

ROÇA SEM FOGO PARA O CULTIVO DA MANDIOCA NA AMAZÔNIA¹

Raimundo Nonato Brabo Alves*

Moisés de Souza Modesto Júnior**

RESUMO

Este trabalho foi conduzido como alternativa ao uso do fogo, que contribui para a emissão de gases de efeito estufa, influenciando o aquecimento global, e tem como objetivo avaliar a produtividade de mandioca, o volume e a concentração de nutrientes na biomassa de capoeiras entre 7 e 15 anos. Os experimentos conduzidos com cultivo de mandioca, em 2009 e 2010, nos municípios de Moju, Abaetetuba, Acará e Cametá no Estado do Pará em áreas de capoeiras preparadas sem uso do fogo. Foram coletadas ao acaso cinco amostras de biomassa (liteira, folhas e galhos) em área de 1 m² em cada município para determinação de massa fresca e massa seca em t.ha⁻¹ e dos teores de macro e micronutrientes. A colheita da cultura foi feita aos 12 meses em quatro parcelas de 20 m² para determinação da produtividade em t.ha⁻¹. A biomassa teve uma tendência de ser maior nas capoeiras de maior idade e os macro e micronutrientes se concentram na seguinte ordem Ca>N>K>Mg>P e Fe>Mn>Zn>Cu, respectivamente. A produtividade de mandioca foi de 12,56 t.ha⁻¹ em Abaetetuba, 21,25 t.ha⁻¹ em Cametá, 26,20 t.ha⁻¹ em Acará e 28,70 t.ha⁻¹ em Moju. A biomassa da vegetação distribuída sob a superfície do solo como cobertura morta serve como fonte de nutrientes para as culturas além de manter as propriedades físicas do solo, reduzir os efeitos da erosão e reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: Mandioca-Cultivo. Capoeira. Queima. Biomassa. Matéria Orgânica. Solo-Fertilidade.

¹ Esta pesquisa contou com a colaboração do Núcleo de Apoio a Pesquisa e Transferência de Tecnologia do Baixo Tocantins, da Prefeitura Municipal de Moju e do Projeto Treino & Visita da Embrapa Amazônia Oriental.

* Engenheiro Agrônomo; M.Sc. em Agronomia; Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. E-mail: brabo-alves@embrapa.br

** Engenheiro Agrônomo; Especialista em Marketing e Agronegócio; Analista da Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. E-mail: moises.modesto@embrapa.br

FIRELESS FIELD FOR CASSAVA GROWING IN AMAZON

ABSTRACT

This work was conducted as an alternative to the use of fire, which contributes to the emission of greenhouse gases influencing global warming, and it aims to evaluate the productivity of cassava, the volume and concentration of nutrients in the biomass of shrub aged 7 to 15 years. The experiments were conducted with cassava in 2009 and 2010 in the municipalities of Moju, Abaetetuba, Acará and Cameta in areas of shrub prepared without the use of fire. Five samples of biomass (litter, leaves and branches) were randomly collected in an area of 1 m² in each municipality to determine fresh and dry weight in t ha⁻¹ and levels of macro and micronutrients. The cassava harvest was made at 12 months in four plots of 20 m² to determine productivity in t ha⁻¹. The biomass tended to be higher in older shrubs and macro and micronutrients are concentrated in the following order Ca>N>K>Mg>P and Fe>Mn>Zn>Cu, respectively. The productivity of cassava was 12.56 t ha⁻¹ in Abaetetuba, 21.25 t ha⁻¹ in Cametá, 26.20 t ha⁻¹ in Acará and 28.70 t ha⁻¹ in Moju. The vegetation biomass distributed under the soil surface as mulch serves as a source of nutrients for crops while maintaining the physical properties of the soil, reducing the effects of erosion and reducing the emission of greenhouse gases.

Keywords: Cassava cultivation. Burning. Biomass. Organic Matter. Soil. Fertility.

1 INTRODUÇÃO

A queima de florestas e capoeiras, de vegetação de cerrados, de resíduos agrícolas e de pastagens como preparo de área para renovação de forragem ou plantio de culturas agrícolas, entre outros, contribui para a emissão de monóxido e dióxido de carbono para a atmosfera. Os efeitos indiretos do fogo podem elevar as emissões de óxido nitroso, óxidos de nitrogênio e metano, que também contribuem para o aquecimento global. Além disso, o solo exposto tende a acelerar a erosão e, possivelmente leva a um aumento da taxa de mineralização do reservatório de carbono orgânico (LIMA, 2002). A deterioração das propriedades químicas, físicas e biológicas de solos tropicais é causada principalmente pela acelerada perda de matéria orgânica do solo (MCDONALD; HEALEY; STEVENS, 2002; SHANG; TIESSEN, 2000; TIESSEN; CUEVAS; CHACON, 1994).

Estimativas nada otimistas prevêem o aumento gigantesco da emissão de carbono para a atmosfera desprendido de solos erodidos. Em estudo da dinâmica da matéria orgânica na floresta amazônica Moreira e Costa (2004) relatam, no reflorestamento com 10 anos, o estoque foi de $5,87 \pm 2,79$ g.kg⁻¹ de C, ao passo que na floresta primária este foi de $15,37 \pm 2,80$ g.kg⁻¹ de C, equivalendo a uma redução média de 61,8%. Com a retirada de toda a camada superficial do solo, ocorre uma quebra no estoque e na dinâmica da matéria orgânica, a qual está diretamente relacionada com a presença da serrapilheira (CERRI, 1989). Estimava-se, em 1990, que já existiam na Amazônia aproximadamente 20 milhões de ha de capoeiras em diferentes estágios de desenvolvimento (FEARNSIDE; GUIMARÃES, 1996).

A experiência pioneira de condução de roças sem fogo foi desenvolvida por 150 agricultores familiares da região da Transamazônica e do Rio Xingu, no Pará (SILVA, 2003). Com a execução de um programa sistêmico de difusão da tecnologia

pela extensão rural, a roça sem fogo tem potencial para ser adotada por agricultores familiares, uma clientela estimada por Homma et al. (1998) em 600.000 produtores que cultivam diversificados sistemas agrícolas e agroflorestais na Amazônia.

O preparo de área sem uso do fogo, por meio da trituração manual da capoeira, foi aperfeiçoado por Alves e Modesto Júnior (2009) e consiste no corte dessa vegetação rente ao solo, utilizando-se ferramentas manuais como motosserras, machados, facões e foices, seguido do inventário das espécies de valor econômico, como fruteiras e essências florestais, para preservação no roçado e posterior retirada do material lenhoso, finalizando com o picotamento da vegetação na superfície do solo, para plantio de mandioca ou espécies perenes e aceiro em volta do plantio para proteger de incêndios descontrolados.

As vantagens da roça sem fogo estão relacionadas com a preservação da matéria orgânica e da liberação gradual de macro e micronutrientes para o solo, tais como: Ca, Mg e S. A decomposição da matéria orgânica eleva o pH do solo e funciona como condicionador de solo para a elevação da Capacidade de Troca de Cátions (CTC). A matéria orgânica melhora a estrutura física do solo, promove maior retenção de umidade, aumenta a atividade microbiana e reduz os efeitos da erosão (LUCHESE et al., 2002).

Todas as opções de manejo que aumentam as entradas de matéria orgânica nos solos e que diminuem a sua mineralização e promovem o acúmulo de carbono nos solos (SADOWSKY et al., 1996). O período para o preparo de área pelo processo sem fogo não depende da estação seca como ocorre no processo de derruba e queima da cobertura vegetal (DENICH et al., 2005), permitindo maior

flexibilidade no calendário agrícola e podendo ser feita em qualquer época do ano, tendo-se o cuidado de observar a umidade do solo, de forma a garantir água suficiente para atender às necessidades da planta a ser cultivada (KATO et al. 2002). Mas o grande benefício da roça sem fogo é o seu serviço ambiental pela redução da emissão de carbono para a atmosfera, minimizando a emissão de gases que

contribuem para o bem-estar da população e reduzindo os efeitos do aquecimento global.

Este trabalho objetiva avaliar a produtividade de mandioca, o volume e a concentração de nutrientes na biomassa de capoeiras preparadas sem uso do fogo em quatro municípios da região do Baixo Tocantins, no Estado do Pará.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos, em 2009 e 2010, nos municípios de Moju (comunidade do Trevo), Abaetetuba (comunidade de Itacuruçá-Alto), Acará (comunidade de Guarumã) e Cametá (comunidade de Porto Grande) e as variedades de mandioca cultivadas foram Paulozinho, Pretinha, Juvêncio e Bacuri, respectivamente para cada município. As

capoeiras trabalhadas variaram em idade de 7 a 15 anos, para comparar as diferenças entre um período máximo e mínimo de pousio. O clima da região é tropical úmido do tipo Am (quente e úmido) segundo Köppen, com a ocorrência de 80% das chuvas entre janeiro a junho. Os dados climatológicos dos municípios são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados climatológicos de temperatura e precipitação de quatro municípios da região do Baixo Tocantins

Municípios	Temp. Min. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Precipitação (mm)
Moju	21.9	31.8	2.559
Abaetetuba	22.0	31.8	2.605
Acará	21.8	31.7	2.550
Cametá	21.7	31.9	2.425

Fonte: TEMPO AGORA, 2012.

Predominam na região do Baixo Tocantins solos do tipo latossolo amarelo e vermelho amarelo e como subdominante os argilosos amarelo e vermelho amarelo, com textura média e argilosa, ocorrendo ainda inclusões de printossolos e espodossolos (SILVA et al., 1988).

O preparo das áreas envolveu as seguintes etapas, em todos os locais:

- a) demarcação da área – foram abertas picadas para delimitação de uma área de 50 m x 50 m, com o uso de facões;

- b) broca – a vegetação de sub-bosque foi tombada em corte rente ao solo usando-se facões, com o objetivo de reduzir as rebrotas e futuros desbastes. Essa vegetação juntamente com a copa dos espécimes lenhosas formaram a palhada de matéria orgânica que permaneceu na área cobrindo o solo;
- c) inventário – as espécies de interesse econômico, como plantas medicinais, fruteira e essências florestais, foram inventariadas e mantidas na área em distâncias não inferior a 10 m a fim de não promover competição por luz com a mandioca;
- d) corte da vegetação lenhosa – todos os espécimes lenhosas energéticas foram tombadas em corte rente ao solo, utilizando-se motosserra e machado, a fim de reduzir as rebrotas e futuros desbastes. O fuste das árvores cortado em toras medindo 1 m de comprimento, para permitir a formação de medas de 1 m³ de lenha;
- e) picotamento da galhada – efetuado com facão e foice com objetivo de fracionar e rebaixar a vegetação que cobria o solo e facilitar o trânsito de trabalhadores na área e as operações de piqueteamento, abertura de covas e plantio da mandioca;
- f) aceiro – limpeza e retirada de toda a biomassa proveniente do rebaixamento da galhada, numa largura de até cinco metros, em volta da área preparada para plantio, visando, impedir propagação de incêndios para dentro do roçado de cultivo;
- g) abertura de covas e plantio da mandioca – realizado em janeiro, no início das chuvas, 20 dias após o preparo de área, no espaçamento

de 1 m x 1 m. Apenas na roça do município de Moju, a mandioca recebeu uma adubação de 20 g por planta de adubo mineral NPK da fórmula 10:28:20, aos 30 dias após a emergência, por ser a primeira roça sem fogo e não se conhecer o comportamento da cultura em um novo agrossistema;

- h) tratos culturais – aos 30 dias após a emergência da mandioca foi feito um desbaste das brotações dos tocos com uso de facões. Posteriormente, efetuadas duas capinas das plantas invasoras conforme a necessidade nos primeiros 150 dias de plantio da cultura da mandioca.

Foram coletadas ao acaso cinco amostras de biomassa (liteira, folhas e galhos) em área de 1 m² em cada roça sem fogo. As amostras de biomassa enviadas ao Laboratório da Embrapa Amazônia Oriental para determinação de média de massa fresca e massa seca em t.ha⁻¹ (Tabela 2) e os teores de macro e micronutrientes pelo método de avaliação nutricional das plantas (MALAVOLTA et al., 1997), que são apresentados na Tabela 3.

Amostras de raízes de mandioca, em cada roça sem fogo, foram feitas em quatro parcelas ao acaso de 20 m², para determinação da produtividade em t.ha⁻¹.

Em cada área estudada foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm, cujas análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental pelo método Mehlich-1.

As médias da massa verde e massa seca da biomassa, teores de macro e micronutrientes na biomassa foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos da região do Baixo Tocantins são classificados como latossolo amarelo eutróficos de baixa fertilidade. São ácidos com pH variando de 4,8 a 5,4. Baixos níveis de P, K, Ca+Mg e níveis

médios de Al trocável (Tabela 2). O teor de matéria orgânica só se manteve mais elevado, com a manutenção da palhada das capoeiras nos roçados, exceto no roçado de Cametá.

Tabela 2 - Fertilidade do solo nas roças sem fogo dos municípios de Moju, Acará, Cametá e Abaetetuba na região do Baixo Tocantins, 2010

Municípios	pH	N	MO	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	H+Al
	Água	%	g/kg	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
Moju	4,8	0,18	12,79	2,8	25,4	14,6	0,7	1,00	0,90	4,0
Acará	5,2	0,19	14,79	1,8	44,3	16,5	1,9	2,32	0,28	3,41
Cametá	5,4	0,29	1,96	5,0	61,0	29,0	0,5	0,80	1,70	9,08
Abaetetuba	5,3	0,15	15,06	2,3	23,3	11,8	1,4	1,92	0,48	3,17

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 3 - Idade, biomassa da capoeira e produtividade de raízes de mandioca em roças sem fogo de municípios da região do Baixo Tocantins, Pará, 2010

Municípios	Idade da capoeira Anos	Massa fresca t.ha ⁻¹	Massa seca t.ha ⁻¹	Produtividade de raiz kg.ha ⁻¹
Moju*	15	71,76b	36,08b	28,70
Acará	12	113,20 ^a	62,68a	26,20
Cametá	7	48,97b	32,96b	21,25
Abaetetuba	7	62,92b	33,60b	12,56
Média	-	74,21b	41,58b	22,17

Fonte: dados da pesquisa.

Notas: Médias de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

*Única roça de mandioca adubada com aplicação 20g de NPK (10:28:20) por planta.

A maior produtividade média de mandioca foi de 28,70 t.ha⁻¹ obtida na roça de Moju, influenciada pela aplicação de fertilizante mineral na dose de 20g de NPK (10:28:20) por planta. Em contrapartida, no município do Acará chegou a 26,20 t.ha⁻¹ de mandioca obtida sem uso de

fertilizantes, às expensas somente da fertilidade natural do solo e da liberação gradual de nutrientes, resultante da mineralização da matéria orgânica da biomassa. Esta teve uma tendência de ser maior nas capoeiras de maior idade e variou de 32,96 t.h⁻¹ de massa seca na

roça de Cameté com 7 anos a 62,68 t.h⁻¹ de massa seca na roça de Acará com 12 anos de idade. Esses dados estão compatíveis com os determinados por Nunez (1995) em capoeiras de sete anos (42-77 t) e 10 anos (78-94 t).

A maior disponibilidade de biomassa nem sempre está relacionada com a idade da capoeira, pois ela foi maior na de Acará com 12 anos em relação à de Moju, que tinha 15 anos de idade. A explicação está no processo de preparo de área da roça sem fogo, com a retirada de maior quantidade de biomassa das capoeiras mais antigas na forma de lenha. As menores produtividades de mandioca foram obtidas em Cameté e Abaetetuba em consonância com a menor disponibilidade de biomassa em capoeiras mais jovens sobre solos

de baixíssima fertilidade. Observa-se que a melhor idade para o manejo da roça sem fogo variou de 10-12 anos pela maior disponibilidade de biomassa e nutrientes.

A diversificação de espécies na biomassa das capoeiras e os diferentes níveis de fertilidade dos solos dos quatro municípios justificam as diferenças de concentrações de cada nutriente. Contudo, existe uma coerência na maioria das amostras em relação à ordem de concentração dos macro e micronutrientes na biomassa das capoeiras. As dos macronutrientes se concentram na seguinte ordem decrescente: Ca>N>K>Mg>P (Tabela 4). As de fósforo são realmente pequenas na biomassa de vegetação secundária (DENICH, 1991; KATO, 1998; SANTOS JUNIOR; GONCALVES; FELDPAUSCH, 2006).

Tabela 4 - Concentração de nutrientes na biomassa (palhada e liteira) em roças sem fogo de municípios da região do Baixo Tocantins, 2010

Municípios	g/kg					mg/kg			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
Moju	13,51a	0,42a	2,11b	28,64a	2,95a	12,36a	195,96a	343,12a	17,32b
Acará	8,45b	0,49a	3,84a	9,82b	1,12ac	8,54b	67,92b	320,64a	22,60a
Cameté	11,97a	0,35ab	2,49b	5,37b	2,20d	9,36b	88,92b	193,68a	10,50c
Abaetetuba	7,94b	0,30b	1,87b	12,98b	2,94ab	8,64b	180,95a	175,54a	13,96cd
Média	10,46	0,39	2,57	14,20	2,05	9,72	133,43	258,24	16,09

Fonte: dados da pesquisa.

Notas: Médias de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Os micronutrientes estão disponíveis na Tabela 4 na seguinte ordem de concentração Fe>Mn>Zn>Cu e de acordo com a distribuição decrescente dos teores médios de micronutrientes obtidos por Pinto (2008), quando avaliou 30 indivíduos em duas áreas de floresta secundária de 14 e de 23 anos de idade.

Essas concentrações representam a capacidade de ciclagem de nutrientes da capoeira em perfeita correlação com a disponibilidade desses nos solos em estudo. Há uma tendência de maior concentração de nutrientes nas biomassas das roças de Moju e Acará por serem mais antigas que as capoeiras de Cameté e

Abaetetuba. O processo de cultivo em roça sem fogo é fundamental para o equilíbrio do ecossistema da vegetação de capoeira, uma vez que, quando submetida à queima, a biomassa é transformada em cinzas, sendo praticamente perdida pela erosão, em especial na região do Baixo Tocantins, onde as chuvas são intensas. De fato, pesquisa realizada por Sampaio et al. (2000) com objetivo de avaliar o efeito da queima seguida do cultivo do arroz sobre a biomassa e balanço de nutrientes em um Argissolo Amarelo sob floresta tropical amazônica, em Rondônia,

indicou que as maiores perdas de nutrientes ocorreram na área queimada.

Importante ressaltar que, além dos benefícios biológicos da matéria orgânica no solo, a manutenção da biomassa das capoeiras nos solos da região do Baixo Tocantins disponibiliza em média 434 kg.ha⁻¹ de N, 16 kg.ha⁻¹ de P, 106 kg.ha⁻¹ de K, 540 kg.ha⁻¹ de Ca e 85 kg.ha⁻¹ de Mg, além de micronutrientes que serão liberados gradativamente com a mineralização da matéria orgânica (Tabela 5).

Tabela 5 - Quantidade de macro e micronutrientes na biomassa (palhada e liteira) nas roças sem fogo dos municípios da região do Baixo Tocantins, Pará, 2010

Municípios	kg/ha					mg/ha			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
Acará	529,64	30,71	240,69	615,51	70,20	535	4.257	20.097	1.416
Moju	487,44	15,15	76,12	1.033,33	106,43	445	7.070	12.379	624
Cametá	394,53	11,53	82,07	176,99	72,51	308	2.930	6.383	346
Abaetetuba	266,78	10,08	62,83	436,12	98,78	290	6.079	5.898	469
Média	434,92	16,21	106,86	590,43	85,23	404	5.548	10.737	669

Fonte: dados da pesquisa.

O fósforo foi o nutriente em menor quantidade armazenado na biomassa da capoeira, o que confirma os resultados obtidos por Denich (1991), Kato (1998, citado por Kato et al. 2004) e Sampaio et al. (2000). Considerando que a biomassa fica disponível no solo a partir de sua decomposição e com base nos valores médios de NPK, estimou-se sua equivalência em adubo químico por ha correspondente a 966 kg de Uréia (45% de N), 82,5 kg de Superfosfato Triplo (45% de P₂O₅) e 214,63 kg de KCl (60% de K₂O), o que equivale a R\$ 2.257,36, considerando o preço da tonelada no mercado de Belém, em abril de 2013, no valor de R\$ 1.770,00 para a

Uréia, R\$ 1.850,00 para o Superfosfato Triplo e R\$ 1.840,00 para o Cloreto de Potássio.

Evidente pois apenas uma parte desses nutrientes será gradativamente liberada para a cultura, já que outra parte é utilizada pelos microrganismos os quais processam a mineralização da matéria orgânica. Parte é fixada pelo solo, como no caso do fósforo, ou lixiviada e volatilizada, como no caso de potássio e nitrogênio, respectivamente. Ressalta-se a maior disponibilidade de Ca e N, este inclusive sendo responsabilizado pelo maior crescimento vegetativo de algumas cultivares de mandioca nas

roças sem fogo, em relação ao comportamento destas em roças de derruba e queima. Em trabalho com trituração da capoeira, Denich et al. (2004) apresentam balanço de nutrientes positivo com agricultura sem queima em relação a derruba e queima com 267 kg.ha⁻¹ de N, 8 kg.ha⁻¹ de P, 61 kg.ha⁻¹ de K, 176 kg.ha⁻¹ de Ca, 34 kg.ha⁻¹ de Mg e 27 kg.ha⁻¹ de S, mesmo após a colheita das culturas.

4 CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas dos municípios de Moju, Acará, Cametá e Abaetetuba, os resultados obtidos permitem concluir que a biomassa triturada manualmente e distribuída sob a superfície do solo como cobertura morta no sistema de preparo de área da roça sem fogo serve como fonte de nutrientes para as culturas, além de manter as propriedades físicas do solo, reduzir os efeitos da erosão e reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à analista da Embrapa Amazônia Oriental Narjara de Fátima

A eliminação do uso do fogo e o manejo da biomassa das capoeiras estudadas pelo processo de roça sem fogo reduziu a emissão em média de 20,8 t de carbono para a atmosfera, considerando que o teor de carbono oscila entre 45% e 50% da massa total da biomassa seca (LEMOS; VITAL; PINTO, 2010).

Além disso, o sistema de roça sem fogo tem potencial para substituir o sistema de derruba e queima, tanto pela equivalência de custos, quanto nos benefícios ambientais. Devido à tradição cultural dos agricultores familiares pelo uso do fogo no preparo de área para plantio de mandioca, sugere-se ao poder público a elaboração de políticas públicas de fomento para difusão e adoção da tecnologia sobre roça sem fogo na Amazônia.

Galiza da Silva Pastana, pela revisão textual do artigo e do resumo em inglês.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.N.B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., Botucatu, SP, 2009. **[Anais...]**. CERAT/NESP, Botucatu, 2009.

CERRI, C. C. Dinâmica da matéria orgânica em solo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1989. p. 135-147.

DENICH, M. **Estudo da importância da vegetação secundária para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira**. 1989. 284 f. Tese (Universidade Georg August de Gottingen). [Traduzido por: Gilberto Calcagnotto. Publicado por: Embrapa-CPATU e Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit].

DENICH, M. **Estudo da importância da vegetação secundária para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira**. Belém: EMBRAPA, CPATU-GTZ. 1991.

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A.; LÜCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 91-106, 2004.

DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D. de A.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W. G. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v.110, n.1-2, p.43-58, Oct. 2005.

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forest in Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 80, p. 35-46, 1996.

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; SCATENA, F. N.; COUTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; SANTOS, A. I. M. Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: HOMMA, A. K. O. **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. p. 119 -141.

KATO, O. R. **Fire-free land preparation as an alternative to slash-and-burn for shifting cultivation in the Bragantina region: crop performance and nitrogen dynamics**. Gottingen: Cuvillier, 1998. 132 p. il. Doctoral Dissertation.

KATO, O. R.; KATO, M.S.A.; JESUS, C. C. de; RENDEIRO, A. C. **Época de preparo de área e plantio de milho no sistema de corte e trituração no município de Igarapé-Açu, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 64).

LEMO, A. L. F.; VITAL, M. H. F.; PINTO, M. A. C. As florestas e o painel de mudanças climáticas da ONU. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 153-192, 2010. Disponível: em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32105.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2013.

LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 451-472, set./dez. 2002.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

McDONALD, M. A.; HEALEY, J. R.; STEVENS, P. A. The effects of secondary forest clearance and subsequent land-use on erosion losses and soil properties in the Blue Mountains of Jamaica. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 92, n. 1, p. 1–19, 2002.

MOREIRA, A.; COSTA, D. G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.10, p. 1013-1019, out. 2004.

NUNEZ, J. B. H. **Fitomassa e estoque de bioelementos das diversas fases da vegetação secundária, provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense, Brasil**. 1995. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

PINTO, F. R. **Estimativa dos estoques de biomassa e nutrientes em florestas secundárias na Amazônia Central**. 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado) - MCT/UFAM/INPA/CFT, Manaus, 2008.

SADOWSKI, M.; MEYERS, S.; MULLINS, F.; SATHAYE, J.; WISNIEWSKI, J. Methods for assessing greenhouse gas mitigation for countries with economies in transition: summary of workshop presentations and discussions. **Environmental Management**, v. 20, p. S3-S13, 1996. Supplement 1.

SAMPAIO, F. A. R.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; JUCKSCH, I. Balanço de nutrientes e da fitomassa em um argissolo amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 1162-1170, 2000.

SANTOS JUNIOR, U. M.; GONÇALVES, J. F. D.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 226, n.1-3, p. 299-309, 2006.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Carbon turnover and carbon-13 natural abundance in organo-mineral fractions of a tropical dry forest soil under cultivation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n. 6, p. 2149–2155, Nov. 2000.

SILVA, B. N. R. da; VALENTE, M. A.; VENTURIERI, A.; SILVA, M. de F. F. da; OLIVEIRA, A. da S.; PIMENTA, M. do R. C. **Diagnóstico de recurso naturais área-programa Guamá-Acará-Moju: relatório técnico**. Belém: SUDAM, 1988.

SILVA, M.M. **Projeto Roça Sem Queimar: uma proposta de manejo agroecológico para a região da Transamazônica – Pará**. 2003. 179 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)- UFSC, Florianópolis, 2003.

TEMPO AGORA: dados mensais da climatologia. Disponível em: <<http://tempoagora.com.br/index.html>>. Acesso em: 17 maio 2012.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. **Nature**, v. 371, p. 783–785, Oct. 1994.

WILKE, M. **Uma nova visão de manejo agroflorestal**: experiência desenvolvida por 150 agricultores da região da Transamazônica e do rio Xingu no Pará. Brasília, DF: Secretaria de Coordenação da Amazônia, 2004. 63 p. il. (Secretaria de Coordenação da Amazônia. Projeto Roça sem Queimar).