

ESTADO NUTRICIONAL DA MANDIOCA CULTIVADA EM DIFERENTES ÉPOCAS SOB COBERTURA MORTA E DUAS ADUBAÇÕES¹

Maurício Moller PARRY²

Janice Guedes de CARVALHO³

Maria do Socorro Andrade KATO⁴

Konrad VIELHAUER⁵

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sistema de preparo de área e diferentes épocas de plantio, sobre a nutrição da mandioca. O trabalho foi conduzido em campo experimental em Igarapé-Açu, Pará. Foram testadas quatro épocas de plantio em blocos ao acaso e parcelas subdivididas. A avaliação do estado nutricional da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) foi feita no período da colheita. Foram observadas nas folhas de mandioca as maiores concentrações de N, P, Mg, B, Fe, Mn e Zn. As maiores concentrações de K, Ca e S foram observadas conjuntamente nas folhas e ramos e as de Cobre foram verificadas nas ramos. As raízes apresentaram as menores concentrações para todos os nutrientes avaliados. As concentrações dos nutrientes foram afetada significativamente pelas épocas de plantio, com exceção do P nas folhas e ramos e do S nas ramos, sem que este fato impedisse a observação de concentrações considerada adequadas nas plantas, para a maioria dos nutrientes avaliados. A adubação com maior dose de P aumentou significativamente somente as concentrações de P nas folhas, de P e S nas ramos e de N, P, S e B nas raízes.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Cobertura Morta, Concentração de Nutrientes, Mandioca, Latossolo Amarelo, Amazônia.

EFFECT OF PLANTING TIME AND FERTILIZER APPLICATION ON MINERAL NUTRITION OF CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz)

ABSTRACT: The objectives of this work were to determine the effect of the land system preparation and planting periods on the mineral nutrition of cassava. The work was made at the experimental

¹ Aprovado para publicação em 01.06.2005.

* Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Lavras – UFLA (MG).

² Engenheiro Agrônomo, pós-graduando em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Bolsista do CNPq/SHIFT-Capoeira. Trav. Benjamim Constant, 877/1001. CEP 66.053-040, Belém (PA).

³ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo – UFLA.

⁴ Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém (PA).

⁵ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador do Instituto de Agricultura Tropical da Universidade de Göttingen – Alemanha.

station of Igarapé-Açu, Eastern Amazon, Brazil. A split plot experimental design was used. The chemical analysis of cassava was made in leaves, branches and roots of plants in different harvest periods. The highest concentration of N, P, Mg, B, Fe, Mn and Zn was obtained in cassava leaves. The highest concentration of K, Ca and S were observed in leaves and branches of the plant. Highest concentrations of Cu were found in branches. The roots showed the lowest concentrations of all nutrients analyzed. Planting time influenced the concentrations of all nutrients, except P, in the leaves and branches and S, in the branches. This fact did not hinder the determination of adjusted concentrations for the majority of the nutrients in the plants. The fertilization with the highest level of P increased the concentrations of P in leaves, P and S in branches and N, P, S and B in the roots.

INDEX TERMS: mulch, nutrients concentration, cassava, Latossolo Amarelo (Oxisol), Amazon.

1 INTRODUÇÃO

Em regiões onde a agricultura tradicionalmente praticada é a de cultivos de subsistência, a disponibilidade de elementos minerais às plantas é, sem dúvida o fator primordial ao qual estas culturas de ciclo curto respondem com crescimento, desenvolvimento e produções, permitindo, desta forma, que as famílias proprietárias de pequenos lotes agrícolas e de domínio restritamente familiar, como na grande maioria da Amazônia Oriental, se mantenham no campo.

A quantidade e o estado em que os elementos minerais se encontram no solo é que definem as maneiras de suprir as necessidades nutricionais e metabólicas, pela absorção dos elementos químicos necessários às plantas. As maneiras com que o conjunto de processos e reações afetam a dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta, determinarão a manutenção da vida e o crescimento dos constituintes de seu metabolismo.

O manejo de área tradicional nestas regiões, denominado agricultura migratória, utilizado há tempos pelas tribos indígenas, é caracterizado pelo sistema de derruba e queima de pequenas áreas de floresta ou vegetação secundária, geralmente entre 0,33 e 2 ha⁻¹ ano (SAMPAIO, 1998). A vegetação possui grande capacidade de reconstituição, repondo a biomassa anterior, porém, com o tempo de pousio reduzido, a reposição dos nutrientes se faz de maneira lenta e incompleta, por haver a quebra do sistema planta-solo-planta, provocando a depressão das produções.

Como alternativa para cultivos nos trópicos úmidos, Ewen, Mazzarimo e Berish (1991) apontam a adoção de práticas culturais que simulem os ciclos dos nutrientes da vegetação nativa. Sistemas de cultivo que protejam o solo, pela adoção de cobertura viva ou morta, como, também, de maiores níveis de nutrientes sem que haja o comprometimento da regeneração da vegetação secundária, para que o período de pousio possa restabelecer a fertilidade

do solo em menor espaço de tempo do que o tradicional requer, demonstrando um dos possíveis caminhos para a sustentabilidade da agricultura na Amazônia.

Estudos realizados com vários sistemas florestais, dentre eles um de capoeira com 12 anos de idade, todos sob o mesmo tipo de solo (Latosolo Amarelo), avaliaram as alterações na fertilidade do solo, após serem queimados. Antes da queima, o solo sob a capoeira apresentava maiores teores de Ca, Mg e K, e menor saturação em Al que o solo sob mata, situação que se inverte após este processo, devido à menor quantidade de biomassa contida pela capoeira (SMYTH; BASTOS, 1984). UZÊDA (1995), trabalhando com sistemas de manejo, verificou que áreas não queimadas apresentaram maiores teores de C orgânico e N no solo, confirmando outros autores, que explicam estas diferenças estarem relacionadas com a volatilização do C e N pela combustão da matéria orgânica.

A atividade humana, através do desmatamento e queima das florestas tropicais, promove um incremento na ordem de 20% na concentração de carbono lançado na atmosfera (GARCIA-OLIVA; SANFORD; KELLY, 1999). Os balanços de nutrientes compreendidos entre a floresta e a atmosfera são supostamente alterados significativamente, de acordo com o tipo de trato que se dá aos solos tropicais (MEDINA, 1991). A derrubada total ou parcial das florestas e sua queima provoca impacto sobre os mecanismos biológicos de conservação dos nutrientes, principalmente

o carbono, sendo parcialmente restabelecidos com a formação de uma mata secundária, processo este, que pode levar anos, com um número bem menor de espécies em relação à formação vegetal original (PALM; SWIFT; WOONER, 1996; TINKER; INGRAM; STRUWE, 1996; SMYTH et al., 1999).

Em solos de ecossistemas tropicais, os quais naturalmente são pobres em nutrientes, e cuja principal fonte destes nutrientes é a decomposição dos resíduos culturais, com a conseqüente mineralização desses nutrientes, alterações na dinâmica da decomposição da matéria orgânica do solo pode levar à queda da produtividade, que, possivelmente, será recuperada com a utilização de insumos (CAMPOS, 1998).

O manejo da vegetação secundária influencia a atividade biológica e as propriedades químicas do solo, desse modo, a disponibilidade de nutrientes para as culturas. Em solos explorados agricolamente, o teor de matéria orgânica não ultrapassa os 10%, sempre maiores na superfície. Fatos como estes foram observados por Borkert e Lantmann (1985) e Campos (1998), através de perfis de solo, onde a distribuição qualitativa e quantitativa varia, dependendo diretamente do sistema de manejo empregado ao solo.

A cobertura morta formada por restos culturais ou por material triturado de vegetação secundária e sua incorporação influenciam no melhoramento do solo para as plantas e na atividade microbiana, além de reduzir o número de plantas daninhas,

quando deixadas sobre o solo (ARAÚJO et al., 1993) e aumenta as produções de milho, arroz, mandioca e caupi, a partir do segundo ano de cultivo (KATO et al., 1998), prolongando o tempo de utilização de uma mesma área.

O método de adição de resíduos de plantas no solo afeta a taxa de decomposição e o desenvolvimento de reservas de matéria orgânica. Quando deixados na superfície, os resíduos são rapidamente secos, e, assim, tendem a decompor mais lentamente que aqueles que são incorporados. Desta forma, a decomposição de resíduos na superfície do solo poderia resultar em baixa taxa de mineralização. A disponibilidade de nutrientes da biomassa aérea, da vegetação é influenciada pelas práticas de manejo, alta imediatamente após a queima e reduz com o tempo, e quando a vegetação não é queimada, a disponibilidade é menor no início, devido à liberação ser função da atividade microbiana, aumenta com o tempo por um determinado período, durante a decomposição da matéria orgânica e reduz posteriormente, (KATO et al., 1998).

Atualmente, a mandioca é cultivada em todas as regiões tropicais do mundo, sendo que em várias delas, constitui-se a principal cultura de subsistência, servindo como principal fonte de carboidratos para mais de 500 milhões de pessoas (PASSOS; MATTOS; SAMPAIO, 1994). No Brasil, a mandioca é um alimento de sustentação calórica da dieta de grande parte da população e que sempre faz parte da agricultura de subsistência (FONSECA, 1996).

Dentre as folhas verdes, as folhas de mandioca se destacam por serem uma excelente fonte protéica, possuírem baixo custo de produção por serem consideradas resíduo de uma cultura de subsistência e amplamente adaptada às nossas condições e, também, por não competirem com o principal produto comercial da cultura, que são as raízes. Somando-se a isso, as folhas de mandioca são também ricas em vitaminas A, C e em alguns minerais (CARVALHO; KATO, 1987).

Ao empregar a cobertura morta evitam-se grandes perdas de nutrientes pela volatilização e lixiviação das cinzas, mesmo sabendo do grande efeito promovido por ela sobre as produções no primeiro ano de cultivo, mas que prejudicam cultivos sucessivos (KATO et al., 1998) e a fertilidade do solo durante este período. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sistema de preparo do solo com cobertura morta sobre a nutrição da mandioca diante de alterações ambientais causadas por diferentes épocas de plantio, no município de Igarapé-Açu no Nordeste paraense.

2 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado e conduzido em propriedade de pequeno agricultor na Comunidade de Nossa Senhora de Belém, localizada no município de Igarapé-Açu, na Região Bragantina no Nordeste paraense, nas coordenadas 01° 11'S e 47° 35'W (BASTOS; COSTA; SÁ, 1995) e distante 140 km de Belém. O clima

da região é do tipo Ami, na classificação de Köppen, com temperatura média anual superior a 27°C. As precipitações mensais são superiores a 100 mm, com exceção do período de verão (setembro - novembro) quando as precipitações são inferiores a 60 mm. A precipitação média anual é de 2.400 mm (Figura 1).

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo coeso típico (Lax), A moderado de textura média, com baixo teor de matéria orgânica, fósforo assimilável baixo, sendo baixos, também, os teores de bases trocáveis e CTC (Tabela 1). A vegetação que o recobria era uma capoeira de sete anos de idade.

O preparo de área se deu com o corte e trituração da capoeira, utilizando-se uma ensiladeira acoplada a um trator de rodas. A biomassa foi espalhada de forma uniforme

sobre o solo das parcelas, formando a cobertura morta, deixando fermentar e secar por, aproximadamente, vinte dias, quando da realização dos primeiros plantios. O total de material depositado sobre o solo foi estimado em 47,6 t ha⁻¹. Esta seqüência obedeceu o seguinte cronograma: de 8-10/01/1998 foram derrubadas e trituradas as parcelas do Tratamento 1 (Época 1), sendo o final deste mês o começo dos plantios deste ciclo de culturas; 19-21/02/1998 preparo das parcelas do Tratamento 2 (Época 2), com o mês de março sendo o início do ciclo de cultivo; 22-24/04/1998 preparo das parcelas do Tratamento 3 (Época 3), sendo o mês de maio o início do ciclo; 2-5/06/1998 preparo das parcelas do Tratamento 4 (Época 4) e tendo o mês de julho como início do ciclo. Não foi feita a destoca das parcelas, para poder haver a regeneração natural da vegetação.

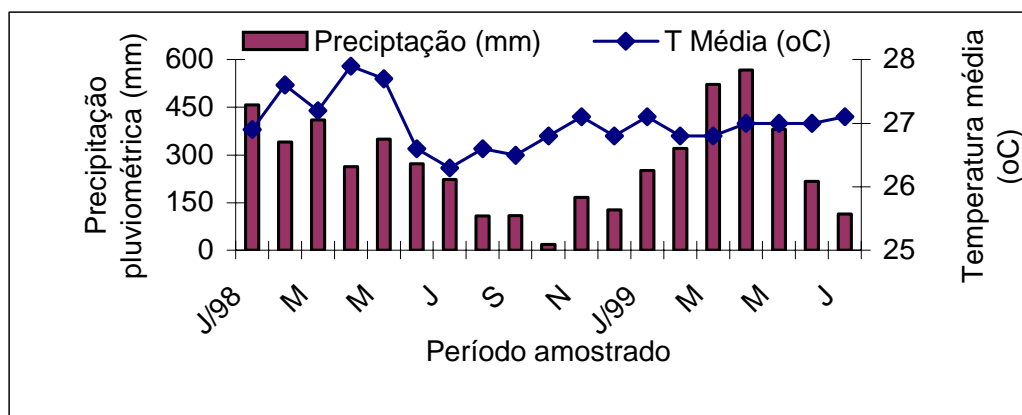


Figura 1 – Dados agrometeorológicos do município de Igarapé-Açu, Pará.

Fonte: BASTOS, Terezinha Xavier. Engenheira Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental. Belém, 2002.

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do Latossolo Amarelo da área experimental, no município de Igarapé-Açu, Pará, nas quatro profundidades estudadas por ocasião do preparo de área.

Elementos	Unidade	Profundidades (cm)			
		0 – 10	10 – 20	20 – 30	30 – 50
pH (H ₂ O)		5,4	5,2	5,1	5,0
P	mg/dm ³	3,0	2,0	1,0	1,0
K	mg/dm ³	45,0	27,0	20,0	13,0
Ca	cmol _c /dm ³	2,0	1,0	0,8	0,6
Mg	cmol _c /dm ³	0,7	0,4	0,3	0,3
Al	cmol _c /dm ³	0,2	0,3	0,6	0,7
H + Al	cmol _c /dm ³	3,5	3,2	3,0	3,1
S.B.	cmol _c /dm ³	2,9	1,5	1,2	1,0
T	cmol _c /dm ³	3,3	2,1	1,6	1,5
T	cmol _c /dm ³	6,4	4,7	4,2	4,1
M	%	6,8	20,8	31,1	39,0
V	%	45,3	31,9	28,6	24,4
M.O.	dag/kg	3,1	1,9	1,2	0,9
Areia gr.	%	68,0	63,0	59,0	53,0
Areia fina	%	19,0	21,0	20,0	22,0
Silte	%	5,0	5,0	4,0	6,0
Argila	%	8,0	11,0	17,0	19,0
Densidade	g/cm ³	1,27	1,47	1,49	1,51

Determinações realizadas segundo metodologia da EMBRAPA (1997).

Neste experimento, o ciclo de cultivo que se iniciou em janeiro de 1998 (Época 1), é tido como Tratamento testemunha, por ser tradicionalmente o período de introdução de novos cultivos na região, os demais tratamentos são as novas épocas de plantio propostas (Tabela 2). Durante os quatro primeiros meses a cultura da mandioca foi consorciada com a do milho.

Foi empregado adubo químico, na forma de NPK (fórmula 10-28-20),

recomendada pela EMBRAPA para a cultura do milho, na quantidade de 10g/cova, na metade de cada parcela (Adubação 1). Na outra metade (sub-parcela), esta cultura também recebeu NPK (10g/cova) na mesma formulação e mais superfosfato triplo (SFT), também 10g/cova (Adubação 2). No caso da cultura da mandioca, não houve adubação, entretanto, havia o efeito residual da adubação realizada durante o cultivo do milho.

Tabela 2 – Datas de plantio e colheita da mandioca em Igarapé-Açu, Pará.

Cultura	Variedade	Plantio	Colheita
Mandioca	Olho Verde	1* 23/02/1998	19/01/1999
		2* 23/04/1998	10/03/1999
		3* 19/06/1998	04/05/1999
		4* 04/08/1998	22/07/1999
Milho	BR 106	1 01/1998	1 05/1998
		2 03/1998	2 07/1998
		3 05/1998	3 09/1998
		4 07/1998	4 11/1998

1, 2, 3 e 4(*), Tratamentos das diferentes épocas de plantio.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (épocas de plantio), duas adubações diferentes por parcela, formando as subparcelas e com quatro repetições cada. As parcelas mediam 23 x 23 m, separadas umas das outras por passarelas de um metro e meio de largura.

Para efeito de avaliação do estado nutricional das culturas, foram coletadas amostras de tecido vegetal no período de colheita de cada uma delas. Na mandioca as amostras foram de folhas (ponteiros), ramos (meio e extremidades) e raízes. Nas colheitas as áreas amostradas dentro de cada uma subparcela, eliminando-se as bordas possuía 16 m² para avaliação da cultura da mandioca. Todas as amostras foram embaladas em sacos de papel, identificadas e secas em estufa com circulação de ar forçada à 65°C até atingirem peso constante. As raízes de mandioca ficaram no final deste processo com 35% de umidade. Após a secagem as

amostras foram moídas, peneiradas e levadas para análise.

As análises foram realizadas pelos Laboratórios de análise foliar do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-MG e da Embrapa Amazônia Oriental, Belém (PA), conforme metodologia preconizada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Foram determinados os teores de macro e micro nutrientes na matéria seca. Com base nos teores determinados, foram estimados os acúmulos de macro e micro nutrientes nas diferentes partes das plantas e na matéria seca total da parte aérea, respectivamente, em cada cultura e tratamento de épocas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e ao teste F ao nível de 5% de probabilidade. Os fatores analisados nas parcelas foram as épocas de plantio e nas subparcelas duas adubações. Para as análises que houve significância, procedeu-se ao teste de médias

entre os tratamentos por intermédio do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, sendo empregado o software Sisvar (FERREIRA, 2000), sem transformar os dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estádio nutricional da cultura da mandioca

a) Folhas

Houve diferença significativa entre os tratamentos para o N. A maior diferença foi observada entre as épocas 1 e 4, com o primeiro sendo 116,8% superior ao segundo. Não houve diferença entre as épocas 1 e 3. As concentrações de N nas folhas de mandioca entre as épocas, foram consideradas em média 87% abaixo da recomendação como adequada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Para as maiores concentrações, que foram obtidas pelas épocas 1 e 3, esta deficiência cai para 49%. Os 28,8 g kg⁻¹ de N na folha também estão abaixo da considerada adequada por Reuter e Robinson (1997), que varia entre 50 e 65 g kg⁻¹. Batista et al. (2000) também observaram concentrações de N abaixo da recomendada, em metade das variedades com que trabalharam num Latossolo Amarelo no Pará.

Entre as épocas de plantio 2, 3 e 4 não houve diferença significativa entre as concentrações de P, pelo teste de médias realizado pelo teste de Scott-Knott, mas estes foram significativamente superiores à época 1. Foi observada diferença

significativamente superior (26%) para as concentrações de P, entre as Adubações 2 (maior quantidade de P aplicada na cultura do milho) e a Adubação 1, efeito residual das duas adubações praticadas. Este foi o único caso de elevação significativa das concentrações dos nutrientes, provocada pelas adubações.

As concentrações de P também se encontram abaixo (15 e 27% em média) das mínimas concentrações consideradas adequadas para esta cultura por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Reuter e Robinson (1997). O que pode explicar estas baixas concentrações é a idade do material que foi analisado. No presente estudo, as folhas e ramos foram coletadas no momento em que foi realizada a colheita de raízes. Quando as concentrações de P foram comparadas com as obtidas por Kato (1998), foi observado que estas eram superiores às das médias, que as variedades manejadas sob cobertura morta com e sem adubação apresentaram em seus estudos.

Foram observadas diferenças significativas entre as épocas de plantio para as concentrações dos macronutrientes K, Ca, Mg e S. Para os três primeiros nutrientes, os valores observados foram 12; 64 e 83% superiores às concentrações médias adequadas, recomendadas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e dentro das recomendações de Reuter e Robinson (1997), com exceção do S que se encontra abaixo segundo estes autores. Os resultados obtidos pelo nutriente K foram o oposto aos observados por Batista et al. (2000) em dez

cultivares no estado do Pará. No caso do S os resultados mostraram uma concentração 41% abaixo da recomendada por estes mesmos autores, resultado que concorda com os verificados por Batista et al. (2000).

Bono, Otsubo e Silva (2000) relataram que houve diferença nos teores de nutrientes entre a folha e pecíolo de mandioca, com exceção do potássio. Se extrapolarem-se estes resultados para a rama, estes resultados foram semelhantes aos deste estudo, onde, além do K, o S também não apresentou diferença de concentração entre a folha e a rama. Estes mesmos autores observaram, ainda, que a maioria dos nutrientes tiveram os teores mais elevados na folha, com exceção do Ca e Mg. No presente estudo, além destes dois nutrientes, o cobre apresentou comportamento semelhante nas três partes da planta estudada (folha, rama e raiz), sendo que na raiz foram observadas as menores concentrações de todos os nutrientes avaliados.

Dentre as épocas, não houve um que dominasse com as melhores concentrações dos nutrientes os demais, mostrando que não houve grande efeito das diferentes épocas de plantio e das adubações residuais sobre a nutrição desta cultura, o que demonstra, mais uma vez, a grande rusticidade da planta de mandioca (Tabela 3).

Houve diferenças significativas entre as épocas para todos os micronutrientes avaliados. Estes resultados no geral, foram semelhantes aos de Batista et al. (2000), entretanto, estes autores ressaltam que para os nutrientes Fe e Zn não houve diferença

significativa entre concentrações nas cultivares avaliadas, o que não ocorreu no presente estudo. O resíduo da adubação 2 não provocou maior absorção de micronutrientes nas folhas de mandioca, não havendo diferença entre as concentrações sob influência delas, o que concorda com os resultados obtidos por Bono, Otsubo e Silva (2000) para todos os nutrientes, após usar diferentes doses de fósforo no Mato Grosso do Sul.

O boro foi o único micronutriente que apresentou concentrações médias abaixo (45% menor) da concentração considerada adequada para a cultura por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Os demais (Cu, Fe, Mn e Zn) apresentaram concentrações médias 44,7% superiores às recomendadas por estes autores. O nutriente que apresentou a maior média acima da recomendação, foi o Fe com 64%. Para Reuter e Robinson (1997) todos os micronutrientes, com exceção do Fe, se encontram dentro dos limites considerados adequados para a cultura da mandioca.

b) Ramas

As concentrações de nitrogênio apresentaram diferenças significativas entre épocas. Entretanto, entre as épocas 1, 2 e 3 não houve diferença. Para o nutriente P, o teste de médias só considerou diferente significativamente das demais épocas, a época 2 que obteve as maiores concentrações. Foi também sob a influência desta época, que as adubações residuais apresentaram diferença entre si. As concentrações de P na rama foram inferiores às observadas por Kato (1998).

Tabela 3 – Concentração de nutrientes na matéria seca de folhas de plantas de mandioca cultivadas em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações. Igarapé-Açu, Pará.

Época de plantio	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						mg/kg				
1	37,5 a	3,1 a	21,3 a	9,8 c	6,1 b	1,1 b	12,6 c	13,1 a	217,9ab	58,6 b	50,4 b
2	24,9 b	2,5 b	19,8 a	14,6ab	7,6 a	1,0 b	27,5 b	13,4 a	216,4ab	103,3 b	55,1ab
3	35,5 a	2,2 b	15,3 b	15,8 a	4,3 c	3,1 a	49,6 a	8,3 b	105,6 b	254,6 a	66,7 a
4	17,3 c	2,5 b	17,6ab	12,3 b	4,0 c	1,3 b	19,4 c	9,2 b	314,1 a	106,9 b	56,9ab
Adubação											
1	29,3 a	2,3 b	17,4 a	12,8 a	5,6 a	1,6 a	24,8 a	10,3 a	209,7 a	138,9 a	58,3 a
2	28,3 a	2,9 a	19,5 a	13,4 a	5,4 a	1,7 a	24,7 a	11,5 a	217,3 a	122,9 a	56,2 a
Teste F											
Época	**	NS	NS	**	**	**	**	**	**	**	*
Adubação	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E x A	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	15,5	25,4	21,6	18,4	15,8	13,7	10,4	18,7	49,7	27,6	16,8

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. NS, * e ** indicam, respectivamente, não-significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade (Teste F).

Entre os nutrientes K, Ca e Mg, as épocas apresentaram diferenças significativas entre si, o que não ocorreu para o S como mostra a Tabela 4. Geralmente, para estes nutrientes, a época 2 apresentou as maiores concentrações. As concentrações de S foram influenciadas pelos resíduos das adubações do milho, o que provocou uma diferença significativa entre elas.

As adubações residuais não proporcionaram diferenças significativas entre as concentrações dos micronutrientes. Geralmente houve maior incremento nas concentrações sob a influência da adubação 2 do que da 1, sendo de 7,8% a média destes incrementos.

Nos casos das concentrações de B, Cu, Mn e Zn, sempre uma época se sobressaiu em relação às demais, que não diferiram significativamente entre si nestes casos. As épocas que apresentaram as melhores médias foram o 3, o 4, o 3 e o 4 para estes nutrientes respectivamente. Já para o Fe, as concentrações foram semelhantes entre si nas épocas 1 e 2 e diferentes significativamente para as restantes (3 e 4). No resultado das concentrações da época 3 para Fe (29,14 g kg⁻¹), pode ter havido erro de leitura, pois está muito abaixo da média das concentrações obtidas pelas demais épocas.

c) Raízes

Na Tabela 5 foram observadas diferenças significativas nas concentrações de N e P entre as épocas, como também foi

observado na época 4 os maiores valores para estes nutrientes. Para Ca, Mg e S o comportamento entre as épocas foi semelhante. Houve diferença significativa entre eles, porém a época 4 obteve as maiores concentrações destes nutrientes e pelo teste de Scott-Knott, as outras épocas não diferiram significativamente entre si.

O potássio, dentre os macronutrientes, foi o que apresentou as maiores diferenças entre as concentrações nas épocas. Estes foram considerados estatisticamente diferentes entre si, onde a época 1 foi 4,5 vezes superior à época 4. Os resíduos das adubações do milho não influenciaram nas concentrações dos macronutrientes, não obtendo desta forma diferença estatística entre si.

Houve diferenças significativas entre as concentrações de B, onde a época 3 foi estatisticamente superior às demais. As épocas de plantio 1 e 2 foram consideradas iguais entre si e superiores a 4. Para o nutriente cobre, as concentrações nas épocas 1; 2 e 4 foram considerados estatisticamente iguais entre si e significativamente superiores à concentração da 3. Para o nutriente Fe, a concentração da época 1 foi considerada significativamente superior a da época 4. Ela também foi superior as concentrações de Fe das épocas 2 e 3, que foram consideradas iguais entre si, mas a diferença do 1 para estes dois não foi considerada significativa pelo teste de médias. As médias das épocas 2 e 3 também foram diferentes estatisticamente da época 4.

Tabela 4 – Concentração de nutrientes na matéria seca de ramas de plantas de mandioca cultivadas em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações. Igarapé-Açu, Pará.

Época	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg					mg/kg					
1	6,3 b	0,9 b	11,9bc	20,3 a	4,5 a	1,6 a	11,9 b	14,0 b	206,9 a	54,8 b	22,8 b
2	6,4 b	1,3 a	38,0 a	17,8ab	3,6 a	1,8 a	14,7 b	15,8 b	213,8 a	50,1 b	27,6 b
3	7,8 b	0,8 b	8,6 c	10,8 c	1,6 b	1,9 a	26,9 a	10,0 b	29,1 c	68,4 a	26,9 b
4	12,9 a	0,9 b	18,9 b	11,8bc	3,0ab	1,5 a	11,1 b	37,5 a	137,0 b	54,1 b	46,2 a
Adubação											
1	8,1 a	0,7 b	18,4 a	15,4 a	3,1 a	1,5 b	16,5 a	18,6 a	142,1 a	61,4 a	31,3 a
2	8,5 a	1,2 a	20,3 a	14,8 a	3,3 a	1,9 a	15,8 a	20,0 a	151,3 a	52,3 a	30,4 a
Teste F											
Época	**	NS	**	**	**	NS	**	**	**	**	**
Adubação	NS	**	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
E x A	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	17,2	47,0	26,3	23,3	28,8	25,5	17,6	45,8	9,8	32,1	22,8

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. NS, * e ** indicam, respectivamente, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade (Teste F).

Tabela 5 – Concentração de nutrientes na matéria seca de raízes de plantas de mandioca cultivadas em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações. Igarapé-Açu, Pará.

Época	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						mg/kg				
1	3,4 c	0,5 b	6,9 a	3,4 b	1,0 b	0,3 b	7,4 b	13,1 a	160,6 a	7,5 c	7,8 c
2	3,1 c	0,5 b	6,4 a	3,4 b	1,0 b	0,1 b	9,7 b	13,1 a	149,8ab	6,0 c	5,0 c
3	5,4 b	0,6ab	4,3 b	2,9 b	0,9 b	0,0 b	13,0 a	3,6 b	130,9ab	14,5 b	15,8 b
4	9,6 a	0,7 a	1,5 c	10,3 a	4,3 a	1,0 a	3,9 c	10,3 a	106,0 b	38,3 a	45,1 a
Adubação											
1	5,1 a	0,3 b	4,7 a	4,8 a	1,8 a	0,3 a	9,0 a	9,6 a	142,8 a	16,5 a	17,5 a
2	5,6 a	0,8 a	4,8 a	5,2 a	1,8 a	0,4 a	8,0 a	10,4 a	130,8 a	16,7 a	19,3 a
Teste F											
Época	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Adubação	*	**	NS	NS	NS	*	**	NS	NS	NS	NS
E x A	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	13,6	44,0	19,4	24,1	15,6	74,0	16,7	22,3	28,1	39,9	40,9

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. NS, * e ** indicam, respectivamente, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade (Teste F).

Os resultados obtidos para os nutrientes Mn e Zn foram semelhantes. As concentrações observadas na época 4 para estes dois nutrientes foi significativamente superior e diferente das concentrações das demais. As médias das épocas 1 e 2, também para estes nutrientes, foram consideradas iguais entre elas e inferiores estatisticamente às concentrações das épocas 3 e 4.

O que aparentemente mostram estes resultados, é que devido as maiores produções de raízes terem sido proporcionadas pelas épocas nas quais suas colheitas coincidiram com o período de maior precipitação (épocas 1 e 2), pode ter havido o efeito diluição da maioria dos nutrientes avaliados, diminuindo suas concentrações por um maior volume, tanto de raízes como de biomassa aérea. Outra observação pode ser feita em cima dos resultados obtidos pela época 4. Nela, invariavelmente, as concentrações se apresentam maiores do que nas demais épocas de plantio. Esse fato pode ser explicado por esta época coincidir com o período de menor precipitação, podendo ter havido, assim, um maior fluxo de nutrientes para as raízes (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995).

Acúmulo de nutrientes na cultura da mandioca

Na Tabela 6 (análise de variância) foi observado efeito significativo das épocas de plantio sobre os acúmulos dos nutrientes nas plantas de mandioca, com exceção para o P. As adubações proporcionaram efeito

significativo sobre o conteúdo de todos os nutrientes, com exceção do N, B, Fe e Mn, nas plantas de mandioca e a interação épocas de plantio x adubações só promoveram efeito significativo sobre os conteúdos de N, Ca, S, B e Zn. Na Tabela 7 foi observado o efeito significativo das épocas de plantio sobre o conteúdo de todos os nutrientes, com exceção do P, nas raízes de mandioca (quantidades exportadas) como o que já havia sido observado na biomassa total. As adubações proporcionaram efeito significativo sobre os conteúdos dos nutrientes nas raízes das plantas de mandioca, com exceção do N e do K, comportamento semelhante ao observado para a biomassa total da cultura. Isso pode ser devido as raízes serem responsáveis pelos maiores conteúdos dos nutrientes nestas plantas. Efeito significativo da interação épocas de plantio x adubações só foram observados sobre as quantidades que seriam exportadas de N, Mg e Zn.

A adubação residual NPK+P geralmente proporcionou os maiores acúmulos de macronutrientes pela cultura da mandioca, com o plantio de julho proporcionando os maiores acúmulos destes nutrientes, com exceção do K, para o qual o maior acúmulo ocorreu no plantio de março. Pode ter ocorrido no caso do K, o efeito da concentração deste nutrientes por um menor volume de biomassa produzido (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995) e para os demais nutrientes, o maior acúmulo no período de menor precipitação (Tabelas 8 e 9).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância (quadrado médio e significância) dos conteúdos de nutrientes absorvidos por plantas de mandioca (biomassa total) cultivadas em função das épocas de plantio sob cobertura morta e duas adubações.

Fonte Variação	G.L	Quadrado médio										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	499 ^{ns}	33 ^{ns}	3096 ^{ns}	851 ^{ns}	244*	62 ^{ns}	1924**	183804 ^{ns}	294485 ^{ns}	116116 ^{ns}	64214**
Época (E).	3	20838**	186 ^{ns}	76782**	44369**	8310**	521**	84158**	6906276*	5440972**	1095560*	1425247*
Erro 1	9	710	14	1270	804	130	37	1901	145191	182396	93891	49745
Adubação (A)	1	2358 ^{ns}	2408**	7806*	6006**	564**	390**	15 ^{ns}	1188728*	640712 ^{ns}	11670 ^{ns}	78328**
E x A	3	6036**	282 ^{ns}	2415 ^{ns}	2218*	55 ^{ns}	139*	4323**	155832 ^{ns}	147803 ^{ns}	20405 ^{ns}	104872**
Erro 2	12	786	87	1464	628	44	34	283	153955	379267	45059	7952
Média Geral		237,30	24,39	240,92	200,23	66,44	19,52	288,67	1.860,6	1.805,0	966,73	670,86
C.V. (%)		11,82	38,29	15,88	12,52	9,99	30,28	5,84	21,09	34,12	21,96	13,29

ns, * e ** indicam, respectivamente, não-significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade (Teste F).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância (quadrado médio e significância) dos conteúdos de nutrientes absorvidos pelas raízes das plantas de mandioca cultivadas em função das épocas de plantio sob cobertura morta e duas adubações.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	612**	3 ^{ns}	617 ^{ns}	642 ^{ns}	51**	42 ^{ns}	792*	156275 ^{ns}	2290 ^{ns}	1362 ^{ns}	57188**
Época (E)	3	23131**	9 ^{ns}	17613**	32177**	6801**	467**	16658**	6418440**	25735**	560048**	844352**
Erro 1	9	216	1	284	554	39	21	781	162244	887	10631	39247
Adubação (A)	1	2985**	884**	808 ^{ns}	2434*	222**	142*	21 ^{ns}	1005008*	69 ^{ns}	17163 ^{ns}	48898**
E x A	3	2153**	98 ^{ns}	163 ^{ns}	349 ^{ns}	53**	30 ^{ns}	446 ^{ns}	150037 ^{ns}	3224 ^{ns}	28623 ^{ns}	39740**
Erro 2	12	100	56	253	316	5	25	182	141210	2254	10572	4407
Média Geral		87,82	9,40	79,05	83,48	29,94	6,16	133,38	1.728,8	228,34	272,35	303,75
C.V. (%)		11,43	79,67	20,13	21,33	7,56	82,18	10,12	21,74	20,79	37,75	21,86

ns, * e ** indicam, respectivamente, não-significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade (Teste F).

Tabela 8 – Conteúdo de N, P e K na biomassa total seca (A) e raízes (35% de umidade) (B) da cultura de mandioca em função das épocas de plantio e adubações residuais sob cobertura morta.

Época	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹) /Biomassa total (A)								
	N			P			K		
	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral
1	239,0aA	248,2aB	243,6	16,5 bA	36,7 aA	26,6	247,3	291,4	269,4 B
2	209,6aA	184,5aC	197,0	12,9 bA	38,8 aA	25,8	338,4	379,2	358,8 A
3	207,7aA	195,4aC	201,5	17,3 aA	17,2 aB	17,3	136,3	116,9	126,6 D
4	258,7bA	355,5aA	307,1	16,2 bA	39,6 aA	27,9	179,2	238,8	209,0 C
M. geral	228,7	245,9	–	15,7	33,1	–	225,3	256,5	–
CV (%)	–	–	11,82	–	–	38,29	–	–	15,88
Época	Quantidades de macronutrientes exportados (kg ha ⁻¹) /Raízes (B)								
	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral
	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral
1	62,5 aB	62,4 aB	62,4	4,4	14,4	9,4 A	124,9aA	129,5aA	127,2
2	51,4 aB	55,1 aB	53,2	0,1	18,4	9,2 A	102,8aA	114,9aA	108,9
3	65,1 aB	70,3 aB	67,7	7,4	8,9	8,2 A	52,7aB	54,3aB	53,5
4	133,8bA	202,2aA	168,0	4,7	16,9	10,8 A	15,7bC	37,6aB	26,7
M. geral	78,2	97,5	–	4,1 b	14,66 a	–	74,0 b	84,1 a	–
CV (%)	–	–	11,43	–	–	66,89	–	–	20,14

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (teste F a $P < 0,05$) e maiúscula na coluna (teste de Scott e Knott a $P < 0,05$), não diferem entre si.

Tabela 9 – Conteúdo de Ca, Mg e S na biomassa total seca (A) e raízes (35% de umidade) (B) da cultura de mandioca em função das épocas de plantio e adubações residuais sob cobertura morta.

Época	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹) /Biomassa total (A)								
	Ca		Média	Mg		Média	S		Média
	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Geral
1	187,8aB	190,5aB	189,2	59,8	67,1	63,5 B	9,2 bB	24,1 aB	16,6
2	188,0aB	206,9aB	197,4	61,3	70,3	65,8 B	9,1 bB	19,9 aB	14,5
3	110,8aC	122,4aC	116,6	27,7	30,0	28,8 C	17,6 aB	13,1 aB	15,3
4	289,6bA	335,9aA	297,7	100,1	115,1	107,6 A	28,2 aA	34,9 aA	31,5
M. geral	186,5	213,9	–	62,24	70,64		16,0	23,0	–
CV (%)	–	–	12,52	–	–	9,99	–	–	30,20
Época	Quantidades de macronutrientes exportados (kg ha ⁻¹) /Raízes (B)								
	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Média
1	62,4	62,3	62,4 B	17,2 aB	19,2 aB	18,2	0,2	9,6	4,9
2	47,4	68,9	58,2 B	15,8 aB	18,4 aB	17,1	0,2	4,6	2,4
3	27,9	44,7	36,3 C	9,3 aC	12,8 aC	11,1	0,1	0,1	0,1
4	161,3	192,8	117,1 A	66,9 aA	79,9 aA	73,4	15,7	18,8	17,3
M. geral	74,8 b	92,2 a		27,3	32,58		4,1 b	8,3 a	
CV (%)	–	–	21,33	–	–	7,56	–	–	68,60

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (teste F a P < 0,05) e maiúscula na coluna (teste de Scott e Knott a P < 0,05), não diferem entre si.

Sob efeito da adubação residual NPK+P e do plantio de julho, é que foram exportadas as maiores quantidades dos macronutrientes, com exceção do K, sendo este nutriente exportado em maior quantidade pelo plantio de janeiro. Foram nestes plantios (janeiro e julho) que se observaram as maiores produções de raízes, explicando as maiores quantidades exportadas.

As quantidades médias de macronutrientes acumulados nas raízes da cultura da mandioca, nas quatro épocas de plantio, foram em muitos casos superiores às apresentadas por Yamada e Lopes (1999), mesmo com grande parte dos nutrientes se encontrarem em concentrações abaixo das consideradas adequadas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Pode ter ocorrido o maior desenvolvimento de plantas (parte aérea e raízes), diluindo estas concentrações (MARSCHNER, 1995). Este fato pode ser facilmente confirmado através das maiores produções de raízes apresentadas neste estudo.

Nas Tabelas 10 e 11 observaram-se os maiores acúmulos de micronutrientes sob influência da adubação residual NPK+P em todas as épocas de plantio, com exceção do plantio realizado em maio, para todos os micronutrientes e do Mn também no plantio de janeiro. No plantio de maio, a adubação residual NPK foi sempre superior a adubação residual NPK+P.

Os maiores acúmulos de Mn e Zn, tanto na biomassa como nas raízes, ocorreram nos plantios realizados em julho. Somente houve efeito significativo da adição de P (NPK+P) no plantio de julho, com a adição de NPK+P proporcionando maiores acúmulos do que a com NPK.

As adubações residuais proporcionaram exportações de quantidades iguais estatisticamente de B e Fe, e a adubação residual NPK+P as maiores quantidades de Cu, Mn e Zn. No plantio de janeiro, onde houve a maior produção de raízes, foi observado, a maior exportação de Cu e Fe. Uma possível explicação é a maior absorção destes nutrientes no período de maior precipitação, sendo, também translocados para as raízes em maiores quantidades neste período. No período de menor precipitação foram observados as maiores exportações de Mn e Zn.

As plantas de mandioca apresentaram valores médios de acúmulo de nutrientes na seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > Mg > P > S > Cu > Fe > Mn > Zn > B$. Os plantios em diferentes épocas apresentaram valores médios de nutrientes exportados na seguinte ordem decrescente: $N > Ca > K > Mg > P > S > Cu > Zn > Mn > Fe > B$. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Yamada e Lopes (1999).

Tabela 10 – Conteúdo de B, Cu e Fe na biomassa total seca (A) e raízes (35% de umidade) (B) da cultura de mandioca em função das épocas de plantio e adubações residuais sob cobertura morta.

Época	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹) /Biomassa total (A)								
	B			Cu			Fe		
	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral	NPK	NPK+P	Média Geral
1	239,1aC	243,4aB	241,2	2284,8	2810,0	2547,4A	1877,0	2293,5	2085,3 ^A
2	330,1bB	364,8aA	347,4	2061,5	2697,8	2379,6A	1906,5	2314,5	2110,5 ^A
3	430,8aA	362,3bA	396,6	510,5	507,0	508,8C	653,3	528,7	591,0 ^B
4	157,4aD	181,5aC	169,4	1814,7	2198,7	2006,7B	2217,3	2649,3	2433,3 ^A
M. geral	289,4	287,9	–	1667,9	2053,4	–	1663,5	1946,5	–
CV (%)	–	–	5,84	–	–	21,09	–	–	34,12
Época	Quantidades de macronutrientes exportados (kg ha ⁻¹) /Raízes (B)								
	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Média
	1	138,7	136,0	137,4 B	2185,7	2686,0	2435,9A	286,2	307,5
2	158,7	171,2	165,0 A	1937,2	2574,0	2255,3A	271,7	234,2	253,0
3	174,5	152,5	163,5 A	446,5	459,5	453,0C	198,5	162,0	180,2
4	64,7	70,5	67,6 C	1636,7	1904,5	1770,6B	162,7	203,7	183,2
M. geral	134,2 a	132,6 a	–	1551,6b	1906,0a	–	229,8 a	226,9a	–
CV (%)	–	–	10,12	–	–	11,98	–	–	20,79

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (teste F a $P < 0,05$) e maiúscula na coluna (teste de Scott e Knott a $P < 0,05$), não diferem entre si.

Tabela 11 – Conteúdo de Mn e Zn na biomassa total seca (A) e raízes (35% de umidade) (B) da cultura de mandioca em função das épocas de plantio e adubações residuais sob cobertura morta.

Época	Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹) /Biomassa total (A)					
	Mn		Média	Zn		Média
	NPK	NPK+P	Geral	NPK	NPK+P	Geral
1	646,0	584,8	615,4 C	428,2 aB	477,4 aB	452,8
2	719,4	813,0	766,2 C	432,6 aB	453,8 aB	443,2
3	1040,4	1009,3	1024,8 B	535,3 aB	432,8 aB	484,0
4	1384,8	1536,3	1406,5 A	1089,5 bA	1517,4 aA	1303,4
M. geral	947,6	985,8	–	621,4	720,3	–
CV (%)	–	–	21,96	–	–	13,29
Época	Quantidades de micronutrientes exportados (g ha ⁻¹) /Raízes (B)					
	NPK		Média	NPK+P		Média
	NPK	NPK+P	Média	NPK	NPK+P	Média
1	133,7	143,7	138,7 B	120,4 aC	167,9 aB	144,4
2	94,9	110,3	102,6 B	75,1 aC	96,5 aB	85,8
3	211,1	152,5	181,8 B	218,3 aB	179,5 aB	198,9
4	557,0	775,5	666,2 A	644,8 bA	927,4 aA	786,1
M. geral	149,2 a	295,5 a	–	264,6 b	342,8 a	–
CV (%)	–	–	15,78	–	–	13,67

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (teste F a P < 0,05) e maiúscula na coluna (teste de Scott e Knott a P < 0,05), não diferem entre si.

CONCLUSÃO

As maiores concentrações de N, P, Mg, B, Fe, Mn e Zn estavam nas folhas das plantas de mandioca. As maiores concentrações de K, Ca e S foram observadas conjuntamente nas folhas e nas ramas. As maiores concentrações de cobre foram verificadas nas ramas. As raízes apresentaram as menores concentrações para todos os nutrientes avaliados, sendo, entretanto, para o N, Cu e Fe semelhantes às concentrações das ramas.

As concentrações dos nutrientes foram afetadas significativamente pelas épocas de plantio, com exceção do P nas folhas e ramas e do S nas ramas, sem que este fato impedisse a observação de concentrações consideradas adequadas nas plantas, para a maioria dos nutrientes avaliados.

A adubação com maior dose de P aumentou significativamente somente as concentrações de P nas folhas, de P e S nas ramas e de N, P, S e B nas raízes. Houve interação significativa entre as épocas de plantio e as adubações para as concentrações de S nas ramas e de N nas raízes.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. da C.; SOUZA, R. J. de; SILVA, A. M. da; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos da cobertura morta do solo sobre a cultura do alho (*Allium sativum*, L.). *Ciência e Prática*, Lavras, v. 17, n. 3, p. 228-233, jul./set. 1993.

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. 6p. (Comunicado Técnico).

BATISTA, M. M. F.; VIÉGAS, I. de J. M.; PIMENTEL, M. J. de O.; CARVALHO, J. G. de; CARDOSO, E. M. R. Avaliação do estado nutricional de dez cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) submetidas a adubação orgânica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO - Fertbio, 3., 2000, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBCS/SBM/DCS-UFSM, 2000. p. 147.

BONO, J. A. M.; OTSUBO, A. A.; SILVA, W. M. Teores de nutrientes em folha e pecíolo de mandioca, em função de fontes e doses de fósforo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO - Fertbio, 3., 2000, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBCS/SBM/DCS-UFSM, 2000. p. 175.

- BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. In: SIMPÓSIO ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1985, Londrina. *Anais...* Londrina: IAPAR, 1985. p. 12-66.
- CAMPOS, D. C. de. *Influência da mudança de uso da terra sobre a matéria orgânica do solo no Município de São Pedro-SP*. 1998. 83 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - ESALQ, Piracicaba, 1998.
- CARVALHO, V. D.; KATO, M. do S. A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. *Informe Agropecuário*, v. 13, n. 145, p. 23-28, jan. 1987.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Manual técnico para avaliação nutricional de alimentos e orientações para atividades em laboratório de nutrição animal*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Laboratório de Nutrição Animal, 1997.
- EWEL, J. J.; MAZZARINO, M. J.; BERISH, C. W. Tropical soil fertility changes under monocultures and successional communities of different structure. *Ecological Applications*, v. 1, p. 289-302, 1991.
- FERREIRA, D. F. *Sisvar – Sistema de análise de variância para dados balanceados*. Lavras: DCE-UFLA, 2000. CD-ROM.
- FONSECA, H. M. P. da. *Composição química de folhas de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) tolerantes e suscetíveis ao estresse hídrico*. 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – ESALQ, Piracicaba, 1996.
- GARCIA-OLIVA, F.; SANFORD JR., R. L.; KELLY, E. Effect of burning of tropical deciduous forest soil in Mexico on the microbial degradation of organic matter. *Plant and Soil*, v. 206, p. 29-36, 1999.
- 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 dynamics*. 1998. 145p. Dissertation (Doctoral) - Georg-August University Göttingen, Göttingen, 1998.
- ; KATO, O. R.; PARRY, M. M., DENICH, M.; VLEK, P. L. G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the Eastern Amazon region: In: SHIFT - Workshop, 3., 1998, Manaus. *Proceedings...* Manaus, 1998.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 254p.
- ; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional de plantas, princípios e aplicações*. 2.ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

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. Wiley, 1991. p.23 - 27.

PALM, C. A.; SWIFT, M. J.; WOOMER, P. L. Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 58, n. 61-74, 1996.

PASSOS, O. S.; MATTOS, P. L. P.; SAMPAIO, A. O. *A mandioca como cultura empresarial: um desafio ao governo e aos empresários do Nordeste*. Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, 1994. 2p. (Mandioca em Foco, 2).

REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. *Plant analysis in interpretation manual*. 2nd ed. Collingwood: CSIRO Pub., 1997. 570 p.

SAMPAIO, F. A. R. *Balanço de nutrientes em um sistema de agricultura migratória no Município de Ji-Paraná, RO*. Viçosa (MG): UFV, 1998. 102 p.

SMITH, J.; KOP, P. van de; REATEGUI, K.; LOMBARDI, I.; SABOGAL, C.; DIAZ, A. Dynamics of secondary forests in slash-and-burn farming: interactions among land use types in the Peruvian Amazon. *Agriculture, Ecosystems and*

Environment, v. 76, p. 85-98, 1999.

SMYTH, T. J.; BASTOS, J. B. Alterações na fertilidade de um Latossolo Amarelo Álico pela queima da vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.8, p. 127-132, ago./set. 1984.

TINKER, P. B.; INGRAM, J. S. I.; STRUWE, S. Effects of slash-and-burn agriculture and deforestation on climate change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 58, p.13-22, 1996.

UZÊDA, M. C. *Efeitos do cultivo e do pousio sobre o solo e a vegetação secundária da Amazônia Oriental*. 1995. 81p. Dissertação (Mestrado em Solos) – UNICAMP, Campinas, 1995.

YAMADA, T.; LOPES, A. S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. de. *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras: SBCE/UFLA/DCS, 1999. p. 143-161.