínio trocável, entretanto, decresceu abruptamente com a aplicação de quantidades relativamente pequenas de calcário. Também TISDALE & NELSON (1970) observaram que a adição de carbonatos, hidróxidos e óxidos de cálcio e magnésio a solos ácidos provocou, além da elevação do pH, um aumento nos teores de cálcio e magnésio trocáveis, variando os valores obtidos de acordo com a quantidade e natureza do material usado e com a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) do solo.

Os cátions ocupam no mínimo 90% dos sítios de troca em pH acima de 5,6. Porém o fator pH em si não é o principal responsável pela baixa produtividade das plantas em solos ácidos (KAMPRATH, 1967).

O cálcio é de difícil mobilidade no vegetal. EPSTEIN (1975) atribui como uma das funções do cálcio a manutenção da integridade da membrana plasmática (plasmalema) e conseqüente seletividade de íons dessa membrana. O excesso de cálcio pode, porém, inibir a divisão celular e o alongamento celular.

O magnésio, como conseqüência da facilidade de translocação no vegetal, movimenta-se das folhas velhas para as mais novas. Sua importância para os vegetais pode estar ligada a dois fatores: como constituinte da molécula da clorofila e ao papel de ativador de numerosas enzimas envolvidas no metabolismo dos carboidratos, das gorduras e das proteínas (EPSTEIN, 1975). Portanto, ambos os nutrientes deverão estar presentes quando se procura corrigir a acidez do solo através da calagem.

A necessidade do enxofre na nutrição das plantas é conhecida desde os tempos de Liebig. Somente há poucas décadas tem-se dado atenção ao papel desempenhado por este nutriente na fertilidade de solo e na nutrição mineral de plantas.

No Brasil, há escassez de dados sobre o comportamento do enxofre no solo e suas implicações com o crescimento dos vegetais. Isso dificulta o conhecimento da quantidade de enxofre no solo que promoverá a produção

máxima das culturas e que deverá ser aplicada para corrigir as deficiências de enxofre dos solos.

O teor de enxofre disponível no solo e a eficiência de utilizao de fertilizantes contendo o elemento sofrem influência de fatores, como: as adioes resultantes de precipitaoes pluviométricas, a velocidade de mineralizao da mteria orgânica e a extensão das perdas por lixivizao (HARWARD & REISENAUER, 1966).

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da calagem nas propriedades químicas dos solos Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro, e avaliar o efeito da aplicao de doses crescentes de enxofre sobre a produo e o acúmulo de nutrientes nas plantas de sorgo.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas amostras de dois tipos de solo do Estado de São Paulo, classificadas como Latossolo Vermelho Escuro (LE) e Latossolo Vermelho Amarelo (LV). O primeiro pertencente  série Luiz de Queiroz e o segundo  série Paredão Vermelho (RANZANI et al, 1966). As amostras de cada solo foram coletadas na camada superficial de 0-20 cm, secadas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm de abertura de malha e homogeneizadas. De cada solo foram retiradas subamostras para determinao de: pH em CaCl_2 ; bases trocáveis, extraídas com acetato de amônio 1N, pH 7,0; H + Al, extraído com acetato de cálcio 1N, pH 7,0; Al, extraído com KCl 1N; fósforo disponível, extraído com soluço de Mehlich (HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N); S- SO_4 , determinado por turbidimetria do sulfato de bário e mteria orgânica. A necessidade de calagem foi determinada pelo método de saturao de bases, para atingir 100% (RAIJ, 1981).

A incubo dos solos foi realizada por um período de 25 dias e, em seguida, foram coletadas amostras do solo e efetuadas análises de pH em (CaCl_2), Al, H+Al, Ca, Mg, P, K e S- SO_4 , para avaliar o efeito da calagem nas propriedades químicas desses solos.

O material corretivo empregado foi uma mistura de CaO e MgO na proporo de 4:1 de Ca: Mg. Nas amostras, foi adicionada água destilada

equivalente a 70% da capacidade de campo de cada solo. A quantidade de água perdida era repostada a cada dois dias.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciência do Solo, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, com os tratamentos dispostos em fatorial 2 x 6, utilizando-se dois solos e seis doses de enxofre: 0; 10; 20; 40; 80 e 160 mg/dm³ de S, na forma de Na₂SO₄, com quatro repetições, em delineamento experimental de blocos casualizados. As amostras dos solos foram colocadas em vasos com capacidade para 2,5 litros, contendo 2 dm³ de solo.

Os solos receberam uma adubação básica de fósforo (100 mg/dm³) e potássio (200 mg/dm³) no dia da sementeira. A adubação nitrogenada (200 mg/dm³) foi fracionada em seis vezes, sendo quatro doses de 20 ppm e duas de 60 mg/dm³, aplicadas em intervalos de sete dias a partir da data da sementeira. As fontes desses nutrientes foram: superfosfato triplo, cloreto de potássio e nitrato de amônio. Foi adicionada uma solução de micronutrientes preparada conforme HOAGLAND & ARNON (1950).

A planta indicadora usada foi o sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench), cultivar BR-300, semeando-se 20 sementes por vaso. Aos sete dias após a emergência das plantas foi feito o primeiro desbaste, deixando-se dez plantas por vaso, e aos quatorze dias foi realizado novo desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso. Diariamente, foi adicionada água destilada com o objetivo de manter o solo próximo de 70% da capacidade de campo.

A colheita foi realizada aos 50 dias após a sementeira, cortando-se a parte aérea rente ao solo. O material colhido foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até atingir o peso constante. Logo após, efetuou-se a pesagem do material para a determinação do peso da matéria seca da parte aérea.

O material seco foi passado em moinho Wiley, com peneira de 20 mesh, acondicionado em sacos de papel e levado novamente à estufa antes de ser analisado. As amostras do material colhido foram digeridas em ácido nítrico e perclórico concentrados, segundo o método descrito por MALAVOLTA et al (1989). Em seguida, os extratos foram utilizados para a determinação dos

teores dos seguintes nutrientes: fósforo, por colorimetria de molibdato-vanadato; potássio, por fotometria de chama; cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica; enxofre, por turbidimetria de sulfato de bário.

A determinação do nitrogênio foi feita utilizando-se a digestão sulfúrica de 200 mg de matéria seca, com destilação em aparelho microkjeldahl e titulação com ácido sulfúrico (0,01 N), segundo metodologia descrita por MALAVOLTA et al (1989).

Os dados obtidos do experimento foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas através do teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises químicas efetuadas aos 25 dias da incubação com calcário. Verificou-se que a adição de material corretivo provocou sensíveis modificações nas características químicas dos dois solos. O Latossolo Vermelho Amarelo apresentou maior resposta à adição do calcário, principalmente em função da menor fertilidade natural.

Tabela 1 - Análises químicas dos Latossolos Vermelho Escuro (LE) e Vermelho Amarelo (LV), antes e após a calagem e após o cultivo do sorgo granífero Piracicaba-SP.

Especificação	Antes da calagem		Após calagem		Após cultivo	
	LE	LV	LE	LV	LE	LV
Ph em CaCl ₂	4,7	4,1	6,4	6,7	6,2	6,3
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0
H + Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³)	38	42	15	10	16	9,0
P (mg.dm ⁻³)	19	2,0	23	3,0	80	58
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	2,3	0,7	4,5	1,1	6,5	1,2
Ca ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	30	7,0	48	35	44	33
Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	9,0	2,0	22	18	17	14
SB (mmol _c dm ⁻³)	41,3	9,7	75	54	67,5	48
CTC (mmol _c dm ⁻³)	79	52	90	65	83,5	57
V (%)	52	19	83	83	81	84
M. Orgânica (g.kg ⁻¹)	21	16	23	18	25	21
S-SO ₄ (mg.dm ⁻³)	4,1	1,0	18,2	6,8	31,8	8,0
N. Calagem (kg/ha)	3792	4220	-	-	-	-
Areia grossa (g.kg ⁻¹)	160	580	-	-	-	-
Areia fina (g.kg ⁻¹)	80	230	-	-	-	-
Silte (g.kg ⁻¹)	160	40	-	-	-	-
Argila total (g.kg ⁻¹)	600	150	-	-	-	-
Classificação textural	Argilosa	Franco arenoso	-	-	-	-

Embora a dosagem do corretivo tenha sido aplicada com o objetivo de alcançar 100% de saturação por bases, verificou-se que foi atingida saturação em bases próxima a 80% nos dois solos, demonstrando que o cálculo da necessidade de calagem baseado na saturação de bases do solo pode subestimar a quantidade de calcário a ser colocada. O mesmo fato também foi observado por RAIJ (1981).

Essa dosagem de corretivo foi, entretanto, eficiente na elevação do pH dos solos. A ação do Ca e Mg em deslocar o H e Al do complexo de troca e o efeito do pH elevado em condicionar a precipitação do Al presente na solução do solo, na forma de Al(OH)₃, fizeram com que em ambos os solos os teores de Al trocável chegassem a níveis muito baixos. Resultados similares foram obtidos por KAMPRATH & FOY, (1971).

Os teores de Ca e Mg aumentaram sensivelmente em função das doses desses elementos aplicados como corretivo.

Após o plantio, verificou-se que os valores de pH, Al e H+Al não sofreram grandes alterações. O teor de potássio foi aumentado em ambos os solos devido à adubação.

O teor de cálcio foi moderadamente aumentado possivelmente devido à maior dissolução do óxido de cálcio aplicado como calcário, já que havia passado 75 dias desde a incubação, ou devido ao cálcio contido no superfosfato triplo.

O grande aumento do enxofre no Latossolo Vermelho escuro (LE) observado após o cultivo do sorgo granífero é um fato que merece destaque, uma vez que nenhuma fonte de S foi aplicada nesse tratamento. Com a mineralização da matéria orgânica, ocorreu liberação de S ao solo, aumentando o teor de enxofre existente no solo, o suficiente para suprir as plantas durante o cultivo. Acredita-se que o principal fator tenha sido a liberação de SO_4 devido à elevação do pH. Também, a adição de fosfatos através da adubação fosfatada conduz à dessorção de sulfatos, uma vez que a adsorção de fosfatos é preferencial à de sulfatos. Devido à grande liberação de SO_4 ocorrida nesses solos, não se observou resposta das plantas de sorgo às doses de S aplicadas ao solo. Segundo MALAVOLTA et al (1984), não se deve esperar resposta quando o teor de S- SO_4 no solo for de 15 ± 30 ppm, como se observa na Tabela 2.

Os dados da Tabela 2 mostram que a calagem aumentou o nível de S- SO_4 do solo, sendo este fato hipoteticamente responsável pelos resultados não significativos da absorção com enxofre. Também observa-se que houve um crescimento bem maior das plantas no Latossolo Vermelho Amarelo (LV) de menor fertilidade natural. A análise das plantas (Tabela 3) também mostrou que o acúmulo de N, K, Ca, Mg e S foi maior nas plantas cultivadas em solo LV. A dose 160 mg/dm^3 de S, causou efeito negativo no crescimento das plantas, principalmente no Latossolo Vermelho Amarelo.

Tabela 2 - Produção média de matéria seca da parte aérea do sorgo sob diferentes doses de enxofre.

Doses de S (mg/dm ³)	LE g/vaso	LV g/vaso
0	4,66 a	13,33 a
10	4,96 a	12,35 a
20	4,91 a	13,52 a
40	5,95 a	11,63 ab
80	5,43 a	12,95 a
160	5,30 a	8,85 b

Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea e as quantidades de macronutrientes absorvidos encontram-se na Tabela 3.

Verificou-se que no Latossolo Vermelho escuro (LE) a adição de doses crescentes de enxofre reduziu a absorção do enxofre. Com relação a cálcio e magnésio foi possível visualizar que em todos os tratamentos com enxofre os teores de cálcio e magnésio mantiveram-se constantes.

No Latossolo Vermelho Amarelo (LV), a aplicação de doses crescentes de enxofre promoveu um aumento na absorção de enxofre até a dose de 80 mg/dm³. Quanto à absorção de cálcio e magnésio, ocorreu um equilíbrio dos nutrientes.

Tabela 3 - Teores médios e acúmulos de macronutrientes (mg/vaso) na matéria seca da parte aérea do sorgo em função das doses de enxofre. Piracicaba-SP.

Tratamentos S(mg/dm ³)	Solo	N		P		K		Ca		Mg		S	
		g/kg	mg	g/kg	mg	g/kg	mg	g/kg	mg	g/kg	mg	g/kg	mg
0	LE	33,7	157	3,1	14	26,0	121	6,7	31	4,2	19	2,6	12
	LV	25,9	345	3,9	52	20,2	269	5,8	77	6,2	83	1,2	16
10	LE	33,1	164	3,2	16	28,2	140	7,1	35	4,5	22	2,5	12
	LV	23,9	295	4,0	49	20,0	247	5,8	72	7,0	86	1,4	17
20	LE	32,2	158	3,1	15	28,3	139	6,9	34	4,5	22	1,8	9
	LV	26,9	364	4,3	58	21,7	293	5,6	76	7,2	97	1,7	23
40	LE	31,6	188	2,9	17	28,3	168	6,7	40	4,3	26	2,0	12
	LV	28,5	331	3,8	44	17,9	208	6,4	74	5,4	63	1,8	21
80	LE	32,5	176	3,2	17	29,6	161	6,0	33	4,2	23	2,2	12
	LV	28,7	372	4,8	62	21,7	281	5,2	67	6,4	83	1,9	25
160	LE	32,5	172	2,8	15	27,9	148	5,4	29	4,0	21	2,2	12
	LV	27,9	247	4,6	41	23,0	204	5,1	45	6,4	57	2,1	19

A adição de doses crescentes de enxofre não influenciou a absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

4 - CONCLUSÃO

Os teores de bases trocáveis e os índices de saturação em bases (V%) aumentaram com a calagem dos solos, ficando, entretanto, abaixo dos valores calculados pela necessidade de calagem baseada na elevação da saturação por bases.

Os valores de pH e os teores de cálcio e magnésio aumentaram com a calagem dos solos.

As produções de matéria seca do sorgo cultivado no solo Latossolo Vermelho Amarelo foram superiores em relação ao solo Latossolo Vermelho Escuro.

As doses crescentes de enxofre não influenciaram os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S nos dois solos.

(Aprovado para publicação em 14.01.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 344 p.
- HARWARD, M.E., REISENAUER, H.M. Reaction and movement of inorganic soil sulfur. *Soil Science*, v. 101, p. 326-335, 1966.
- HOAGLAND, D.R., ARNON, D.J. The water culture method for growing plant without soil. *Calif. Agric. Exp. Sta. Calif.* n. 347, 1950.
- KAMPATH, E.J. A acidez do solo e calagem. Madison: International Soil Testing, 1967. 23p. (Boletim Técnico, 4).
- _____, FOY, C.D. Lime-fertilizer-plant interactions in acid soils. In: OLSON, R.A. et al (Ed.) *Fertilizer technology and user*, 2. ed. Madison: Soil Sci. Soc. of Amer., 1971. p.105-51.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. de Avaliação do estado nutricional das plantas-princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

_____, et al. *Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico*. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1984, 60p. (Divulgação Técnica. Boletim n. 3).

MOSCHLER, W.W., JONES, G.D., THOMAS, G.W. Lime and soil acidity on alfafa growth in a Red-Yellow Podzolic Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, v. 24, p. 507-512, 1960.

RAIJ, B. Van. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato (ÉUA) e Instituto Internacional da Potassa (SUÍÇA), 1981. 142p.

RANZANI, G., FREIRE, O., KINJO, T. *Carta de solos do Município de Piracicaba*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1966. 85 p. (mimeografado).

TISDALE, S.L., NELSON, W.L. *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. Barcelona: Montaner y Simon, 1970. 760 p.

FLUXO DE LITEIRA E TEORES DE NUTRIENTES DE EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora* Hook.) EM UM ECOSSISTEMA DA AMAZÔNIA ORIENTAL.¹

Carlos Alberto CORRÊA²
Francisco de Assis OLIVEIRA³
Antonio Carlos da Costa Pinto DIAS⁴

RESUMO: A produção de liteira e os teores de nutrientes em plantio de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook.) foram estudados durante o período de janeiro a dezembro de 1993, em uma área no município de Barcarena (1° 30' S e 48° 42' W) microrregião de Belém, em Latossolo Amarelo, regime climático Afi na classificação de Köppen, com espaçamento de 1,5m x 1,5 m entre as árvores. Os resultados obtidos mostraram que a liteira alcançou valor da ordem de 2.643,60 kg/ha. Os nutrientes alcançaram os seguintes valores em kg/ha: N 18,18; P 0,52; K 5,60; Ca 29,50 e Mg 3,15. A fração folhas contribuiu com 1.335,1 kg/ha para a composição total da liteira.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Ciclagem de nutrientes, Biomassa, Eucalipto, Latossolo.

¹ Parte da dissertação do primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, FCAP, Belém Pará, Brasil, 1996.

² Engenheiro Agrônomo e Florestal, Extensionista da CEPLAC.

³ Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Adjunto da FCAP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Visitante da FCAP.

LITTER PRODUCTION AND NUTRIENTS SUPPORT OF EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora* Hook.) IN THE EASTERN AMAZONIA ECOSYSTEM

ABSTRACT: The litter production and nutrients supply of an *Eucalyptus citriodora* Hook pure stand were estimated at the Barcarena region of Pará State. The predominant soil site is an Yellow Latosol and the climate is classified as Afi according to Köppen classification. The results showed that the litterfall reached values of 2.643,60 kg.ha⁻¹; the leaf litter contributed with 3.698,10 of such total. The nutrients return in kg.ha⁻¹ were: 18,18 of N; 0,52 of P; 5,60 of K; 29,50 of Ca and 3,15 of Mg.

INDEX TERMS: Yellow Latosol, Nutrient Cycling, Pará State, Tropical Ecosystem.

1 - INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais promovem o desenvolvimento de uma camada de resíduos orgânicos sobre o solo, resultante, principalmente, da queda de folhas, galhos e cascas. A quantidade de material acumulado durante um determinado período é função da taxa de decomposição e velocidade de deposição.

Os diversos estudos sobre ciclagem de nutrientes objetivam entender os mecanismos que interagem e permitem a auto-suficiência nutricional dentro dos compartimentos que formam um ecossistema florestal. Tais processos se verificam por meio da água da chuva e da matéria orgânica contida nos resíduos vegetais (RODRIGUES & MIRANDA, 1991).

Os aspectos reprodutivos e vegetativos: floração, frutificação, disseminação e mudança foliar têm implicação direta na caracterização do ciclo biogeoquímico – oferta de energia via processo deposicional – influenciando na manutenção e no desenvolvimento das espécies e, conseqüentemente, agindo positivamente sobre o equilíbrio natural. A recomendação de plantio é tanto mais embasada na medida em que se dominam as etapas de desenvolvimento, se conhece a produção em escala econômica e existe a possibilidade da espécie ser aceita pelo mercado consumidor.

A presente pesquisa objetivou determinar a produção de serapilheira e sua composição química, no que se refere aos nutrientes N, P, K, Ca e Mg depositados no período de um ano (janeiro - dezembro de 1993), em condições de um ecossistema da Amazônia oriental com a cultura do eucalipto.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área de influência do Complexo Albrás-Alunorte, no Município de Barcarena (1° 30' S e 48° 42' W) Estado do Pará, microrregião de Belém, às proximidades da rodovia PA 481 e do igarapé Água Verde, em um povoamento de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook.) (FONSECA [19__]; IDESP.PRODIAT, 1984; RODRIGUES, 1986).

O ecossistema foi implantado em 1986, com espaçamento de 1,5m x 1,5 m entre as árvores. No início desta pesquisa, a altura das árvores estava compreendida entre 10 e 25 metros (OLIVEIRA & BENTES 1993).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Afí e se caracteriza pela presença de dois períodos: um mais chuvoso, durante os meses de janeiro a maio, com aproximadamente 250 mm de precipitação pluviométrica média, e outro, menos chuvoso, no período de junho a dezembro, com precipitação média de 100 mm (IDESP.PRODIAT, 1983,1984; RODRIGUES, 1986; FALESI, 1986).

A temperatura média anual é de 26,6° C com máxima de 32,3° C e mínima de 21,6° C. A evaporação mensal oscila entre 36,3mm e 79,5 mm. A maior evaporação ocorre no período menos chuvoso, quando há maior incidência de raios solares e maior quantidade de vento. O total anual de radiação soma 2.147,5 h, sendo que a menor incidência é observada em fevereiro com 86,3h e a maior em agosto com 261,2 h (IDESP.PRODIAT,1984).

A cobertura vegetal em sua grande maioria é representada pela vegetação secundária devido à derrubada da floresta original para implantação de agricultura nômade (IDESP.PRODIAT,1983). Foram identificadas capoeiras fina, média e grossa e, em alguns locais, floresta de terra firme. Nas áreas baixas encontra-se a capoeira de várzea com ocorrência esporádica de mata (IDESP.PRODIAT,1984).

De acordo com IDESP.PRODIAT (1984), os solos da região são classificados como Latossolo Amarelo Álico Podzólico A moderado textura argilosa, Latossolo Amarelo Álico Podzólico A moderado textura média, Concrecionários Lateríticos Álicos A moderado, Areias Quartzosas Álicas, Areias Quartzosas Hidromórficas Álicas e Glei Pouco Húmico Distrófico.

A topografia da área faz parte das superfícies pediplanadas onde se encontram baixos platôs e planícies fluviais constituídas de sedimentos do Terciário e Quaternário. A altitude varia de 15 a 25 metros, os níveis pouco diferenciados exprimem as condições paleogeográficas originadas a partir do Terciário Amazônico (IDESP.PRODIAT, 1983, 1984).

No povoamento foi delimitada uma área de 400 m² onde foram instaladas 10 bandejas ou coletores (Figura 1), distribuídos aleatoriamente para receber o fluxo da biomassa produzido pelas árvores ao longo do ano de 1993.

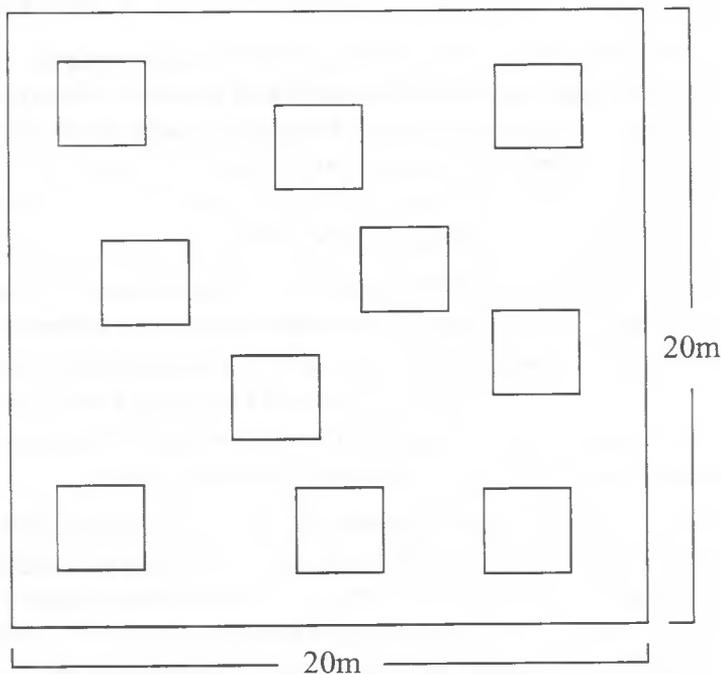


Figura 1 - Desenho esquemático mostrando a distribuição dos coletores na área.

A coleta do liter foi feita a cada 15 dias entre janeiro e dezembro de 1993 e recolhido manualmente de cada coletor, separado por frações: folhas, ramos e galhos e miscelânea — que compreendia todo material não enquadrado nas frações anteriores — acondicionadas em sacos de papel de 2 kg com as devidas etiquetas. No laboratório, o material foi espalhado sobre uma superfície plana para a retirada do excesso de umidade, sendo em seguida submetido à secagem em estufa a uma temperatura de 60°C até peso constante. O material seco foi pesado em balança eletrônica de precisão, em seguida moído em moinho tipo Wiley e homogeneizado para retirada de uma amostra de, aproximadamente, 15 gramas para ser submetida à análise química.

Os coletores (Figura 2) construídos em madeira continham uma seção quadrada com 1 metro de lado, altura da caixa de 0,1 m, fundo de tela plástica com malha de 2 mm, suspensos do chão com pernas de 0,4 m de altura.

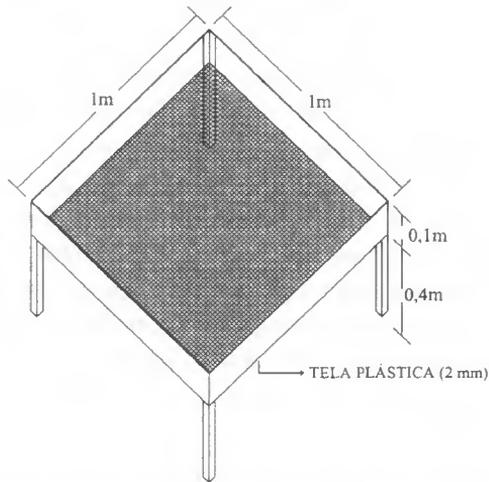


Figura 2 - Desenho esquemático com as respectivas medidas do coletor utilizado para receber o material.

A análise química dos elementos foi feita nos laboratórios da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, para determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O nitrogênio foi determinado através da digestão sulfúrica em bloco digestor por aproximadamente 3 horas à temperatura que variava de 300 a 350°C; em seguida foi submetido ao micro

destilador Kjeldahl e finalmente à titulação ácida. O fósforo foi determinado em fotocolorímetro no comprimento de onda de 660 nm. O potássio, o cálcio e o magnésio foram determinados no espectrofotômetro de absorção atômica. Os resultados das análises foram transformados para percentagem (LUIZÃO, 1982; SANTOS, 1988; PEREIRA, 1996).

As variáveis de resposta analisadas para o povoamento foram as frações: folhas, ramos e galhos e miscelânea, obtidos em grama por metro quadrado de coletor e transformadas em kg/ha. Procedeu-se à determinação da média e do desvio padrão e com estes foi estabelecido o intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade. Procedeu-se da mesma forma para os elementos químicos obtidos da análise química das frações da liteira (N, P, K, Ca e Mg).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão da produção da liteira e conteúdo de nutrientes serão abordados através de dois itens. O primeiro refere-se às produções das frações da liteira (folhas, ramos e galhos e miscelânea) e o segundo, à ciclagem de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) inerente ao ecossistema.

A quantidade de liteira retornada ao solo encontra-se na Tabela 1. A quantidade anual da fração folhas variou de 4,12 g/m² em fevereiro a 31,66 g/m² em maio. A média anual foi da ordem de 11,13 g/m² com uma percentagem de variação em torno da média de 76,62%. A deposição desta variável foi mais acentuada no primeiro semestre, respondendo por 63,61% do total, foi ainda esta fração quem mais retornou biomassa ao solo com 1.335,1 kg/ha distribuídos durante o ano (Tabela 1). A variabilidade expressa pelo desvio padrão de 8,53 g/m², menor que a média, representou 76,62% de coeficiente de variação.

A variável ramos e galhos apresentou uma deposição anual de 60,43 g/m² com uma média mensal de 5,04 g/m². A quantidade de deposição de liteira variou de 0,96 g/m² em abril a 21,53 g/m² em setembro. O primeiro semestre apresentou uma média de 3,05 g/m², de ramos e galhos e no segundo semestre a média foi de 7,02 g/m², havendo, portanto, um acréscimo desse material nesse último semestre. A variabilidade expressa pelo desvio padrão de 10,12 g/m², maior que a média, representou 200,84% de coeficiente de variação (CV). Esta variável foi responsável pela menor quantidade de biomassa retornada ao solo, 604,30 kg/ha.

Tabela 1 - Resultados médios de liteira no ecossistema eucalipto no período de janeiro a dezembro de 1993.

Mês	Folhas			Ramos e galhos			Miscelânea			Total	
	\bar{X} (g/m ²)	s (g/m ²)	CV %	\bar{X} (g/m ²)	s (g/m ²)	CV %	\bar{X} (g/m ²)	s (g/m ²)	CV %	\bar{X} (g/m ²)	
jan.	9,61	7,61	79,19	8,78	9,94	113,21	87,80	11,09	10,62	95,76	29,48
fev.	4,12	1,11	26,94	2,39	6,92	289,54	23,90	4,27	5,30	124,12	10,78
mar.	18,47	16,59	89,82	1,77	2,92	164,97	17,70	0,55	0,96	174,54	20,79
abr.	12,62	11,72	92,87	0,96	3,02	314,58	9,60	3,64	5,49	150,82	17,22
maio	31,66	28,03	88,53	2,05	2,99	145,85	20,50	18,83	16,99	90,23	52,54
jun.	8,45	10,18	120,47	2,37	4,59	193,67	23,70	7,66	12,05	157,31	18,48
jul.	6,76	2,97	43,93	3,18	5,22	164,15	31,80	3,60	3,73	103,61	13,54
ago.	6,17	2,79	45,22	6,94	12,12	174,64	69,40	4,77	3,24	67,92	17,88
set.	10,69	6,32	59,12	21,53	48,06	223,22	215,30	3,75	2,34	62,40	35,97
out.	4,33	4,44	102,54	3,91	10,41	279,03	39,10	2,49	2,44	97,99	10,73
nov.	11,51	6,17	53,60	2,97	4,96	167,00	29,70	6,37	5,08	79,75	20,85
dez.	9,12	10,00	117,21	3,58	6,45	180,17	35,80	3,40	3,40	100,00	16,10
Total	133,51	-	-	60,43	-	-	604,30	70,42	-	-	704,20
Média	11,13	8,53	76,62	5,04	10,12	200,84	52,77	5,87	6,38	108,74	22,03

A quantidade de miscelânea apresentou um total de 70,42 g/m², com uma média mensal de 5,87 g/m². A deposição variou de 0,55 g/m² (março) a 18,83 g/m² (maio). O primeiro semestre apresentou uma deposição média superior, ou seja, 7,67 g/m² contra 4,06 g/m² no segundo semestre. Analisando-se o comportamento da deposição desta fração, observa-se que variou ao longo do ano, entretanto os meses de maio e janeiro, nesta ordem, destacaram-se com as maiores quantidades. Esta fração foi responsável pela segunda maior deposição deste ecossistema, com 704,2 kg/ha. Em termos globais, a deposição deste ecossistema alcançou 2.643,6 kg/ha.

Os dados da produção de nutrientes encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5. O nitrogênio (Tabela 5) foi responsável pela segunda maior quantidade depositada, ou seja, 18,18 kg/ha. A variável folhas respondeu pela maior quantidade com 12,36 kg/ha, variando de 0,36 kg/ha em fevereiro a 3,45 kg/ha em maio (Tabela 2). A fração ramos e galhos, com 2,97 kg/ha, foi a segunda maior quantidade considerando as três frações, a deposição variou de 0,03 kg/ha em abril a 1,59 kg/ha em setembro (Tabela 3). A terceira e última fração miscelânea respondeu por 2,85 kg/ha, variando de 0,04 kg/ha em março a 0,51 kg/ha em maio (Tabela 4).

O Fósforo (Tabela 5) respondeu pela menor deposição, 0,52 kg/ha. As frações folhas, ramos e galhos e miscelânea, nesta ordem, responderam por 0,36 kg/ha, 0,08 kg/ha e 0,08 kg/ha. Na fração folhas (Tabela 2) a deposição variou de 0,01 kg/ha em dezembro, fevereiro e agosto a 0,04 kg/ha em março. Na fração ramos e galhos (Tabela 3) a deposição variou de 0,00 kg/ha, em fevereiro, março abril, maio, junho e outubro a 0,02 kg/ha em setembro e novembro. Miscelânea variou de 0,00 kg/ha em fevereiro, março, abril, julho e outubro a 0,02 kg/ha em maio (Tabela 4).

Tabela 2 - Resultados analíticos da fração folhas.

Mês	Elementos químicos									
	N		P		K		Ca		Mg	
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
jan.	0,90	0,86	0,02	0,02	0,16	0,15	1,22	1,17	0,10	0,10
fev.	0,87	0,36	0,03	0,01	0,38	0,15	1,17	0,48	0,11	0,04
mar.	0,74	1,37	0,02	0,04	0,09	0,17	1,37	2,53	0,12	0,22
abr.	0,83	1,05	0,02	0,02	0,16	0,20	1,02	1,29	0,15	0,19
maio	1,09	3,45	0,04	0,13	0,22	0,70	1,25	3,96	0,14	0,44
jun.	0,56	0,47	0,02	0,02	0,36	0,30	1,55	1,31	0,20	0,17
jul.	1,06	0,72	0,03	0,02	0,36	0,24	1,27	0,86	0,14	0,09
ago.	0,91	0,56	0,02	0,01	0,19	0,12	1,20	0,74	0,15	0,09
set.	0,92	0,98	0,03	0,03	0,41	0,44	1,30	1,39	0,17	0,18
out.	1,19	0,51	0,04	0,02	0,52	0,22	2,05	0,89	0,21	0,09
nov.	0,91	1,05	0,03	0,03	0,69	0,79	1,77	2,04	0,19	0,22
dez.	1,08	0,98	0,01	0,01	0,27	0,25	1,05	0,96	0,11	0,10
Total	11,06	12,36	0,31	0,36	3,81	3,73	16,22	17,62	1,79	1,93
Média	0,92	1,03	0,03	0,03	0,32	0,31	1,35	1,47	0,15	0,16
Desvio	0,17	0,82	0,01	0,03	0,17	0,22	0,30	0,97	0,04	0,11

Tabela 3 - Resultados analíticos da fração ramos e galhos.

Mês	Elementos químicos											
	N		P		K		Ca		Mg			
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
jan.	0,20	0,18	0,01	0,01	0,07	0,06	1,00	0,88	0,09	0,08		
fev.	0,16	0,04	0,00	0,00	0,03	0,01	0,75	0,18	0,03	0,01		
mar.	0,24	0,04	0,01	0,00	0,04	0,01	0,67	0,12	0,02	0,00		
abr.	0,27	0,03	0,01	0,00	0,16	0,01	1,27	0,12	0,05	0,00		
maio	0,28	0,06	0,01	0,00	0,11	0,02	1,12	0,23	0,06	0,01		
jun.	0,21	0,05	0,01	0,00	0,10	0,02	0,97	0,23	0,03	0,01		
jul.	1,14	0,36	0,04	0,01	0,58	0,18	1,57	0,50	0,21	0,07		
ago.	1,44	0,10	0,02	0,01	0,41	0,28	1,65	1,14	0,19	0,13		
set.	0,74	1,59	0,01	0,02	0,11	0,24	1,05	2,26	0,09	0,19		
out.	0,23	0,09	0,01	0,00	0,22	0,09	1,52	0,59	0,08	0,03		
nov.	0,45	0,13	0,06	0,02	0,16	0,05	1,60	0,47	0,08	0,02		
dez.	0,83	0,30	0,03	0,01	0,22	0,08	1,35	0,48	0,07	0,02		
Total	6,19	2,97	0,22	0,08	2,21	1,05	14,52	7,20	1,00	0,57		
Média	0,52	0,25	0,02	0,01	0,18	0,09	1,21	0,60	0,08	0,05		
Desvio	0,43	0,44	0,02	0,01	0,16	0,09	0,33	0,61	0,06	0,06		

Tablca 4 - Resultados analíticos da fração Miscelânea.

Mês	Elementos químicos											
	N		P		K		Ca		Mg			
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha		
jan.	0,27	0,32	0,01	0,01	0,07	0,08	0,37	0,41	0,07	0,08		
fev.	0,28	0,12	0,01	0,00	0,05	0,02	0,30	0,13	0,04	0,02		
mar.	0,66	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,65	0,04	0,10	0,00		
abr.	0,33	0,12	0,01	0,00	0,12	0,04	0,37	0,13	0,07	0,02		
maio	0,27	0,51	0,01	0,02	0,08	0,15	0,40	0,75	0,07	0,13		
jun.	0,39	0,30	0,02	0,01	0,10	0,08	0,62	0,47	0,08	0,06		
jul.	0,35	0,13	0,01	0,00	0,08	0,03	0,55	0,20	0,06	0,02		
ago.	0,48	0,23	0,02	0,01	0,11	0,05	0,72	0,34	0,08	0,04		
set.	0,64	0,24	0,02	0,01	0,25	0,09	0,85	0,32	0,13	0,05		
out.	0,53	0,13	0,02	0,00	0,12	0,03	0,80	0,20	0,11	0,03		
nov.	0,56	0,36	0,02	0,01	0,16	0,10	2,20	1,40	0,08	0,05		
dez.	1,04	0,35	0,03	0,01	0,45	0,15	0,86	0,29	0,44	0,15		
Total	5,80	2,85	0,20	0,08	1,69	0,82	8,69	4,68	1,33	0,65		
Média	0,48	0,24	0,02	0,01	0,14	0,07	0,72	0,39	0,11	0,05		
Desvio	0,22	0,14	0,01	0,01	0,11	0,05	0,50	0,37	0,11	0,05		

Tabela 5 - Produção de biomassa e de nutrientes no ecossistema eucalipto durante o ano de 1993.

Frações	Biomassa (kg/ha)	Nutrientes (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Folhas	1.335,10	12,36	0,36	3,73	17,62	1,93
Ramos e galhos	604,30	2,97	0,08	1,05	7,20	0,57
Miscelânea	704,20	2,85	0,08	0,82	4,68	0,65
Total	2.643,60	18,18	0,52	5,60	29,50	3,15

O potássio respondeu pela terceira deposição, as frações folhas, ramos e galhos e miscelânea obtiveram 3,73 kg/ha, 1,05 kg/ha e 0,82 kg/ha, respectivamente (Tabela 5). Na fração folhas, a deposição variou de 0,12 kg/ha em agosto a 0,79 kg/ha em novembro (Tabela 2). Na fração ramos e galhos a menor deposição ocorreu em fevereiro, março e abril com 0,01 kg/ha, e a maior em agosto com 0,28 kg/ha (Tabela 3). A fração miscelânea variou de 0,00 kg/ha em março a 0,15 kg/ha em maio e dezembro (Tabela 4).

O cálcio foi o elemento que alcançou a maior quantidade, com 29,50 kg/ha (Tabela 5), as frações folhas, ramos e galhos e miscelânea obtiveram 17,62; 7,20 e 4,68 kg/ha, respectivamente. Na fração folhas, a menor deposição ocorreu em fevereiro com 0,48 kg/ha e a maior em maio com 3,96 kg/ha (Tabela 2). Na fração ramos e galhos a menor deposição ocorreu em março e abril com 0,12 kg/ha e a maior em setembro com 2,26 kg/ha (Tabela 3). Na fração miscelânea a menor deposição ocorreu igualmente em março com 0,04 kg/ha e a maior em novembro com 1,40 kg/ha (Tabela 4).

O magnésio alcançou 3,15 kg/ha. A fração folhas respondeu pela maior participação com 1,93 kg/ha, em seguida miscelânea com 0,65 kg/ha e, finalmente, ramos e galhos com 0,57 kg/ha (Tabela 5). Na fração folhas, a menor deposição ocorreu em fevereiro com 0,04 kg/ha e a maior em maio com 0,44 kg/ha (Tabela 2). Na fração ramos e galhos, a menor deposição ocorreu em março e abril, com 0,00 kg/ha e a maior em setembro com 0,19 kg/ha (Tabela 3). Na fração miscelânea, a deposição variou de 0,00 kg/ha em março a 0,15 kg/ha em dezembro (Tabela 4).

Com relação ao eucalipto, pode-se estabelecer a seguinte ordem percentual de distribuição: cálcio 51,80 %; nitrogênio 31,92 %; potássio 9,83%; magnésio 5,53%; e, finalmente, o fósforo com 0,92%.

4 - CONCLUSÃO

- a) O eucalipto produziu 2.643,60 kg/ha de liteira. A fração folhas contribuiu com a maior quantidade, 1.335,10 kg/ha. Em seguida vem a fração miscelânea com 704,20kg/ha e, finalmente, a fração ramos e galhos com 604,30 kg/ha;
- b) os nutrientes mais importantes em termos de retorno ao solo foram cálcio e nitrogênio;
- c) a quantificação dos elementos químicos obedece à seguinte seqüência na ordem de grandeza: Ca (51,80%); N (31,92%); Mg (5,53%); K (5,86%) e P (0,66%).

(Aprovado para publicação em 14.01.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FALESI, Ítalo Cláudio. O ambiente edáfico. In: ALMEIDA JÚNIOR, José Maria Gonçalves de (Org.) *Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento*. São Paulo: Brasiliense; Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986. 633p. p.125 - 155.
- FONSECA, Carlos. *Sinopse da história dos municípios do Pará*. Belém; Organização Comercial Estrela, [19__]. 249p.
- INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ (IDESP). Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins (PRODIAT). *Programa de Desenvolvimento Rural Integrado - PDRI - Caracterização sócio-econômico e física da API - Barcarena: relatório final*. Belém, 1983. 245p.
- INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ (IDESP). Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins (PRODIAT). *Relatório Técnico Preliminar - RTP - Síntese do projeto de implantação do núcleo rural de Barcarena*. Brasília, 1984. 238p.
- LIBONATI, Virgílio Ferreira. *Elementos de estatística geral e experimental: aplicação à heveicultura*. Belém: FCAP. Convênio EMBRAPA/FCAP-SERINGUEIRA, 1986. 145p.
- LUIZÃO, Flávio Jesus. *Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central: aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira*. Manaus: INPA: Fundação Universidade do Amazonas, 1982. 109p. (Dissertação(Mestrado em Biologia) - INPA/Fundação Universidade do Amazonas, 1982).

- OLIVEIRA, Francisco de Assis, BENTES, Michelliny Pinheiro de Matos. *Biogeoquímica de ecossistemas florestais sob diferentes condições de manejo na Região de Barcarena: estudo de fluxo de nutrientes via processo deposicional de biomassa*. Belém: ALBRAS/FCAP, 1993. 10p.
- PEREIRA, Gilberto Carvalho. *Métodos de análise de solo, tecido vegetal e água utilizados nos laboratórios da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP*. Belém: FCAP, 1996. 18p. (mimeog.)
- RODRIGUES, A. C. da G., MIRANDA, R. A. D. de. Efeito da chuva na liberação de nutrientes do folheto num agrosistema de cacau do sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 9, p.1345 - 1350, set. 1991.
- RODRIGUES, Irenice Alves. Inventário florístico em áreas do projeto Albrás-Alunorte, Barcarena-Pa. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. *Anais...* Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 2. p.153-166.
- SANTOS, Rozely Ferreira dos. *Aspectos da ciclagem de nutrientes minerais em um reflorestamento misto (Campinas, SP)*. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1988. 222p. (Tese (Doutorado em Ciências)- Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1988).

NÍVEIS DE AÇÚCARES E ATIVIDADE DE INVERTASES EM CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp). II. CULTIVARES SP70-1143 e SP71-799

Irenice M.S. VIEIRA¹
Otto J. CROCOMO²
Enio T. de OLIVEIRA³
Luiz A. GALLO⁴
Telma F.C. BATISTA⁵
Rosana C. RODRIGUES⁵

RESUMO: As várias formas isoenzimáticas de invertase desempenham importante papel no metabolismo de açúcar, como parte integrante do sistema fonte reservatório em cana-de-açúcar, sendo que os cultivares têm como característica genética um comportamento fisiológico e agrônomico diferenciado. Os cvs. SP701143 e SP71-799 foram plantados no campo em solo Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Piracicaba, SP, com manejo adequado a essa cultura. Amostras das folhas (lâminas e bainhas) + 3 e +4 e dos 3ª e 4ª internódios dos colmos foram colhidas em intervalos de tempo no período entre o 5ª e o 7ª mês após o plantio. Foram realizadas análises de proteína total solúvel, açúcares redutores, açúcares solúveis totais, estimado o valor de sacarose e determinação das isoenzimas de invertase ácida solúvel (pH 5,5), neutra (pH 7,0), da parede celular da lâmina foliar (pH 3,8), da bainha foliar (pH 3,5) e da parede celular do tecido do colmo (pH 2,2). O cv. SP71-799 mostrou-se mais eficiente do que o cv. SP70-1143, em termos de teor de sacarose, apresentando teores baixos de açúcares redutores nos internódios do colmo. Os tecidos da lâmina foliar bainha e colmo de ambos os cultivares possuem duas invertases solúveis (uma ácida pH 5,5 e uma neutra pH 7,0) e uma ácida ligada à parede celular. Cada uma dessas isoformas apresenta um valor de pH ótimo. O cv. SP70-1143 apresenta teores relativamente altos de sacarose no colmo e alta atividade de invertase ácida nas folhas.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Sacarose, Açúcares Redutores, Cana-de-Açúcar, Isoenzimas, Invertases.

¹ Bioquímica, Dra. em Agronomia, Professora Adjunta da FCAP

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular do CEBTEC/ESALQ/USP

³ Biólogo, Técnico do CEBTEC/ESALQ/USP

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da ESALQ/USP, Pesquisador do CEBTEC/ESALQ/USP

⁵ Bolsistas do CNPq/FCAP

LEVELS THE SUGAR AND ACTIVITY THE INVERTASES IN SUGARCANE (*Saccharum* spp.). II. CULTIVARS SP70-1143 AND SP71-799

ABSTRACT: An important role is played by invertase isoenzymes in sugar metabolism, as part of the source-sink system in sugarcane, contributing to the physiological and agronomic behavior of the different cultivars. To test this, cvs. SP70-1143 and SP71-799 were cultivated in the field. Samples of leaves (blades and sheaths) and stalks were harvested in time intervals between the 5th and the 7th month of growth. Total soluble protein, reducing and total soluble sugars were analysed and sucrose has been estimated. Determination of the activity of the following invertase isoenzymes: acidic (pH 5.5), neutral (pH 7.0), cell wall-linked (pH 2.2, 3.5 and 3.8) were carried out. Cv. SP71-799 showed higher levels of sucrose than cv. SP70-1143, presenting low levels of reducing sugars in the stalks internodes. In both cultivars, the tissues of leaf blade and sheaths and of the stalk internodes have two soluble invertase isoenzymes, one acidic pH5.5 and one neutral pH 7.0, as well as an cell wall linked acidic isoenzyme; each one of these isoforms bears an optimum pH value. Cv. SP70-1143 have relatively high levels of sucrose in the stalks and high activity of acidic invertase in the leaves.

INDEX TERMS: Sucrose, Reducing Sugars, Sugarcane, Isoenzymes, Invertases.

1 - INTRODUÇÃO

A exemplo do que ocorre com todas as plantas superiores, o desenvolvimento da cana de açúcar, freqüentemente expresso em termos de alongamento (DILLEWIJN, 1952), é fortemente influenciado pela distribuição de fotossintetados entre os centros de produção, tais como folhas, e o centro de acúmulo, os internódios do colmo (IRVINE, 1980).

Muitos fatores contribuem para a obtenção de altas produtividades da cana-de-açúcar. Mas, como ocorre na maioria das culturas agrícolas, a utilização de cultivares geneticamente melhorados é o sistema mais eficiente para se obter maiores rendimentos. Naturalmente, cada cultivar exige um manejo diferenciado, o que torna necessária a adoção de tecnologia específica. O binômio tecnologia-variedade representa a receita mais apropriada para tornar a cultura de cana-de-açúcar mais efetiva no desenvolvimento agrícola do país (SILVA, 1984).

Apesar disso, outros pesquisadores aventam a provável existência de uma relação inversa entre a capacidade de armazenamento de açúcar no colmo e o desenvolvimento vegetativo da planta, o que torna problemático obter-se variedades de alta produtividade de colmo e açúcar sem grandes exigências nutricionais (COPERSUCAR, 1983).

O cultivar SP70-1143 é reconhecido como bom produtor de colmos, em solos de baixa fertilidade natural, tendo no passado recente superado neste aspecto outros cultivares em cultivo comercial (COPERSUCAR, 1983; DIB NUNES JR., 1987). Por sua vez, o cv. SP71-799 tem como característica elevada precocidade, com teores muito altos de sacarose, sendo ainda um cultivar bem classificado quanto à produtividade de colmos.

Com base no que foi exposto, o presente trabalho objetivou estabelecer comparações entre atividades de invertases e os diferentes componentes de açúcar nos tecidos destes dois cultivares de cana-de-açúcar durante as fases iniciais de crescimento e maturação e, ainda, localizar a distribuição dessas enzimas nas paredes celulares de diferentes tecidos que são as lâminas foliares, bainhas e internódios.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi realizado em área de solo Podzólico Vermelho-Amarelo localizado no município de Piracicaba, SP (latitude 22° 43'S, longitude 47° 38'W e altitude 580m).

O preparo do solo e de mudas, o plantio e as adubações foram realizados do modo convencional. Na escolha dos talhões para as coletas, foram levadas em consideração as épocas de plantio, homogeneidade do solo e a população do canavial. Em cada talhão foi demarcada uma subárea útil constituída por seis linhas de cana-de-açúcar, cada uma com 50 m de comprimento e 1,5m de espaçamento entre as linhas. Destas seis linhas úteis, cada grupo de três linhas constituiu as repetições 1 e 2.

2.2 - PREPARO DAS AMOSTRAS

Em cada amostragem foram colhidos dois grupos de plantas, ou seja, uma para cada três das seis linhas úteis. As plantas foram colhidas ao acaso e em ziguezague, e imediatamente separadas as folhas (lâminas e bainhas) e colmos (internódios). Cada amostra consistiu de lâminas e bainhas das folhas +3 e +4 e do 3º e 4º internódios, conforme descrito por SUZUKI (1982).

Os internódios foram triturados em desintegradores manuais. Esse material mais as folhas foram colocados em sacos de plástico, acondicionados em caixas de isopor com gelo e transportados para o laboratório.

As amostras (lâminas foliares, bainhas e colmos) foram preparadas em duplicatas, ou seja, das folhas destacaram-se apenas os 20cm centrais da lâmina foliar sem a nervura principal e o terço médio da bainha, desprezando-se os 2cm laterais. Em seguida, essas amostras foram lavadas com água destilada, enxugadas com papel absorvente e grosseiramente picadas, acondicionadas em sacos de alumínio perfurados, os quais foram colocados no liofilizador para secagem à baixa temperatura, após o que todas as amostras foram imediatamente pesadas e moídas. O pó resultante foi acondicionado em frascos de vidro hermeticamente fechados e mantidos em dissecadores sob vácuo, à temperatura aproximada de 5°C (câmara fria).

2.3 - PREPARO DOS EXTRATOS E DETERMINAÇÃO DAS ATIVIDADES ESPECÍFICAS DAS ENZIMAS

O preparo dos extratos de enzimas solúveis (ácida e neutra) e da invertase ligada à parede celular dos tecidos da lâmina foliar, bainha e colmo baseou-se em adaptação feita às metodologias descritas por HATCH et al (1963), RICARDO & AP REES (1970) e VATTUONE et al (1981 a, b). Como existem evidências de que o meio de extração pode afetar a atividade da enzima (PRADO et al, 1978), testes complementares foram realizados e comprovaram a necessidade de um meio de homogeneização específico para cada tecido.

As amostras de 500mg de lâminas e bainhas foliares liofilizadas e moídas foram suspensas e homogeneizadas em meio constituído pelo tampão fosfato de sódio 50 mM (pH 7,5), contendo 2-mercaptoetanol 1mM, $MnSO_4$ 5gM e 750mg de Na_2SO_3 (FLEISCHMACHER et al, 1980; SAMPIETRO et al, 1980, VIEIRA, 1983).

O meio de homogeneização utilizado foi o descrito por QUIROGA (1977): água destilada; tampão fosfato de sódio 20mM (pH 7,5), contendo ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 1mM; tampão de fosfato de sódio 20mm (pH 7,5) contendo 2-mercaptoetanol 1mM; tampão fosfato de sódio 20 mM (pH 7,5) contendo 2-mercaptoetanol 1 mM + MnSo₄ 5 gM.

Os extratos da parede celular dos tecidos de lâmina, bainha e colmo foram tratados, sucessivamente, com as seguintes soluções preparadas segundo PRADO et al (1982):

1. tampão fosfato de sódio 0,2M (pH 7,5) contendo NaCl 1 M e 2 - mercaptoetanol 1 mM;
2. tampão citrato-fosfato de sódio 0,2 M (pH 8,5) contendo 2-mercaptoetanol 1 mM;
3. tampão citrato-fosfato de sódio 0,2M (pH 8,5) contendo NaCl 1 M, 2-mercaptoetanol 1 mM e EDTA 30mM;
4. tampão borato de sódio 0,2M (pH8,5) contendo 2-mercaptoetanol 1 mM.

Cada suspensão de parede celular obtida pelo processo de extração foi centrifugada a 3.020 x g por 10 minutos e o precipitado lavado e ressuspenso por 30 minutos em 5ml do tampão 1. Nas suspensões seguintes, o precipitado foi lavado e ressuspenso por 30 minutos em 5 ml de tampão (tampões 2, 3 e 4). O precipitado obtido do tampão 4 foi lavado e ressuspenso por 30 minutos em 5 ml do tampão acetato de sódio 10 mM (pH 5,5) contendo 2-mercaptoetanol 1mM. O precipitado resultante foi, finalmente, ressuspenso em 4ml do tampão acetato (A), obtendo-se o extrato que serviu como fonte para a determinação da atividade de invertase da parede celular.

Aliquotas de 200 µl foram utilizadas para a determinação da atividade enzimática em meio de reação padrão (volume final de 1000 µl), contendo, também, 100 µl de sacarose e 700 µl dos seguintes tampões: a) invertase ácida solúvel: acetato de sódio 0,2 M, pH 5,5; b) invertase neutra: acetato de sódio 0,2 M, pH 7,0; c) invertase da parede da lâmina foliar: acetato de sódio 0,2 M, pH 3,8; d) invertase da bainha foliar: acetato de sódio 0,2 M, pH 3,5; e) invertase da parede celular do colmo: acetato de sódio 0,2 M, pH 2,2. O meio de reação foi incubado a 37°C, a reação sendo interrompida aos 60

minutos pela adição de 1 ml do reagente de Somogyi. Os açúcares redutores produzidos pela hidrólise da sacarose foram determinados pelo método do arsenomolibdico (NELSON, 1944).

2.4 - PREPARO DOS EXTRATOS E DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE AÇÚCARES REDUTORES E AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

Para determinação de açúcares redutores e solúveis totais, o extrato foi preparado a partir do material vegetal liofilizado e moído, utilizando-se metanol a 80%, a 85°C, sendo os açúcares redutores dosados espectrofotometricamente segundo NELSON (1994), detalhado em OCHOA-ALEJO (1980) e VIEIRA (1983), lendo-se no espectrofotômetro a 530 nm. Os teores de açúcares solúveis totais foram dosados pelo método do fenol sulfúrico descrito por DUBOIS et al. (1956), lendo-se a 420 nm no espectrofotômetro.

2.5 - PROTEÍNA SOLÚVEL TOTAL

A dosagem de proteína solúvel total foi realizada utilizando-se o método de LOWRY et al (1951), no extrato enzimático previamente diluído, tendo soro albumina bovina como padrão, lendo-se ao espectrofotômetro a 600nm.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - ATIVIDADE ESPECÍFICA DAS INVERTASES ÁCIDA SOLÚVEL (IAS), NEUTRA (IN) E INVERTASE LIGADA À PAREDE CELULAR (IP) EM LÂMINAS FOLIARES DOS CULTIVARES SP70-1143 e SP71-799

Nas atividades específicas das invertases, medidas em condições ácidas e neutras, observa-se a ocorrência de variações de acordo com a idade da planta, com o tipo de tecido e com o cultivar de cana-de-açúcar estudado.

Observa-se (Figuras 1a e 1b) que a tendência da atividade das invertases IAS e IN, a partir do 4º mês de cultivo, foi a de aumentar até o 6º mês. A partir daí, a tendência da isoenzima ácida foi a de decrescer e invariavelmente desaparecer com a maturidade do tecido, enquanto que a isoenzima neutra variou bastante em relação aos dois cultivares.

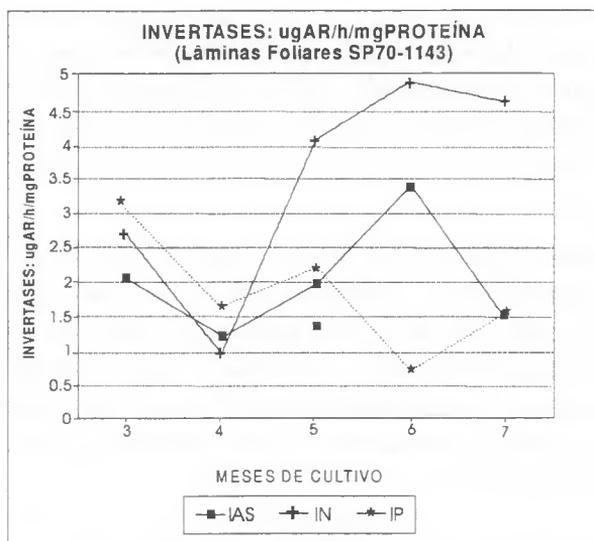


Figura 1a - Atividade específica das invertases ácida solúvel (IAS), neutra (IN) e invertase ligada à parede celular (IP) em lâminas foliares do cultivar SP 70-1143.

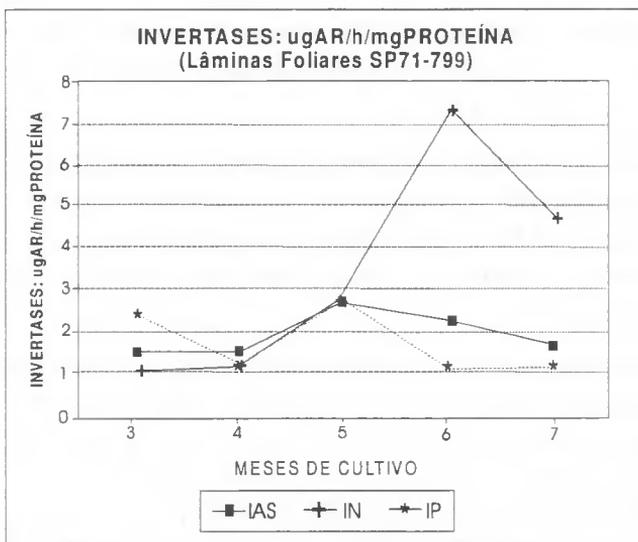


Figura 1b - Atividade específica das invertases ácida solúvel (IAS), neutra (IN) e invertase ligada à parede celular (IP) em lâminas foliares do cultivar SP 71-799.

As figuras mostram que a atividade da invertase ligada à parede celular das lâminas das folhas das plantas dos cultivares estudados não apresentou nenhuma tendência definida durante o desenvolvimento no período em estudo (de 3 a 7 meses). Seus níveis de atividade apresentam-se alternados, com elevações e quedas, até que voltaram a aumentar depois do sexto mês após o plantio.

Os resultados indicam que altos níveis de invertase ligada à parede celular das lâminas foliares podem estar associados com o crescimento das plantas. Quando a planta alcançou um estágio fisiológico mais diferenciado, a atividade começou a se elevar novamente. De fato, nota-se que a quantidade de atividade da invertase ligada à parede celular destes tecidos é consideravelmente menor nas folhas de plantas mais maduras (superior a 50%) do que nos tecidos de plantas em crescimento.

Observa-se que, ao contrário da isoenzima ligada à parede celular, a atividade da invertase ácida solúvel foi maior entre o 5^o e 6^o mês nos dois cultivares. Observa-se, também, que depois desse período ocorreu uma queda na atividade enzimática, indicando o início da fase de maturidade, semelhante ao observado por SUZUKI (1982). Comparativamente, parece existir uma predominância da atividade dessa isoenzima nas folhas do cultivar SP70-1143 em relação ao cultivar SP71-799.

Na tentativa de encontrar padrões de atividade enzimática que pudessem indicar a capacidade de um cultivar de cana em produzir açúcar o mais cedo possível, ALEXANDER (1967) sugeriu que as invertases podem ser utilizadas como um indicador para comprovar o rendimento de açúcar em cultivares de cana-de-açúcar.

Observa-se, ainda, que a atividade da invertase neutra aumentou com o crescimento, mostrando o SP71-799 uma tendência de decrescer após o 6^o mês, enquanto que no SP70-1143 a enzima se estabilizou em altos níveis, embora a distribuição nesse cultivar tenha variado de maneira aparentemente não relacionada com as características varietais, o que vai de encontro as observações de MADAN et al (1981) e concorda com HATCH & GLASZIOU (1963).

3.2 - ATIVIDADE ESPECÍFICA DAS INVERTASES ÁCIDA SOLÚVEL (IAS), NEUTRA (IN) E INVERTASE ÁCIDA LIGADA À PAREDE CELULAR (IP) NA BAINHA FOLIAR DOS CULTIVARES SP70143 e SP71-799.

Pelas Figuras 2a e 2b observa-se que nos meses iniciais do experimento houve uma predominância da isoenzima ácida da parede celular sobre as invertases ácidas e neutra. Entretanto, observou-se que, à medida que os tecidos tornaram-se fisiologicamente mais diferenciados, as enzimas intracelulares mostraram uma tendência em aumentar e logo decrescer em níveis bem próximos até o final do experimento. Os presentes resultados com cana-de-açúcar cultivada a campo e em condições semicontroladas confirmam observações feitas por outros autores sobre esses decréscimos da atividade enzimática, e sugerem que os resultados obtidos para as isoenzimas de parede celular podem ser devido a inibição pela sacarose (PRADO et al 1978; SAMPIETRO et al (1980).

A atividade da invertase ligada à parede celular da bainha repetiu a mesma tendência da invertase ligada à parede celular das lâminas foliares, qual seja, a de declinar com o desenvolvimento da planta.

Essa tendência pode estar corroborando a proposição de PRADO et al (1978), de que existe analogia entre a atividade das invertases da bainha foliar e aquelas de tecidos maduros e em crescimento. Essa analogia depende provavelmente da compartimentalização intracelular de enzimas, o que é comprovado pelas diferenças dos valores pH de invertases ligadas às paredes celulares dos tecidos analisados.

Os resultados das figuras 1a, 2a e 3a mostram que o cultivar SP70-1143 apresentou uma tendência das invertases de oscilarem, ora aumentando e diminuindo na fase seguinte.

Tendência oposta foi apresentada pela invertase ácida da bainha do cultivar SP71-799. Entre os três e quatro meses de crescimento, a atividade da enzima mostrou uma tendência a decrescer, elevando-se na fase seguinte e decrescendo após o 6^o mês.

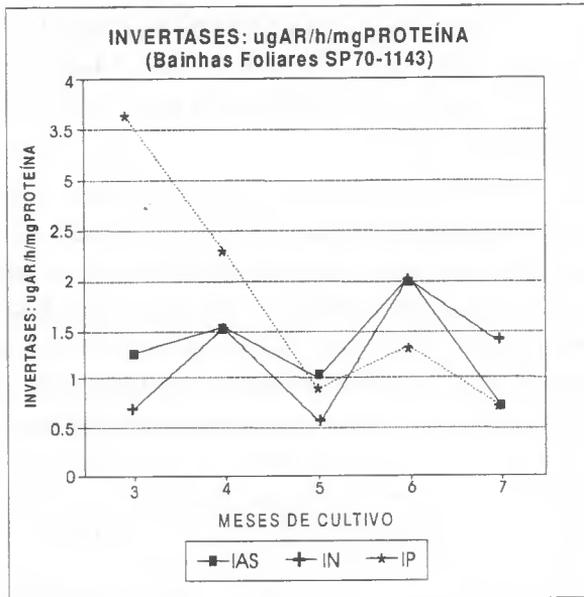


Figura 2a - Atividade específica das invertases ácida solúvel (IAS), neutra (IN) e invertase ligada à parede celular (IP) em bainhas foliaves do cultivar SP 70-1143.

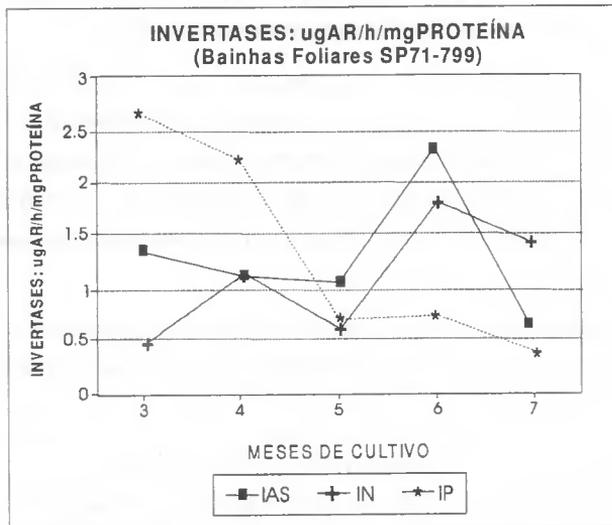


Figura 2b - Atividade específica das invertases ácida solúvel (IAS), neutra (IN) e invertase ligada à parede celular (IP) em bainhas foliaves do cultivar SP 71-799.

Observou-se, ainda, que as variações de suas atividades apresentaram ao longo do período acentuadas elevações seguidas de quedas bruscas de atividade para, finalmente, declinar com a idade da planta.

As variações na atividade da invertase neutra com a maturidade podem ser explicadas com base nas observações feitas por SAMPIETRO et al (1980), de que existe um paralelismo entre os eventos celulares que ocorrem nos tecidos da bainha foliar e nos tecidos do colmo em crescimento.

Os resultados das figuras 1a, 1b, 2a, 2b, 3a e 3b mostram, ainda, que a atividade da invertase neutra é maior do que a ácida nos dois cultivares, e as invertases neutras detectadas nos colmos têm o mesmo padrão de semelhança e comportamento, embora geralmente não pareçam estar relacionadas às características varietais.

3.3 - ATIVIDADE ESPECÍFICA DAS INVERTASES ÁCIDA SOLÚVEL (IAS), NEUTRA (IN) E INVERTASE LIGADA À PAREDE CELULAR (IP) NOS COLMOS DOS CULTIVARES SP70-1143 E SP71-799

As atividades específicas das diferentes invertases em colmos dos dois cultivares experimentadas são mostradas nas Figuras 3a e 3b.

A atividade da IAS nos dois cultivares foi semelhante e em ambas a tendência foi de declinar com o crescimento fisiológico das plantas.

A observação dos altos níveis de atividade da IN em relação a IAS estão de acordo com os resultados obtidos por HATCH & GLASZIOU (1963) e RICARDO & SOVIA (1974), relatando a ocorrência de altos níveis de atividade da IN, observando que esta relação pode estar estreitamente ligada à capacidade de acumular sacarose nesses cultivares.

Durante os meses de maior crescimento, a atividade da invertase ácida ligada à parede celular apresentou a tendência de aumentar à medida que o tecido do colmo tornou-se fisiologicamente mais maduro. Essa tendência foi semelhante aos padrões de distribuição para invertases em várias partes de raízes em desenvolvimento, como é o caso de ervilha (SEXTON & SUTCLIFFE, 1969), fava (BROWN et al, 1952) e milho (HELLEBUST & FORWARD, 1962).

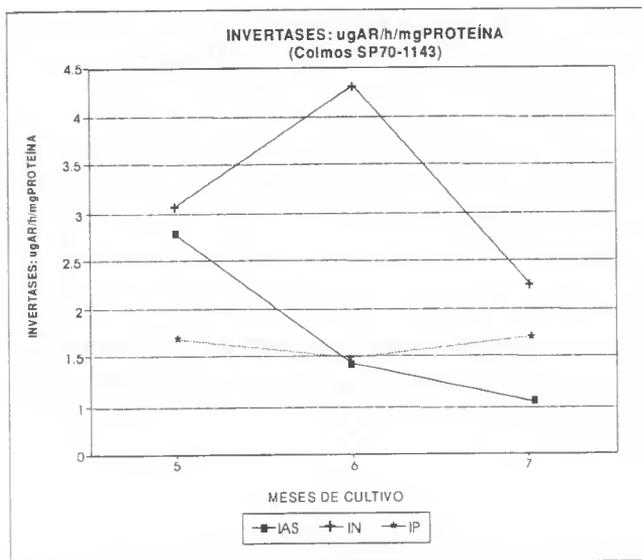


Figura 3a - Atividade específica das invertases ácida solúvel (IAS), neutra (IN) e invertase ligada à parede celular (IP) em colmos do cultivar SP 70-1143.

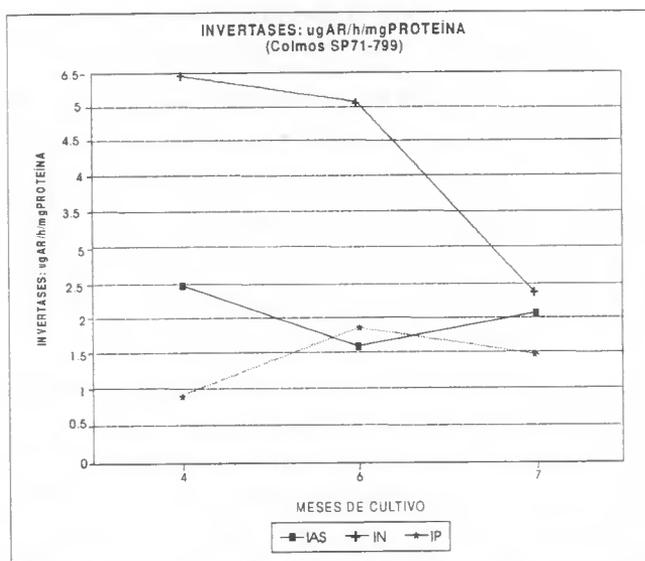


Figura 3b - Atividade específica das invertases ácida solúvel (IAS), neutra (IN) e invertase ligada à parede celular (IP) em colmos do cultivar SP 71-799.

3.4 - ARMAZENAMENTO DE AÇÚCARES EM RELAÇÃO À ATIVIDADE DE INVERTASES EM LÂMINAS FOLIARES DOS CULTIVARES SP70-1143 E SP71-799

Observa-se nas Figuras 4a e 4b que o conteúdo de açúcares em lâminas foliares das duas cultivares tinham comportamentos semelhantes. Levando-se em conta esse fato, e que a atividade da invertase ácida mostrou uma tendência a aumentar e decrescer enquanto que a atividade de invertase neutra elevou-se, é possível que a atividade de invertase ácida seja a responsável pelas mudanças nos teores de açúcares durante o crescimento, pois deve estar estreita e inversamente relacionada com o conteúdo de sacarose e açúcares totais. Nesse período, os efeitos da atividade de invertase neutra foram, provavelmente, mascaradas pela atividade de invertase ácida, conforme, aliás, foi também observado por GLASZIOU (1960) e GAYLER & GLASZIOU (1972).

3.5 - ARMAZENAMENTO DE AÇÚCARES EM RELAÇÃO À ATIVIDADE DE INVERTASES EM BAINHAS FOLIARES DOS CULTIVARES SP70-1143 E SP71-799

Os teores de açúcares em bainhas foliares, ao longo do período de cultivo nos dois cultivares, são mostrados nas Figuras 5a e 5b. Observa-se que o conteúdo de açúcares nesse tecido variou durante o crescimento e maturação das plantas. No início dos ensaios, os tecidos da bainha continham os maiores teores de açúcares solúveis totais e sacarose. No decorrer do período experimental, o SP71.799 mostrou possuir maior tendência de variação nos teores de açúcares das bainhas, parecendo não ter havido influência do fator varietal.

De acordo com as mudanças nas atividades das diferentes formas enzimáticas nas bainhas foliares destes cultivares, observa-se uma predominância das atividades das invertases ácidas (solúvel e de parede celular), sobre a invertase neutra durante o período de crescimento. No final do período, entretanto, ocorreu queda na atividade das invertases ácidas, enquanto que a invertase neutra passou a predominar, sem contudo elevar-se a níveis significantes.

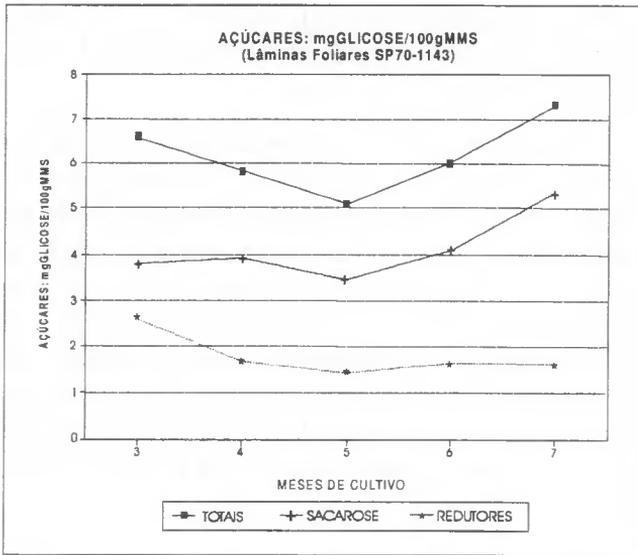


Figura 4a - Conteúdo de açúcares totais, sacarose e açúcares redutores em lâminas foliares do cultivar SP70-1143.

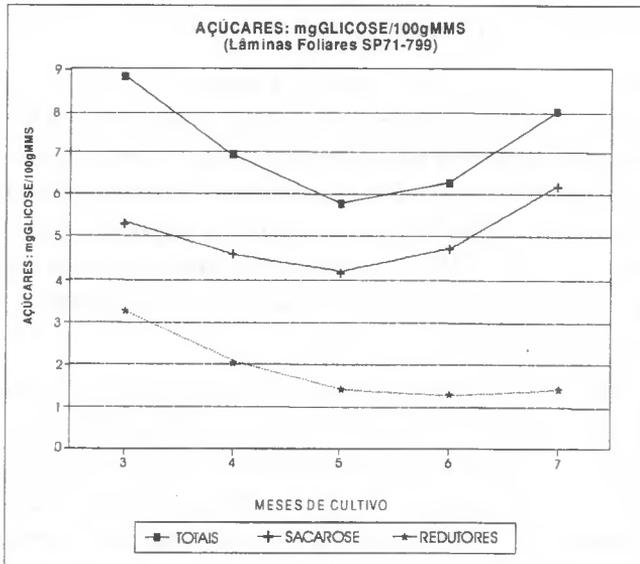


Figura 4b - Conteúdo de açúcares totais, sacarose e açúcares redutores em lâminas foliares do cultivar SP71-799.

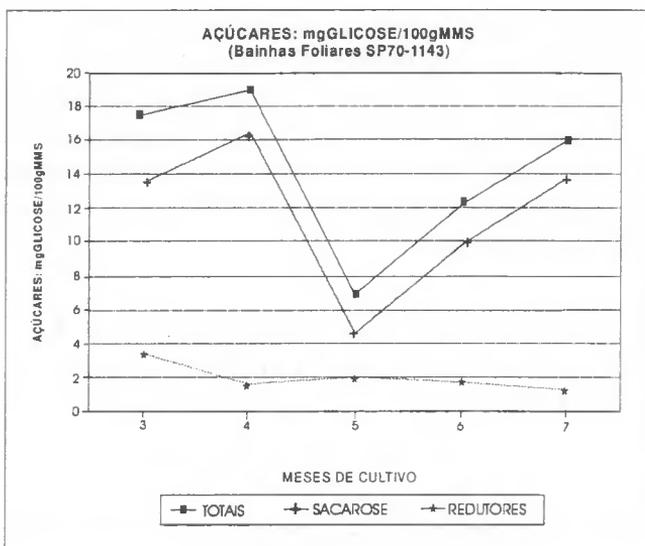


Figura 5a - Conteúdo de açúcares totais, sacarose e açúcares redutores em bainhas foliares do cultivar SP70-1143.

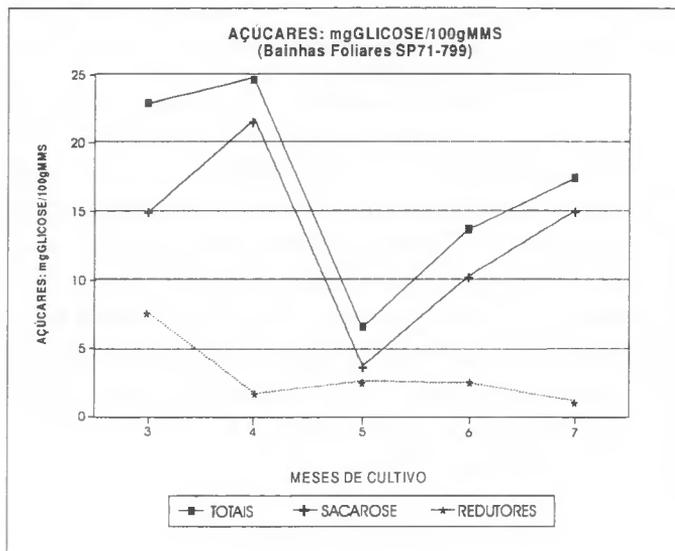


Figura 5b - Conteúdo de açúcares totais, sacarose e açúcares redutores em bainhas foliares do cultivar SP71-799.

Esses resultados discordam de SLACK (1965) que não detectou acúmulo de açúcares solúveis nem nos tecidos de folhas nem da bainha em plantas cultivadas em condições de campo, como em condições controladas. Entretanto, concordam com PRADO et al (1978), os quais, trabalhando com canas cultivadas a campo, demonstraram que essas plantas possuem elevada concentração de sacarose no espaço intercelular que deve estar disponível para a inversão pelas invertases.

3.6 - ARMAZENAMENTO DE AÇÚCARES EM RELAÇÃO À ATIVIDADE DE INVERTASES EM COLMOS DOS CULTIVARES SP70-1143 E SP71-799

O conteúdo de açúcares em colmos dos cultivares SP70-1143 e SP71-799 são mostrados nas Figuras 6a e 6b. Observa-se que no cultivar SP71-799 a taxa de armazenamento de sacarose aumenta ou diminui em função do nível de atividade de invertase neutra. Esses resultados estão de acordo com os de HATCH & GLASZIOU (1963), os quais sugeriram que essa isoenzima parece ser a mesma invertase neutra que é ativa em tecidos armazenadores imaturos e que sobreviveu ao processo de maturação do tecido.

No estágio do crescimento do colmo, a atividade da invertase ácida solúvel nos dois cultivares estudados decresceu consideravelmente com o tempo, enquanto que a invertase neutra aumentou. No estágio subsequente, entretanto, quando os internódios alcançaram a maturidade, a atividade das duas enzimas do cultivar SP70-1143 começou a declinar, enquanto que no cultivar SP71-799 a tendência da atividade de ambas as isoenzimas foi a de aumentar, sugerindo uma estreita influência do fator varietal. Essa observação concorda com a de vários autores, sugerindo a existência de uma estreita relação entre o crescimento do tecido de cana-de-açúcar e a atividade de invertase ácida (ROBISON & BROWN, 1952; HELLEBUST & FORWARD, 1962; HATCH & GLASZIOU, 1963).

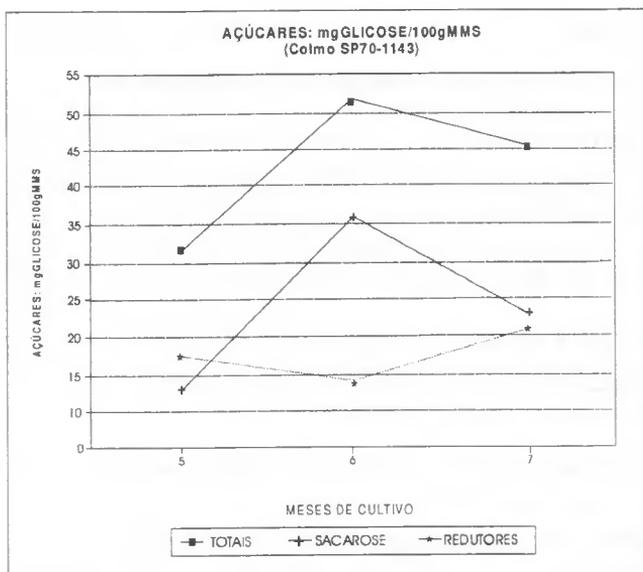


Figura 6a - Conteúdo de açúcares totais, sacarose e açúcares redutores em colmos do cultivar SP70-1143.

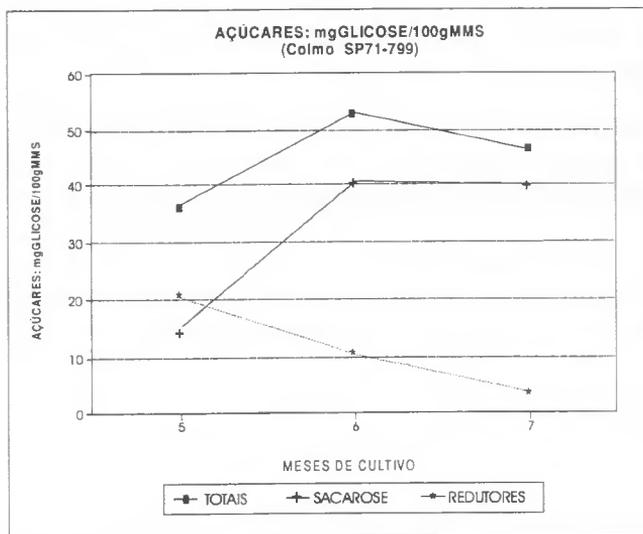


Figura 6b - Conteúdo de açúcares totais, sacarose e açúcares redutores em colmos do cultivar SP71-799.

4 - CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a) os tecidos da lâmina foliar, bainha e colmos dos cvs. SP70-1143 e SP71-799 possuem duas invertases solúveis: uma ácida, pH 5,5 e uma neutra, pH 7,0 bem como uma invertase ácida ligada à parede celular. Essas isoenzimas exercem função chave na mobilização, utilização e acúmulo de sacarose em ambos os cultivares de cana-de-açúcar;
- b) o cv. SP71-799 apresenta teores elevados de sacarose no colmo e baixos níveis de açúcares redutores, o que está relacionado com a invertase neutra, cuja a atividade é alta nesse tecido;
- c) as folhas do cv. SP70-1143 possuem alta atividade de invertase ácida solúvel, o que está relacionado com o nível de sacarose encontrado nos colmos desse cultivar, nível esse não tão elevado quanto o do cv. SP71-799;
- d) os níveis de invertase ácida ligada à parede celular refletem a hidrólise da sacarose *in situ*, ou seja, no vacúolo e no espaço externo a essa organela, antes de entrar nas vias metabólicas das células armazenadoras do parênquima;
- e) há uma correspondência entre os níveis de invertase neutra e teor de açúcares redutores nos tecidos de colmos no cv. SP71-799 (cultivar de alto açúcar), não ocorrendo o mesmo no cv. SP70-1143 (cultivar de baixo açúcar).

(Aprovado para publicação em 15.08.96)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, A. G. Evaluation of sugar-enzyme relationships among twelve Puerto Rico sugarcane varieties. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, Rio Piedras, v.51, n.1, p.29-38, 1967.
- BROWN, R., REITH, W.S., ROBISON, N.E. The mechanism of plant cell growth. *Society Experimental Biological Symposium*, n.6, p.329-347, 1952.
- COPERSUCAR. *Novas variedades Copersucar*. Piracicaba, 1983. p.1-59 (Boletim Técnico Copersucar).
- DIB NUNES JR., M. S. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. *Cana-de-açúcar, cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.187-259
- DILLEWIJN, C. van. *Botany of sugarcane*. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.
- DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, Washington, D.C., v.28, p.350-356, 1956.
- FLEISCHMACHER, P.L., PRADO, F.E., SAMPIETRO, A. R. Cell wall invertases from apex and callus tissues of sugarcane. *Plant and Cell Physiology*, Kyoto, v.21, p.1273-1281, 1980.
- GAYLER, K.R., GLASZIOU, K.T. Physiological functions of acid and neutral invertase in growth and sugar storage. *Physiologia Plantarum*, Kobenhaun, v.27, p.25-31, 1972.
- GLASZIOU, K.T. Accumulation and transformations of sugars in sugarcane stalks. *Plant Physiology*, Washington, D.C., v.35, n.6, p.895-905, 1960.
- HATCH, M. D., GLASZIOU, K. T. Sugar accumulation cycle in sugarcane. II. Relationship of invertase activity to sugar content and growth rate in storage tissue of plant growth in controlled environments. *Plant Physiology*, Washington, D. C., v.38, p.344-348, 1963.
- _____, SACHER, J. A. , GLASZIOU, K.T. Sugar accumulation cycle in sugarcane. I. Studies on enzymes of the cycle. *Plant Physiology*, Washington, D.C., v.38, p.338-343, 1963.
- HELLEBUST, J. A.; FOWARD. D.F. The invertase of the corn radicle and its activity in successive stages of growth. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.40, p.113-126, 1962.

- IRVINE, A. S. Growth and yield of sugarcane. In: SYMPOSIUM ON POTENCIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTS, 1980.
- LOWRY, O. H. et al. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal Biological Chemistry*, Baltimore, v. 193, p.265-275, 1951.
- MADAN, V. K. Foliar enzymes of sugarcane. Part I. Seasond variation of invertases. *International Sugar Journal*, Lucknow, v.83, n.990, p.163, 1981.
- NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. *Journal Biological Chemistry*, Baltimore, v.153, p.375-380, 1994.
- OCHOA-ALEJO, N. *Efeito do nitrogênio nítrico, amoniacal e de uréia sobre o crescimento, carboidratos e compostos nitrogenados em cana-de-açúcar (Saccharum, spp) cv. NA56-79 cultivada em solução nutritiva*. Piracicaba: ESALQ, 1980. 116p. (Dissertação (Mestrado) - ESALQ, 1980).
- PRADO, F.E., VATTUONE, M.A. , SAMPIETRO, A .R. Sugarcane glycosidases. A new bound invertase from leaf sheaths. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 17., 1978, São Paulo. *Proceedings*. São Paulo, 1978. p.1683-1691.
- _____ et al. Cell wall invertases of sugarcane. *Phytochemistry*, New York, v.21, n.12, p.2825-2828, 1982.
- QUIROGA, E.N. et al. Sugarcane glycosidades. A general view of the glycosidades from stalk. *Plant Science Letters*, Amsterdam, v.8, p.135-140, 1977.
- RICARDO, C.P.P., AP REES, T. Invertase activity during the development of carrot roots. *Phytochemistry*, New York, v.9, p.239-247, 1970.
- _____, SOVIA, D. Development of tuberous roots and sugar accumulation as related to invertases activity and mineral nutrition. *Planta*, Berlin, v.118, p.43-55, 1974.
- ROBISON, E., BROWN, T. The development of the enzyme complement in growing root cells. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.3, n.9, p.356-374, 1952.
- SAMPIETRO, A . R., VATTUONE. M. A ., PRADO, F.E. A regulatory invertase from sugarcane leaf-sheaths. *Phytochemistry*, New York, v.19, p.1637-1642, 1980.
- SEXTON, H.R., SUTCLIFFE, J.F. The distribution of B-glycerophosphatase in young roots of *Pisum sativum* L. *Annals of Botany*, Oxford, v.33, p.407-419, 1969.

- SILVA, W.M. Perspectivas da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. In: SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, 2., 1984, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1984.
- SLACK, C.R. The physiology of sugarcane. VIII. Diurnal fluctuations in the activity of soluble invertase in elongating internodes. *Australian Journal of Biological Science*, Melbourne, v.18, p.781-788, 1965.
- SUZUKI, J. *Biossíntese e acúmulo de sacarose em cana-de açúcar (Saccharum spp)*: influência íon potássio durante diferentes estágios do crescimento em solução nutritiva. Piracicaba: ESALQ, 1982. 96p. (Tese (Doutorado) - ESALQ, 1982).
- VATTUONE, M. A ., PRADO, F.E., SAMPIERO, A . P. Cell wall invertases from sugarcane. *Phytochemistry*, New York, v.20, p.189-198, 1981 a .
- _____, et al. Localization of invertase in *Ricinus communis* leaves. *Phytochemistry*, New York, c.22, p.1361-1365, 1981 b .
- VIEIRA, I.M.S. *Efeito do potássio sobre a atividade de invertases, teores de açúcares e compostos nitrogenados em cana-de-açúcar (Saccharum spp. var. NA56-79) cultivada em solução nutritiva*. Piracicaba: ESALQ, 1983. 97p. (Dissertação (Mestrado) - ESALQ, 1983).

OCCURRENCE OF VESICULAR-ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN ROSEWOOD

(*Aniba rosaeodora* Ducke)

José Augusto da Silva SANTANA¹
Lucyana Pereira BARROS²

ABSTRACT: Extractivism of the species (*Aniba rosaeodora*) once was very important in the economy of the Amazon Region, however the intense pressure of harvesting decreased considerably the population of the species. Plantation in agroforestry systems or reforestation is one alternative continuously to provide raw material but rosewood has showed slow growth rates. The utilization of mycorrhiza to produce seedlings in the nursery should contribute to increased rate of growth and survival. Roots of nursey seedlings of regenerants collected under the crown of trees in the forest and from mature trees were collected and analized with the objective to determine the occurrence of the Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi and the degree of infection. Soil samples near the roots were analized to quantitify and identify the spores. All root samples examined showed inter- and intracellular hyphae, and arbuscles. In soil samples spores from eight differents species of the Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi genera, *Acaulospora*, *Glomus* and *Scutellospora*, were found.

INDEX TERMS: *Rosewood*, *Aniba*, Tropical tree, VA Mycorrhiza.

OCORRÊNCIA DE MICORRIZA VESICULAR-ARBUSCULAR EM PAU-ROSA

(*Aniba rosaeodora* Ducke)

RESUMO: O extrativismo de pau rosa (*Aniba rosaeodora*) foi uma importante atividade econômica até os anos 60, entretanto a intensa exploração reduziu consideravelmente a população da espécie. O plantio em forma de reflorestamento ou em sistema agroflorestal é uma alternativa para um constante suprimento de matéria prima, entretanto a espécie tem apresentado reduzida taxa de crescimento.

¹ Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Adjunto da FCAP.

² Engenheira Florestal, Bolsista do Programa de Aperfeiçoamento em Pesquisa- UAP/FCAP.

A utilização de micorriza no preparo das mudas pode contribuir para aumentar esta taxa de crescimento e a sobrevivência, entretanto é necessário determinar a ocorrência de VAM e o grau de infecção. Com este objetivo analisou-se raízes de mudas originadas de sementes produzidas no viveiro da FCAP, raízes de mudas coletadas na floresta e raízes de árvores adultas. Amostras de solo foram também analisadas para quantificar e identificar os esporos. Todas as raízes examinadas mostraram hifas inter e intracelulares e arbúsculos. Nas amostras de material do solo foram encontrados esporos dos generos *Acaulospora*, *Glomus* e *Scutellospora* com oito diferentes espécies de Fungos VAM.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Pau rosa, *Aniba*, Árvore Tropical, VA Micorriza.

1 - INTRODUCTION

Aniba rosaeodora is a species of Lauraceae which occurs in the Amazon, principally in Brazil and French Guiana. Its common names include: pau rosa (Brazil), rosewood (England and USA) and bois de rose (French). From its wood, branches, leaves and roots an essence is extracted that is used in the perfume industry directly for production of bouquets and as a fixative. From *Aniba* extract it is possible to obtain linalol oil and acetate of linalol for use in perfume, chemical, pharmacology and medicinal industries (BRULEAUX 1990; GOTTLIEB, 1957).

Trees of *A. rosaeodora* are normally found in low concentrations on Oxisols (Latosols Yellow and Red Yellow, and Podzolics Red Yellow), clay or sandy-clay, both with poor levels of fertility, principally phosphorus (P) and calcium (Ca), high aluminium (Al), and low pH, in soils very deep and without compaction. Preliminary observations in natural ecosystems and experimental plots in different soils and climate, showed that rosewood is not well adapted to misture stress when young and it is possible to enhance survival and growth through fertilization with phosphorus.

The high and stable price of the product, the abundance of raw material near centrally placed distilleries and the ease of timber extraction enhanced demand for the species and in 1966 there were many distilleries in Amazonia (LESCURE & CASTRO, 1992) but, today there are only 6 or 7 working. This is the result of intense and exploitative harvesting of the natural populations. Today it is very difficult to find mature trees particularly near roads and rivers.

According to O EXRATIVISMO do Pau-Rosa... (1972) reported that about two million trees were cut during the forty years prior to 1960 but between 1960 and 1972 there were ten million trees of rosewood cut.

To avoid the complete disappearance of rosewood it is necessary to undertake studies so that recommendations can be made for the establishment of plantations in agroforestry or reforestation. An alternative method to enhance growth and survival in poor soils with misture stress will be the utilization of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (VAM), that have showed good results with many tropical and temperate trees (JANOS, 1980).

Phosphorus is generally considered to be the most important plant-growth limiting factor which can be supplied by mycorrhizal association, because of the many abiotic and biotic factors which can restrict its mobility in tropical soils (HAYMAN, 1983; MARSCHNER, 1986 and WOOD et al., 1984).

Mycorrhizal associations are generally considered to benefit host plants by enhancing mineral nutrient acquisition, especially with regards to phosphorus. The beneficial role of the VAM association in P uptakes and growth response under P-limiting conditions has been well established for many agricultural crops (BRUNDRETT, 1991).

Enhanced nutrient uptake, especially of poorly mobile ions such as phosphates, is attributable to the extensive, well-distributed absorbing surface provided by mycelium external to the roots. The hyphae of VA-mycorrhiza fungi, by growing into undepleted soil, can absorb phosphate more rapidly and thus increase the inflow of phosphorus and other nutrients to the host-plant.

CUENCA et al (1990) found that cocoa (*Theobroma cacao*) seedlings responded well to indigenous VAM fungi which included *Scutellospora calospora* as the dominant species, inducing significant increases in height, dry weight and foliar uptake of P, Cu and Zn in relation to the sterile control; *Glomus occultum* and *Acaulospora appendicula* increased the height of cocoa seedlings but to an extent not statistically significant for the duration of the experiment; and *S. pellucida* and *A. appendicula* doubled the foliar P uptake of cocoa seedlings.

JANOS (1980) in experiments with species of lowland tropical rain forest, including trees belonging to the genera *Psidium*, *Pithecellobium*, *Carapa* and *Virola*, which occur in the same type of forest as *Aniba* found that VAM increased seedling growth in 23 of 28 species in acidic, relatively infertile soil with low levels of phosphorus.

The results from experiments on mycorrhiza and water relations of plants have varied depending on the host species, and they have sometimes been contradictory. Furthermore, the reported changes in plant water relations and drought resistance may be a secondary response due to improved phosphorus nutrition.

MICHELSSEN & ROSENDHAL (1990) found that the improvement in growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings demonstrates the potential of mycorrhizal inoculation in the reforestation of degraded areas in the tropics, because of serious drought stress to which seedlings are exposed during transplantation which may be alleviated by mycorrhizal inoculation. However, these changes could be caused by more efficient phosphorus uptake by mycorrhizal plants in phosphorus-deficient soil.

Another adverse soil chemical constraint which limits growth in tropical soils is the extremely low pH and high concentrations of toxic elements such as Al, Fe and Mn. VAM can be important under these conditions because VAM plants may tolerate adversities due to a more balanced nutrition with P and other macro- and micronutrients (SIEVERDING, 1991).

Little is known about the occurrence, abundance and distribution of Mycorrhiza infection in South American Tropical Rain Forest. ST. JOHN (1980a) found 124 VAM species, including 50 of economic importance. Another survey (ST. JOHN, 1980b), listed ninety species, with fifty-eight VAM species and THOMAZINI (1973) observed that all sixty species collected from Brazilian cerrado had mycorrhiza. But this is few in relation to the number of species in Amazonian Rain Forest.

BONETTI & NAVARRO (1990) observed VAM fungi on fruit trees of *Eugenia stipitata* (araçá-boi), *Psidium acutangulum* (araçá-pera), *Rolonia mucosa* (biribá), *Theobroma cacao* (cacau), *Citrus limonia* e *C. sinensis*

(citrus), *Artocarpus encisa* (fruta pão), *Inga edulis* (ingá), *Mangifera indica* (manga), *Pourouma cecropiaefolia* (mapati), *Bactris gasipaes* (pupunha), *Quararibea cordata* (sapota), *Spondias lutea* (taperebã) and in root samples of the *Brachiaria* sp. (grass), *Hevea* sp. (rubber tree) and *Glycine max* (soyabean).

Also OLIVEIRA & SOUZA (1981) found spores of the genus *Gigaspora* in soil samples of *Bertholletia excelsa* (Brazil nut) seedlings. FIGUEIREDO et al (1993) observed VAM fungi in soil samples and plants of three islands in the Solimões/Amazonas River and TÓTOLA et al (1993) tested the VAM fungi efficiency in *Cedrela fissilis* (cedro), but these are few in relation to the number of species in Amazonian Rain Forest.

The objectives of this study were to observe the occurrence, to quantify the type and degree of infection, and to identify indigenous Vesicular-Arbuscular fungi in soils and roots of nursery seedlings, regenerants and mature trees of *Aniba rosaeodora*.

2 - MATERIALS AND METHODS

Roots from trees of known identity were collected by digging along a major root from the base of an identified individual, following the finer branch at each option. About 50 cm (loosely arranged) of roots less than 2 mm diameter were collected from six mature individuals. The six trees were located at: Zoo-Botanic Park of Museum Paraense "Emílio Goeldi" (2 trees), Muiraquita Farm-Benfica (3 trees) and MPEG Research Campus (1 tree), in Belém. For each tree, two samples of roots were collected and subsequently combined. All root collections were washed in water, wrapped in damp paper towels, placed in a self-sealing plastic bag and kept at 4 °C (in refrigerator) until transported to the Institute of Terrestrial Ecology (ITE) in Edinburgh, Scotland.

Root samples of nursery seedlings and regenerants were collected in the FCAP nursery and in Tapajós National Forest, respectively, and six samples of each were included. The roots were washed in water, wrapped in damp paper towels, placed in a self-sealing plastic bag and kept at 4 °C until transported to ITE.

When nursery seedlings, regenerants and mature trees were sampled the soil around each plant's root systems was carefully removed and retained within separate self-sealing plastic bags. The soils of the Zoo-Botanic Park, MPEG Research Campus and Muiraquitã Farm are Latosols Yellow with clay-sandy texture, poor and acidic. At least 200g (fresh weight) of soil was collected from around each root system, as before, and kept at 4° C until transported to ITE.

Staining techniques used for assessing mycorrhizal infection in roots is based on the technique described by PHILLIPS & HAYMAN (1970), but incorporates modifications by KOSKE & GEMMA (1989). Techniques used for isolation of VA-mycorrhizal fungi from soil samples were those described by INSTITUTE OF TERRESTRIAL ECOLOGY (1991). Quantitative estimation of spores from soil was made by the Petri dish method (INSTITUTE OF TERRESTRIAL ECOLOGY, 1991). Permanent slides of some spore types were made and immediately after mounting, spores were examined at low magnifications under a compound microscope for identification.

3 - RESULTS AND DISCUSSION

All material examined showed the presence of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM). In most cases, infection was very heavy. Table 1 shows the amount of spores, extramatricial and intercellular hyphae, coils, arbuscules and vesicles. The roots of regenerants showed very heavy infection with vesicles, coils and arbuscules.

Table 1 - Mycorrhizal infection in roots of seedlings, regenerants and mature trees of *Aniba rosaeodora*.

Material	Sample	Spores	Extram Hyphae	Intercel Hyphae	Coils	Arbusc.	Vesic
Seedlings	1	-	+	+++	-	+++	-
	2	++	+++	+++	-	++	+
	3	-	++	+++	+	++	-
	4	+	++	+++	-	++	-
	5	-	+	+	-	+	-
	6	-	++	+++	-	++	-
Regenerants	1	-	++	++	-	+	-
	2	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	3	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	4	-	++	++	-	+	-
	5	-	+	++	-	++	-
	6	-	++	++	-	+	-
Mature trees	1	-	+	+++	-	+	-
	2	+	++	+++	-	+	-
	3	+	++	+++	-	+	-
	4	+	++	++	-	+	-
	5	+	++	+++	+	+	-
	6	++	++	+++	+	++	-

+++ Heavily infected ++ Moderately infected + Lightly infected - Non-observed

The difference observed between mature trees and seedlings and regenerants may partially be explained by differences in soil texture, nutrients and agricultural practice (HOWELER et al, 1987). The soils under mature trees are very sandy with low pH and poor in nutrients, and it have been altered.

Soil acidity and related problems of Al toxicity and low levels of Ca and Mg can effect the efficiency of VAM species, either directly, or indirectly through the deficient growth of plants (HOWELER et al, 1987). Tropical Oxisols and Ultisols are generally characterized by very low pH and only VAM fungi that tolerate these low pH and high levels of Al can be expected to be effective in stimulating plant growth and P uptake. Fungal species in

the VAM genus *Acaulospora* for example, seem to be adapted to acid conditions (NICOLSON & SCHENK, 1979).

Some VAM fungi can provide substantial benefits to the host plant in soils with low pH and high aluminium levels, and it has sometimes been observed that the fine endophyte called *Glomus tenue* is more abundant in soils with low levels of pH (GIANINAZZI-PEARSON et al, 1980; WANG et al, 1985). PORTER et al (1987) found the distribution of VAM fungus taxa in Western Australia to be highly correlated with soil pH.

The samples of mature trees showed fewer species of VAM fungi and fewer number of spores when compared with seedlings or regenerants (Table 2). Lowest propagule numbers are usually found in degraded vegetations which are overgrazed, logged or cleared for shifting cultivation. Degradation of the vegetation negatively affects the VAM propagule density because VAM fungi depend on photosynthetic assimilates from the host plant (SIEVERDING, 1991).

A. mellea and *A. spinosa* were observed in all materials analysed, while *A. morrowae* and *Glomus occultum* occurred only in nursery seedlings. SIEVERDING (1991) found that under high input agriculture, fungal species such as *A. mellea* and *A. morrowae* are frequently present. These species may tolerate high chemical soil fertility as well as physiological changes of the host induced by fertilizer and/or pesticide applications.

Table 2 - Average number of spores/50g soil wet weight and species of VAM fungi in soils under *A. rosaeodora*.

MATERIAL	NUMBER OF SPORES	VAM FUNGAL SPECIES
Seedlings	149	<i>Acaulospora morrowae</i> , <i>A. mellea</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus spp.</i> , <i>G. occultum</i> , <i>Scutellospora spp.</i> , <i>S. Pellucida</i> .
Regenerants	204	<i>Acaulospora mellea</i> , <i>A. spinosa</i> , <i>A. Scrobiculata</i> , <i>Glomus spp.</i>
Adults Trees	103	<i>Acaulospora mellea</i> , <i>A. Spinosa</i> .

There are currently six genera of the Endogonaceae supposed to form VA mycorrhiza and 126 species: *Acaulospora* (22 sp), *Entrophospora* (3 sp), *Gigaspora* (6 sp), *Glomus* (67 sp.), *Sclerocystis* (9 sp) and *Scutellospora* (19 sp.). In roots and soil of *Aniba*, eight different species of VAM fungi, of three genera (*Acaulospora*, *Glomus* and *Scutellospora*) were found showing infection and suggests the need to conduct a greenhouse bioassay to guide the selection of effective VAM for *A. rosaeodora*.

Acknowledgements: This work was supported by the Project "Evaluation of the economic potential of the aromatic plants of Pará State" from the agreement between FCAP/ODA/MPEG. I am grateful to Dr. Phillip Mason and Dr. Kevin Ingleby from ITE for assistance in the identification of the VAM fungi species, and Dr. Clinton Green from NRI.

(Aprovado para publicação em 14.04.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONETTI, R., NAVARRO, R.B. Ocorrência de micorriza vesículo-arbuscular (MVA em espécies frutíferas nativas da Região Amazônica. *Energ. Nucl. Agric.*, Piracicaba, v.11, n.1, p.26-33, jan/jun. 1990.
- BRULEAUX, A.M. Deux productions passées de la forêt guyanaise: l'essence de bois de rose et la gomme de balata. *Bois et Forêts des Tropiques*, v.219, p.99-113, 1990.
- BRUNDRETT, M. *Advances in ecological research. Mycorrhizas in natural ecosystems*. New York: Academic Press, 1991. p.171-313.
- CUENCA, G., HERRERA, R., MENEZES, E. Effect of VA mycorrhiza on the growth of cacao seedlings under nursery condition in Venezuela. *Plant and Soil*, v.126, p.71-78.1990.
- O EXTRATIVISMO do Pau-rosa (*Aniba duckei* Koster., *Aniba rosaeodora* Ducke). Aspectos sócio-econômicos. A silvicultura da espécie. *SUDAM Documenta*; (Documentos Amazônicos), Belém, v.3, n.1-4, p.5-55, out. 1971/ set. 1972.
- FIGUEIREDO, E.M., OLIVEIRA, L.A., MOREIRA, F.W. Ocorrências de micorrizas vesículo-arbusculares em solos e plantas de três ilhas do rio Solimões-Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. *Resumos*. Goiânia, 1993. v. 1, p. 291-292.

- GIANINAZZI-PEARSON, V. et al. Ecological variations in endomycorrhizas associated with raspberry populations in the Vosges region. *Acta Oecologia Ecol. Plant*, v.1, p.111-119, 1980.
- GOTTLIEB, O.R.. Pau-rosa, potencial de riqueza. *Revista de Química Industrial*, p.195-198, nov. 1957.
- HAYMAN, D.S. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. *Canadian Journal of Botany*, v.61, p.944-963, 1983.
- HOWELER, R.H., SIEVERDING, E., SAIF, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, v.100, p.283-294, 1987.
- INSTITUTE OF TERRESTRIAL ECOLOGY. The application of soil micro-organisms for tree and crop improvement. Cambridge, 1991.
- JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular mycorrhizae affect lowland tropical rain forest plant growth. *Ecology*, v.61, p.165-152, 1980.
- KOSKE, R.E., GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.*, v.92, p.486-505, 1989.
- LESCURE, J.P., CASTRO, A. L. Extractivisme en Amazonie Centrale. *Bois et Forêts des Tropiques*, n.231, p.35-51, 1992.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1986.
- MICHELSEN, A., ROSENDAHL, S. The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant and Soil*, v.124, p.7-13, 1990.
- NICOLSON, T.H., SCHENCK, N.C. Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. *Mycologia*, v.71, p.178-198, 1979.
- OLIVEIRA, E., SOUZA, P. *Ocorrências de micorrizas vesicular-arbuscular em solos tropicais III - Ocorrência em mudas de castanha-do-Brasil*. Belém: EMBRAPA.CPATU, 1981. (Pesquisa em Andamento, n.56).
- PHILLIPS, J.M., HAYMAN, D.S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, v.55, p.158-161, 1970.
- PORTER, W.M., ROBSON, A.D., ABBOTT, L.K. Field survey of the distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in relation to soil pH. *J. App. Ecol.*, v.24, p.659-662, 1987.

- SIEVERDING, E. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems*. Eschborn: GTZ, 1991. 372p.
- ST. JOHN, T. Uma lista de espécies de plantas tropicais brasileiras naturalmente infectadas com micorriza vesicular-arbuscular. *Acta Amazônica*, v.10, n.1, p.229-239, 1980a
- _____. A survey of mycorrhizal infection in an Amazonian rain forest. *Acta Amazônica*, v.10, n.1, p.527-533, 1980b.
- THOMAZINI, L. Mycorrhiza in plants of the "cerrado". *Plant and Soil*, v.41, p.707-711, 1973.
- TÓTOLA, M.R., MUCHOVEJ, R.M.C., BORGES, A .C. Eficiência de fungos MVA na espécie cedro (*Cedrele fissilis* Vell.) em estéril de mineração de bauxita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1993, Goiânia. *Resumos*. Goiânia, 1993. v.1, p. 293-294.
- WANG, G.M.A. et al. Soil pH and vesicular-arbuscular mycorrhizas. In: FITTER, A . H. (Ed). *Ecological interactions in soil*. Oxford: Blackwell, 1985. p.219-224.
- WOOD, T., BORMANN, F.H., VOIGT, G.K. Phosphorus cycling in a northern hardwood forest: biological and chemical control. *Science*, v.223, p.391-393, 1984.

PRODUÇÃO DE LITEIRA E TEORES DE NUTRIENTES DE TATAPIRIRICA (*Tapirira guianensis* Aubl.) EM UM ECOSSISTEMA DA AMAZÔNIA ORIENTAL¹

Carlos Alberto CORRÊA²
Antonio Carlos da Costa Pinto DIAS³
Francisco de Assis OLIVEIRA⁴

RESUMO: O trabalho foi realizado em uma área no Município de Barcarena (1º 30' S e 48º 42' W) em Latossolo Amarelo, regime climático Afí na classificação de Köppen, com o objetivo de avaliar a produção de liteira e os teores de nutrientes em plantio de Tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl.) estabelecido no espaçamento de 1,5m x 1,5 m, durante o período de janeiro a dezembro de 1993. Os resultados obtidos mostraram que a liteira alcançou valor da ordem de 4.828,60 kg/ha e os nutrientes alcançaram os seguintes valores em kg/ha: N 42,57; P 1,05; K 9,35; Ca 93,61 e Mg 12,93. A fração folhas contribuiu com 3.698,10 kg/ha para a composição total da liteira.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Ecossistema tropical, Liteira, Macronutrientes, Tatapiririca.

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, FCAP, Belém, 1996.

² Engenheiro Agrônomo e Florestal, Extensionista da CEPLAC.

³ Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Visitante da FCAP.

⁴ Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Adjunto da FCAP.

LITTERFALL AND NUTRIENT CYCLING IN A *Tapirira guianensis* Aubl. PURE STAND IN EASTERN AMAZONIA

ABSTRACT: It was determined the litterfall and nutrient content in a *Tapirira guianensis* forest, pure stand, for 12 months at the Barcarena region, Pará (1° 30' S, 48° 42' W). The predominant soil is an Yellow Latosol and the climate Af_i according to Köppen classification. The spacing was 1.5 x 1.5m. The results of litterfall reached values of 4.828,60 kg.ha⁻¹ and nutrients levels in kg.ha⁻¹ were: 42,57 for N; 1,05 for PO₄; 9,35 for K⁺; 93,61 for Ca⁺⁺ and 12,93 for Mg⁺⁺. The leaf contributed with 3.698,10 kg.ha⁻¹ to the total litterfall.

INDEX TERMS: Macronutrient, Fast Growing Tree, Tropical Ecosystem, Latosol.

1 - INTRODUÇÃO

A maior parte da Amazônia brasileira é recoberta pela floresta tropical.

O suprimento mais importante de nutrientes para a floresta provém da decomposição dos próprios resíduos vegetais caídos. Este material acumula-se na manta orgânica e, devido ao calor, umidade e a ação dos decompositores, os elementos químicos ali contidos são mobilizados e reabsorvidos, incorporando-se novamente ao sistema, dando início a novo ciclo.

As pesquisas sobre ciclagem de nutrientes objetivam entender os mecanismos que interagem e permitem a auto-suficiência nutricional dentro dos compartimentos que formam um ecossistema florestal. Tais processos se verificam por meio da água da chuva e da matéria orgânica contida nos resíduos vegetais (RODRIGUES & MIRANDA, 1991).

Os aspectos reprodutivos e vegetativos: floração, frutificação disseminação e mudança foliar têm implicação direta na caracterização do ciclo biogeoquímico - oferta de energia via processo deposicional - influenciando na manutenção e no desenvolvimento das espécies e, conseqüentemente, agindo positivamente sobre o equilíbrio natural.

O conhecimento da espécie *Tapirira guianensis* (Aubl.) ainda é bastante incipiente, não só como componente de ecossistemas, como

fornecedora de matéria prima para a industrialização, provavelmente, em virtude da oferta de outras espécies mais conhecidas. Entretanto, já começa existir uma certa preocupação em se conhecer o comportamento fenológico desta espécie.

O presente trabalho objetiva determinar produção de serapilheira e a composição química, no que se refere aos nutrientes N, P, K, Ca e Mg depositados no período de um ano (janeiro a dezembro de 1993), visando oferecer subsídios a futuras pesquisas com esta espécie.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área de influência do Complexo Albrás-Alunorte, no Município de Barcarena (1° 30' S e 48° 42' W), Estado do Pará, microrregião de Belém, às proximidades da rodovia PA 481 e do Igarapé Água Verde, em um povoamento de Tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl.) (FONSECA [19__]; IDESP.PRODIAT, 1983, 1984; RODRIGUES, 1986).

O plantio foi feito em 1987, com espaçamento de 1,5m x 1,5 m. No início deste estudo a altura das árvores estava compreendida entre 7 e 15 metros (OLIVEIRA & BENTES, 1993).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Af e se caracteriza pela presença de dois períodos: um mais chuvoso, durante os meses de janeiro a maio, com aproximadamente 250 mm de precipitação pluviométrica média, e outro menos chuvoso no período de junho a dezembro, com precipitação de 100 mm (IDESP.PRODIAT, 1983, 1984; RODRIGUES, 1986; FALESI, 1986).

A temperatura média anual é de 26,6° C com máxima de 32,3° C e mínima de 21,6° C. A evaporação mensal oscila entre 36,3 e 79,5 mm. A maior evaporação ocorre no período menos chuvoso quando há maior incidência de raios solares e maior quantidade de vento. O total anual de radiação soma 2.147,5 h, sendo que a menor incidência é observada em fevereiro com 86,3h e a maior em agosto com 261,2 h (IDESP. PRODIAT, 1984).

A cobertura vegetal em sua grande maioria é representada pela vegetação secundária devido à derrubada da floresta original para implantação de agricultura nômade (IDESP.PRODIAT, 1983). Foram identificadas capoeiras

fina, média e grossa e, em alguns locais, floresta de terra firme. Nas áreas baixas encontra-se a capoeira de várzea com ocorrência esporádica de mata (IDESP.PRODIAT, 1984).

De acordo com IDESP.PRODIAT (1984), os solos da região são classificados como Latossolo Amarelo Álico Podzólico A moderado textura argilosa, Latossolo Amarelo Álico Podzólico A moderado textura média, Concrecionários Lateríticos Álicos A moderado, Areias Quartzosas Álicas, Areias Quartzosas Hidromórficas Álicas e Glei Pouco Húmico Distrófico.

A topografia da área faz parte das superfícies pediplanadas onde se encontram baixos platôs e planícies fluviais constituídas de sedimentos do Terciário e Quaternário. A altitude varia de 15 a 25 metros, os níveis pouco diferenciados exprimem as condições paleogeográficas originadas a partir do Terciário Amazônico (IDESP.PRODIAT, 1983, 1984).

No ecossistema foi delimitada uma área de 400 m², onde foram instaladas 10 bandejas ou coletores (Figura 1.1), distribuídos aleatoriamente para receber o fluxo da biomassa produzida pelas árvores ao longo do ano de 1993.

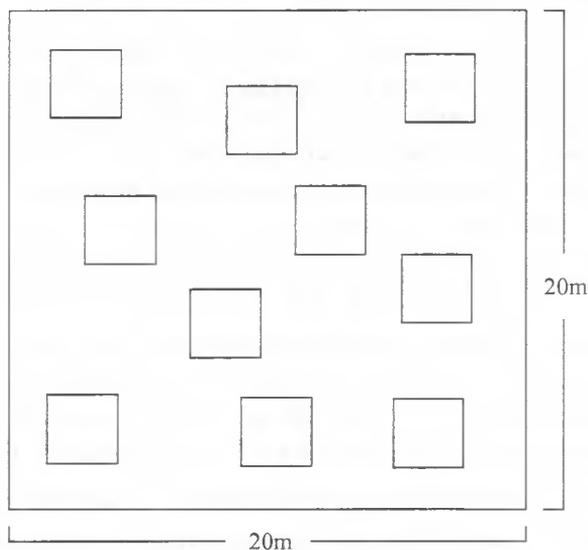


Figura 1 - Desenho esquemático mostrando a distribuição dos coletores na área.

A coleta do material foi feita a cada 15 dias entre janeiro e dezembro de 1993. O material era recolhido manualmente de cada coletor, separado por fração folhas, ramos e galhos e miscelânea - todo material não enquadrado nas frações anteriores - acondicionadas em sacos de papel de 2 kg com as devidas etiquetas. No laboratório, o material foi espalhado sobre uma superfície plana para a retirada do excesso de umidade, sendo em seguida submetido à secagem em estufa a uma temperatura de 60°C até peso constante. O material seco foi pesado em balança eletrônica de precisão e, em seguida, moído em moinho tipo Wiley e homogeneizado para retirada de uma amostra de, aproximadamente, 15 gramas para ser submetida à análise química.

Os coletores (Figura 2) construídos em madeira continham uma seção quadrada com 1 metro de lado, altura da caixa de 0,1 m, fundo de tela plástica com malha de 2 mm, suspensos do chão com pernas de 0,4 m de altura.

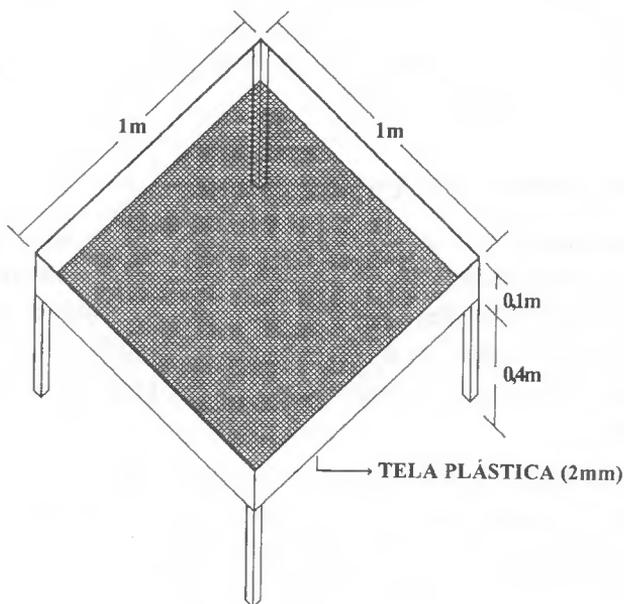


Figura 2 - Desenho esquemático com as respectivas medidas do coletor utilizado para receber o material.

A análise química dos elementos foi feita nos laboratórios da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, para determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O nitrogênio foi determinado através da digestão sulfúrica em bloco digestor por, aproximadamente, 3 horas a 300 - 350° C e, em seguida, foi submetido ao micro destilador Kjeldahl e, finalmente, à titulação ácida. O fósforo foi determinado em fotocolorímetro no comprimento de onda de 660 nm. O potássio, o cálcio e o magnésio foram determinados no espectrofotômetro de absorção atômica. Os resultados das análises foram transformados para percentagem (LUIZÃO, 1982; SANTOS, 1988; PEREIRA, 1996).

As variáveis de resposta analisadas para o ecossistema foram as frações, folhas, ramos e galhos e miscelânea obtidos em grama por metro quadrado de coletor e transformadas em kg/ha. Procedeu-se à determinação da média (\bar{X}) e do desvio padrão (s). Com estes foi estabelecido o intervalo de confiança ($IC = \bar{X} \pm s \cdot t$) ao nível de 95% de probabilidade. Procedeu-se da mesma forma para os elementos químicos obtidos da análise química das frações da liteira (N, P, K, Ca e Mg).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão da produção da liteira e conteúdo de nutrientes do ecossistema estudado serão abordados através de dois itens: o primeiro refere-se às produções das frações da liteira (folhas, ramos e galhos, e miscelânea) e o segundo, à ciclagem de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) inerente ao ecossistema. A quantidade de liteira retornada ao solo encontra-se na Tabela 1.

A quantidade anual da fração folhas variou de 14,04 g/m² em abril a 49,98 g/m² em maio; como se pode observar, encontram-se no primeiro semestre. A média anual foi da ordem de 30,82 g/m² com uma percentagem de variação em torno da média de 43,86%. No caso particular desta variável nesse ecossistema, verificou-se que a deposição do primeiro semestre foi igual a do segundo, ou seja, não houve um semestre que se destacasse (Tabela 1).

Foi ainda responsável pela maior quantidade de biomassa retornada ao solo com 3.698,1 kg/ha distribuídos ao longo do ano.

A variável ramos e galhos apresentou uma deposição anual de 82,34 g/m² com uma média mensal de 6,86 g/m². A quantidade de deposição variou de 0,62 g/m² em abril a 10,41g/m² em julho. O segundo semestre apresentou uma média de 8,37 g/m² de ramos e galhos e no primeiro semestre a média foi de 5,37 g/m², havendo, portanto, um acréscimo na deposição de material no segundo semestre. A variabilidade expressa pelo desvio padrão de 7,21 g/m², maior que a média, representou 105,17% de coeficiente de variação (CV). Esta variável foi responsável pela segunda maior quantidade de biomassa retornada ao solo com 823,40 kg/ha.

Tabela 1 - Resultados médios de liteira no ecossistema *Tapirira guianensis* no período de janeiro a dezembro de 1993.

Fração	Folhas				Ramos e galhos				Miscelânea				Total
	\bar{X} (g/m ²)	s (g/m ²)	CV %	\bar{X} (kg/ha)	\bar{X} (g/m ²)	s (g/m ²)	CV %	\bar{X} (kg/ha)	\bar{X} (g/m ²)	s (g/m ²)	CV %	\bar{X} (kg/ha)	
jan.	18,54	16,26	87,70	185,40	8,41	7,65	90,96	84,10	5,12	6,70	130,86	51,20	32,07
fev.	15,14	6,56	43,33	151,40	2,33	2,21	94,85	23,30	0,31	0,50	161,29	3,10	17,78
mar.	44,64	7,59	17,00	446,40	6,63	3,24	48,87	66,30	1,84	1,14	61,96	18,40	53,11
abr.	14,04	9,49	67,59	140,40	0,62	0,89	143,55	6,20	0,47	0,60	127,66	4,70	15,13
maio	49,98	8,59	17,19	499,80	8,59	11,88	138,30	85,90	2,15	2,91	135,35	21,50	60,72
jun.	42,76	15,62	36,53	427,60	5,62	3,98	70,82	56,20	2,25	0,90	40,00	22,50	50,63
jul.	41,65	22,64	53,36	416,50	10,41	9,02	86,65	104,10	2,07	0,85	42,51	20,70	54,13
ago.	18,08	6,93	38,33	180,80	6,20	7,86	126,77	62,00	2,44	2,12	86,88	24,40	26,72
set.	41,86	8,39	20,04	418,60	8,41	6,23	74,08	84,10	3,76	1,45	38,56	37,60	54,03
out.	26,24	10,43	39,75	262,40	8,51	14,45	169,80	85,10	1,50	1,25	83,33	15,00	36,25
nov.	28,45	19,03	66,89	284,50	10,28	11,81	114,88	102,80	6,55	5,93	90,53	65,50	45,28
dez.	28,43	10,99	38,66	284,30	6,33	6,49	102,53	63,30	2,25	2,02	89,78	22,50	37,01
Total	369,81	-	-	3.698,10	82,34	-	-	823,40	30,71	-	-	307,10	482,86
Média	30,82	13,52	43,86	308,17	6,86	7,21	105,17	68,62	2,56	2,32	90,73	25,59	40,24

A quantidade de miscelânea apresentou um total de $30,71 \text{ g/m}^2$, com uma média mensal de $2,56 \text{ g/m}^2$. A deposição variou de $0,31 \text{ g/m}^2$ (fevereiro) a $6,55 \text{ g/m}^2$ (novembro). O segundo semestre apresentou uma média ligeiramente superior ao primeiro semestre, com os valores de $3,09 \text{ g/m}^2$ e $2,02 \text{ g/m}^2$, respectivamente. Analisando-se o comportamento da deposição desta fração, observa-se que variou entre os meses independentemente do semestre, observa-se, ainda que foi responsável pela menor deposição deste ecossistema com $307,10 \text{ kg/ha}$. Em termos globais, a deposição deste ecossistema alcançou $4.828,60 \text{ kg/ha}$.

Os dados da produção de nutrientes encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4, e 5. O nitrogênio foi responsável pela segunda maior quantidade depositada, ou seja, $42,57 \text{ kg/ha}$. A variável folhas respondeu pela maior quantidade com $25,39 \text{ kg/ha}$, variando de $0,87 \text{ kg/ha}$ em abril a $3,18 \text{ kg/ha}$ em setembro (Tabela 2). A fração ramos e galhos, com $13,71 \text{ kg/ha}$, foi a segunda maior quantidade. Considerando as três frações, a deposição variou de $0,03 \text{ kg/ha}$ em abril a $2,21 \text{ kg/ha}$ em julho. A terceira e última fração, miscelânea, respondeu por $3,47 \text{ kg/ha}$, variando de $0,04 \text{ kg/ha}$ em fevereiro a $0,79 \text{ kg/ha}$ em novembro.

O fósforo foi o elemento que respondeu pela menor deposição, com $1,05 \text{ kg/ha}$. As frações folhas, miscelânea e ramos e galhos, nesta ordem, responderam por $0,75 \text{ kg/ha}$, $0,18 \text{ kg/ha}$ e $0,12 \text{ kg/ha}$, respectivamente. Na fração folhas a deposição variou de $0,03 \text{ kg/ha}$ em fevereiro e abril a $0,08 \text{ kg/ha}$ em junho, julho e setembro. Na fração ramos e galhos a deposição variou de $0,00 \text{ kg/ha}$ em fevereiro, abril e maio a $0,02 \text{ kg/ha}$ em julho, outubro e novembro. Na fração miscelânea, variou de $0,00 \text{ kg/ha}$ em fevereiro e abril a $0,05 \text{ kg/ha}$ em novembro.

Tabela 2 - Resultados analíticos da fração folhas.

Mês	Elemento									
	N		P		K		Ca		Mg	
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
jan.	0,95	1,76	0,03	0,06	0,16	0,30	2,25	4,17	0,26	0,48
fev.	0,62	0,94	0,02	0,03	0,14	0,21	2,52	3,81	0,28	0,42
mar.	0,71	3,17	0,03	0,13	0,11	0,49	2,25	10,04	0,25	1,12
abr.	0,62	0,87	0,02	0,03	0,16	0,22	1,95	2,74	0,29	0,41
maio	0,60	3,00	0,01	0,05	0,14	0,70	1,92	9,60	0,26	1,30
jun.	0,63	2,69	0,02	0,08	0,11	0,47	2,65	11,33	0,32	1,37
jul.	0,70	2,91	0,02	0,08	0,14	0,58	2,45	10,20	0,26	1,08
ago.	0,78	1,41	0,02	0,04	0,16	0,29	1,85	3,34	0,24	0,43
set.	0,76	3,18	0,02	0,08	0,25	1,05	2,07	8,66	0,30	1,26
out.	0,67	1,76	0,02	0,05	0,22	0,58	2,30	6,03	0,26	0,68
nov.	0,64	1,82	0,02	0,06	0,19	0,54	2,12	6,03	0,25	0,71
dez.	0,66	1,88	0,02	0,06	0,26	0,74	0,58	1,65	0,56	1,59
Total	8,34	25,39	0,25	0,75	2,04	6,17	24,91	77,60	3,53	10,85
Média	0,70	2,12	0,02	0,06	0,17	0,51	2,08	6,47	0,29	0,90
Desvio	0,10	0,84	0,01	0,03	0,05	0,24	0,53	3,37	0,09	0,43

Tabela 3 - Resultados analíticos da fração ramos e galhos.

Mês	Elemento									
	N		P		K		Ca		Mg	
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
jan.	0,49	0,41	0,01	0,01	0,11	0,09	2,00	1,68	0,16	0,13
fev.	0,42	0,10	0,02	0,00	0,25	0,06	1,40	0,33	0,17	0,04
mar.	0,49	0,32	0,01	0,01	0,14	0,09	1,47	0,97	0,16	0,11
abr.	0,48	0,03	0,01	0,00	0,19	0,01	1,37	0,08	0,16	0,01
maio	0,43	2,15	0,00	0,00	0,04	0,03	1,05	0,90	0,10	0,09
jun.	0,45	1,92	0,01	0,01	0,27	0,15	1,20	0,67	0,18	0,10
jul.	0,53	2,21	0,02	0,02	0,27	0,28	1,50	1,56	0,20	0,21
ago.	0,46	0,83	0,02	0,01	0,19	0,12	1,35	0,84	0,12	0,07
set.	0,39	1,63	0,01	0,01	0,19	0,16	1,90	1,60	0,21	0,18
out.	0,45	1,18	0,02	0,02	0,38	0,32	1,25	1,06	0,15	0,13
nov.	0,50	1,42	0,02	0,02	0,33	0,34	1,32	1,36	0,14	0,14
dez.	0,53	1,51	0,02	0,01	0,41	0,26	0,92	0,58	0,31	0,20
Total	5,62	13,71	0,17	0,12	2,77	1,91	16,73	11,63	2,06	1,41
Média	0,47	1,14	0,01	0,01	0,23	0,16	1,39	0,97	0,17	0,12
Desvio	0,04	0,79	0,01	0,01	0,11	0,11	0,31	0,51	0,05	0,06

Tabela 4 - Resultados analíticos da fração miscelânea.

Mês	Elemento									
	N		P		K		Ca		Mg	
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
jan.	0,85	0,43	0,02	0,01	0,22	0,11	1,12	0,57	0,13	0,07
fev.	1,16	0,04	0,05	0,00	0,27	0,01	1,30	0,04	0,22	0,01
mar.	1,11	0,20	0,04	0,01	0,06	0,01	1,65	0,30	0,21	0,04
abr.	0,98	0,05	0,04	0,00	0,14	0,01	2,05	0,10	0,21	0,01
mai.	1,01	0,22	0,04	0,01	0,10	0,02	2,12	0,45	0,21	0,04
jun.	0,92	0,21	0,06	0,01	0,25	0,06	1,65	0,37	0,24	0,05
jul.	1,37	0,28	0,08	0,02	0,30	0,06	1,62	0,33	0,25	0,05
ago.	1,22	0,30	0,05	0,01	0,22	0,05	1,45	0,35	0,20	0,05
set.	1,33	0,50	0,07	0,03	0,33	0,47	1,60	0,60	0,22	0,08
out.	1,18	0,18	0,05	0,01	0,27	0,04	1,27	0,19	0,18	0,03
nov.	1,20	0,79	0,07	0,05	0,49	0,32	1,45	0,95	0,22	0,14
dez.	1,19	0,27	0,07	0,02	0,50	0,11	0,60	0,13	0,43	0,10
Total	13,52	3,47	0,64	0,18	3,15	1,27	17,88	4,38	2,72	0,67
Média	1,13	0,29	0,05	0,02	0,26	0,11	1,49	0,37	0,23	0,06
Desvio	0,16	0,21	0,02	0,01	0,13	0,14	0,41	0,25	0,07	0,04

Tabela 5 - Produção de biomassa e de nutrientes no ecossistema Tatapiririca durante o ano de 1993.

Frações	Biomassa (kg/ha)	Nutrientes (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Folhas	3.698,10	25,39	0,75	6,17	77,60	10,85
Ramos e galhos	823,40	13,71	0,12	1,91	11,63	1,41
Miscelânea	307,10	3,47	0,18	1,27	4,38	0,67
Total	4.828,60	42,57	1,05	9,35	93,61	12,93

O potássio respondeu pela penúltima deposição. As frações folhas, ramos e galhos e miscelânea, nesta ordem, obtiveram 6,17 kg/ha, 1,91 kg/ha e 1,27 kg/ha, respectivamente. Na fração folhas a deposição variou de 0,21 kg/ha em fevereiro, a 1,05 kg/ha em setembro. Na fração ramos/galhos a menor deposição ocorreu em abril com 0,01 kg/ha e a maior em novembro com 0,34 kg/ha. Na fração miscelânea a deposição variou entre 0,01 kg/ha em fevereiro, março e abril, a 0,47 kg/ha em novembro.

O cálcio foi o elemento que alcançou a maior quantidade, com 93,61 kg/ha (Tabela 5). As frações folhas, ramos e galhos e miscelânea obtiveram, em kg/ha: 77,60; 11,63 e 4,38 respectivamente. Na fração folhas

a menor deposição ocorreu em dezembro com 1,65 kg/ha e a maior em junho com 11,33 kg/ha. Na fração ramos e galhos a menor deposição ocorreu em fevereiro com 0,33 kg/ha e a maior em janeiro com 1,68 kg/ha. Na fração miscelânea a menor deposição ocorreu igualmente em fevereiro com 0,04 kg/ha e a maior em novembro com 0,95 kg/ha.

O magnésio alcançou 12,93 kg/ha, ou seja, a terceira maior quantidade. A fração folhas respondeu pela maior participação com 10,85 kg/ha, sendo o mês de abril responsável pela menor deposição com 0,41 kg/ha e o mês de dezembro aquele em que ocorreu a maior deposição com 1,59 kg/ha. Na fração ramos e galhos encontra-se a menor deposição igualmente em abril com 0,01 kg/ha e a maior em julho com 0,21 kg/ha. Na fração miscelânea a menor deposição ocorreu em fevereiro e abril com 0,01 kg/ha e a maior em novembro com 0,14 kg/ha.

Com relação à espécie *Tatapiririca* pode-se estabelecer a seguinte ordem percentual de distribuição dos seguintes elementos químicos: cálcio 58,68 %; nitrogênio 26,70%; magnésio 8,10%; potássio 5,86% e, finalmente, o fósforo com 0,66%.

4 - CONCLUSÃO

- a) A produção total de biomassa foi 4.828,60 kg/ha. A fração folhas contribuiu com a maior quantidade para o total da liteira com 3.698,10 kg/ha, em seguida vem a fração ramos e galhos com 823,40 kg/ha e, finalmente, a fração miscelânea com 307,1 kg/ha.
- b) Os nutrientes mais importantes em termos de retorno ao solo foram cálcio e nitrogênio.
- c) A espécie *Tatapiririca* apresenta um grande retorno de material ao solo, quer seja de serapilheira ou de nutrientes. A queda das folhas distribuiu-se com valores uniformes nos dois semestres.
- d) A quantificação dos elementos químicos obedece à seguinte seqüência na ordem de grandeza: Ca (58,68%); N (26,70%); Mg (8,10%); K (5,86%) e P (0,66%).

(Aprovado para publicação em 14.01.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FALESI, Ítalo Cláudio. O ambiente edáfico. In: ALMEIDA JÚNIOR, José Maria Gonçalves de (Org.) *Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento*. São Paulo: Brasiliense; Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986. 633p. p.125 - 155.
- FONSECA, Carlos. *Sinopse da história dos municípios do Pará*. Belém: Organização Comercial Estrela, [19__]. 249p.
- INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ (IDESP). Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins (PRODIAT). *Programa de Desenvolvimento Rural Integrado - PDRI - Caracterização sócio-econômico e física da API - Barcarena: relatório final*. Belém, 1983. 245p.
- INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ (IDESP). Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins (PRODIAT). *Relatório Técnico Preliminar - RTP - Síntese do projeto de implantação do núcleo rural de Barcarena*. Brasília, 1984. 238p.
- LIBONATI, Virgílio Ferreira. *Elementos de estatística geral e experimental: aplicação à heveicultura*. Belém: FCAP. Convênio EMBRAPA/FCAP-SERINGUEIRA, 1986. 145p.
- LUIZÃO, Flávio Jesus. *Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central: aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira*. Manaus: INPA: Fundação Universidade do Amazonas, 1982. 109p. (Dissertação(Mestrado em Biologia) - INPA/Fundação Universidade do Amazonas, 1982).
- OLIVEIRA, Francisco de Assis, BENTES, Michelliny Pinheiro de Matos. *Biogeoquímica de ecossistemas florestais sob diferentes condições de manejo na Região de Barcarena: estudo de fluxo de nutrientes via processo deposicional de biomassa*. Belém: ALBRAS/FCAP, 1993. 10p.
- PEREIRA, Gilberto Carvalho. *Métodos de análise de solo, tecido vegetal e água utilizados nos laboratórios da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP*. Belém: FCAP, 1996.18p. (mimeog.)
- RODRIGUES, A. C. da G., MIRANDA, R. A. D. de. Efeito da chuva na liberação de nutrientes do folheto num agrossistema de cacau do sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 9, p.1345 - 1350, set. 1991.

RODRIGUES, Irenice Alves. Inventário florístico em áreas do projeto Albrás-Alunorte, Barcarena-Pa. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. *Anais...* Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 2. p.153-166.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. *Aspectos da ciclagem de nutrientes minerais em um reflorestamento misto (Campinas, SP)*. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1988. 222p. (Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1988).

TEORES DE ENXOFRE DE UM LATOSSOLO AMARELO, APÓS MANEJOS TRADICIONAIS DE CAPOEIRA SEM ADUBAÇÃO¹

Maurício Möller PARRY²

Maria Regina Freire MÖLLER³

RESUMO: Foi estudada a dinâmica do enxofre num Latossolo Amarelo sob quatro sistemas de manejo de capoeira, no Município de Igarapé-Açu, Estado do Pará. Foram comparados quatro tratamentos: a) parcelas com a vegetação queimada e não-adubadas; b) parcelas onde a vegetação derrubada permaneceu como cobertura morta e não-adubadas; c) incorporação da vegetação triturada ao solo, sem adubo; d) parcelas testemunhas - vegetação de capoeira de 4 anos. Foram feitas coletas de solo durante os ciclos de cultivo, com amostras de quatro profundidades e épocas diferentes. Foi determinado o teor de enxofre e o pH das amostras. Constatou-se, após a queima, a adição de grande quantidade de enxofre ao solo, porém logo se perdendo. A incorporação imobilizou parcialmente o enxofre contido na matéria orgânica. A cobertura morta diminuiu as perdas por lixiviação e erosão laminar, porém a mineralização do enxofre é mais lenta. O solo sob capoeira apresentou teores de enxofre sempre decrescentes durante a pesquisa.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Teores, Enxofre, Latossolo Amarelo, Manejos Tradicionais, Capoeira

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre na FCAP em 1996.

² Engenheiro Agrônomo, Estudante do Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição Mineral de Plantas da FCAP, vinculado ao projeto SHIFT/CPATU, Bolsista da CAPES.

³ Química Industrial, Dra., Professora Visitante da FCAP, Pesquisadora da EMBRAPA/CPATU.

SULPHUR CONTENTS OF A YELLOW LATOSOL FOLLOWING DIFFERENT PRACTICES IN SECONDARY FOREST “CAPOEIRA”: WITHOUTH FERTILIZATION

ABSTRACT: The sulphur dynamics of a Yellow Latosol in four managed secondary forest ecosystems in Igarapé-Açu, State of Pará was studied. The mangement systems were: a) burning of the secondary forest; b) mulching; c) biomass trituration of the secondary forest and incorporation to the soil; and d) secondary forest as the control plot. Soil samplings were collected during the culture cycle at four differents dephs and time. The pH and S levels of the soils samples were determined in laboratory an increase in the S level of the soil immediatelly after burning wich was lost by leaching. Biomass incorporation imobilized the S of the soil. Mulching decreased the losses of S by leaching but showed down the S mineralization. The control plot showed down the S mineralization. The control plot showed declining levels of sulfur throught the research period.

INDEX TERMS: Contents, Sulphur, Yellow Latosol, Different Practices, Secondary Forest.

1 - INTRODUÇÃO

Para a sobrevivência do caboclo amazônida, torna-se necessário que as áreas com cultivos de subsistência passem por um período de pousio, que varia em média de três a quatro anos (SANCHEZ, 1976; MEDINA, 1991). É durante este período de repouso, que essas áreas de solo pobre em nutrientes ganham novo impulso com o crescimento da capoeira, cujo sistema radicular repõe a quantidade dos nutrientes perdidos, tanto pelo arraste do solo durante as estações chuvosas como pela lixiviação. A deposição de nova camada de resíduos vegetais enriquece o solo com grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes.

O clima e a vegetação são dois fatores que muito influenciam na formação do solo, logo, estão também diretamente ligados ao teor de enxofre total no mesmo, contribuindo para o alto grau de intemperismo sofrido pelos solos tropicais. Os nutrientes que poderiam ser retidos sob forma iônica também são poucos, por causa da baixa reatividade das argilas e da forte

lixiviação (VOLKOFF & CERRI, 1981). Dentro do fator clima, a temperatura e a precipitação pluviométrica são os fatores ecológicos que mais influenciam na quantidade de restos vegetais, formando a matéria orgânica, que é incorporada ao solo, bem como na velocidade de sua mineralização (COUTO, 1979), influenciando diretamente no ciclo biológico do enxofre (MALAVOLTA, 1982).

A derrubada da floresta para fins agrícolas causa uma quebra dos ciclos do carbono e demais elementos químicos de nutrição mineral, ciclos que operam graças à entrada fotossintética do gás carbônico e pela decomposição acelerada e contínua da matéria orgânica pelos organismos decompositores, a qual libera os nutrientes que podem ser absorvidos pelas raízes das espécies florestais (VIEIRA & SANTOS, 1987).

Em solos explorados agricolamente, o teor de matéria orgânica não ultrapassa os 10%, este valor decresce com o aumento da profundidade e, combinada à ela, está de 60 a 90% do enxofre total do solo (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1987).

Solos cultivados de mata de terra firme apresentam deficiência deste elemento, constituindo, assim, fator limitante da produtividade. Este, dentre outros fatores, pode ser atribuído ao processo de limpeza das áreas que consiste na derrubada da vegetação e posterior queima, quando ocorrem severas perdas por volatilização.

A prática de deixar a cobertura morta sobre o solo pode prevenir sua erosão, reter a umidade no solo, diminuir a densidade do solo com o passar dos anos, devido à manutenção do nível de matéria orgânica. Assim, fica mantida a sustentabilidade das culturas na área. O sistema convencional contribui com o processo erosivo do solo (ALBUQUERQUE et al, 1995).

A rotação de culturas beneficia a agregação do solo, aumentando este efeito, quando comparada à sucessão de apenas duas culturas. O incremento de carbono orgânico ao solo, promovido pelo sistema de manejo de plantio direto, promove maior atividade microbiana (CAMPOS et al, 1995).

Esta pesquisa acompanhou o deslocamento e as concentrações do enxofre através do perfil de solo Latossolo Amarelo, durante o preparo de pequena

área de cultivos anuais de subsistência, empregando-se os sistemas de manejo de capoeira mais utilizados pelos pequenos agricultores, que consistem em derrubar e queimar a vegetação, com cobertura morta e com a incorporação do material vegetal derrubado e incorporado ao solo.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA

A pesquisa foi desenvolvida em área de pequeno agricultor, localizada no Município de Igarapé-Açú (PA), a 140 km de Belém, de coordenadas 1° 11'S e 47° 35'W, segundo trabalhos realizados dentro do Projeto SHIFT (Studies on Human Impact on Forestry and Floodplains in the Tropics) capoeira, por BASTOS et al, (1995), tendo como vegetação predominante a capoeira de 4 anos de idade.

O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Am e a média pluviométrica anual é de 2.356,5mm (anos de 94 e 95). Os meses de fevereiro, março e abril são os mais chuvosos e os meses de setembro, outubro e novembro, os mais secos (Tabela 1).

Tabela 1 - Características climatológicas do Município de Igarapé-Açú - PA.

Mês/Ano	Máxima	Temperaturas (°C)		Precipitação Pluviométrica (mm)
		Mínima	Média	
jan./95	31,3	22,3	26,8	229,3
fev./95	30,3	23,3	26,8	366,3
mar./95	31,5	21,6	26,5	264,9
abr./95	30,8	19,9	25,4	407,9
maio/95	31,2	20,4	25,8	408,6
jun./95	31,8	20,9	26,4	299,0
jul./ 95	31,8	21,8	26,8	148,0
ago./95	33,8	22,7	28,3	39,6

Fonte: BASTOS et al, 1995.

O solo da área é um Latossolo Amarelo Álico a moderado, de textura média, ácido, com fósforo assimilável baixo, sendo baixos os teores de bases trocáveis e CTC (Tabela 2).

Tabela 2 - Características do Latossolo Amarelo de Igarapé-Açu, PA. 1994-95.

Horizonte/ Profundidade	Difração de Partículas (%)				pH H ₂ O	Cations Trocáveis (meq/100g)								
	AG	AF	Silte	Argila		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	T	V
Ap/ 0-7	57	28	5	10	5,4	0,8	0,3	0,14	0,04	1,3	2,8	-	4,1	32
A ₃₁ / -17	53	30	5	12	5,1	1,0	0,3	0,11	0,05	1,5	3,6	-	5,1	29
A ₃₂ / -37	42	27	7	24	5,0		0,4	0,09	0,04	0,5	3,0	0,4	3,9	13
Bw ₁ / -70	37	25	6	32	4,8		0,4	0,04	0,04	0,5	2,9	0,2	3,6	14
Bw ₂ / -118	35	25	8	32	4,8		0,2	0,01	0,03	0,2	2,0	0,2	2,4	8
Bw ₃ / -145	34	26	4	36	4,8		0,2	0,02	0,03	0,2	1,7	0,2	2,1	9

Fonte: SILVA, Benedito Nelson R. da (comunicação pessoal)

2.2- TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Na área ocupada pelo experimento, 2.880m², cada parcela possuía 10m x 12m (120m²), sendo separadas umas das outras por 1m. As parcelas foram separadas da capoeira, que foi o tratamento testemunha, por 3m, e cada tratamento contou com seis repetições cada um. A seguir a descrição dos tratamentos:

Tratamentos	Definição:
1	Parcelas com a vegetação queimada e não-adubadas (Q-A).
2	Parcelas onde a vegetação derrubada permaneceu como cobertura morta e não-adubadas (C-A).
3	Incorporação da vegetação triturada ao solo, sem adubo (I - A).
4	Parcelas testemunhas - vegetação de capoeira de 4 anos.

2.3- AMOSTRAS DE SOLO

Nas datas preestabelecidas (janeiro, maio e agosto), correspondentes ao plantio e a colheita das culturas, foi coletada, em cada parcela, uma amostra composta de 10 subamostras nas profundidades de 0-10cm, 10-20cm, 20-30cm e 30-50cm.

2.4- PREPARO DE ÁREA

A vegetação original, uma capoeira de 4 anos de idade, foi derrubada e queimada em algumas de suas parcelas, triturada e incorporada em outras,

triturada e deixada sobre o solo como cobertura morta nas demais parcelas, práticas realizadas no fim de 1994. A capoeira das parcelas testemunhas não foi mexida, sendo os efeitos das práticas e manejos de área sobre o comportamento do enxofre do solo comparados com ela.

Quando todos os sistemas de manejo da área já haviam sido concluídos, foi feito, em janeiro de 1995, o semeio do arroz (*Oryza sativa*, L.), sendo esta a primeira cultura do ciclo de cultivos. Em maio, foi realizada a colheita do arroz e, logo em seguida, o plantio do caupi (*Vigna unguiculata*, L., Walp.). A colheita do caupi se deu em agosto de 1995.

2.5 - METODOLOGIA DE LABORATÓRIO

2.5.1 - Método turbidimétrico

As determinações de enxofre das amostras de solo foram feitas utilizando-se como extrator o fosfato monocalcico em ácido acético, e leitura da turbidez formada pela precipitação do sulfato, pelo cloreto de bário, em espectrofotômetro regulado com comprimento de ondas de 420nm (HOEFT et al, 1973).

2.5.2 - Determinação do pH.

Todas as amostras de solo foram ainda submetidas a análises de determinação de pH em água, na proporção solo x solução de 1:2,5.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores climatológicos observados no período de janeiro a agosto de 1995 são apresentados na Tabela 1. Estas informações permitem um melhor acompanhamento da lixiviação do elemento enxofre através do perfil do solo, e as influências que estes fatores podem exercer sobre a mineralização do mesmo, já que estes são citados por VIEIRA & SANTOS (1987), como sendo os maiores beneficiadores da decomposição da matéria orgânica, pondo em disponibilidade o S-SO₄ às plantas.

Outro fator de relevante importância para a mineralização do enxofre é o pH do solo, por ser o principal fator químico que influencia este processo

(JORDAN, 1985), uma vez que a principal fonte fornecedora de enxofre para o solo é a matéria orgânica e, para haver esta liberação através da mineralização (por meio dos microrganismos), o solo não deve apresentar acidez excessiva ou se tornar alcalino, comprometendo, assim, a atividade dos microrganismos (MALAVOLTA, 1982).

Nas Tabelas 3 e 4, estão os valores determinados de pH em água, para as amostras nas quatro profundidades estudadas, e as médias das mesmas alcançadas em datas anteriores e posteriores à implantação dos tratamentos no campo, respectivamente.

Tabela 3 - Médias de pH do solo de Igarapé-Açu, PA., 1994.

Profundidade (cm)	Capoeira (out./94)	Derrubada (nov./94)	Antes da Queimada (7/12/94)	Depois da Queimada (14/12/94)	Cobertura (dez./94)	Incorporação (dez./94)
0-10	5,0	5,0	4,6	5,5	4,9	5,5
10-20	4,9	5,0	4,7	5,2	5,0	5,2
20-30	5,0	5,1	4,8	5,1	5,0	5,0
30-50	5,0	5,1	4,9	5,1	5,0	5,0

Tabela 4 - Médias de pH do solo nos tratamentos instalados em Igarapé-Açu, PA. 1995.

Datas de Amostragem	Profundidades (cm)	Tratamentos			
		T1	T2	T3	T4
janeiro/95	0-10	5,3	5,1	5,3	5,3
	10-20	4,9	4,6	4,8	5,0
	20-30	4,8	4,6	4,7	4,9
	30-50	4,8	4,8	4,7	4,8
maio/95	0-10	5,5	4,8	5,1	4,8
	10-20	5,3	4,6	4,9	4,8
	20-30	5,2	4,7	4,6	4,6
	30-50	5,3	4,7	4,6	4,6
agosto/95	0-10	5,0	5,3	5,2	5,4
	10-20	4,7	5,2	5,2	5,1
	20-30	4,7	4,8	5,1	4,9
	30-50	5,1	4,9	5,1	5,0

Durante o preparo de área, foi observado um substancial aumento do pH nas duas camadas superficiais do solo, onde foram empregadas a queima e a incorporação do material vegetal, passando estas de pH 5,0 e 4,9 iniciais, para 5,5 e 5,2, respectivamente. A grande incorporação de nutrientes pela cinza da queimada promove esta elevação do pH, o mesmo ocorrendo quando da incorporação de matéria orgânica ao solo.

No período restante da pesquisa, o pH de todos os tratamentos se comportaram de maneira semelhante ao da capoeira, com valores sempre favorecendo a decomposição e a mineralização da matéria orgânica.

Na Figura 1, estão os teores de S-SO₄ das amostras de solo, colhidas durante o preparo das parcelas com os diferentes manejos. Nota-se uma ligeira diminuição do teor de S-SO₄, logo após a derrubada, na camada superficial, devido provavelmente à quebra do ciclo planta-solo. Nas camadas restantes, houve um incremento promovido pela lixiviação. Uma semana após a queima, a camada superficial das parcelas com este manejo apresentavam os maiores teores de S-SO₄, 5,83 ppm, devido à grande incorporação deste elemento pelas cinzas. Entretanto, as camadas subsuperficiais apresentaram quedas em seus teores, promovidas pela percolação do solo pelas águas das chuvas. A cobertura morta promoveu maior proteção ao solo, resultando num teor de S-SO₄ da camada superficial superior ao da capoeira. Nas subsuperficiais, os valores foram semelhantes aos das parcelas queimadas, provavelmente pelos mesmos motivos. Já a incorporação pode ter promovido a imobilização do enxofre e facilitado para que houvesse perdas por erosão laminar do solo. Neste manejo, foi registrado o mais baixo teor de enxofre prontamente disponível às plantas nas duas camadas superficiais.

Na Figura 2, observa-se a rápida perda de S-SO₄ das parcelas preparadas com queima, provocada pela lixiviação do solo no período de maior intensidade das chuvas e por não apresentarem proteção ao solo. A queima da vegetação provoca, também, o aumento das concentrações de Ca e Mg, elementos que mais participam do transporte vertical do enxofre até às camadas mais profundas (CHABALIER, 1984). O teor de S-SO₄ torna a se elevar com a diminuição das chuvas já no mês de maio. O mesmo ocorre com os manejos de cobertura morta e de capoeira, mas, neste segundo, estes teores continuam em queda até o final dos estudos. A incorporação imobilizou grande quantidade de S-SO₄ na implantação, entretanto, a partir de janeiro a mineralização foi mais intensa.

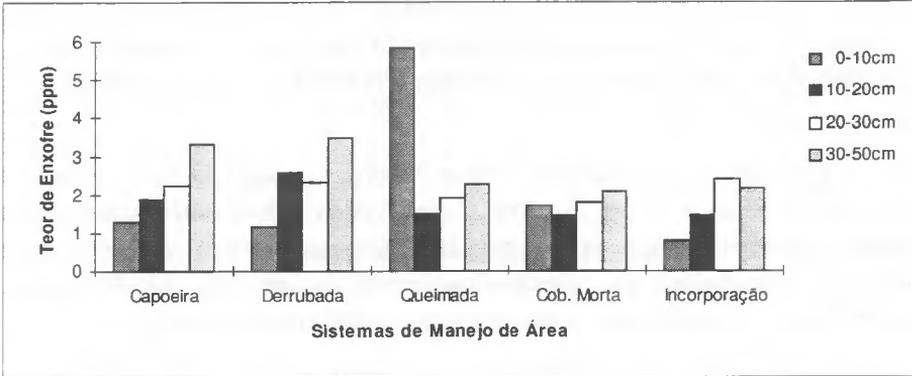


Figura 1- Efeito dos manejos de preparo de área sobre o teor de enxofre do solo.

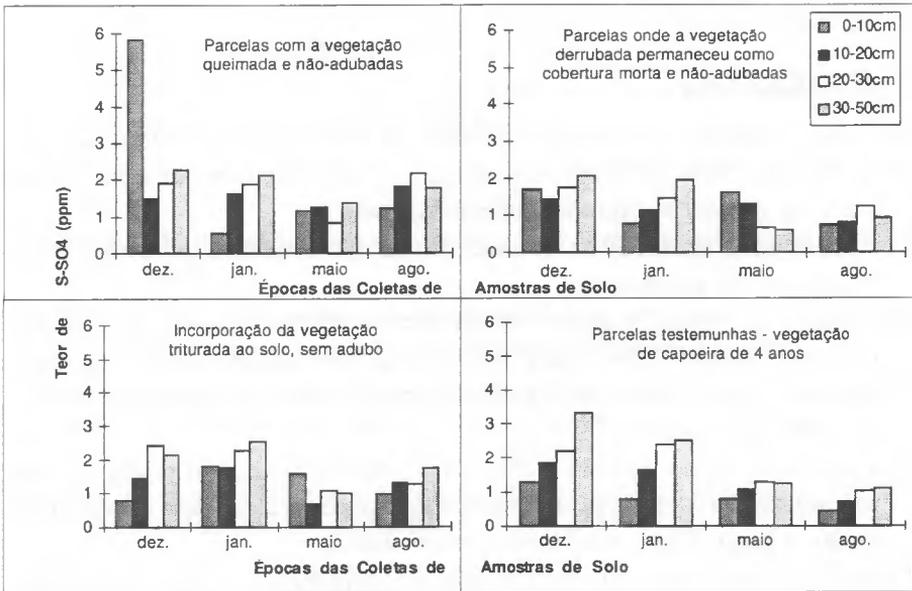


Figura 2 - Dinâmica do S-SO₄ nos sistemas de manejos de área.

Na segunda profundidade estudada (10-20cm), não houve grandes diferenças entre os manejos empregados, os quais começaram com quase os mesmos teores de enxofre, no mês de dezembro, diminuindo durante o inverno

devido à lixiviação promovida pelas chuvas, para, em seguida, em agosto, voltarem a crescer, com exceção da capoeira. Estes níveis retornaram a valores próximos aos originais somente no transcorrer do ano, como tendenciam os demais tratamentos.

O mesmo comportamento teve o enxofre, na camada de 20-30cm de profundidade, só que com os teores superiores em todos os tratamentos, em relação a anterior. Isso se explica pelo fato do elemento enxofre se concentrar em maior quantidade em camadas mais profundas do solo, devido sua alta mobilidade através do solo e maior adsorção (MORAES, 1991).

A dinâmica na profundidade de 30-50cm reintera a tendência que o nutriente enxofre possui na forma de sulfato, de se acumular nas camadas mais profundas do solo.

4 - CONCLUSÃO

- a) o teor de enxofre, na forma de sulfato, da área estudada é muito baixo;
- b) as camadas subsuperficiais apresentaram teores de enxofre solúvel mais elevadas do que as camadas superficiais do solo;
- c) o pH do solo, em todos os sistemas de manejo estudados, pouco variou no transcorrer da pesquisa;
- d) a prática da queima promove um grande incremento de $S-SO_4$ ao solo pela incorporação das cinzas, que é rapidamente lixiviado da camada superficial do solo para as subjacentes, através da percolação das águas pluviais, por ser altamente solúvel;
- e) a cobertura morta provoca a diminuição das perdas do nutriente, e a lenta decomposição da matéria orgânica condiciona uma baixa taxa de reposição, tendo, a longo prazo, seus melhores resultados;
- f) houve imobilização do enxofre com a incorporação ao solo do material vegetal triturado.

(Aprovado para publicação em 14.01.98)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.115 -119, jan./abr., 1995.
- BASTOS, T.X., COSTA, M.X., SÁ, T.D.A. *Climatic condition and its influence on the agricultural process at northeast Pará - study case of Igarapé-Açu, State of Pará*. Belém: EMBRAPA - CPATU, 1995. 6 p.
- CAMPOS, B.C. de et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejos de solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, jan./abr. 1995.
- CHABALIER, P.F. Comparaison de deux méthodes de mesure de La lixiviation en sol ferrallitique. *L'Agronomie Tropicale*, v.39, n.1, p.22-29, 1984.
- COUTO, W.S. *Curso de atualização em fertilidade do solo. matéria orgânica: nitrogênio e enxofre*. Belém: FCAP, 1979. 20 p.
- FASSBENDER, H.W., BORNEMISZA, E. *Química de suelos*, con énfasis en suelos de América Latina. San José (Costa Rica): IICA, 1987. 420 p.
- HOEFT, R.G. et al. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v.37, n.3, p.401 - 404, may/jun. 1973.
- JORDAN, C.F. *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems*. Chichester: J. Willey, 1985. p.1-13.
- MALAVOLTA, E. *Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras*. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1982. 54 p.
- MEDINA, E. Deforestation in the tropics: evaluation of experiences in the Amazon Basin focusing on atmosphere-forest interactions. In: MOONEY, H. A. et al. *Ecosystem experiments*. New York: J. Willey, 1991. p.23-27.
- MORAES, J.F. Movimento de nutrientes em Latossolo Vermelho-Escuro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.1, p. 85 -97, jan. 1991.
- SANCHEZ, P.A. Phosphorus, silicon, and sulfur. In: _____. *Properties and management of soils in the tropics*. New York, J Wiley, 1976. 618 p. p.286-293.
- VIEIRA, L.S., SANTOS, P.C.T.C. dos. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Agronômica Ceres, , 1987. 420p.
- VOLKOFF, B., CERRI, C.C. Húmus em solos da floresta amazônica na região do Rio Madeira. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*. Campinas, v.5, n.1, p.15-21, maio, 1981.

- BOLETIM Nº 1 - PEREIRA, Francisco Barreira & RODRIGUES, José de Souza.** Possibilidade agro-climática do Município de Altamira (Pará). **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (11) : 1-46, 1971.**
- BOLETIM Nº 2 - CALZAVARA, Batista Benito Gabriel.** O cajueiro (*Anacardium occidentale*, L) e suas possibilidades culturais no litoral paraense. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (2) : 1-62, 1971.**
- BOLETIM Nº 3 - COUCEIRO, Geraldo Meira Freire.** Taxa inflacionária fator condicionante do custo do trabalho mecânico. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (3) : 1-82, 1971.**
- BOLETIM Nº 4 - MORAES, Vicente Haroldo de Figueiredo.** Bases fisiológica da produtividade das culturas. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4) : 15-29, 1971.**
- MORAES, Vicente Haroldo de Figueiredo & BASTOS, J. B.** Variações de pH e da solubilidade do fósforo em solo da várzea inundada. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4) : 33-40, 1971.**
- PONTE, Natalina Turma da; THOMAZ, Maria do Carmo; LIBONATI, Virgílio Ferreira.** Experimento de adubação em arroz de sequeiro. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4) : 1-13, 1971.**
- VIEIRA, Lúcio Salgado.** Método para determinação do fósforo livre. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4) : 43-50, 1971.**
- BOLETIM Nº 5 - CALZAVARA, Batista Benito Gabriel.** As possibilidades do açaizeiro no estuário amazônico. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (5) : 1-103, 1972.**

BOLETIM Nº 6 - LIMA, Rubens Rodrigues. A conquista da Amazônia: reflexos na Segurança Nacional. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (6) : 1-56 1973.

BOLETIM Nº 7 - LIBONATI, Virgílio Ferreira. Pesquisa com plantas têxteis liberianas na Amazônia. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (7) : 1-37, ago. 1975.

BOLETIM Nº 8 - MORAES, Vicente Haroldo de Figueiredo & MULLER, Manfred Willy. Resposta de seringal nativo de várzea do estuário amazônico à estimulação com ethrel. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (8) : 103-140, nov. 1976.

RODRIGUES, Miracy Garcia. Efeitos danosos da lagarta "pararama" (*Premolis semirufa*) a seringueiros no Estado do Pará. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (8) : 1-31, nov. 1976.

RODRIGUES, Miracy Garcia. Ocorrência do "mandarová" (*Erinnyis ello*) em seringal industrial no Estado do Pará. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (8) : 33-102, nov. 1976.

BOLETIM Nº 9 - ALVES, Maria de Fátima et al. Indução de poliploides em *Pisum sativum* pelo uso da colchicina. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (9) : 1-14, dez. 1977.

RODRIGUES, Miracy Garcia; ALMEIDA Margarida Maria Brandão de; SILVA, Maria de Nazaré do Couto. Observações preliminares sobre coleobrocas prejudiciais à seringueira (*Hevea* sp) no Estado do Pará. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (9) : 27-43, dez. 1977.

WISNIEWSKI, Alfonso. *Hevea bentamiana* e *Hevea pauciflora* como fontes potenciais de produção de borracha. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (9) : 15-26, dez. 1977.

BOLETIM Nº 10 - CARVALHO, Jair Lopes de. Contribuição ao conhecimento da biologia do mapará *Hypophthalmus perporosus* Cope, 1878 (Pisces Hypophthalmidae) no Baixo e Médio Tocantins. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (10) : 37-57, dez. 1978.**

CARVALHO, Jair Lopes de. Seletividade dos principais aparelhos de captura do mapará *Hypophthalmus perporosus* Cope, 1878 (Pisces Hypophthalmidae) no Baixo e Médio Tocantins. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (10) : 77-92, dez. 1978.**

CARVALHO, Jair Lopes; COELHO, Antônio Chaves; TODA, Eijiro. Hábito alimentar do mapará *Hypophthalmus perporosus* Cope, 1878 (Pisces Hypophthalmidae). **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (10) : 17-35, dez. 1978.**

GIRÓN CASTILLO, Oscar Ramon. Pesca: Artes e métodos de captura industrial no Estado do Pará. Brasil. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (10) : 93-112, dez. 1978.**

SOUZA, Raimundo Anderson Lobão de & IMBIRIBA. Emir Palmeira. Peixes comerciais de Belém e principais zonas de captura de pesca artesanal. **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (10) : 1-15, dez. 1978.**

TUMA, Yussif Simão. Contribuição ao conhecimento da biologia do tamuatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828). Eigenmann & Eigenmann, 1888 (Pisces Callichthyidae, da Ilha de Marajó. Pará Brasil). **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (10) : 59-76, dez. 1978.**

BOLETIM Nº 11 - GODOY, M. P. de . Marcação e migração de piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Val... 1840) na Bacia Amazônica (Pará e Amazonas), Brasil (Pisces Nematognathi e Pimelodidae). **BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (11) : 1-21, dez. 1979.**

BOLETIM Nº 11 - MONTEIRO, Alda de Melo e Silva. Estudo palinológico de quatro variedades da juta (*Corchorus capsulares* L.). BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (11) : 33-43, dez. 1979.

PANTOJA, Álvaro Augusto. Efeitos da densidade e época de plantio de quiabeiro (*Hibiscus esculentus*, L) na produção de frutos. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (11) : 23-31, dez. 1979.

BOLETIM Nº 12 - CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da & PINHEIRO, Eurico. A utilização do ácido indolbutírico no enraizamento de tocos enxertados de seringueira. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (12) : 85-98, dez. 1981.

CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; PINHEIRO, Eurico. Uso de herbicidas em seringal adulto e sua influência na sucessão de plantas daninhas. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (12) : 71-84, dez. 81.

LEMOS, José da Silva. Desenvolvimento de um "Radiômetro Evaporimétrico" para estimativa do fluxo da radiação solar global. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (12) : 53-70, dez. 1981.

MORAES, Eurico da Cruz & VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Influência do tipo de embalagem na conservação do maracujá. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (12) : 1-12, dez. 1981.

MORAES, Eurico da Cruz & VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Profundidade de semeadura e sombreamento na emergência de plântulas de maracujá. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (12) : 13-21, dez. 1981.

BOLETIM N° 12 – PONTE, Natalina Tuma da; SAMPAIO, Maria do Carmo Thomaz; SILVA, George Rodrigues da; DUTRA, Saturnino. Efeito de diferentes fontes e dosagens de nitrogênio na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 23-36, dez. 1981.

SILVA, Everaldo Carmo da. Cálculo da convergência meridiana. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 37-51, dez. 1981.

BOLETIM N° 13 – PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente. Sangria por punctura em seringueira (*Hevea spp.*). I. Ensaios exploratórios com clone IAN 717. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 33-45, jun. 1983.

PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente & CONDURU NETO, José Maria Hesketh. Controle de plantas daninhas em viveiro de seringueira (*Hevea spp.*) com o herbicida "Ustilan". BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 47-59, jun. 1983.

RODRIGUES, Miracy Garcia; PINHEIRO, Eurico; OHASHI, Oriando Shigueo; ALMEIDA, Margarida Maria Brandão de. Situação atual das pesquias entomológicas da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Estado do Pará. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 61-88, jun. 1983.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; ALVES, Rafael Moysés; VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Emprego de fertilizantes na forma de tabletes em seringueiras jovens. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 19-32, jun. 1983.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira; CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da. Adubação foliar em viveiros de seringueira. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 1-17, jun. 1983.

BOLETIM Nº 14 —ABUFAIAD. Eva Maria Daher & GONDIM, Abnor Gurgel. Fatores que influenciam a produtividade do rebanho leiteiro Jerdi formado nas condições amazônicas. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 51-70, dez. 1984.

BEMERGUI, Fernando Antonio Souza; BARROS, Paulo Luís Contente de; OLIVEIRA, Francisco de Assis. Relação hipsométrica para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no nordeste paraense, BRASIL. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 71-83, dez. 1984.

FREITAS, José de Arimatéia. Tuberculose em um búfalo (*Bubalus bubalis* var. *bubalis* — Linneu, 1758). BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 33-42, dez. 1984.

MORAES, Eurico da Cruz; COELHO DE SOUZA, Carla Calzavara; CARVALHO SOBRINHO, Natanael. Acondicionamento de sementes de açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.) BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 1-9, dez. 1984.

MORAES, Eurico da Cruz; VIÉGAS, Rosemary Ferreira; CARVALHO SOBRINHO, Natanael. Tempo de imersão de sementes de açaí em água e emergência das plântulas. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 11-22, dez. 1984.

PANTOJA, Álvaro Augusto. Influência da época e da densidade de plantio no desenvolvimento de dois tipos de variedade de feijão de metro *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdcourt. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 43-49, dez. 1984.

TEIXEIRA, Pedro Emerson Gazel; PONTE, Natalina Tuma da; SAMPAIO, Maria do Carmo Thomaz; SILVA, George Rodrigues da. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio sobre o perfilhamento e produção de arroz (*Oryza sativa* L.) em cultura irrigada. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 23-32, dez. 1984.

BOLETIM Nº 15 – ALVES, Rafael Moyses; BANDEL, Gerhard; VENCOVSKY, Roland; PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente. Comportamento de clones primários de seringueira (*Hevea spp*), da série Pe-franco-Açai-lândia (PFA), em Belém-Pa, e estudo da viabilidade da seleção precoce. BOLETIM DA FCAP, Belém (15):55-71, jun. 1986.

CALLI, Antonio Cezar Pereira; PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente; CHANDLER, Leland. Ocorrência de vaquinhas (*Coleoptera: Crysomelidae*) em seringueira (*Hevea spp*) na região de Mojú-Pará. BOLETIM DA FCAP, Belém (15) :45-54, jun. 1986.

COQUEIRO, J.P.P.; ALBÉRIO, A.C.; YSLA CHÉE, E.W.; MARQUES, R.V.; ALVES, J.A.K.; GONDIM, A.G.; CONCEIÇÃO, C.C. da. Desempenho de três linhagens de frangos de corte obtidas na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. BOLETIM DA FCAP, Belém (15) :1-16, jun. 1986.

FONSECA, Raymundo Martins da Costa; BRITO, Leonor Soares de; VALE, William Gomes. Estudo anatômico da desembocadura do conduto excretor das vesículas seminais, ampolas dos ductos deferentes, próstata e bulbo-erétrais em touros Zebus (*Bos indicus lin.*) BOLETIM DA FCAP, Belém (15) : 17-30, jun. 1986.

SOARES, Wellington Oliveira & PINHEIRO, Eurico. Métodos de aplicação de fitohormônios e a produção e distribuição de raízes laterais em tocos enxertados de seringueira. BOLETIM DA FCAP, Belém (15): 31-45, jun. 1986.

BOLETIM Nº 16 – ALVES, Rafael Moyses. Avaliação da capacidade de associação enxerto + porta-enxerto em seringueiras de cultivo. BOLETIM DA FCAP, Belém (16) :31-40, dez. 1987.

ALVES, Rafael Moyses; BANDEL, G.; VENCOVSKY, R. Avaliação de índices de seleção na seringueira (*Hevea spp*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16):53-63, dez. 1987.

- ALVES, Rafael Moysés; BANDEL, G.; VENCOVSKY, R. Estimativas de alguns parâmetros genéticos em clones de seringueira (*Hevea spp.*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 65-80, dez. 1987.
- CALIL, Antonio Cezar Pereira. Danos causados por *Erinnys ello* (*Lepidoptera, Sphingidae*) em jardim clonal de seringueira (*Hevea pauciflora*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16):13-19, dez. 1987.
- CALIL, Antonio Cezar Pereira & SOARES Wellington Oliveira. Danos causados por saúvas (*Atta sexdens*) em viveiros de seringueira (*Hevea spp.*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16):21-30, dez. 1987.
- CONDURÚ NETO, José Maria Hesketh & LIBONATI, Virgílio Ferreira. Ação dos corantes à base de ferro utilizados no painel em sangria, sobre a produção e a estabilidade coloidal do látex da seringueira (*Hevea spp.*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16) :1-12, dez. 1987.
- SOARES, Wellington Oliveira & PINHEIRO, Eurico. A utilização do alfa-naftaleno acetato de sódio (ANA) no enraizamento de tocos enxertados de seringueira. BOLETIM DA FCAP, Belém (16) :41-51, dez. 1987.
- VIÉGAS, I. J. M. ; VIÉGAS, R. M. F. ; CRUZ, E. S. ; AZEVEDO, C. E. ; OLIVEIRA, R. F. Doses de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) em latossolo amarelo textura média-Tracuateua,PA. BOLETIM DA FCAP, Belém (16) :81-103, dez. 1987.

BOLETIM DA FCAP n° 17

SANTANA, Antonio Cordeiro de. Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém(17):57-78, dez.1998.

SILVA, Sérgio Brazão e, FERREIRA, Waldemar de Almeida, CARDOSO, Antonio, BASTOS, Joaquim Braga. Várzea do rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém(17):1-15,dez.1988

VIEIRA, Lúcio Salgado. Determinação do fósforo orgânico em solos com alto teor de ferro. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém (17): 45-56, dez.1988.

VIEIRA, Lúcio Salgado. Formas de fósforo em solos amazônicos. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém (17) 17-30, dez.1988.

VIEIRA, Lúcio Salgado, SANTOS, Paulo César Tadeu Carneiro dos, VALENTE, M.A., OLIVEIRA JUNIOR, R.C. As terras roxas estruturadas da Amazônia. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, (17): 31-44, dez.1988.

BOLETIM DA FCAP n° 18

CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da, PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente, VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém (18): 27-51, dez. 1989.

FREITAS, José de Arimatéria, Raimundo Alberto Gomes da, FERREIRA, Maria Oneide Gonçalves, SANTOS, Ronaldo da Silva. Alterações observadas em bubalinos abatidos para consumo em Belém-Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém (18): 53-67, dez. 1989.

OLIVEIRA JUNIOR, Raimundo Cosme de, LOPES, Otávio Manoel N., MELO, Adoildo da Silva. A erosividade das chuvas em Cametá, Tucuruí e Paragominas no Estado do Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém(18):11-26, dez. 1989.

TABOSA, Sérgio Augusto Silva, NUNES, Marco Aurélio Leite, LIBONATI, Virgílio Ferreira, OLIVEIRA , Francisco Carlos de. Efeito do extrato de folhas de acapu (*Vouacapoua americana* Aubl) na inibição do crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii* Sac "in vitro". **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém (18):1-9, dez. 1989.

BOLETIM DA FCAP n° 19

FREITAS, José de Arimatéia, TEIXEIRA, Maria Audiléia da Silva, SOUZA, Sônia Maria Nascimento de. Estefanurose: ocorrência, prevalência e alterações macroscópicas em suínos procedentes dos Estados do Pará e Maranhão. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.19, p.25-46, dez.1990.

FREITAS, José de Arimatéia, TEIXEIRA, Maria Audiléia da Silva, SOUZA, Sônia Maria Nascimento de. Estefanurose: ocorrência, prevalência e alterações macroscópicas em suínos procedentes dos Estados do Pará e Maranhão. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.19, p.25-46, dez.1990.

MATOS, Edilson, MATOS, Patricia, MATOS, Mauricio. Análise quantitativa dos elementos químicos do *Teredo* sp.(Turú). **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.19, p.1-9, dez.1990.

MATOS, Edilson, MATOS, Patricia, MATOS, Mauricio. Análise qualitativa da composição química e formas cristalinas do *Teredo* sp. (Turú). **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.19, p.11-23, dez.1990.

PEREIRA, Washington L.A., VALE, William G., BEHRNS, Konrad A.G. Hidronefroses em bubalinos abatidos para consumo em Belém, Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.19, p.57-67, dez.1990.

VIEIRA, Maria de Nazareth F., VIEIRA, Lúcio Salgado. Tolerância de perdas de terras para alguns solos amazônicos. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.19, p.69-77, dez.1990.

BOLETIM DA FCAP n° 20

SILVA, Miriam Bastos da, VIEIRA, Conceição de Maria A., LAU, Hugo Didonet. Níveis de cálcio, fósforo, magnésio, uréia, creatinina e proteína total no soro sanguíneo de búfalos (*Bubalus bubalis*). **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.20, p. 1-13, dez. 1991/1992.

VIEIRA, Lúcio Salgado, QUEIROZ, Waldenei Travassos de, RODRIGUES, Sebastião Edinaldo Gonçalves. Formas de fósforo em latossolos do Estado do Amapá, Brasil. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.20, p. 15-25, dez. 1991/1992

BOLETIM DA FCAP n° 21

OHASHI, Selma Toyoko, COSTA, Luiz Gonzaga Silva, PEDROSO, Luiz Manoel. Enriquecimento de floresta tropical mecanicamente explorada com as espécies *Cedrela odorata* L. (Cedro) e *Carapa guianensis* Aubl. (Andiroba), no Planalto de Curuá-Una, Pará, Brasil. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.21, p.1-21, dez. 1993.

QUEIROZ, Waldenei Travassos de. Análise univariada de inventários florestais contínuos: parcelas permanentes. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.21, p.33-49, dez. 1993.

QUEIROZ, Waldenei Travassos de. Estimativa por razão: aplicação em levantamentos florestais. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.21, p. 51-63, dez. 1993.

SOUZA, Raimundo Aderson Lobão de, ANDREATTA, Edegar Roberto, SILVA, Israel Diniz da. Crescimento da *Nitzschia* sp. (Diatomaea, Nitzschiacea) em laboratório. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.21, p.23-32, dez. 1993.

VIEIRA, Lúcio Salgado, SANTOS, Paulo César Tadeu dos, SILVA JÚNIOR, Mário Lopes da, COUTINHO, Roberta Maria Vita. Formas de fósforo em solos do Estado do Pará-I-Latossolo Amarelo, textura média da parte noroeste da região Bragantina. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.21, p.65-75, dez. 1993

BOLETIM DA FCAP nº 22

OLIVEIRA JUNIOR, Raimundo Cosme de, CHAVES, Rui de Souza, MELO, Adoildo da Silva. A erosividade da chuvas em Belém(PA). **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.22, p.35-52, dez.1994.

PIRES-O'BRIEN, Maria Joaquina, PRANCE, Ghillean Tolmie, O'BRIEN, Carl Michael. Fenologia e história natural de famílias de árvores amazônicas: *Caryocaraceae, Commaraceae, Humiriaceae*. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.22, p.1-20, dez.1994.

SANTANA, Antônio Cordeiro de. A dinâmica de preços e salários e a propagação inflacionária no Brasil. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.22, p. 53-69, dez.1994.

SANTANA, Antônio Cordeiro de. Impactos econômicos e sociais das políticas de reflorestamento no Brasil. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.22, p.21-34, dez.1994.

SOUZA, André Luiz Lopes de, QUEIROZ FILHO, Edir Santana P. de. Considerações sobre o uso dos recursos florestais em comunidades ribeirinhas na Amazônia - Estado do Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.22, p.71-86, dez.1994.

BOLETIM DA FCAP nº 23

- ALBUQUERQUE, José, OLIVEIRA, José Fernando Lucas de, CHAVES, Rui de Souza. Condutividade hidráulica e estabilidade de agregado em diferentes sistemas de manejo agrícola de um podzólico amarelo no município de Igarapé-Açu-Pa. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p.53-63, jan./jun.1995.
- CASTRO, Cléomenes Barbosa de, DIAS, Antonio Carlos da Costa P., CHAVES, Rui de Souza. Alterações edáficas de um Latossolo Amarelo causadas pelo cultivo intensivo. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23,p.23-34, jan./jun.1995.
- LOPES, Otávio Manoel Nunes, CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. Colonização de raízes de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. por *Rhizoctonia* sp. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p.93-100, jan./jun.1995.
- PEREIRA, Washington Luiz Assunção. Carcinoma epidermóide em bovino. Relato de caso. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p.85-91, jan./jun.1995.
- PEREIRA, Washington Luiz Assunção, GUIMARÃES, Frederico A.B. de Araújo, MARTINS, Alan Kardec R., PEIXOTO, Paulo César. Hemopericárdio em um cão associado a hiperparasitismo por *Spirocerca lupi*(RUDOLPHI, 1809). **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p.45-51, jan./jun.1995.
- QUEIROZ, Waldenei Travassos de. Inventário florestal: processo de pós-estratificação multidimensional. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p. 7-21, jan./jun.1995.

RAMIREZ BARCO, Juan Manuel, CHAVES, Rui de Souza, DIAS, Antonio Carlos da Costa P. Efeito do manejo do solo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo, do Estado do Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p. 101-113, jan./jun.1995.

SANTOS, Paulo Lacerda dos, VIEIRA, Lúcio Salgado, VIEIRA, Irenice Maria dos Santos, DIAS, Antonio Carlos da Costa P. Mapeamento do uso atual das terras da bacia do rio Candiru-Açu, utilizando imagens TM/LANDSAT-5. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém,n.23,p. 35-43, jan./jun.1995.

SOARES, Jorge Luiz Nascimento, DIAS, Antonio Carlos da Costa P. Mineralogia da fração argila de dois solos da Estação Experimental da CEPLAC em Santa Inês-MA. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.23, p. 65-83, jan./jun. 1995.

BOLETIM DA FCAP nº 24

- BRASIL, Edilson Carvalho, MURAOKA, Takashi. Capacidade de adsorção de fósforo em Latossolo Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo da Amazônia Oriental. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24, p. 81-91, jul./dez.1995.
- CASTRO, Cleómenes Barbosa de, DIAS, Antonio Carlos da C.Pinto, CHAVES, Rui de Souza. Retenção de água de um Latossolo Amarelo sob capoeira e cultivo intensivo. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24, p. 45-56, jul./dez.1995
- JARDIM, Fernando Cristóvam da Silva, SOUZA, Agostinho Lopes de, BARROS, Nairan Félix de, SILVA, Alexandre Francisco da, MACHADO, Carlos Cardoso, SILVA, Elias. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP menor que 5,0cm na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, Manaus-AM. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24, p. 7-32, jul./dez.1995.
- PEREIRA, Washington Luiz Assunção, SOUZA, Nazaré Fonseca de, SANTOS, Ádria Vanessa Linhares dos, SARDINHA, Ana Silva Andrade. Piometra associada a adenocarcinoma ovariano papilífero em cadela - relato de caso. **BOLETIM DA FACULDADE D CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24, p. 103-110, jul./dez.1995.
- RIBEIRO, Haroldo Francisco Lobato, CAMELO, Antonio Sérgio Alves, VALE, William Gomes. Efeito terapêutico à base de iodo em infecções do sistema genital de fêmeas bubalinas criadas nas condições climáticas do trópico úmido do Baixo Amazonas, Estado do Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24, p.33-43, jul./dez.1995.

SOUZA, Nazaré Fonseca de, BENIGNO, Raimundo Nonato Moraes, FIGUEIREDO, Márcia Janete de F. Mesquita de, SALIM, Sinerey Karla da Costa, SILVA, Débora Santos, GONÇALVES, Rosalinda Farias. Prevalência de microfilárias de *Dirofilaria immitis* em cães (*Canis familiaris*) na cidade de Belém-PA. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24, p. 95-110, jul./dez.1995.

VIEIRA, Irenice M.S., CROCOMO, Otto J., BATISTA, Telma F.C., RODRIGUES, Rosana C. Níveis de açúcares e atividade de invertases em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). I. Cultivares NA56-79 e CB41-76. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.24,p. 57-80, jul./dez.1995.

BOLETIM DA FCAP nº 25

- FURTADO, Ana Maria Medeiros, RODRIGUES, Tarcisio Ewerton, SANTOS, Paulo César Tadeu C. dos. Análise quantitativa em amostras circulares do Igarapé do Segredo, Capanema-Pa, utilizando fotografias aéreas e imagens TM. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.25, p. 43-59, jan./jun.1996.
- JARDIM, Fernando Cristóvam da Silva, SOUZA, Agostinho Lopes de, BARROS, Nairan Félix de, SILVA, Alexandre Francisco da MACHADO, Carlos Cardoso, SILVA, Elias. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0 cm em floresta desbastada por anelamento, na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, Manaus -AM. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.25, p.7-42, jan./jun.1996
- JARDIM, Fernando Cristóvam da Silva, SOUZA, Agostinho Lopes de, BARROS, Nairan Félix de, MACHADO, Carlos Cardoso, SILVA, Elias, SILVA, Alexandre Francisco da. Técnica de abertura do dossel por anelamento de árvores na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, Manaus-AM. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.25, p. 91-104, jan./jun.1996.
- RAMOS, Ofir de Sales, SILVA, Adriana Célia dos S., MONTENEGRO, Antonio Júlio Delgado, FREITAS, José de Arimatéa, WATANABE, Neusa Akemi. Anticorpos para vírus da artrite encefálica caprina no município de Castanhal/Pará. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.25, p.105-111, jan./jun.1996.
- SILVA, Pedro Rocha, VIEIRA, Lúcio Salgado, SANTOS, Paulo C. Tadeu Carneiro dos. Aspectos fisiográficos e caracterização das bacias dos rios Capim e Guamá. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n.25, p.61-89, jan./jun.1996.

BOLETIM DA FCAP nº26

- JARDIM, Fernando Cristóvam da S., SOUZA, Agostinho Lopes de, BARROS, Nairan Félix de, SILVA, Alexandre Francisco da, MACHADO, Carlos Cardoso, SILVA, Elias. Agrupamento das espécies arbóreas de uma floresta equatorial na Região de Manaus - Am. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n. 26, p. 7-29, jul./dez.1996.
- JARDIM, Fernando Cristóvam da S., SOUZA, Agostinho Lopes de, SILVA, Alexandre Francisco da, BARROS, Nairan Félix de, SILVA, Elias, MACHADO, Carlos Cardoso,. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP menor que 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, Manaus - Am. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n. 26, p. 31-52, jul./dez.1996.
- FERNANDES, Antonio Rodrigues, CHAVES, Rui de Souza, SILVA, George Rodrigues da, DIAS, Antonio Carlos da Costa Pinto, ROCHA NETO, Olinto Gomes da. Doses de superfosfato e de calcário no crescimento de leguminosas herbáceas. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n. 26, p. 53-66, jul./dez.1996.
- MORAIS, Francisco Ilton de O., MARTINS JÚNIOR, Humberto Beltrão, TEIXEIRA NETO, José F., COUTO, Walmir Sales. Fixação de fósforo em plintossolo da Ilha de Marajó (Pa). **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n. 26, p. 67-76, jul./dez.1996.
- SILVA JÚNIOR, Mário Lopes da, SILVA, George Rodrigues da, VIEIRA, Lúcio Salgado, GRIMM, Ulrich. Influência de diferentes sistemas de manejo nas características químicas de um Latossolo da Amazônia. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n. 26, p. 77-92, jul./dez.1996.
- SILVA JÚNIOR, Mário Lopes da, SILVA, George Rodrigues da, VIEIRA, Lúcio Salgado, GRIMM, Ulrich. Produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes em plântulas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, em Latossolo da Amazônia sob diferentes sistemas de manejo. **BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**, Belém, n. 26, p. 93-108, jul./dez.1996.

NORMAS PARA A PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS

- 1 - O Boletim da FCAP tem por objetivo publicar artigos originais de natureza técnico-científica, que venham a contribuir para o desenvolvimento das Ciências Agrárias. Os artigos submetidos ao Boletim da FCAP devem ser inéditos, sendo vedado sua apresentação simultânea a outra revista. Sua aceitação está condicionada ao atendimento às normas da Revista e análise pelos Revisores.
 - 2 - São de exclusiva responsabilidade dos autores os conceitos emitidos nos trabalhos, contudo reserva-se a Comissão Editorial o direito de solicitar modificações necessárias.
 - 3 - Normas para a elaboração de originais
 - a) os artigos poderão ser redigidos em português ou inglês, podendo ser aceito outro idioma a critério da Comissão Editorial. Deverão ser encaminhados em 3 vias, impressas em papel tamanho carta, espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita de 3 cm. O texto não deve exceder a um total de 20 páginas, o qual será corrido, sem intercalação de ilustrações, devendo estas serem feitas em folhas separadas e anexadas. A Comissão Editorial sugere que o trabalho seja digitado em computador, utilizando-se o processador WORD for WINDOWS. Depois de aprovado e revisado, o autor encaminhará à Comissão Editorial um disquete de 3 1/4, com o trabalho em condições para publicação. O cabeçalho, na primeira página, deverá conter o título do trabalho e o(s) nome(s) do(s) autor(es). No rodapé da primeira página deverá constar a titulação e endereço do(s) autor(es), mencionando-se Departamento ou Seção, Instituição, CEP, Município e Estado.
 - b) os artigos deverão ser estruturados na seguinte ordem: Título, Autor(es), Resumo (no máximo 200 palavras), Termos para Indexação, Título em Inglês, Abstract, Index Terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou a combinação dos dois), Conclusão, Agradecimentos (quando for o caso) e Referências Bibliográficas. Quando o artigo for apresentado em língua estrangeira, deverá ser enviado em português: Título, Resumo e Termos para Indexação.
 - c) são consideradas ilustrações as figuras e tabelas, que deverão ser citadas no texto.
- Tabelas** - deverão ser numeradas sequencialmente com algarismos arábicos encabeçados por um título conciso e claro. Quando necessário, as tabelas deverão ter indicação de fonte.
- Figuras** - As figuras (mapas, gráficos, fotografias ou desenhos) devem ser numeradas sequencialmente com algarismos arábicos e título abaixo. Gráficos e desenhos devem ser confeccionados em computador e apresentados no programa Excel for Windows. Quando não for possível usar este recurso, deverão ser feitos a nanquim preto. As fotografias devem ser em preto e branco, em papel brilhante, e apresentar bom contraste, sendo colocadas em envelopes, com identificação no verso a lápis, pelo seu respectivo número e legenda e nome(s) do(s) autor(es).
- 4 - **Citações no texto** - As citações de autores no texto são feitas em letras maiúsculas, seguidas do ano de publicação. No caso de dois autores, são incluídos os sobrenomes de ambos, intercalando-se de "&". Havendo mais de dois autores, é citado apenas o

sobrenome do primeiro, seguido de et al. Em caso de citação de citação, deve-se obedecer a seguinte ordem: o autor não consultado deve aparecer em letra minúscula, seguido da expressão "citado por" e o autor da obra consultada, em maiúscula, seguido da data de publicação. No caso de duas ou mais obras do(s) mesmo(s) autor(es), publicadas no mesmo ano, elas devem ser identificadas por letras minúsculas (a,b,c, etc.) colocadas imediatamente após o ano de publicação. Comunicações pessoais, trabalhos em andamento e inéditos devem ser citados no rodapé, não devendo aparecer nas Referências Bibliográficas.

- 5 - **Referências bibliográficas** - As referências devem ser apresentadas em ordem alfabética pelo sobrenome do autor, sem numeração. Consultar a ABNT-NBR 6023 - 1989. A seguir, alguns exemplos são apresentados.

Artigos de Periódicos

ALONÇO, Airton dos Santos, ANTUNES, Irajá Ferreira. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando a colheita mecanizada direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.32, n.9, p.919-922, set.1997.

Livros

BRASIL, Heliana Maria Silva. *Caracterização da arborização urbana: o caso de belém*. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1995. 195p.

Capítulo de livro

ASHDOWN, R.R., HANCOCK, J.L. Anatomia funcional da reprodução masculina. In: HAFEZ, E.J.E. (Ed.). *Reprodução animal*. 4.ed. São Paulo: Manole, 1988. 720p. p. 731.

Eventos (considerados em parte)

VASCONCELLOS, Ronaldo. Estratégias para captação de recursos para projetos ambientais. In: ENCONTRO PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1., 1997, Viçosa (MG). *Anais ...* Viçosa (MG): Centro Mineiro para Conservação da Natureza, 1997. 488p. p.5-9.

Teses e Dissertações

SILVA JUNIOR, Mário Lopes da. *Influência do manejo de um Latossolo amazônico no crescimento e na composição química de "seedlings" de Eucalyptus urophilla S.T. Blake*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1995. 134p. (Dissertação (Mestrado em Agronomia) - FCAP, 1995)

6 - Os autores receberão gratuitamente 10 separatas de seu artigo, e um fascículo completo.

7 - Os artigos deverão ser encaminhados ao Presidente da Comissão Editorial da FCAP, para o seguinte endereço:

FCAP/SDI

Comissão Editorial • Av. Tancredo Neves S/N

cx.postal 917 - CEP: 66.077-530 - Belém-PA

e-mail: fcap@supriudad.com.br - Fone: (091) 246-4518