MASSA SECA E LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS DO MILHO, EM UM LATOSSOLO AMARELO, SOB FLORESTA SECUNDÁRIA E SISTEMA AGROFLORESTAL[1]

Jessivaldo Rodrigues GALVÃO[2]
Francisco Ilton de Oliveira MORAIS[3]
Rita de Cassia Zacarielo TOFOLI[4]

RESUMO: A substituição da floresta natural por formas alternativas de uso do solo na Amazônia tem gerado implicações ecológicas relacionadas à utilização dos recursos naturais, em que a agricultura e o setor florestal têm sido muito atingidos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de massa seca e a limitação de nutrientes para o cultivo do milho (*Zea mays* L.) de um Latossolo Amarelo, sob floresta secundária e sistema agroflorestal. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia, usando um delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo de tratamentos em esquema fatorial 2x10 (dois sistemas de uso do solo - floresta secundária e sistema agroglorestal (consórcio cacau – *Theobroma cacao*, pupunha-*Bactris. gasipaes* e gliricidia-*Gliricidia sepium*) e 10 tratamentos sob a técnica do nutriente faltante: testemunha (solo natural); adubação completa com macro e micronutrientes; adubação completa + calagem; omissão de um nutriente por vez (N, P, K, Ca, Mg e S) e omissão dos micronutrientes no tratamento completo, em 4 repetições. A produção de massa seca do milho aumentou devido à adubação e à calagem, sendo, em geral, maior no solo da área sob sistema agroflorestal. A omissão de P e de K causaram as maiores limitações na produção de massa seca da parte aérea do milho, independente do sistema de uso do solo.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Crescimento, Absorção de Nutrientes, Consórcio, Cacau, Pupunha.

[1] Aprovado em 24.11.09 para publicação.

[2] Engenheiro Agrônomo, M.Sc., UFRA. E-mail: jessivaldo.galvao@ufra.edu.br.

[3] Engenheiro Agrônomo, Dr., Assessor Técnico da Federação da Agricultura do Estado do Pará. E-mail: filton@ig.com.br.

[4] Engenheira Agrônoma, M.Sc., ITERPA. E-mail: rcztofoli@hotmail.com.

MAIZE DRY MASS AND LIMITATIONS IN THE OXISOL OF SECONDARY FOREST AND AGROFORESTRY SYSTEM

ABSTRACT: The replacement of natural forests by alternative land use forms in the Amazon has created ecological implications regarding the use of natural resources, where the agriculture and forestry sectors have been targeted. The objective of this study was to evaluate the production of dry matter and nutritional limitations for maize cultivation (*Zea mays* L.) in Oxisol of a secondary forest and an agroforestry system. The experiment was conducted in a greenhouse of the Federal Rural University of the Amazon, using a completely randomized design with treatments arranged in a 2x10 factorial design (two systems of land use - secondary forest and agroforestry system (consortium of Cocoa - Theobroma cacao, peach palm -Bactris. gasipaes and Gliricidia sepium, Gliricidia) and 10 treatments using the missing nutrient technique: control (natural soil), fertilization with macro and micronutrient supplements; complete fertilizer + lime; omission of one nutrient at a time (N, P, K , Ca, Mg and S) and omission of micronutrients in the complete treatment, in 4 replicates. The dry matter production of corn increased due to fertilization and liming and, in general, was higher in the soil of the agroforestry system area. Omission of P and K caused the greatest limitation in the dry matter production of the corn's aerial part, regardless of land use.

INDEX TERMS: Growth, Absorption of Nutrients, Consortium, Cocoa, Peach Palm.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Amazônia brasileira tem sido o centro de atenção do mundo devido às atuais e potenciais implicações ecológicas relacionadas com a utilização de seus recursos naturais, em que a agricultura e o setor florestal têm sido partes deste processo. Mesmo assim tem sido crescente o aumento da substituição da floresta natural por formas alternativas de uso do solo, como plantações anuais, perenes e pastagens.

Numa sequência simplificada dos processos que ocorrem após a derrubada da floresta (corte e queima), geralmente há o cultivo agrícola de subsistência. Esta prática persiste normalmente por dois ou três anos, em seguida o agricultor abandona a área (pousio) por um período de três a cinco anos para que ela possa, de forma natural, "recuperar a produtividade do sítio".

A vegetação secundária (capoeira) apresenta papel importante como fonte de nutrientes para a fase de cultivo e tem a função de restaurar a fertilidade do solo após o ciclo de cultivo na agricultura de derruba e queima (DENICH, 1991; HONDERMANN NUNEZ, 1995).

A diminuição da produção deste tipo de sistema de cultivo, normalmente, está associada à redução da fertilidade do solo ocasionada pelas perdas de nutrientes por volatilização durante a queima da capoeira, no momento do preparo da área para plantio; pela exportação de nutrientes na colheita e também pela lixiviação dos nutrientes do solo (HOLSCHER; DENICHI; FOLSTER, 1997). A lixiviação e a erosão que ocorrem nos solos se devem à alta incidência de chuvas. Por outro lado, a pecuária extensiva, praticada com o uso do fogo para a renovação das pastagens, e a produção familiar em pequena escala, nos moldes da agricultura de derruba e queima, têm resultado no declínio da produtividade da terra, na diminuição da renda do produtor e no abandono das áreas (BILLOT, 1995; KATO, 1998).

A plantação de sistemas agroflorestais (SAFs) tem emergido como uma alternativa de uso da terra para pequenos agricultores da América Tropical, devido ao seu potencial de

reduzir a degradação do solo e de diminuir a pressão sobre as áreas de florestas (SMITH et al., 1998). Os SAFs caracterizam-se pela combinação de espécies arbóreas com culturas agrícolas e, ou, com animais domésticos, simultaneamente, ou alternados no tempo e no espaço (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996). Na Amazônia, o grande desafio tem sido desenvolver sistemas capazes de conciliar, de forma harmoniosa, interesses de conservação ambiental com sustentabilidade econômica, em substituição à agricultura migratória comumente praticada.

Pesquisas realizadas em outras regiões tropicais da América Latina têm demonstrado que o declínio na produtividade da terra e, em consequência, o abandono de áreas agrícolas ou de pastagens é uma consequência da deterioração das propriedades físicas, biológicas e principalmente químicas do solo.

O objetivo deste trabalho é avaliar a produção de massa seca e a limitação de nutrientes para o cultivo do milho de um Latossolo Amarelo, textura média, sob floresta secundária e sistema agroflorestal, do Estado do Pará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no período de julho a agosto de 2004, utilizando amostras de um Latossolo Amarelo (0-20 cm de profundidade), coletadas na Estação Experimental da CEPLAC, no município de Marituba-PA, cultivado com milho (híbrido 30S80). Realizaram-se análises químicas das amostras do solo (Tabela 1), de acordo com a metodologia da Embrapa (1997).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x10, dois sistemas de uso do solo (floresta secundária com aproximadamente 40 anos e sistema agroflorestal – consórcio de cacau – *Theobroma cacao*, pupunha- *Bactris. gasipaes* e gliricidia - *Gliricidia sepium*, com 10 anos) e 10 tratamentos, utilizando a técnica do elemento faltante: testemunha (solo natural); completo (adubado com N, P, K, S, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn e Mo); completo + calagem; completo com a omissão de um nutriente por vez (N, P, K, Ca, Mg, S) e omissão dos micronutrientes.

As amostras do solo foram coletadas, secas ao ar, peneiradas em malha de 2 mm e colocadas em vasos de 3 dm^3. Nas amostras de solo, foram aplicadas doses dos nutrientes, de acordo com os tratamentos, em $mg.dm^{-3}$: N= 300, P= 200, K= 180, Ca= 100, Mg= 20, S= 50, Cu= 1,5, Fe = 2, Mn = 3, Zn= 5 e Mo= 0,1. Utilizaram-se os seguintes reagentes: NH_4NO_3, $NH_4H_2PO_4$, NaH_2PO_4, KH_2PO_4, KCl, K_2SO_4, $CaCO_3$, $MgSO_4$, $MgCO_3$, $CuCl_2$, $FeCl_3$, $MnCl_2$, $ZnCl_2$, MoO_3. Nos tratamentos que receberam a calagem, calculou-se a dosagem de calcário necessária para elevar a saturação por bases a 60%, com calcário dolomítico (PRNT 85%), ficando incubado nos vasos durante 15 dias.

Tabela 1 – Características químicas de amostras de um Latossolo Amarelo, coletadas em áreas de floresta secundária (FS) e sistema agroflorestal (SAF), Marituba/PA.

Sistemas	pH	MO	K	Ca	Mg	Al	H+Al	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		$g\ kg^{-1}$	---------- $mmol_c\ dm^{-3}$ ----------					---------- $mg\ dm^{-3}$ ----------				
SF	4,0	18	0,6	1,1	5,6	15	61,8	1,7	0,73	584	2,1	0,93
SAF	4,3	12	0,7	1,9	5,2	10	42,6	2,7	0,59	457	2,9	0,86

Após a incubação, foram semeadas 12 sementes de milho por vaso, desbastando-se para três plantas, 10 dias após a emergência. O solo foi irrigado com água desmineralizada, obedecendo-se ao controle da irrigação pelo método da pesagem diária dos vasos, visando manter a umidade em torno de 70% do volume total dos poros. Trinta e cinco dias após o semeio, foram coletadas a parte aérea e raízes das plantas e secas em estufa à temperatura média de 65°, para determinação do peso da massa seca da parte aérea e das raízes. O material vegetal foi triturado e foram determinados os teores de macro e micronutrientes. O nitrogênio total foi determinado de acordo com o método de Kjeldal, os nutrientes P, K, S, Ca e Mg foram determinados após a digestão com solução nitro-perclórica. O P foi determinado por colorimetria em espectrofotômetro e o S através de turbidimetria. Os valores de K pelo fotômetro, Ca, Mg e micronutrientes, foram obtidos em espectrofotômetro de absorção atômica (EMBRAPA, 1997).

As variáveis avaliadas foram produções de massa seca das raízes e parte aérea e teor de nutrientes na massa seca da parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico SAEG, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) do milho foi maior quando cultivado no solo sob sistema agroflorestal (SAF), sendo que não houve diferença da massa seca da raiz (MSR) entre os sistemas (Figura 1).

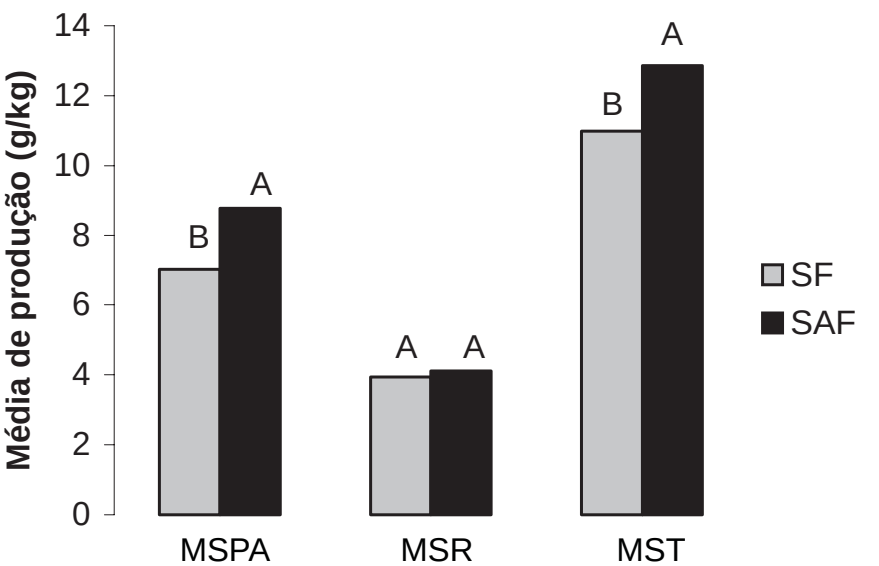

Figura 1 – Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de milho, cultivado em solo coletado em floresta secundária (SF) e sistema agroflorestal (SAF).

Letras diferentes sobre as barras representam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A adubação e a calagem aumentaram a produção de massa seca do milho nos dois sistemas de uso da terra (Tabela 2), o que pode ser justificado pelos baixos valores dos nutrientes no solo e elevada acidez (Tabela 1). Os nutrientes que mais limitaram a produção de massa seca da parte aérea e massa seca total do milho foi P, K e Ca no solo de floresta e P e K no sistema agroflorestal. A produção de massa seca com a omissão de P, K e Ca no solo de floresta e P e K, no sistema agroflorestal, foi igual à produzida no solo natural. O sistema radicular também foi reduzido, quando comparado ao tratamento que recebeu calagem, com a omissão de P, K, Ca e Mg, no solo de floresta, e com a omissão de P, K e Ca, no solo do sistema agroflorestal. Estes resultados sugerem que, para o cultivo do milho nestas áreas, deverá sempre ser realizada calagem e adubação com P e K. Os efeitos benéficos da calagem são bastante conhecidos na agricultura, pois, além de corrigir o pH do solo, aumenta a disponibilidade de nutrientes (MELLO et al., 1985).

Tabela 2 – Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) do milho, cultivado em Latossolo Amarelo coletado em floresta secundária e sistema agroflorestal, Marituba/PA.

Tratamento	MSPA		MSR		MST	
	FS	SAF	FS	SAF	FS	SAF
	----------(g/vaso)----------					
Test.	0,9 eA	1,2 eA	1,7 cdA	2,0 bcA	2,6 eA	3,2 eA
(C)-micro	8,9 bcB	11,3 bcA	4,0 bcA	5,1 abcA	12,9 bcdA	16,4 bcA
(C)-Mg	6,1 cdB	8,4 cA	2,1 cdA	2,6 cA	8,1 cdeA	11,0 cdA
(C)-Ca	4,2 deB	9,8 cA	2,2 cdA	3,8 abcA	6,4 deA	13,5 bcdA
(C)-S	9,0 bcA	9,4 cA	6,0 abcA	4,4 abcA	15,0 bcA	13,8 bcdA
(C)-K	2,3 eB	4,5 dA	1,1 dA	2,3 cA	3,4 eA	6,8 deA
(C)-P	1,2 eA	1,2 eA	1,8 cdA	1,6cA	3,0 eA	2,8 eA
(C)-N	8,7 bcA	10,3 cA	9,6 aA	8,0 aA	18,4 abA	18,3 abA
(C)+cal.	16,8 aA	17,5 aA	6,4 abA	6,2 abA	23,3 aA	23,8 aA
(C)	12,2 bA	13,9 bA	4,5 bA	5,1 abA	16,7 abA	19,0 abA
CV	9,1	10,6	5,0	4,8	13,7	15,2

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey. FS=Floresta Secundária; SAF = Sistema agroflorestal

A produção de massa seca da parte aérea foi menor no solo sob floresta com a omissão de micronutrientes, magnésio, cálcio e potássio (Tabela 2). Brienza Jr. (1999) verificou uma maior produção da biomassa de milho em áreas enriquecidas com leguminosas quando comparadas com área de capoeira natural com cinco anos de pousio.

Os teores de macronutrientes nas plantas de milho foram significativamente maiores, quando elas foram cultivadas no solo sob sistema agroflorestal, exceto para o N, P e o S (Tabela 3). Os teores de Ca e Mg nas plantas cultivadas no solo da área sob floresta estão baixo, considerando a faixa adequada, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os menores teores médios de cálcio e magnésio do milho cultivado no solo proveniente de floresta secundária podem estar associados ao menor pH do solo (Tabela 1). Segundo Stallard e Edmond (1981), nos solos da Amazônia, sob floresta primária, são observados concentrações extremamente baixas de cálcio e magnésio trocável. Marrs et al. (1991) afirmam que a disponibilidade de cálcio no solo é um fator limitante da produtividade e da ciclagem de outros nutrientes.

Tabela 3 – Teores médios de macronutrientes na massa seca da parte aérea do milho, cultivado num Latossolo Amarelo sob floresta secundária e sistema agroflorestal, Marituba/PA.

Sistema de uso	N	P	K	Ca	Mg	S
	----------(g/kg)----------					
Floresta secundária	32,5A	5,3A	19,5B	1,3B	1,6B	1,4A
Sistema agroflorestal	29,8B	5,1A	24,8A	3,1A	2,9A	1,3A
CV	4,8	9,3	10,0	10,6	28,8	18,0

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

As omissões de P, K, Ca e MG (Tabela 4) provocaram redução significativa nos teores destes nutrientes, nos dois sistemas de uso da terra, cujos valores estão abaixo dos níveis considerados adequados para a cultura do milho (BULL, 1993).

Tabela 4 – Teores de macronutrientes na massa seca da parte aérea do milho, em um Latossolo Amarelo, sob diferentes sistemas de uso e adubação.

Trat.	*N*		*P*		**K**		**Ca**		**Mg**	
	FS	SAF	FS	SAF	FS	SAF	FS	SAF	FS	SAF
					g kg^{-1}					
C	30,5bcA	29,5bcdeA	5,9cdA	5,5cdeA	21,4bcdB	25,9bcA	1,1bcB	2,2deA	0,7cA	1,3deA
C+cal	27,7cA	25,9deA	4,7dA	4,3eA	21,1cdA	22,4bcdA	1,4bcB	2,7cdeA	2,4bB	3,6cA
C-N	33,8abcA	25,7ecB	5,3cdA	4,8deA	26,3abcdA	28,8bcdA	1,0bcB	2,9cdA	0,7cB	1,8deA
C-P	34,1abcA	28,1cdeB	1,0eA	1,0fA	28,3abcB	39,1aA	2,3aB	6,8aA	2,3bB	4,8bA
C-K	37,1abA	34,6abB	10,5aA	10,1aA	7,3eA	7,5eA	1,6bcB	4,6bcA	4,3aB	6,3aA
C-S	32,8bcA	35,1abA	5,1dA	5,5cdeA	19,0cdB	23,0cA	1,1bcB	2,7cdeA	0,7cB	1,7deA
C-Ca	36,7abA	33,0abcdB	7,4bA	6,3bcA	23,7abcdB	29,0bcA	0,7cB	1,5fA	0,9cB	1,9deA
C-Mg	33,4abcA	30,3bcdeB	6,5bcA	6,8bA	20,5cdB	30,6bcA	1,0bcB	1,8efA	0,3cA	0,5eA
C-micro	31,7bcA	29,5bcdeA	5,9cdA	5,7bcdA	18,6dB	28,3bcB	1,0bcB	1,7efA	0,6cB	1,3deA
Test.	32,7bcA	26,5decB	0,9eA	1,0fA	8,8eB	13,7dA	0,7cB	1,4fA	0,4cA	0,6eA
CV	5,1	8,9	13,9	4,7	10,9	8,9	8,6	12,7	37,7	19,8

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si em nível de significância 5%.

Pelo teste de Tukey. FS=Floresta Secundária; SAF = Sistema agroflorestal

Os teores de nitrogênio não foram reduzidos quando se omitiu este nutriente e se encontram na faixa considerada adequada para a cultura do milho, diferentemente dos demais nutrientes que sofreram reduções significativas, quando da sua omissão, comparado ao tratamento completo+calagem.

Os tratamentos com omissão de fósforo e potássio foram os que apresentaram menor produção de massa seca de raiz em ambos os sistemas de uso (Tabela 4).

Quando comparados os dois sistemas de uso, observaram-se maiores teores de cálcio no solo da área de SAF, fato que pode estar relacionado às maiores concentrações do nutriente no solo, em relação ao solo de floresta (Tabela 4).

O teor de magnésio nos tecidos da parte aérea do milho foram maiores no solo de área com SAF, exceto para completo, completo-Mg e tratamento sem adubação. No tratamento sob a omissão de potássio, ocorreram os maiores teores de magnésio, em ambos os sistemas de uso do solo, superiores estatisticamente ao tratamento completo. Os menores teores de magnésio foram observados na omissão do elemento, que não diferiram da testemunha, nem do completo. A competição entre o K e o Mg tem sido observada em muitas culturas, não só na do milho. Afirmações de que a concentração elevada no solo de K interfere na absorção do Mg, na produção de matéria seca e de grãos, ou vice-versa, são apresentadas por Rahmatullah e Baker (1981), Rehm e Sorensen (1985), Peck e MacDonald (1989), Patel et al. (1993) e Fonseca e Meurer (1997). Na maioria dos casos, os teores de Mg ou K nos tecidos da planta aumentam à medida que os teores de um ou outro nutriente no solo são aumentados, principalmente quando o Mg ou K estão em teores baixos, havendo, portanto, menor competição pelos sítios de troca. Esses fatos estão relacionados aos sistemas estudados, pois as concentrações de potássio e magnésio estão bem baixas. Rahmatullah e Baker (1981), utilizando 19 diferentes solos da Pensilvânia, concluíram que, em geral, a absorção de Mg depende mais da disponibilidade de K do que do próprio Mg no solo. Esta constatação também foi obtida por Peck e MacDonald (1989), na qual os menores teores de Ca e Mg nas folhas de milho foram causados pelo incremento da concentração de K.

4 CONCLUSÃO

- A adubação e a calagem aumentaram a produção de massa seca total do milho nos dois sistemas de uso do solo.
- A maior produção de massa seca da parte aérea e total da cultura do milho foi verificada no solo proveniente do sistema agroflorestal em comparação com a floresta secundária.
- A omissão de fósforo e potássio, de um modo geral, causou a maior limitação na produção de massa seca da parte aérea e raiz do milho, nos diferentes sistemas de uso.

REFERÊNCIAS

BILLOT, A. *Agricultura e sistemas de pecuária na zona Bragantina: diagnóstico dos sistemas de produção familiares com importante componente pecuária*. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Técnicas Agrícolas de Regiões Quentes) – Centre National d'Etude Agronomique des Regiones Chaudes, Montpellier, 1995.

BRIENZA, JUNIOR, S. *Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the eastern Amazon of Brazil*. 1999. 139p. Thesis (Ph.D) – University of Gottinger, 1999.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 63-145.

DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira***.** 1989. 284 f. Tese (Doutorado) - Inst. de Agricultura e Higiene Animal nos Trópicos e Subtrópicos, Universidade Georg August de Göttingen, Eschborn, 1991. 284 p.

DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. *Sistemas e práticas agroflorestais para a Amazônia. Manual agroflorestal para a Amazônia.* Rio de Janeiro, REBRAF, 1996. v.1. p.2-27.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos e análises de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Documentos, 1).

FONSECA, J.A.; MEURER, E.J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.1, p.47-50, 1997.

HOLSCHER, R. F.; DENICH, M.; FOLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture on Eastern Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, n.47, p.49-57, 1997.

HONDERMANN, J. B. N. *Fitomassa e estoque de bioelementos das diversas fases da vegetação secundaria provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense*, *Brasil.* 1995. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

KATO, M. S. A. *Fire-free land preparation as an alternative to slash and burn agriculture in the Bragantina region, Eastern Amazon: crop performance and phosphorus dynamic*. 1998. 132p. Tese (Doutorado) – Facultay of Agricultural Sciences. George – August – University, Gottingen, 1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.319p.

MARRS, R.H.; THOMPSON, J.: SCOTT, D.; PROCTOR; J. Nitrogen mineralization and nitrification in terra-firmer forest and savannah soils on ilha- de-marica, Roraima, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.7, p. 123-137, 1991.

MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A.; KIEL, J. C. *Fertilidade do solo*. Piracicaba: Nobel, 1985. 400 p.

PATEL, S.K.; RHOADS, F.M.; HANLON, E.A.; BARNETT, R.D. Potassium and magnesium uptake by wheat and soybean roots as influenced by fertilizer rate. *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* New York, v.24, n.13/14, p.1543-1556, 1993.

PECK, N.H.; MacDONALD, G.E. Sweet corn plant responses to P and K in the soil and to band-applied monoammonium phosphate, potassium sulfate, and magnesium sulfate. *Jornal of the American Society for Horticultural Science,* Alexandria, v.114, n.2, p.269-272, 1989.

RAHMATULLAH, W.L.; BAKER, D.E. Magnesium accumulation by corn (*Zea mays* L.) as a function of potassium-magnesium exchange in soils. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.45, p.899-903, 1981.

REHM, G.W.; SORENSEN, R.C. Effects of potassium and magnesium applied for corn grown on an irrigated sandy soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.49, p.1446-1450, 1985.

SMITH, N.; DUBOIS, J.; CURRENT, D.; CLEMENT, C. *Experiências agroflorestais na Amazônia Brasileira*: restrições e oportunidades. Brasília DF: Banco Mundial, 1998. 120p.

STALLARD, R. F.; EDMOND, J. M. Geochemistry of the Amazon**.** 1. Precipitation chemistry and the marine contribution to the dissolved-loud the time of peak discharge. *Journal of Geophysical Research-Oceans and Atmospheres*, v. 86, n. 10, p. 9844-9858, 1981.