

PRODUÇÃO DE RAÍZES DE MANDIOCA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SEQUENCIAIS SUBMETIDOS A DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÕES VERDE E FERTILIZANTES NO NORDESTE PARAENSE.

Oswaldo Ryohei Kato¹, Mauricio Kadooka Shimizu¹, Anna Christina Monteiro Roffé Borges¹

RESUMO: A agricultura tradicional na Amazônia tem sido afetada pelo crescimento populacional, pela crescente minifundização dos sistemas agrários, redução dos períodos de pousio, altas taxas de desmatamento e emissão de gases que comprometem a continuidade desse modelo. A associação de práticas de corte e queima com as modernas tecnologias ampliou os efeitos negativos da agricultura para o ambiente e sociedade. As unidades de produção familiar contribuem significativamente para a economia rural da Amazônia e representam um componente essencial para a obtenção de níveis sustentáveis de desenvolvimento, segurança alimentar e geração de emprego e renda. Logo, torna-se fundamental oferecer alternativas para alcançar a sustentabilidade das unidades de produção familiar. No ano de 2005 foi iniciado em Igarapé-Açu/PA um experimento de longa duração para estudar a sustentabilidade de sistemas de produção submetidos a diferentes manejos de adubações verde (crotalaria, mucuna-preta, titônia, ingá e guandu) e fertilizantes (fosfato natural de Arad e NPK 10-28-20). O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados obtidos com a produção da mandioca na terceira fase deste experimento. A produção média de raízes frescas de mandioca indicou um aumento da produtividade de raízes devido à adubação com fosfato natural, sendo os maiores valores médios obtidos nas parcelas que receberam duas aplicações do fosfato (primeira e terceira fase).

Palavras-chave: agricultura sem queima, corte e trituração da capoeira, plantio direto na capoeira, adubo verde.

ABSTRACT: Traditional agriculture in the Amazon has been affected by population growth, increasing fragmentation of smallholdings, fallow periods reduction, high deforestation rates and gases emission that compromise this model's continuity. The combination of slash-and-burn practices with modern technologies extended agriculture negative effects to the environment and society. Family production units significantly contribute to Amazon rural economy and represent an essential component for achieving sustainable levels of development, food security and generate employment and income. Therefore, it is essential to offer alternatives to achieve sustainability in family production units. For this reason, in 2005 it was initiated in Igarapé-Açu, Pará state, a long-term experiment to study production systems sustainability under different green fertilization managements (*Crotalaria mucronata*, *Mucuna aterrima*, *Tithonia diversifolia*, *inga edulis* and *Cajanus cajan*) and fertilizers (Arad natural phosphate and NPK 10-28-20). The objective of this study is to present results obtained with production of cassava in the third phase of this experiment. The average production of cassava fresh roots indicates increasing roots productivity due natural phosphate fertilization, with highest average values obtained in plots that received two phosphate applications (first and third phase).

Keywords: fire-free agriculture, chop and mulch, no-tillage in fallow, green manure.

Introdução

Na Amazônia a agricultura tradicional, baseada na prática de corte e queima, tem se tornado alvo de manifestações de ambientalistas e cientistas do mundo inteiro pela emissão de gases que contribuem para o efeito estufa (MORAN, 1990; HÖLSCHER *et al.*, 1997; KATO *et al.*, 1999;

¹ Embrapa Amazônia Oriental, okato@cpatu.embrapa.br, mauricio@cpatu.embrapa.br, aroffe@cpatu.embrapa.br

NEPSTAD *et al.*, 1999; RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002, DAVIDSON *et al.*, 2008). Além disso, o crescimento populacional, a crescente minifundização dos sistemas agrários, a redução dos períodos de pousio e as altas taxas de desmatamento e de emissão de gases são fatores comprometem a continuidade desse modelo. O uso de práticas de corte e queima associada à agricultura convencional moderna ampliou os efeitos negativos da agricultura no ambiente e sociedade (KATO *et al.*, 2009).

As unidades de produção familiar contribuem significativamente para a economia rural da Amazônia e representam um componente essencial para a obtenção de segurança alimentar, geração de emprego e renda na região (HURTIENNE, 1999). Logo, torna-se fundamental que alternativas sejam oferecidas para alcançar a sustentabilidade das unidades de produção familiar rural.

Entre as alternativas em curso está o Projeto Tipitamba, coordenado pela Embrapa Amazônia Oriental e parceiros. O Projeto têm buscado o aumento do período dos cultivos anuais, pelo preparo de área motomecanizada via corte/trituração, em substituição ao corte/queima (KATO *et al.*, 1999). Esta técnica de preparo de área permite a redução da emissão de gases de efeito estufa. Davidson *et al.* (2008) demonstram que a emissão desses gases é cinco vezes menor em relação ao sistema de preparo de área com derruba-e-queima, mesmo quando imputadas as emissões do processo de produção dos fertilizantes e do combustível utilizado.

As técnicas geradas e propostas para melhorar o sistema tradicional de derruba e queima intensificam o uso da terra por permitir dois cultivos consecutivos e reduzir o tempo de pousio, melhoram a qualidade química, física e biológica do solo e, assim, aumentando a sustentabilidade do sistema. Além disso, proporcionam maior estabilidade de produção, reduzem a necessidade de capina, flexibilizam o calendário agrícola permitindo o plantio fora de época normal de plantio por não depender mais da época seca para a derruba e queima da vegetação, promovem serviços ambientais pelo seqüestro de carbono e melhoria do balanço de água e nutrientes, reduzem o risco de fogo acidental, conservam a biodiversidade, além de reduzirem o desgaste físico pelo agricultor na atividade do preparo de área para o plantio que pode ser feito de forma mecanizada.

Apesar dos resultados obtidos, faz-se necessário o desenvolvimento de sistemas de manejo para diminuir ainda mais o aporte de insumos externos, como a utilização de plantas adubadeiras (fixadoras ou cicladoras de nutrientes) associadas às culturas tradicionais da região.

Diante do exposto, esta proposta pretende apresentar os resultados de produção de mandioca obtida na terceira fase de experimento de longa duração com diferentes combinações de manejo.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no campus da Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (FEIGA/UFRA), em Igarapé-Açu, cujas coordenadas são 0° 55' e 01° 20' S e 47° 20' e 47° 50' W. O clima é classificado como quente e úmido, chuvoso, tipo Am (*Köppen*), com estação seca de setembro a dezembro, a temperatura média anual variando entre 25 a 27°C,

precipitação anual de 2500 mm e umidade relativa variando de 80% a 90%. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, álico, bem drenado.

O ensaio foi implantado em um área com capoeira não enriquecida de três anos de pousio e o solo preparado sem queima com corte e trituração da biomassa, realizada com fresador florestal AHWI FM 600, no mês de janeiro de 2005.

O delineamento da área experimental foi feito em blocos ao acaso, com 4 blocos e 18 tratamentos, conforme apresentado na Tabela 1. Na primeira fase foram escolhidas duas variedades de milho da Embrapa (Sol da Manhã e BR473). Após a trituração da área, realizou-se o plantio do milho utilizando o espaçamento de 1,0m x 0,50m. O plantio se deu de forma manual utilizando uma plantadeira do tipo matraca. No dia seguinte ao plantio, realizou-se adubação a lanço, sendo utilizados nos tratamentos 200kg/ha NPK 10-28-20 nas parcelas. Nos tratamentos com fosfato natural de Arad foram aplicados 300kg/ha. O semeio das leguminosas (Crotalária e Mucuna-preta) foi realizado nas entrelinhas do milho (SATO *et al.*, 2006) e as médias de produção do milho colhido cerca de 120 dias após semeadura são apresentadas na Tabela 2.

Após a colheita foi iniciada a segunda fase do experimento com uma capina na área, seguida da semeadura do feijão-caupi. As parcelas que haviam sido cultivadas com milho da variedade Sol da Manhã foram cultivadas com feijão-caupi da cultivar BR3-Tracuateua. Já as parcelas que haviam sido cultivadas com milho da variedade BR473 a cultivar de feijão caupi implantada foi a Pretinha.

No plantio de feijão-caupi, em um espaçamento de 0,50m x 0,30m, foi obedecido o mesmo alinhamento do milho para aproveitamento do resíduo de fertilizantes na fase do milho. Cerca de 90 dias após o plantio, foi realizada a colheita com as produções médias apresentadas na Tabela 3 (SATO *et al.*, 2006).

Com objetivo de verificar o desempenho da cultura da mandioca nos sistemas, no início de fevereiro de 2006, foi iniciada a terceira fase do trabalho com uma capina na área experimental e na semana seguinte foi realizado o plantio de milho BR5102.

O cultivo do milho seguiu o mesmo delineamento anterior (primeira fase). Os fertilizantes aplicados no dia seguinte ao semeio nesta fase foram os mesmos utilizados na primeira fase (fosfato natural e NPK 10-28-20). Entretanto, nesta fase foram somente adubadas as parcelas com os tratamentos 12, 14 e 16 de cada bloco, no caso das parcelas com fosfato natural e 13, 15 e 17 de cada bloco, no caso das parcelas com NPK 10-28-20. As demais parcelas receberam apenas o efeito residual dos tratamentos aplicados durante a primeira fase.

Um mês após o plantio do milho, foi realizado o plantio de mandioca da variedade Cearense (mês de março) em espaçamento de 1,0m x 1,0m nas entrelinhas do milho.

No mês de junho foram implantadas combinações de plantas para pousio enriquecido da capoeira, sendo titônia (*Tithonia diversifolia*) e guandu (*Cajanus cajan*) nas parcelas que na primeira fase receberam a crotalária (parcelas 1, 5, 6, 10, 14 e 15) e de titônia e ingá (*Inga edulis*) nas parcelas

que na primeira fase receberam a mucuna-preta (parcelas 2, 7, 8, 11, 16 e 17). As demais parcelas consistiram de regeneração natural da capoeira.

As plantas adubadeiras foram plantadas nas entrelinhas da mandioca em espaçamento de 0,3m x 0,5m, permanecendo duas linhas de leguminosas entre as linhas de mandioca.

As produções médias de raízes de mandioca nos diferentes sistemas de manejo foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de significância através do software SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

As médias de produção são apresentadas na Tabela 4. Observa-se que os maiores valores de produção, em ordem decrescente, foram obtidos pelos tratamentos 14 (31,66 t/ha), 12 (31,11 t/ha), 16 (28,17 t/ha) e 17 (21,08 t/ha), que não diferiram estatisticamente pelo teste t ao nível de 5% de significância. Nestes tratamentos, as três maiores produções em valores absolutos foram justamente os das parcelas que receberam duas adubações com fosfato natural (primeira e terceira fase do experimento), corroborando Kato *et al.* (1999) que afirmam que o fósforo é o nutriente mais limitante nos sistemas agrícolas do nordeste paraense, pois as plantas tendem a ser mais responsivas à adubação fosfatada.

Segundo Gama (2002), há décadas a deficiência de fósforo nos solos da região tropical vem sendo alvo de estudos. As pesquisas têm demonstrado que uma das principais causas dessa deficiência está relacionada aos processos de retenção de P (adsorção e precipitação) nos solos. Diante disso, os estudos têm procurado avaliar vários aspectos que podem estar inter-relacionados com esses processos, tais como: extração e disponibilidade do elemento e os efeitos das propriedades do solo, das formas de manejo e do tipo de cultivo.

Apesar dos tratamentos com duas aplicações de NPK 10-28-20 (primeira e terceira fase do experimento) terem promovido um acréscimo de produção em relação aos tratamentos sem adubação ou com adubação somente na primeira fase, este acréscimo deve-se provavelmente à pequena quantidade de fósforo contido no fertilizante (56 kg/ha).

Conclusão

Nesta terceira fase do experimento o aumento da produtividade de raízes de mandioca foi devido à adubação com fosfato natural, sendo as maiores médias obtidas nas parcelas que receberam duas aplicações do fosfato (primeira e terceira fase).

Novos ciclos de pousio e cultivo deverão ser avaliados para observar se há efeito positivo em longo prazo com a decomposição da biomassa gerada pelas plantas adubadeiras introduzidas e conseqüente liberação dos nutrientes acumulados para os sistemas.

Tabelas

Tabela 1- Delineamento da área experimental. Igarapé-Açu, 2005.

Tratamento	Cultivares	
	Milho: Sol da Manhã/ Feijão-Caupi: BR3-Tracuateua	Milho: BR 473/ Feijão-Caupi: Pretinha
Mucuna preta (<i>Mucuna aterrima</i>)	1	10
Crotalária (<i>Crotalaria mucronata</i>)	2	11
Fosfato natural 300 kg/ha	3	12
NPK (10-28-20) 200 kg/ha	4	13
Mucuna preta+Fosfato natural 300 kg/ha	5	14
Mucuna preta+NPK (10-28-20) 200 kg/ha	6	15
Crotalária+Fosfato natural 300 kg/ha	7	16
Crotalária+NPK (10-28-20) 200 kg/ha	8	17
Testemunha	9	18

Tabela 2- Produção média de grãos de milho (primeira fase) e feijão-caupi (segunda fase) do experimento. Igarapé-Açu, 2005.

Tratamento	Milho	Produção de grãos de milho (kg/ha)	Feijão-caupi	Produção de grãos de feijão-caupi (kg/ha)
1- Mucuna Preta	Sol da Manhã	81,0	BR3-Tracuateua	107,0
2- Crotalária	Sol da Manhã	162,4	BR3-Tracuateua	35,2
3- Fosfato Natural 300 kg/ha	Sol da Manhã	1.262,5	BR3-Tracuateua	678,6
4- NPK (10-28-20) 200 kg/ha	Sol da Manhã	1.525,5	BR3-Tracuateua	223,1
5- Mucuna Preta + Fosfato Natural 300 kg/ha	Sol da Manhã	643,5	BR3-Tracuateua	622,7
6- Mucuna Preta + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	Sol da Manhã	1.604,9	BR3-Tracuateua	430,6
7- Crotalária + Fosfato Natural 300 kg/ha	Sol da Manhã	1.062,2	BR3-Tracuateua	399,9
8- Crotalária + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	Sol da Manhã	1.765,2	BR3-Tracuateua	298,5
9- Testemunha 1	Sol da Manhã	113,8	BR3-Tracuateua	102,3
10- Mucuna Preta	BR 473	27,3	Pretinha	48,7
11- Crotalária	BR 473	76,9	Pretinha	66,4
12- Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 473	1.714,9	Pretinha	556,4
13- NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 473	2.018,5	Pretinha	286,7
14- Mucuna Preta + Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 473	825,5	Pretinha	476,1
15- Mucuna Preta + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 473	1.673,2	Pretinha	346,1
16- Crotalária + Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 473	1.667,8	Pretinha	313,5
17- Crotalária + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 473	2.107,8	Pretinha	223,8
18- Testemunha 2	BR 473	131,5	Pretinha	86,3

Fonte: Adaptado de SATO *et al.* (2006).

Tabela 3 - Produção média de grãos de milho (terceira fase). Igarapé-Açu, 2006.

Tratamento	Milho	Produção de grãos de milho (kg/ha)
1- Mucuna Preta	BR 5102	274,65
2- Crotalária	BR 5102	292,70
3- Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 5102	811,87
4- NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 5102	229,45
5- Mucuna Preta + Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 5102	987,97
6- Mucuna Preta + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 5102	846,56
7- Crotalária + Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 5102	1063,77
8- Crotalária + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 5102	806,38
9- Testemunha 1	BR 5102	354,07
10- Mucuna Preta	BR 5102	96,68
11- Crotalária	BR 5102	193,67
12- Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 5102	752,86
13- NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 5102	996,13
14- Mucuna Preta + Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 5102	993,62
15- Mucuna Preta + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 5102	1021,71
16- Crotalária + Fosfato Natural 300 kg/ha	BR 5102	1251,79
17- Crotalária + NPK (10-28-20) 200 kg/ha	BR 5102	1049,96
18- Testemunha 2	BR 5102	204,34

Fonte: Adaptado de SATO *et al.* (2006).

Tabela 4 – Produção média de raízes frescas de mandioca (t/ha) em áreas submetidas a diferentes manejos de adubação verde e fertilizantes. Igarapé-açu, 2007.

Tratamento	Média (t/ha)
1- (CV1 + Leg1) + (CV3 + Leg1) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Guandú)	13.51 c
2- (CV1 + Leg2) + (CV3 + Leg2) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Ingá)	16.41 c
3- (CV1 + FN) + (CV3) + (Milho + Mandioca) + (Pousio natural)	15.29 c
4- (CV1 + 10-28-20) + (CV3) + (Milho + Mandioca) + (Pousio natural)	13.79 c
5- (CV1 + Leg1 + FN) + (CV3 + Leg1) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Guandú)	13.05 c
6- (CV1 + Leg1 + 10-28-20) + (CV3 + Leg1) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Guandú)	16.02 c
7- (CV1 + Leg2 + FN) + (CV3 + Leg2) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Ingá)	17.88 bc
8- (CV1 + Leg2 + 10-28-20) + (CV3 + Leg2) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Ingá)	13.72 c
9- (CV1) + (CV3) + (Milho + Mandioca) + (Pousio natural)	13.01 c
10- (CV2 + Leg1) + (CV4 + Leg1) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Guandú)	12.03 c
11- (CV2 + Leg2) + (CV4 + Leg2) + (Milho + Mandioca) + (Titônia + Ingá)	09.97 c
12- (CV2 + FN) + (CV4) + (FN + Milho + Mandioca) + (Pousio natural)	31.11 a
13- (CV2 + 10-28-20) + (CV4) + (10-28-20 + Milho + Mandioca) + (Pousio natural)	19.45 bc
14- (CV2 + Leg1 + FN) + (CV4 + Leg1) + (FN + Milho + Mandioca) + (Titônia + Guandú)	31.66 a
15- (CV2 + Leg1 + 10-28-20) + (CV4 + Leg1) + (10-28-20 + Milho + Mandioca) + (Titônia + Guandú)	17.59 bc
16- (CV2 + Leg2 + FN) + (CV4 + Leg2) + (FN + Milho + Mandioca) + (Titônia + Ingá)	28.17 ab
17- (CV2 + Leg2 + 10-28-20) + (CV4 + Leg2) + (10-28-20 + Milho + Mandioca) + (Titônia + Ingá)	21.08 abc
18- (CV2) + (CV4) + (Milho + Mandioca) + (Pousio natural)	15.30 c

CV1 - Sol da Manhã, CV2 - BR 473, CV3 - BR3-Tracueteua, CV4 - Pretinha, Leg1 - Mucuna, Leg2 - Crotalária. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de significância.

Referências Bibliográficas

DAVIDSON, E.; SÁ, T.D.A.; CARVALHO, C.J.R.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, M.S.; KATO, O.R.; ISHIDA, F.Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v.14, p. 998-1007, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

GAMA, M.A.P. **Dinâmica do fósforo em solo submetido a sistemas de preparo alternativos ao corte e queima no nordeste paraense**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 96p. (Tese de Doutorado)

HÖLSCHER, D.; MÖLLER, M.R.F.; DENICH, M. e FÖLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in Eastern Amazonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.47, p. 49-57, 1997 .

HURTIENNE, T. Agricultura Familiar na Amazônia Oriental: uma comparação dos resultados da pesquisa sócio-econômica sobre fronteiras agrárias sob condições históricas e agroecológicas diversas. **Novos Cadernos NAEA**, v. 2, n. 1, p. 75-94. 1999.

KATO , M. DO S.A.; KATO , O.R.; DENICH , M.; VLEK , P.L.G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Field Crops Research**, v.62, p.225-237, 1999.

KATO, O. R. ; FREITAS, A. C. R. ; FERREIRA, J. H. ; LEMOS, W. P. ; GONÇALVES, R. C. ; RODRIGUES FILHO, J. A. ; AZEVEDO, C. M. B. C. ; VASCONCELOS, M. A. ; MOURÃO, M. ; MATOS, L. M. S. ; GATO, R. F. ; SHIMIZU, M. ; ROFFE, A. . Recuperação de área degradada através do preparo de área sem queima e sistemas agroflorestais. In: Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7, 2008, Belém. **Anais da Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7**. Brasília : CNPq, 2009. p. 494-499.

MORAN, E.F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis: Vozes, 1990. 368p.

NEPSTAD, D.C.; MOREIRA, A.G.; ALENCAR , A.A . **Flames in the rain forest: origins, impacts and alternatives to amazonian fire**. Brasília: The Pilot Program to Conserve the Brazilian Rain Forest, 1999. 161p.

RIBEIRO, H.; ASSUNCAO, J.V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estud. av. [online]**. v.16, n.44, p.125-148. 2002

SATO, M.K; KATO, O.R.; KATO, M.S.A; SCHWARZBACH, J.; VIDAL, M. Respostas dos cultivos milho e caupi adubados com fosfato natural em preparo de área com corte e trituração. In: VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais Bases científicas para o desenvolvimento sustentável, 2006, Campos dos Goytacases. **Anais ...**. Campos dos Goytacazes : UENF, 2006.