



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

ELAINE RODRIGUES SANTOS

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NA
PRODUÇÃO AGRÍCOLA E NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO
AMARELO DA AMAZÔNIA ORIENTAL**

BELÉM
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

ELAINE RODRIGUES SANTOS

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NA
PRODUÇÃO AGRÍCOLA E NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO
AMARELO DA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”.

Orientador: Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior

BELÉM
2010

Santos, Elaine Rodrigues

Influência no manejo da vegetação secundária na produção agrícola e nos atributos químicos de Latossolo Amarelo da Amazônia Oriental. /Elaine Rodrigues Santos. – Belém, 2010.
80 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010.

1. Capoeira 2. *A. auriculiformis* 3. Capoeira - Biomassa 4. *Zea mays* 5. Derruba e queima 6. Capoeira - trituração I. Título.

CDD – 631.42



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

ELAINE RODRIGUES SANTOS

**INFLUÊNCIA DO MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NA
PRODUÇÃO AGRÍCOLA E NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO
AMARELO DA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”.

Aprovado em 30 de Abril de 2010

Banca Examinadora

Engenheiro Agrônomo, Professor Dr. Mário Lopes da Silva Júnior
(Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Engenheiro Agrônomo, Professor Dr. George Rodrigues da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Engenheira Agrônoma, Professora Dra. Vânia Silva de Melo
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Dr. Steel Silva Vasconcelos
Embrapa Amazônia Oriental

DEDICO,

À minha querida avó Edith (*in memorian*), que
mesmo com pouca instrução, possuía uma grande sabedoria.

AGRADEÇO,

À Deus

O autor e consumidor da minha fé!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar e acima de todas as coisas, a **Deus**, por ter me concedido o dom da vida, pela certeza de que o Senhor é comigo e por tudo o que tenho recebido até aqui pela sua graça;

Aos meus queridos pais, Sérgio Santos e Maria Luzia Santos, que investiram na minha educação, e a consideram como o maior legado de um filho, desde cedo me ensinaram a lutar por meus sonhos e priorizar os meus estudos. Pela lição de vida que é conviver com vocês nos bons e nos maus momentos.

Ao Evandro, Érica e Evandro William, irmãos e sobrinho, que todos os dias estão comigo me ensinando a amá-los, pela compreensão e paciência;

Assim como tudo na vida existe um cenário e seus personagens que fazem a história acontecer, e é pra eles que vai o meu agradecimento.

À Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, com todo seu corpo docente e funcionários, por me proporcionarem condições para realização do curso;

A CAPES pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior pela confiança depositada, pela orientação, apoio e sugestões durante o curso, que foram fundamentais para realização deste trabalho;

Ao professor Dr. George Rodrigues da Silva, aos pesquisadores Dr. Steel Silva Vasconcelos e o Dr. Osvaldo Ryohei Kato pelas importantes sugestões neste trabalho no momento da qualificação e a prof^a. Vânia pelas contribuições feitas na defesa;

A minha amiga, Patrícia Ribeiro Maia, pelos singulares momentos que passamos juntas desde a graduação;

Aos colegas e amigos do curso: Sannah Birani, Augusto Pedroso, Adriane Rocha, Andréia Saldanha, Ângela Braga, Alessandra Moraes, Bruno Brabo, Erika Freires, Fabrícia Moraes, Gilson de Matos, Hérica Oliveira, Joseane Cardoso, Joseane Castro, Josemar Vasconcelos, Kalienne Carvalho, Katiane Barros, Marcos Alburquerque (MP), Mariana Oliveira, Márcia Rocha, Rosemary da Costa.

Aos amigos bolsistas e companheiros de batalha Saime Joaquina, Possidônio Rodrigues, Gerson Barros, Samuel Cohen, Jailson Pereira, José Ailton Melo Jr. e Naísa Leal, por darem sentido ao Laboratório de Microbiologia do Solo.

À Professora Maria Marly de Lourdes Silva Santos, pela orientação durante a graduação e por todo apoio até aqui.

Aos professores Vânia Silva de Melo, Norberto Noronha, Marco André Piedade Gama, Ana Regina Araújo, Gisele Barata, Herdjânia Veras de Lima, Waldiney Travassos, George Rodrigues, pelos importantes ensinamentos repassados durante as disciplinas ministradas na Pós-graduação;

À secretária do mestrado em Agronomia Gracy Kelly Monteiro, sempre disposta a ajudar quando solicitada;

Aos funcionários e técnicos do Setor de Solos do Instituto de Ciências Agrárias (ICA/UFRA) por todas as vezes que me auxiliaram;

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, e ainda que não estejam citados, jamais serão esquecidos.

MUITO OBRIGADA A TODOS!!!

OFEREÇO,

*Aos meus pais que em todo tempo foram meu alicerce e exemplo de amor.
Sabem como me incentivar e apoiar em todos os projetos que imprimo em minha vida,*

Aos meus irmãos Evandro e Érica.

Aos meus sobrinhos Evandro William e Emily.

Meus tios Vitor e Dulce, Paulo e Jucileide.

...amo todos vocês!!!

*“Sem fé é impossível agradar a Deus,
pois quem dele se aproxima precisa crer que ele
existe e que ele recompensa aqueles que o
buscam,”*

(Hebreus 11: 6 -
NVI)

BIOGRAFIA

ELAINE RODRIGUES SANTOS, filha de Sérgio Souza Santos e Maria Luzia Rodrigues Santos, nasceu no dia 23 de outubro de 1982, na cidade de Belém, estado do Pará.

Em abril de 2003, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, onde foi bolsista de iniciação científica - PIBIC/CNPq, de 2004 a 2007, e onde desenvolveu trabalhos de pesquisa, graduando-se em novembro de 2007.

Em março de 2008, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, em Belém/PA, submetendo-se à defesa da dissertação em abril de 2010.

RESUMO: Para avaliar a influência dos sistemas de manejo da capoeira e do preparo de área na produção de culturas alimentares, montou-se o experimento em propriedade de pequenos produtores rurais, em Cumaru (Igarapé-Açu/PA) em delineamento quadrado latino. Em outubro de 1992 (início da primeira fase - a) foi instalado o experimento em áreas que estavam em pousio, com idade aproximada de 03 anos, utilizando-se derruba manual e queima e não-queima para o plantio de milho (*Zea mays*) e mandioca (*Manihot esculenta*). Após o cultivo e colheita desses produtos, dois tratamentos foram enriquecidos com *Acacia auriculiformis* em diferentes espaçamentos para aumentar a produção de biomassa da capoeira durante o período de pousio de 21 meses. Em novembro de 1995 (início da segunda fase - b) foi feita a determinação da biomassa total da capoeira e um novo preparo de área, utilizando-se queima e não-queima, onde se cultivou as mesmas culturas alimentares, com uma adubação de plantio com NPK (10-28-20). Os principais resultados para a produção de matéria seca da parte aérea da capoeira para Cumaru, nesta ordem, foram: T1a (tratamento 1 fase a) capoeira de 6 anos de idade: 52,7 t/ha; T2a-capoeira de 21 meses de idade com queima: 19,5 t/ha; T3a-capoeira de 17 meses de idade com queima: 13,2 t/ha; T4a-capoeira de 21 meses de idade sem queima: 22,1 t/ha; T5a-capoeira de 21 meses de idade com queima: 20,2 t/ha; T6a-capoeira de 21 meses de idade com queima enriquecida com *A. auriculiformis* (2 x 2 m): 38,2 t/ha; T7a- capoeira de 21 meses de idade com queima enriquecida com *A. auriculiformis* (1 x 1 m): 49,4 t/ha. A produção de milho (cultivar BR 106), em grão, para um período de cultivo de dois ciclos consecutivos (1996 e 1997) foram: T1b (T1a + queima): 1.908 kg/ha e 1.855 kg/ha, T2b (T2a + queima): 1.199 kg/ha e 1.092 kg/ha, T3b (T3a sem queima): 900 kg/ha e 1.481 kg/ha, T4b (T4a sem queima): 1.418 kg/ha e 1.861 kg/ha, T5b (T5a sem queima): 1.226 kg/ha e 2.011 kg/ha, T6b (T6a + queima): 1.250 kg/ha e 1.077 kg/ha, T7b (T7a sem queima): 856 kg/ha e 1.807 kg/ha. O enriquecimento da capoeira permite uma redução no tempo de pousio, pois a produção de biomassa da capoeira enriquecida com *A. auriculiformis* em pousio de 21 meses não equivale à produção de biomassa da capoeira natural em pousio de 72 meses. O não uso da queima como forma de preparo do solo contribuiu para o aumento da produção de grãos de milho a partir do segundo ano de cultivo e, para alcançar uma produção satisfatória no primeiro ano de cultivo, se torna necessário uma adubação com N-P-K no momento do plantio, mesmo em dosagem mínima recomendada. O enriquecimento da capoeira e o sistema de preparo de área usando a não queima da vegetação são técnicas de manejo que devem ser utilizadas para diminuir o tempo de pousio e o uso da queima da agricultura itinerante da Amazônia.

Palavras-chave: Capoeira, *A. auriculiformis*, biomassa da capoeira, *Zea mays*, derruba-e-queima, trituração da capoeira.

ABSTRACT : For evaluating the influence of the systems of the secondary vegetation (*capoeira*) management and the production area preparation of alimentary cultures, an experimental was created in properties of small rural farmers, in Cumaru (Igarapé-Açu/PA) in Latin square delimitation. In October, 1992 (beginning of the first phase – a) it was installed an experimentation in areas that were in fallow, with an age close to 03 years, using the manual slash, burning and non-burning of corn plantation (*Zea mays*) and manioc (*Manihot esculenta*). After plantation and harvest of the agricultural products, two treatments received an increase of *Acacia auriculiformis* in different spacing to enlarge the production of biomass of the secondary vegetation during the period of fallow of 21 months. In November, 1995 (beginning of the second phase – b) the determination of the total biomass of the *capoeira* and a new area preparation were made, using the burning and non-burning, where the same alimentary cultures were cultivated with a plantation's fertilization with NPK (10-28-20). The main results to the production of dry matter of the *Capoeira*'s air part to Cumaru, they were in the following sequence: T1a (Treatment 1 phase a) secondary of 6 years old: 52,7 t/ha; T2a – secondary vegetation of 21 months old with burning: 19,5 t/ha; T3a – secondary vegetation 17 months old with burning: 13,2 t/ha; T4a – secondary vegetation of 21 months old without burning: 22,1 t/ha; T5a – secondary vegetation of 21 months old with burning: 20,2 t/ha; T6a – secondary vegetation of 21 months old with burning enriched with *A. auriculiformis* (2 x 2m): 38,2 t/ha; T7a – secondary vegetation of 21 months old with burning enriched with *A. auriculiformis* (1 x 1 m): 49,4 t/ha. The corn production (plant BR 106), in grain, for a period of cultivation of two consecutive cycles (1996 and 1997) they were: T1b (T1a + burning): 1.908 kg/ha and 1.855 kg/ha, T2b (T2a + burning): 1.199 kg/ha and 1.092 kg/ha, T3b (T3a without burning): 900 kg/ha and 1.481 kg/ha, T4b (T4a without burning): 1.418 kg/ha and 1.861 kg/ha, T5b (T5a without burning): 1.226 kg/ha and 2.011 kg/ha, T6b (T6a + burning): 1.250 kg/ha and 1.077 kg/ha, T7b (T7a without burning): 856 kg/ha ad 1.807 kg/ha. The enrichment of the *capoeira* allows a reduction of fallow's time, because the production of *capoeira*'s biomass enriched with *Acacia auriculiformis* in fallow of 21 months is not equivalent to the production of the natural *capoeira*'s biomass in fallow of 72 months. The non-use of the burning as a soil preparation contributed to the increase of production of corn grains from the second year of cultivation and to reach a satisfactory production in the first year of cultivation, it was necessary a fertilization with N-P-K at the plantation moment, even it is in the minimum recommended dose. The enrichment of the *capoeira* and the system of area preparation using the non-burning of the vegetation are techniques of management that must be used to decrease the fallow time and of the Amazon itinerant agricultural burning use.

Key-words: Secondary Vegetation, *A. auriculiformis*, biomass of the secondary vegetation, *Zea mays*, slash-and-burning, secondary vegetation trituration.

SUMÁRIO

	RESUMO	11
	ABSTRACT	12
1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NO SISTEMA DE DERRUBA E QUEIMA	21
2.2	PREPARO DO SOLO: QUEIMA X TRITURAÇÃO	24
2.3	ENRIQUECIMENTO DE CAPOEIRA PARA ACELERAR O ACÚMULO DE BIOMASSA	25
2.4	PRODUÇÃO DE CULTURAS ALIMENTARES EM SISTEMA DE POUSIO	26
2.4.1	Agricultura de corte e queima	26
2.4.2	Sem queima	27
2.4.3	Com enriquecimento e sem enriquecimento	28
2.5	PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM SISTEMA DE POUSIO	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
3.1.1	Localização da área experimental	32
3.1.2	Clima	33
3.1.3	Solo	35
3.1.4	Vegetação	36
3.2	HISTÓRICO DA ÁREA E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	36
3.3	CULTIVO DE CULTURAS ALIMENTARES	42
3.4	VARIÁVEIS AVALIADAS	43
3.4.1	Biomassa aérea da capoeira	43
3.4.2	Atributos químicos do solo	43
	<i>pH</i>	44
	<i>Carbono orgânico total</i>	44
	<i>Cálcio, Magnésio e Alumínio</i>	44
	<i>Fósforo disonível e Potássio trocável</i>	44

	<i>Acidez potencial</i>	45
3.4.3	Avaliação de crescimento da cultura do milho	45
3.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	46
4.1	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DA CAPOEIRA	46
4.2	ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO	49
4.2.1	Atributos químicos do solo antes da queima da vegetação – dezembro de 1995	49
4.2.2	Atributos químicos do solo depois do preparo da área para cultivo – março de 1996	51
4.3	PRODUÇÃO DA CULTURA DO MILHO	57
4.3.1	Produção de milho (cultivar BR 106)	57
5	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXO	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados analíticos dos atributos químicos da área experimental da localidade de Cumaru	36
Tabela 2	Produção de matéria seca (t/ha) da parte aérea da capoeira em função dos diferentes sistemas de manejo aplicados na primeira fase do experimento (Fase a). Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), novembro de 1995.....	47
Tabela 3	Atributos químicos do solo antes da queima da vegetação, coletado na profundidade de 0-20 cm, em função dos sistemas de manejo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), dezembro de 1995.	49
Tabela 4	Médias de carbono orgânico total (COT), capacidade de troca de cátions (CTCef - t e CTC pH 7 - T), fósforo disponível (P), saturação de bases (V), soma de bases (SB) e saturação por alumínio (m), na profundidade de 0-20 cm do solo, em função da interação época de coleta e sistema de manejo do solo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA).	52
Tabela 5	Médias de pH, potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al), na profundidade de 0-20 cm do solo em função da interação época de coleta e sistema de manejo do solo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA).....	55
Tabela 6	Produção de milho (kg/ha) em função dos diferentes sistemas de manejo do solo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), maio de 1996.....	57
Tabela 7	Produção de milho (kg/ha) em função dos diferentes sistemas de preparo de área. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), maio de 1997.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da área de estudo no Municípios de Igarapé-Açu, mesorregião do Nordeste Paraense (a).	32
Figura 2	Localização da área de estudo na Comunidade de Cumarú, Município de Igarapé-Açu	33
Figura 3	Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal acumulada, medida em Cumarú, município de Igarapé-Açu, Pará, no período de 1993 a 1997.	34
Figura 4	Pluviômetros instalados dentro da área experimental, em Cumarú, Município de Igarapé-Açu (PA).	34
Figura 5	Cronosequência de pousios e cultivos na área experimental em Cumarú, município de Igarapé-Açu - Pará.....	37
Figura 6	Cronosequência de pousios e cultivos na área experimental da localidade de Cumarú, município de Igarapé-Açu, Pará..	38
Figura 7	Croqui da área experimental da localidade de Cumarú em delineamento quadrado latino. Tamanho das parcelas = 12m x 8m.	38
Figura 8	Parcela experimental destacando-se o uso da queima da vegetação como técnica de preparo da área para o cultivo de culturas alimentares, em Cumarú, Igarapé-Açu (PA).....	41
Figura 9	Parcela experimental destacando-se o uso da cobertura morta (não queima da vegetação) como técnica de preparo da área para o cultivo de culturas alimentares, em Cumarú, Igarapé-Açu (PA).	41
Figura 10	Produtividade acumulada de grãos de milho em função de diferentes sistemas de preparo de área, em dois anos subseqüentes (1996/1997), na localidade de Cumarú, município de Igarapé-açu (PA).....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Descrição dos sistemas de manejo (tratamentos) utilizados no experimento em Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará.	39
Quadro 2	Descrição dos sistemas de manejo (tratamentos) utilizados na segunda fase do experimento, Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará.	40

1 INTRODUÇÃO

A evolução da agricultura nos ambientes tropicais tem causado deteriorização dos recursos naturais, em função das perdas da biodiversidade associada à remoção da vegetação original e, consequentemente, da degradação do solo. O manejo sustentável das áreas agricultáveis da região amazônica necessita de um bom entendimento do funcionamento do ecossistema em resposta às práticas agrícolas utilizadas, tanto na produção, quanto no que envolve o ambiente (GUALBERTO ; MELLO ; NOBREGA, 2003).

A agricultura na região amazônica baseia-se no sistema de derruba e queima da vegetação secundária (capoeira) para o preparo das áreas a serem cultivadas. Os cultivos duram em média dois anos; em seguida, as áreas entram em declínio de produtividade, havendo necessidade de novo pousio para crescimento da capoeira e acúmulo de nutrientes (KATO et al., 1999). Deste modo, existe uma limitação da capacidade dos ecossistemas amazônicos de suprir, de forma sustentável, muitos dos produtos exigidos pela pressão demográfica crescente na região.

Neste contexto, a capoeira é muito importante dentro do sistema da agricultura itinerante, devido a sua contribuição à “fertilização” do solo após o corte e queima da sua biomassa. Na fase de regeneração da vegetação, os nutrientes são absorvidos do subsolo, das porções superficiais do solo e da atmosfera e são armazenados nos tecidos da vegetação em crescimento (SAMPAIO et al., 2003 ; STYGER et al, 2009). É na biomassa aérea da capoeira que se encontram os nutrientes necessários para a fase de cultivo, disponibilizados para as plantas através das cinzas provenientes da queima da vegetação durante a fase de preparo da área (SANCHEZ, 1976; KATO et al., 2006).

O reaproveitamento da capoeira, por meio de técnicas de corte e trituração da vegetação, gradativamente, vem substituindo o tradicional manejo da capoeira, que resultam no melhor balanço de nutrientes, qualidade do solo, melhor conservação da água e regulação térmica do solo, intensificação do sistema de produção, mudança de calendário agrícola, redução da incidência de plantas espontâneas e o sequestro de carbono (SAMPAIO; KATO; NASCIMENTO-E-SILVA, 2007). Em termos ecológicos, a capoeira fixa carbono, restaura a fertilidade natural do solo, protege o solo contra a erosão e, se deixada por longo prazo, pode ser restabelecida a vegetação de floresta, à semelhança do que existia antes da sua eliminação para fins agrícolas (PEREIRA; VIEIRA, 2001).

O preparo de área sem o uso do fogo via corte e trituração de capoeira (“mulch”), que consiste na trituração da vegetação em pousio, e na distribuição desse material sobre o solo, permitirá melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas principalmente devido ao aporte de matéria orgânica (KATO et al., 2006). Esse novo paradigma não apenas mantém o solo coberto mas, também, permite a substituição da prática de derrubada e queima por corte e trituração da capoeira.

Esses benefícios podem ser ampliados com o enriquecimento da capoeira, que consiste no plantio de espécies arbóreas de crescimento rápido, principalmente leguminosas, durante a fase agrícola, visando acelerar os acúmulos de biomassa em curtos períodos de pousio (BRIENZA JÚNIOR; COSTA; SANTOS, 1999). Aumentar a eficiência de recuperação de nutrientes a partir da capoeira enriquecida, por meio da liberação de nutrientes do material orgânico, é claramente, um aspecto importante na gestão do sistema de pousio melhorado (BARRIOS; COBO, 2004).

Soluções que resolvam os problemas da agricultura com uso da queima e do desmatamento na região amazônica, continuam sendo o foco de muitos estudos sobre o assunto que levam ao desenvolvimento de pesquisas que garantam a sustentabilidade de uso do solo.

O presente estudo foi desenvolvido como ação de pesquisa do projeto “*Vegetação secundária como Vegetação de Pousio na Paisagem Agrícola da Amazônia Oriental – Função e Possibilidade de Manipulação*”, executado em conjunto pela EMBRAPA/CPATU e UNIVERSIDADE DE GÖTTINGEN, dentro do programa “*Studies on Human Impact on Forest and Floodplains in the Tropics (SHIFT)*”, que a partir de 2000, passou a ser conhecido como TIPITAMBA (ex-roça ou capoeira na linguagem indígena Tiriyo), atuando no desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que atendam à problemática da queima da vegetação na região amazônica.

As hipóteses que serviram de base ao trabalho foram:

- a) O enriquecimento da capoeira com leguminosas aumenta a produção da biomassa da capoeira.
- b) O uso da trituração da vegetação secundária como técnica de preparo do solo altera positivamente as propriedades químicas do solo.
- c) O uso da trituração da vegetação secundária como técnica de preparo do solo de cultivo aumenta a produção de culturas alimentares.

- d) O preparo do com trituração da vegetação secundária promove maior produção de culturas alimentares em dois ciclos de cultivos.

Para testar as hipóteses acima foi desenvolvido este estudo com o objetivo de avaliar os efeitos do pousio da capoeira e do preparo da área usando a queima e não queima da vegetação (trituração), na produção de biomassa da capoeira, nas propriedades químicas do solo e na produção de culturas alimentares na região do Nordeste Paraense.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NO SISTEMA DE DERRUBA E QUEIMA

Na Região Amazônica a destruição da floresta primária, em poucas décadas, atingiu níveis alarmantes, com mais de 59 milhões de hectares já devastados (INPE, 2001). Em igual proporção aumentaram as áreas de vegetação secundária por regeneração natural. Cerca de 40% da conversão das florestas primárias em secundárias ocorre na América Latina (PEREIRA; VIEIRA, 2001). Na década de 1980 estimava-se que já existiam mais de 20 milhões de hectares de capoeiras em diferentes estágios de desenvolvimento na Amazônia (FEARNSIDE; GUIMARÃES, 1996).

No contexto amazônico, as capoeiras são as áreas de crescimento espontâneo de vegetação secundária provenientes do processo de substituição dos ecossistemas florestais naturais por agroecossistemas. Elas surgem em áreas de pousio no sistema agrícola de corte e queima da vegetação, sendo também formadas após o abandono de pastagens degradadas e, ou após o abandono de culturas semi-perenes como a pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) e a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e perenes como o cacau (*Theobroma cacao* L.) e o café (*Coffea* sp.) (PEREIRA; VIEIRA, 2001).

Deste modo, na região amazônica há um mosaico de capoeiras com caráter heterogêneo, com diferentes idades, originadas de diferentes sistemas de uso e diferentes tamanhos. Para entender a dinâmica do desenvolvimento das capoeiras, devem-se considerar os diferentes sistemas de uso do solo que antecederam o seu desenvolvimento (agricultura extensiva, pastagem, cultivo itinerante e mineração), a intensidade e a duração dos mesmos (LIMA et al., 2007).

Além disso, o avanço da fronteira agrícola cada vez mais pressiona as florestas primárias, tornando as capoeiras um ecossistema em crescente expansão, ocupando de 20 a 50% das áreas utilizadas por atividades agropecuárias. Por exemplo no Nordeste Paraense, é

após 100 anos de atividade agrícola, restam menos de 15% da vegetação natural e as áreas de formação de capoeira ocupam mais de 53% dessas áreas (ALENCAR et al., 1996).

As capoeiras que passam por um longo período de desenvolvimento vegetativo promovem melhoria da qualidade do solo, tais como: conservação dos nutrientes pela ciclagem, melhoria da estrutura física do solo, controle da erosão, manutenção dos microrganismos do solo, seqüestro de carbono e benefícios hidrológicos (DIXON et al., 1995; PEREIRA; VIEIRA, 2001; DENICH et al., 2004; ALVINO; SIVA; RAYOL, 2005). Denich et al. (2005) concluíram que a capoeira, além de importante para o acúmulo de biomassa, participa no restabelecimento dos ciclos biogeoquímicos de nutrientes e da fauna do solo.

Desse modo, verifica-se que a potencialidade da vegetação secundária não está restrita aos benefícios que gera ao solo. O seu uso por meio de um manejo adequado e diversificado também contribui para a sustentabilidade deste ecossistema com retorno financeiro ao agricultor familiar. Segundo Rios et al.(2001), as capoeiras nas diversas etapas de desenvolvimento são promotoras de importantes recursos às populações tradicionais. Alvino; Silva e Rayol (2005) fizeram um levantamento do potencial de uso das espécies presentes em uma capoeira de 30 anos, no Município de Bragança-PA, e observaram que há uma grande diversidade distribuída nas seguintes categorias: madeiras utilizadas em construções rurais (33%) e de alto valor comercial (30%), seguida pelas madeiras de baixo valor comercial (9%), utilizadas como lenha (9%), frutíferas (7%), medicinais (5%), artesanais (4%) e as com potencial resinífero (1%). As espécies sem uso conhecido representaram somente 2%.

De acordo com Lima et al (2007) a capacidade de recuperação da abundância de indivíduos arbóreos da vegetação de capoeira chega a 84% em relação à floresta primária. A capacidade de recuperação se deve a rebrota de raízes e rizomas que constituem o principal meio de regeneração vegetativa de espécies de árvores e arbustos que sobrevivem após perturbações por queima ou trituração durante o pousio (DENICH et al., 2001). Ressalta-se que a diversidade de espécies é muito baixa, com um percentual de 39% das espécies que fazem parte da vegetação de floresta primária (LIMA et al., 2007).

A vegetação da capoeira contribui efetivamente na recuperação do potencial de produtividade agrícola, pelo acúmulo de nutrientes na biomassa e recuperação das propriedades físicas e químicas do solo (BROWN; LUGO, 1992). Então, a capacidade regenerativa da capoeira está intimamente relacionada à produção de biomassa dentro do

ecossistema da vegetação secundária, e a remoção inadequada da capoeira pode contribuir para o aumento da demanda de nutrientes do solo.

2.2 PREPARO DO SOLO: QUEIMA X TRITURAÇÃO

Grande parte dos sistemas agrícolas da região amazônica é caracterizada pela utilização das mesmas técnicas de preparo do solo por gerações contínuas de agricultores, as quais são transmitidas através de tradição oral, sendo denominadas pelo termo agricultura tradicional ou itinerante. Este sistema é amplamente utilizado na agricultura familiar.

Dentre as principais características da agricultura itinerante destaca-se a prática da derruba e queima da vegetação durante o preparo da área para receber o plantio. Primeiramente, realiza-se a derruba e queima da vegetação natural que irá proporcionar a condição necessária para o estabelecimento do cultivo agrícola por até dois anos, seguido de um pousio que varia de dois a quatro anos, período suficiente para o restabelecimento da vegetação secundária por meio da rebrota de tocos, raízes e sementes que resistiram às perturbações pelo corte e queima da floresta primária (KATO et al, 2006). Este sistema, quando praticado tradicionalmente em grandes áreas florestadas, com baixa densidade populacional, com tecnologia de baixo impacto e com longos períodos de pousio, pode ser manejado de forma ecologicamente sustentável, sem comprometer a fertilidade do solo (PEDROSO JÚNIOR; MURRIETA ; ADAMS, 2008).

A agricultura familiar da Região Bragantina tem como seu principal sistema de manejo do solo o uso do fogo, indo do pequeno ao grande, independente das razões que os levam a queimar a vegetação (SAMPAIO ; KATO ; SILVA, 2007). Além disso, o sistema de derruba-e-queima da biomassa agrega algumas vantagens: é uma prática cultural de baixo custo; otimiza o tempo para a limpeza do terreno; as cinzas reduzem a acidez do solo e fornecem nutrientes para as culturas, elimina pragas e doenças. Oliveira (2008), em seu estudo sobre a queima da biomassa de áreas de recuperação florestal, constatou que as áreas de baixa fertilidade dependem desse sistema para aumentar suas qualidades nutricionais a partir da combustão da biomassa acumulada.

Entretanto, atualmente observa-se um avanço da fronteira agrícola sobre a vegetação primária, redução do intervalo do pousio até o próximo ciclo produtivo e, conseqüentemente, uma queda da produtividade pelo esgotamento da fertilidade, que causa o abandono da área, forçando o produtor a mudar para uma nova área ou fazer adequações agronômicas, como por exemplo, utilizar insumos ou expandir a área de cultivo (DENICH et al., 2004).

Neary et al. (1999) apontaram os impactos provocados pelo fogo sobre a sustentabilidade dos solos, que ocorrem em razão de alterações estruturais e funcionais nos ecossistemas locais. Estes autores salientam a alteração no aporte de nutrientes, o aumento da temperatura da superfície do solo e as mudanças na taxa de evaporação como os principais impactos que a mudança ou remoção da vegetação podem trazer para os sistemas edáficos.

O aumento da temperatura do solo com o uso do fogo pode provocar a oxidação da matéria orgânica, concentrando os teores de P ligados a Al, Fe e Ca e diminuindo os teores de P dos compostos orgânicos, além de reduzir os teores de Ca, K e Mg na solução do solo pela lixiviação (FASSBENDER; BORNEMISZA, 1987).

O interesse científico em razão da queima da biomassa cresceu quando se tornou evidente que é uma importante fonte de poluição atmosférica e seus produtos poderiam afetar grandes áreas do mundo em consequência do deslocamento a longas distâncias (FEARNSIDE et al., 2005; BADARINATH et al., 2009).

Sistemas de uso do solo que visem a manutenção da capacidade produtiva do solo, diminuição do desmatamento, incorporação de áreas já alteradas ao processo produtivo e aumento da renda do produtor, são pontos que justificam o estabelecimento de sistemas de cultivo contínuos na Amazônia. Evitar a queima da biomassa como instrumento de preparo do solo por meio do sistema de trituração da capoeira associado aos sistemas agroflorestais tradicionais, são alternativas promissoras para evitar a deterioração da fertilidade do solo.

A sustentabilidade do sistema de pousio da capoeira como sistema alternativo ao uso do fogo somente é garantida se os intervalos de pousio forem longos o suficiente para garantir a recuperação da produtividade. A duração do pousio ocorre de acordo com a disponibilidade da área; da necessidade de intensificação de uso da mesma área (vários ciclos de cultivo) ou da pressão demográfica.

Assim, o preparo da área sem o uso do fogo, apenas utilizando o corte e trituração da vegetação para formação de cobertura morta (mulch), contribui para o balanço positivo de

nutrientes em relação aos sistemas tradicionais de corte-queima, evitando as perdas de nutrientes por volatilização e lixiviação (SOMMER et al., 1999). Os resultados disponíveis apontam que a manutenção deste sistema, em nível de propriedades e de paisagem, com a introdução das tecnologias alternativas, pode garantir o uso sustentável da terra e de outros recursos naturais, mediante o conjunto de serviços ambientais que este sistema é capaz de oferecer. (GALLAGHER; FERNANDES; McCALLIE, 1999; NEPSTAD; MOUTINHO; MARKEWITZ, 2001; DENICH et al., 2004)

2.3- ENRIQUECIMENTO DA CAPOEIRA PARA ACELERAR O ACÚMULO DE BIOMASSA

Os estoques de biomassa e nutrientes em vegetação secundária se encontram em maior proporção nos caules e ramos grossos, em relação aos demais componentes acima do solo. Segundo o estudo realizado por Sampaio et al. (2003), a distribuição do armazenamento da fitomassa ocorre como segue: 82,5% no compartimento do caule e ramos grossos; 9% nas folhas e ramos finos; 0,9% no sub-bosque e 7,6% na serrapilheira. Estes componentes da biomassa, no que se refere à qualidade do solo, constituem fonte de matéria orgânica para o sistema (SAMPAIO ; KATO ; NASCIMENTO-E-SILVA, 2008).

A quantidade de fitomassa da vegetação secundária varia de acordo com a idade e a intensificação do sistema de uso do solo empregado, ou seja, a cobertura, formada a partir da biomassa aérea, varia de acordo com o tempo de desenvolvimento vegetativo da capoeira e quanto maior a produção de biomassa, melhor será o seu efeito sobre o solo. As partes mais jovens, mesmo contribuindo com um estoque reduzido de nutrientes, apresentam um importante papel no ecossistema da capoeira, pois decompõem e realizam a ciclagem dos nutrientes em curto espaço de tempo em relação aos componentes maduros da biomassa (NUNEZ, 1995; VOGEL, 2005). O conhecimento da produção de biomassa torna-se necessário para avaliar a ciclagem de nutrientes dentro do ecossistema, como, também, para conhecer o estoque existente dos diferentes nutrientes minerais (NEVES, 1999).

A produção de biomassa, também, é importante para avaliar o manejo da capoeira como resposta ao uso dos recursos naturais e nas questões climáticas, nas quais a biomassa é utilizada como recurso para estimar os estoques de carbono e liberação do CO₂ para a atmosfera, de acordo com o sistema de uso do solo adotado (SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004).

Brienza Júnior; Costa e Santos (1999) avaliaram o efeito da utilização de leguminosas no enriquecimento da capoeira durante o período de pousio. Observaram que esse sistema contribuiu para o maior acúmulo de biomassa, equivalente ao acúmulo de biomassa de um pousio de 4 a 5 anos. Os resultados levam à conclusão de que é possível reduzir o tempo do pousio e alcançar um maior acúmulo de produção de biomassa na capoeira enriquecida.

2.4 PRODUÇÃO DE CULTURAS ALIMENTARES EM SISTEMA DE POUSIO

Na região do Nordeste Paraense, em função da pressão populacional e da necessidade da produção de alimentos, o período de pousio tem apresentado uma tendência de declínio, não ultrapassando geralmente quatro anos. A redução no período de pousio tem causado um declínio da produtividade pelas sucessivas queimadas e pelo baixo acúmulo de nutrientes na biomassa da vegetação resistente ao fogo, fazendo com que esse período de “descanso do solo” não tenha seus efeitos benéficos sobre os atributos do solo (MERTZ, 2002).

2.4.1 Agricultura de corte e queima

Ao derrubar e queimar a capoeira o agricultor disponibiliza os nutrientes da vegetação para a fase de cultivo por meio das cinzas. Porém, após um curto período a produção cai em consequência da redução drástica do estoque de nutrientes, pois parte destes fica exposta

sobre a camada superficial do solo e é facilmente removida e lixiviada pela água da chuva e outra parte é absorvida pelas culturas (KATO et al., 2002a).

Sampaio et al. (2003) realizaram um estudo em Rondônia comparando duas áreas com cultivo arroz e sem cultivo, onde antes da instalação do experimento houvera a derruba e queima da mata. Os autores observaram que a prática da queima contribuiu para que houvesse uma considerável remoção dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), tanto pela ação direta do fogo, quanto pelo vento sobre as cinzas, como também a exportação dos nutrientes pela cultura.

Diversos trabalhos já demonstraram a importância da agricultura itinerante dentro da agricultura familiar e que ela contribui para economia local, gestão dos meios de subsistência e redução da pobreza, mas , também, apresenta limitações no que diz respeito ao meio ambiente (MERTZ et al., 2008). A agricultura itinerante por si própria não deve ser mantida, mas compreender suas virtudes e limitações é a única maneira de assegurar um desenvolvimento equilibrado das regiões no trópico úmido.

2.4.2- Sem queima

Kato et al. (1999) compararam o rendimento das culturas alimentares (milho, caupi e mandioca) em três diferentes preparo de solo (queima, mulch e incorporação de material triturado), com e sem fertilizantes, e verificaram que no sistema de preparo do solo sem fogo a utilização do fertilizante é essencial, pois o efeito residual do insumo duplicou a produção da mandioca. Para os mesmos autores o uso intensivo e o período curto de pousio geram um baixo risco de degradação do solo se a técnica de preparo do solo for sem queima e com adubação.

Para a cultura do arroz, Kato et al. (1999) avaliaram a produção de oito cultivares buscando selecionar as mais adequadas ao sistema de derruba e cobertura morta (mulch) com e sem adubação. Os autores observaram que as cultivares com adubação apresentaram um aumento de 118% na produção quando comparada com a produção da região, e acrescentaram

que o uso de fertilizantes é um pré-requisito para se obter uma boa produção em solos de baixa fertilidade com uso da técnica de corte e trituração da capoeira.

Gomes et al. (2007), avaliando a eficiência do sistema de corte e trituração (sem enriquecimento e adubação) em dois ciclos de produção sob os aspectos produtivos e financeiros, observaram que neste sistema a eficiência técnica foi melhor em comparação ao sistema de derruba e queima, pois o sistema de corte e trituração reduz as perdas de nutrientes e aumenta a produção. Os autores ressaltaram que a prática da trituração da capoeira proporciona valores de rendimento superiores ao da queima no longo prazo (a partir do quarto ciclo ou mais de cultivo) e acrescenta variáveis ambientais, pois a tecnologia de corte e trituração da capoeira é considerada como “limpa”.

2.4.3- Com enriquecimento e sem enriquecimento

Considerando a importância do pousio para a agricultura itinerante, tem-se sugerido o prolongamento do tempo de pousio. Pois, o curto pousio poderá não atingir o seu real propósito, durante o “tempo de descanso” do solo, de acumular nutrientes, resultando na redução da fertilidade do solo, assim convertendo um sistema agrícola sustentável em um insustentável (JUO; MANU, 1996; MERTZ, 2002). Forsberg e Fearnside (1997), também já haviam feito um estudo relacionando pousios de diferentes idades na produtividade do milho e verificaram que há uma correlação positiva nas áreas de plantio provenientes de capoeira maduras (mais de seis anos), ainda que esta capoeira tenha regenerado em uma área que foi queimada.

Bruun; Mertz e Elberling (2006) analisaram a relação da duração do pousio com a produtividade do arroz de sequeiro, comprovando que há uma correlação positiva, pois no pousio de seis e de 25 anos a produtividade ficou em torno de 2 t.ha⁻¹ e 2,9 t.ha⁻¹, respectivamente. Da mesma forma, Kato et al. (1999) observaram que a produção de arroz após quatro e dez anos de pousio ficou em torno de 1,52 t.ha⁻¹ e 2,19 t.ha⁻¹, respectivamente.

Esses resultados somente foram possíveis em função do reduzido revolvimento do solo durante o pousio.

A relevância de um sistema produtivo sustentável fez com que novas alternativas surgissem para elevar a produtividade das culturas dentro da agricultura familiar, pois somente o pousio não é suficiente considerando que a mesma área deva passar por sucessivos ciclos de produção. O desenvolvimento e a melhoria de estratégias de gestão do pousio tradicional contribuem para a melhoria desse sistema (BURGERS; KETTERINGS; GARRITY, 2005). Assim, o manejo da capoeira com a utilização de árvores de rápido crescimento acumuladoras de nutrientes, como as leguminosas, tornam o sistema mais eficiente (SÁ et al., 2002).

As leguminosas que são incorporadas ao sistema podem acelerar o acúmulo de carbono e nitrogênio, através da absorção de água e nutrientes das camadas mais profundas do solo por suas raízes. Espécies vegetais com altos teores de nitrogênio em seus resíduos apresentam altas taxas de decomposição e liberação de nutrientes (PALM; SANCHEZ, 1991).

Kamara et al. (2000) investigaram o efeito alelopático de 14 espécies da vegetação secundária da Nigéria sobre a produção de milho, e dentre elas observaram que quatro espécies (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Senna siamea*, *Tetrapleura tetraptera*) apresentaram efeito alelopático, a partir de seus extratos foliares, reduziram a germinação e o crescimento do milho, porém o crescimento do milho, tanto em vasos quanto no campo pareceram ser mais dependente do nitrogênio liberado por estas espécies. Estes autores acrescentaram que as leguminosas (*L. leucocephala* e *G. sepium*) liberaram mais nitrogênio promovendo o crescimento do milho, sugerindo que o efeito alelopático dos extratos das folhas foi irrelevante para o desenvolvimento da cultura.

2.5- PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM SISTEMA DE POUSIO

No sistema de corte-e-queima a fase do pousio é responsável pela restauração da fertilidade do solo, pois durante o período de pousio os nutrientes são absorvidos do subsolo,

da superfície e da atmosfera e armazenados nos tecidos da vegetação em crescimento (STYNGER et al., 2009). Esses processos incluem a transferência de nutrientes que são capturados pelo denso sistema radicular da vegetação ali existente e seu retorno ao solo pela deposição dos resíduos da vegetação. Assim, os nutrientes passam a fazer parte da matéria orgânica ou são adsorvidos no complexo argila-húmus do solo (PALM; SWIFT; WOOMER, 1996; NHANTUMBO; LEDIN; PREEZ et al., 2009).

O restabelecimento da produtividade do solo através do pousio a partir da regeneração da vegetação depende do sistema de uso do solo usado anteriormente, das características das espécies da comunidade da vegetação secundária, bem como da duração do pousio (KLEINMAN ; PIMENTEL ; BRYANT, 1995; STYNGER et al., 2009).

Na Tailândia, Funakawa ; Hayashi e Tazaki (2006) avaliaram o sistema de pousio da agricultura itinerante e obtiveram os seguintes resultados: a) propriedades relacionadas a acidez do solo, como exemplo o pH (entre 5,01 e 6,16), apresentam dados satisfatórios principalmente nos estágios finais do pousio. A cobertura morta forneceu as bases que são obtidas através das raízes das árvores dos perfis mais profundos do solo, alguns tratamentos com saturação de bases igual a 100%. b) a diminuição do C orgânico do solo durante a fase de cultivo foi compensada pela entrada de matéria orgânica durante o pousio de 6-7 anos; c) a biomassa microbiana passou por uma sucessão indo de consumidores ativos para consumidores passivos. Paralelamente ao crescimento da vegetação secundária, houve retardo da lixiviação do N e aumentou o acúmulo de N na floresta do ecossistema. Salientaram os autores, que durante a fase do pousio, a nitrificação da microbiota, que foi ativa na colheita, foi aparentemente reprimida.

Os resíduos da vegetação secundária constituem uma fonte de energia e nutrientes para os organismos do solo durante o processo de decomposição. O produto da decomposição, a matéria orgânica, interage com as partículas dos minerais, formando uma complexa mistura de minerais e constituintes orgânicos que determinam as características químicas e físicas do solo. A matéria orgânica tem um importante papel na manutenção do crescimento da vegetação, principalmente, em solos arenosos com déficit nutricional e com baixa capacidade de armazenamento de água (RICHTER ; MARKEWITZ; HEINE, 2000; FUNAKAWA ; MAKHRAWIE ; PULUNGONO, 2009; NHANTUMBO ; LEDIN ; PREEZ, 2009).

Na construção e manutenção da fertilidade do solo, a matéria orgânica é fundamental, uma vez que influencia inúmeras características, dentre elas: elevação da CTC; liberação lenta

de P, N, S e água; aumento da disponibilidade dos micronutrientes, com a formação de quelatos; aumento de retenção de água; melhoria da estrutura; favorecimento do controle biológico, com maior população microbiana e melhoria da capacidade tampão do solo (RAIJ, 1991). Dentre as propriedades físicas, a matéria orgânica afeta a estrutura do solo, favorecendo a aeração, aumentando a capacidade de retenção de água e diminui a densidade do solo.

A diversidade química dos componentes da matéria orgânica do solo está relacionada com a diversidade de grupamentos funcionais, fazendo com que a MOS tenha ação tamponante em uma ampla faixa de pH do solo. Assim, no ambiente, a MOS funciona como um ácido fraco, agindo como par conjugado ácido/base (SILVA; MENDONÇA, 2007). O aporte de matéria orgânica proveniente da biomassa da capoeira aumentará ou reduzirá o pH, dependendo dos processos que estejam ocorrendo com consumo ou liberação de H^+ , durante o desenvolvimento da vegetação. Alguns processos podem causar o aumento do pH: redução da atividade de H^+ pela liberação de cátions metálicos (Fe e Al), mineralização de formas orgânicas de N, desnitrificação e a descarboxilação de ácidos orgânicos. O aumento do pH por meio dos resíduos vegetais está relacionado à fração do carbono orgânico solúvel que apresenta baixos teores de cátions e ácidos orgânicos de baixa massa molecular entre as espécies efetivas na vegetação (FRANCHINI et al., 2003).

Saturação por Al e acidez elevada, que caracterizam os solos de baixa fertilidade, têm seu efeito minimizado pelo elevado poder tampão da matéria orgânica (ABREU et al., 2003). Mas, se o sistema de uso do solo não conservar a cobertura vegetal, como no sistema de cultivo de derruba-e-queima, há perdas significativas de bases por lixiviação que resultam na acidificação do solo. A complexação da matéria orgânica com Al promove a redução do Al trocável e aumento da CTC, que favorece o desenvolvimento das culturas alimentares após o pousio da capoeira, logo, o manejo da matéria orgânica torna-se fundamental à manutenção produtiva desse agroecossistema.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1- Localização da área experimental

A área experimental situa-se na comunidade de Cumaru (Travessa Cumaru), em propriedade de pequeno produtor (Sr. Gonzaga), ao sul de Igarapé-Açu com as seguintes coordenadas geográficas: 1° 11' S e 47° 50' W (Figuras 1 e 2). O município de Igarapé-Açu está localizado na Microrregião Bragantina, pertencente a Mesorregião do Nordeste Paraense. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 01°07'33'' de latitude Sul e 47°37'27'' de longitude a Oeste de Greenwich. O município possui uma área de 797 km² e tem uma população de 32.361 habitantes, com uma densidade demográfica de 40,6 habitantes/km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009).

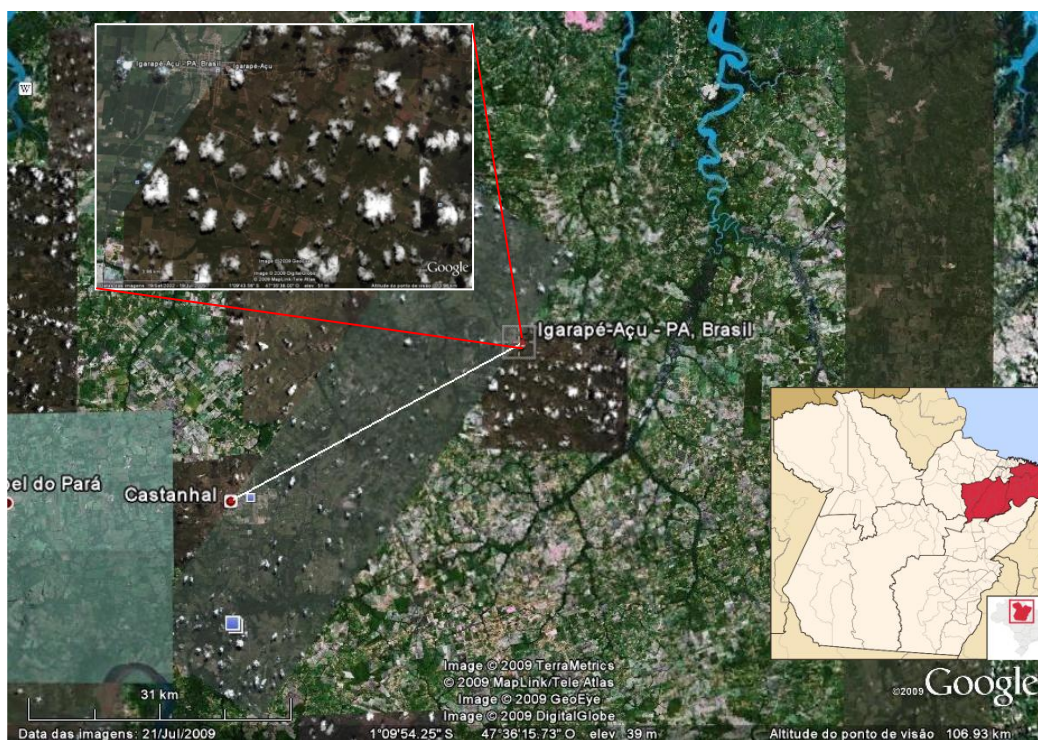


FIGURA 1- Localização da área de estudo no Município de Igarapé-Açu, Mesorregião do Nordeste Paraense. (Foto: Google Earth).



FIGURA 2- Localização da área de estudo na Comunidade de Cumarú, Município de Igarapé-Açu. (Foto: Google Earth).

3.1.2 - Clima

O clima está incluído na categoria do equatorial megatérmico úmido, correspondente ao tipo Ami, da classificação de Köppen. A temperatura média anual está entre 25 °C e 27 °C, com máximas que podem chegar a 40 °C, e pequena amplitude térmica. Apresenta precipitação pluviométrica abundante, com média anual em torno de 2.500 mm e umidade relativa do ar média em torno de 85%, com estação chuvosa entre os meses de dezembro a maio e, a menos chuvosa, de junho a novembro (BASTOS; PACHECO, 2000; PARÁ, 2008). A Figura 3 mostra dados da precipitação pluviométrica média mensal do período de agosto de 1993 a agosto de 1997, coletados por pluviômetros instalados na área do experimento, Cumarú (Figura 4).

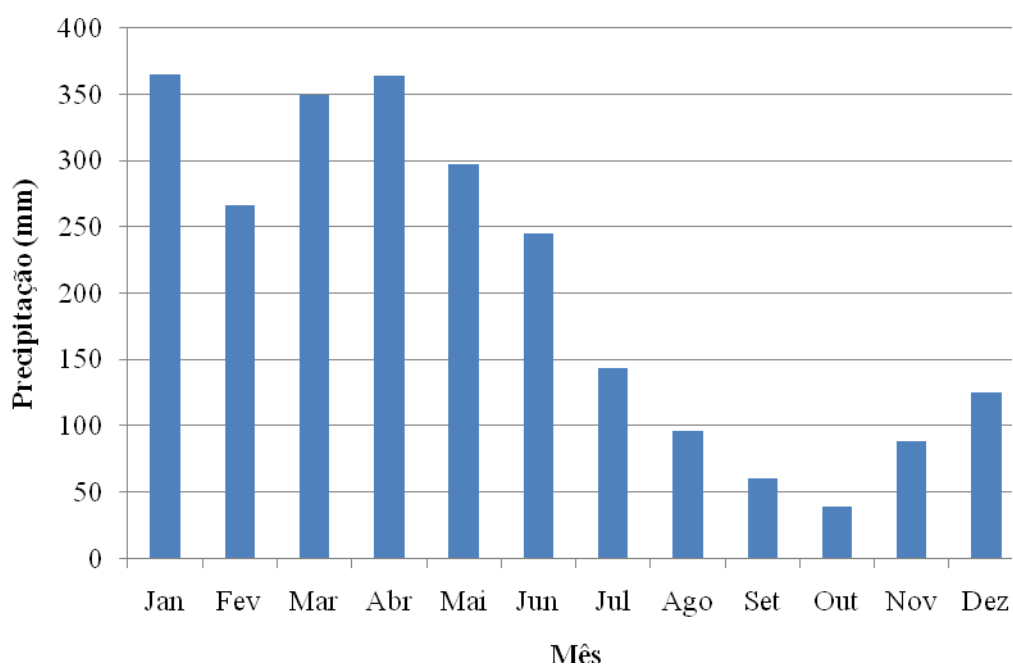


FIGURA 3- Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal acumulada, medida em Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará, no período de 1993 a 1997. (**Fonte:** Projeto SHIFT/EMBRAPA).



FIGURA 4- Pluviômetros instalados dentro da área experimental, em Cumaru, Município de Igarapé-Açu (PA). (**Foto:** Mário Lopes).

3.1.3- Solo

Os solos da Região Bragatina apresentam características pedológicas relativamente uniformes em grande parte da região. Devido às características do material parental e em virtude de processos de lixiviação, os sedimentos são extremamente oligotróficos, dando origem a solos com baixa oferta de nutrientes (DENICH, 1989; DENICH, 1991; NUNEZ, 1995; KATO, 1998).

No município de Igarapé-Açu, o solo dominante é o Latossolo Amarelo com horizonte A moderado, textura média, sendo que algumas porções apresentam caráter concrecionário em terra firme, além da presença de solos hidromórficos encontrados nas várzeas dos rios que servem o município. De acordo com Gama (2002), com o uso intensivo da agricultura itinerante e com a erosão laminar do horizonte superficial, parte dos solos da Região Bragantina começaram a apresentar uma relação textural do horizonte B sob o A bastante elevada (abrupta). Em estudo realizado por Kanashiro e Denich (1998), os solos foram classificados como Podzólico Amarelo álico, denominados de Argissolo Amarelo distrófico de acordo com a classificação brasileira atual, com textura variando de arenosa a média (EMBRAPA, 1999; EMBRAPA, 2005).

Em estudo realizado por Kato (1998), envolvendo o preparo do solo livre de fogo em Igarapé-Açu (próximo da área experimental deste estudo), foram abertos dois perfis para descrever o solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1995), cujos resultados dos atributos químicos são apresentados na Tabela 1. O solo da área com vegetação de pousio de quatro anos foi descrito como quartzorênico (Entisol), bem drenado, com reduzida microporosidade nos horizontes Ap (0-7 cm) e AB (7-15 cm). O solo das áreas com pousio de dez anos foi classificado como Latossolo Amarelo, com predomínio de areia até a profundidade de 19 cm, apresentando a partir daí, característica argilo-arenosa.

TABELA 1 - Resultados analíticos dos atributos químicos da área experimental da localidade de Cumaru.

Profundidade (cm)	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	C _{total}	N _{total}	C/N
		mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			%		
0 - 10 cm	5,2	3,0	15,0	0,8	0,4	0,2	1,07	0,07	15,3
10 - 20 cm	5,1	1,5	9,0	0,4	0,2	0,4	0,58	0,04	14,5

Fonte: Kato (1998)

3.1.4 Vegetação

A vegetação predominante em Igarapé-Açu é representada pela floresta secundária, proveniente da remoção da floresta primária, para a implantação de cultivos de subsistência. Na região há uma tendência quanto à conversão das florestas primárias e secundárias em extensas pastagens. Nas margens dos rios e riachos encontra-se a vegetação de galeria. Antes da intervenção humana a vegetação predominante da região era constituída pela vegetação primária de Floresta Equatorial Perenifólia, várzeas e igapós e campos inundados que atualmente estão restritos a algumas localidades. Hoje, a região tem uma paisagem agrícola bastante expressiva e a cobertura vegetal é dominada por lavouras que se alternam com a capoeira, devido ao corte-e-queima da agricultura familiar. Nas propriedades rurais de Igarapé-Açu, mais da metade da área é ocupada por capoeira em diferentes estágios de desenvolvimento, provenientes da remoção da floresta primária para a implantação de cultivos de subsistência (16%, até quatro anos de idade e 50%, mais de quatro anos), enquanto as florestas (primária e plantadas) ocupam apenas 7,5% da área útil do agricultor (DENICH; KANASHIRO, 1993; RODRIGUES, 1996; KATO, 1998).

3.2 HISTÓRICO DA ÁREA E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

As áreas em estudo estavam em pousio, após a realização de experimentos instalados em outubro de 1992 (início da primeira fase ou Fase a), neste momento com uma idade aproximada de três anos (Figuras 5 e 6).

As áreas foram preparadas no final de 1992, com derruba manual e queima da capoeira, exceto o tratamento 1 (T1), o qual ficou como a capoeira de referência ou testemunha, e o tratamento 4 (T4) cuja vegetação da capoeira sofreu corte e trituração com terçado. Em janeiro de 1993 iniciaram-se os cultivos de plantas alimentares (milho - *Zea mays* L., mandioca - *Manihot esculenta* Crantz e caupi - *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e enriquecimento com leguminosas (feijão-de-porco - *Canavalia ensiformis* (L.) DC e *Acacia auriculiformis*). A área total do experimento é de 7.548 m², com 49 parcelas experimentais de 96 m² cada, distribuídas em sete linhas e sete colunas, formando um delineamento em quadrado latino (Figura 7). Este delineamento foi escolhido para minimizar os efeitos da heterogeneidade da área experimental.

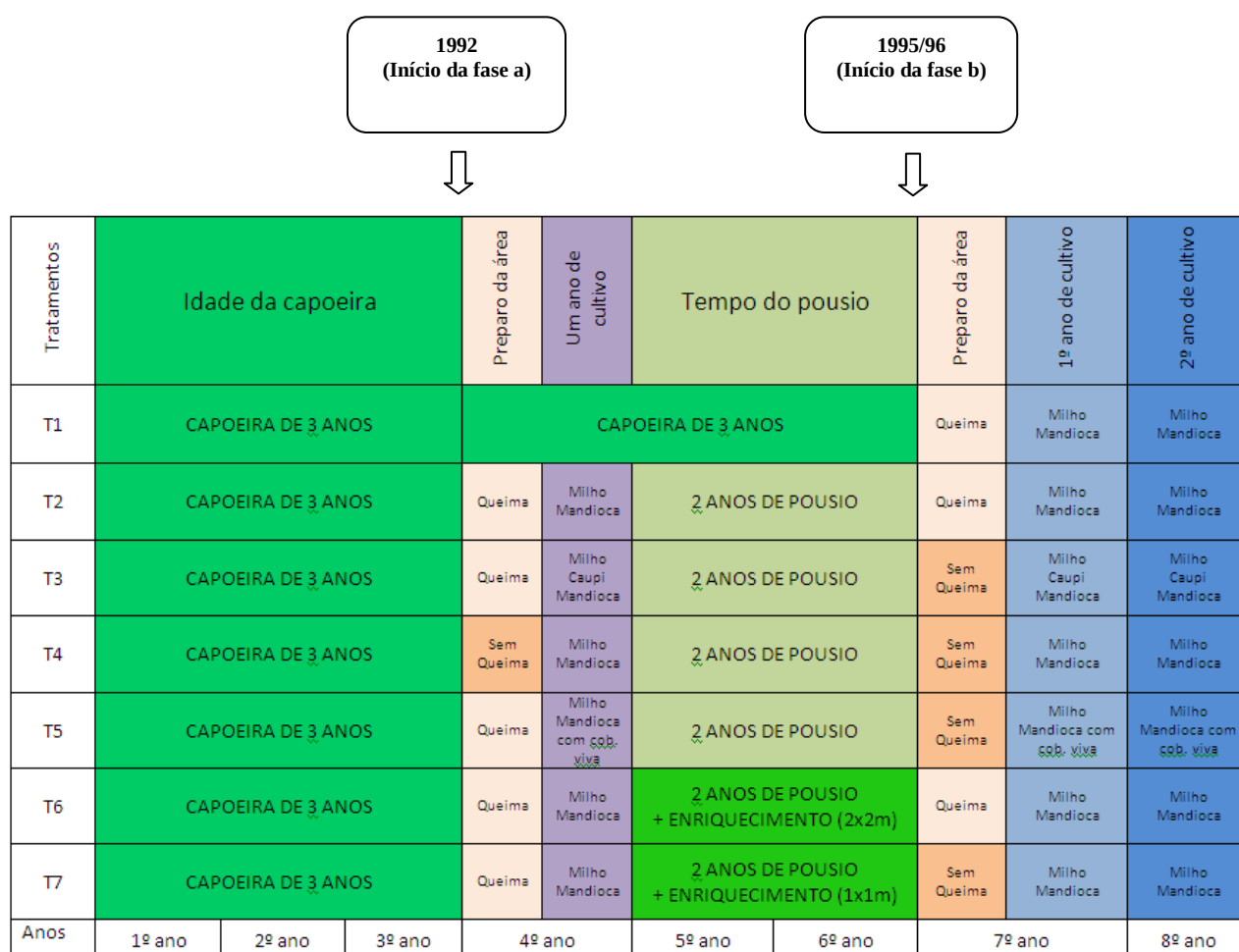


FIGURA 5- Cronosequência de pousios e cultivos na área experimental em Cumaru, município de Igarapé-Açu - Pará.

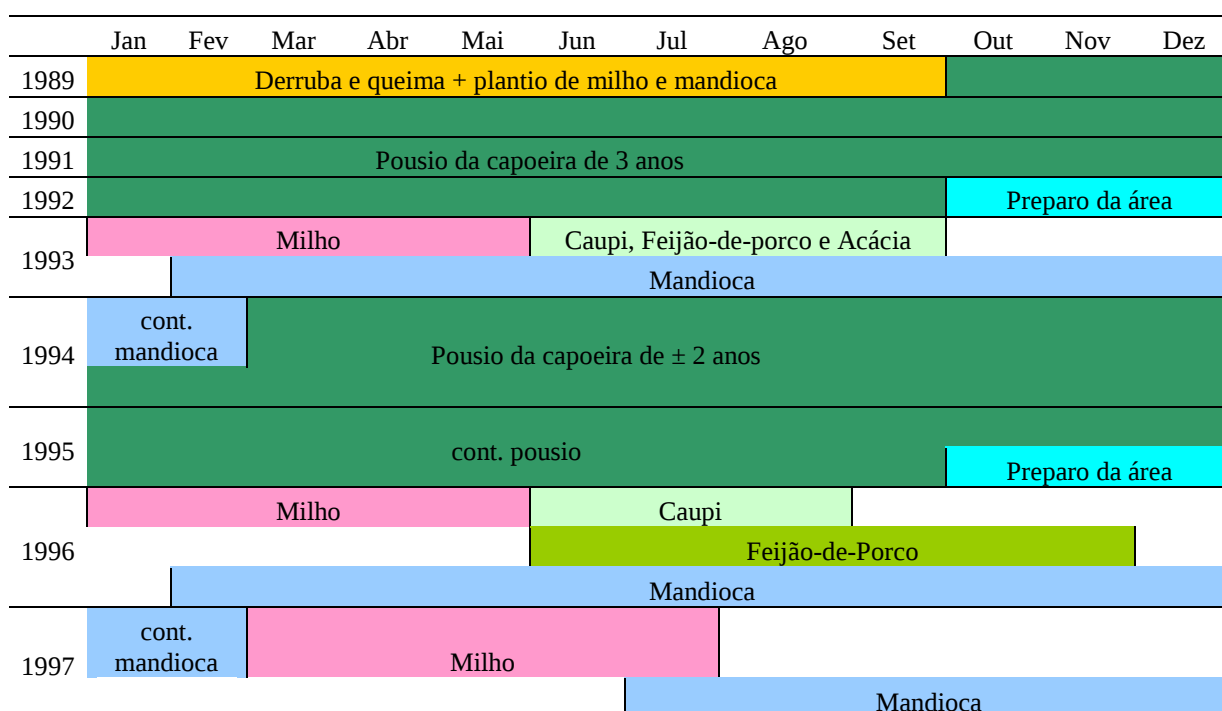


FIGURA 6- Cronosequência de pousios e cultivos na área experimental da localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará.

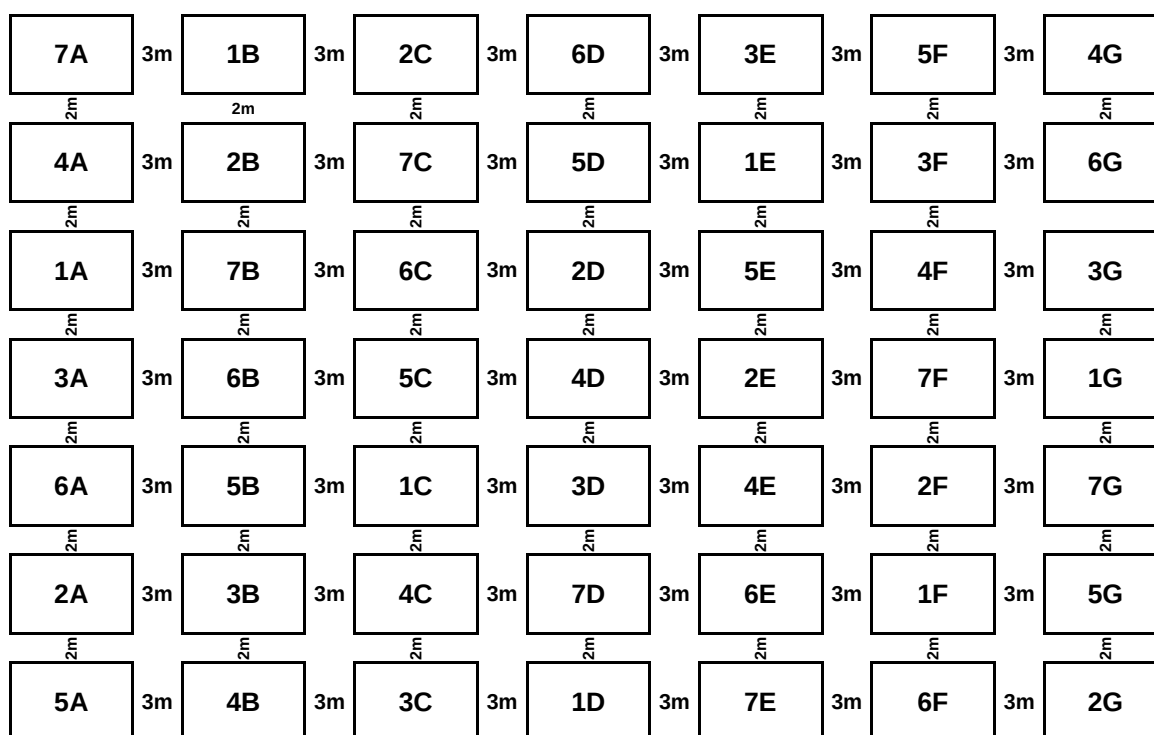


FIGURA 7 - Croqui da área experimental da localidade de Cumaru em delineamento quadrado latino. Tamanho das parcelas = 12m x 8m.

Nesta primeira fase do experimento houve o plantio do milho (Cultiva BR 106) em janeiro de 1993, em que o espaçamento entre as plantas de milho foi de 1 m x 0,5 m (3-4 sementes/cova, com máquina tico-tico), com uma adubação à lanço de NPK na formulação 10-28-20. No mês seguinte, em fevereiro, realizou-se o plantio de mandioca (cultivar Maniva Inha), em espaçamento de 1 m x 1 m com uma estaca/cova, exceto nos tratamentos 1 e 3, milho foi colhido em maio, ocorrendo no mesmo mês o plantio do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e da acácia (*Acacia auriculiformis*). O espaçamento entre as plantas de feijão-de-porco foi de 1 m x 0,3m (2 sementes/cova) e entre as mudas de acácia foi 2 m x 2 m (tratamento 6) e 1 m x 1 m (tratamento 7). Em maio realizou-se, também, o plantio da mandioca e o plantio e a adubação do caupi (*Vigna unguiculata*) no tratamento 3. O espaçamento da mandioca foi de 1 m x 1 m com uma estaca/cova e do caupi foi de 0,5 m x 0,3 m, com 3-4 sementes/cova. A colheita do caupi foi feita em agosto e a colheita da mandioca ocorreu em fevereiro de 1994 (Figura 6).

Na primeira fase (fase **a**) do experimento os tratamentos constaram dos sistemas de manejo do solo apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1- Descrição dos sistemas de manejo (tratamentos) utilizados no experimento em Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará.

Tratamentos	Descrição (1ª fase ou fase a)
T1a	Capoeira de três anos, sem plantio nesta fase, para deixá-la para o próximo ciclo.
T2a	Capoeira de três anos, derruba com queima , plantio de milho e mandioca, depois pousio com capoeira natural por 1 ano e 9 meses;
T3a	Capoeira de três anos, derruba com queima , plantio de 2 anos (milho, caupi e mandioca), depois pousio com capoeira natural por 1 ano e 5 meses;
T4a	Capoeira de três anos, derruba sem queima , com cobertura morta, plantio de milho e mandioca, depois pousio com capoeira natural por 1 ano e 9 meses;
T5a	Capoeira de três anos, derruba com queima , plantio de milho e mandioca e cobertura viva (leg. feijão-de-porco plantado em maio junto com a mandioca), depois pousio com capoeira natural por 1 ano e 9 meses;
T6a	Capoeira de três anos, derruba com queima , plantio de milho, mandioca e enriquecimento com leguminosa (<i>Acácia auriculiformis</i> , plantada em maio no espaçamento 2 x 2 m, junto com a mandioca), depois pousio com capoeira natural por 1 ano e 9 meses;
T7a	Capoeira de três anos, derruba com queima , plantio de milho, mandioca e enriquecimento com leguminosa (<i>Acácia auriculiformis</i> , plantada em maio no espaçamento de 1 x 1m, junto com a mandioca), depois pousio com capoeira natural por 1 ano e 9 meses.

Após o cultivo e colheita da produção das culturas, os tratamentos ficaram em pousio, que variou de 1 ano e 5 meses (Trat. 3) a 1 ano e 9 meses (Trat. 2, 4 5, 6 e 7), para serem utilizados, novamente, na segunda fase do experimento, ou fase b. Em novembro de 1995, início da fase b, ocorreu um novo preparo de área, utilizando-se queima e não queima, onde foram cultivadas as mesmas culturas alimentares, incluindo a espécie *Canavalia ensiformis* como adubo verde (Quadro 2). Nesta fase do experimento não foi utilizada para enriquecimento a *Acacia auriculiformis*.

Na segunda fase (fase **b**) do experimento os tratamentos foram os constantes no Quadro 2.

QUADRO 2- Descrição dos sistemas de manejo (tratamentos) utilizados na segunda fase do experimento, Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará.

Tratamentos	Descrição (1ª fase ou fase b)
T1b	Capoeira de 72 meses, derruba com queima , plantio de milho (0,5 m x 1,0 m) e mandioca (1 m x 1 m);
T2b	Capoeira de 21 meses, derruba com queima , plantio de milho e mandioca;
T3b	Capoeira de 17 meses, derruba sem queima , cobertura morta triturada manualmente em ensiladeira, plantio de milho, caupi e mandioca;
T4b	Capoeira de 21 meses, derruba sem queima , cobertura morta não triturada, plantio de milho e mandioca;
T5b	Capoeira de 21 meses, derruba sem queima , cobertura morta triturada manualmente em ensiladeira, plantio de milho e mandioca e cobertura viva (leg.: feijão-de-porco, plantado em maio juntamente com a mandioca);
T6b	Capoeira de 21 meses + enriquecimento com <i>Acacia auriculiformis</i> – espaçamento 2 x 2 m, derruba manual com queima , plantio de milho e mandioca;
T7b	capoeira de 21 meses + enriquecimento com <i>Acacia auriculiformis</i> - espaçamento 1 x 1m, derruba manual sem queima , cobertura morta tritura em ensiladeira, plantio de milho e mandioca.

Para a instalação da segunda fase do experimento foi feita a determinação da biomassa da capoeira, em área útil de 12 m² no centro de cada parcela experimental. A determinação da biomassa dos tratamentos 1, 2 e 6 ocorreu em novembro de 1995 e após esta ação foi feita a derruba manual e queima da vegetação (Figura 8). Nos demais tratamentos (Trat. 3, 4, 5 e 7), a determinação da biomassa foi feita em dezembro de 1995. Após a coleta fez-se a trituração da biomassa (com ensiladeira) e distribuição da cobertura morta sobre o solo (Figura 9).

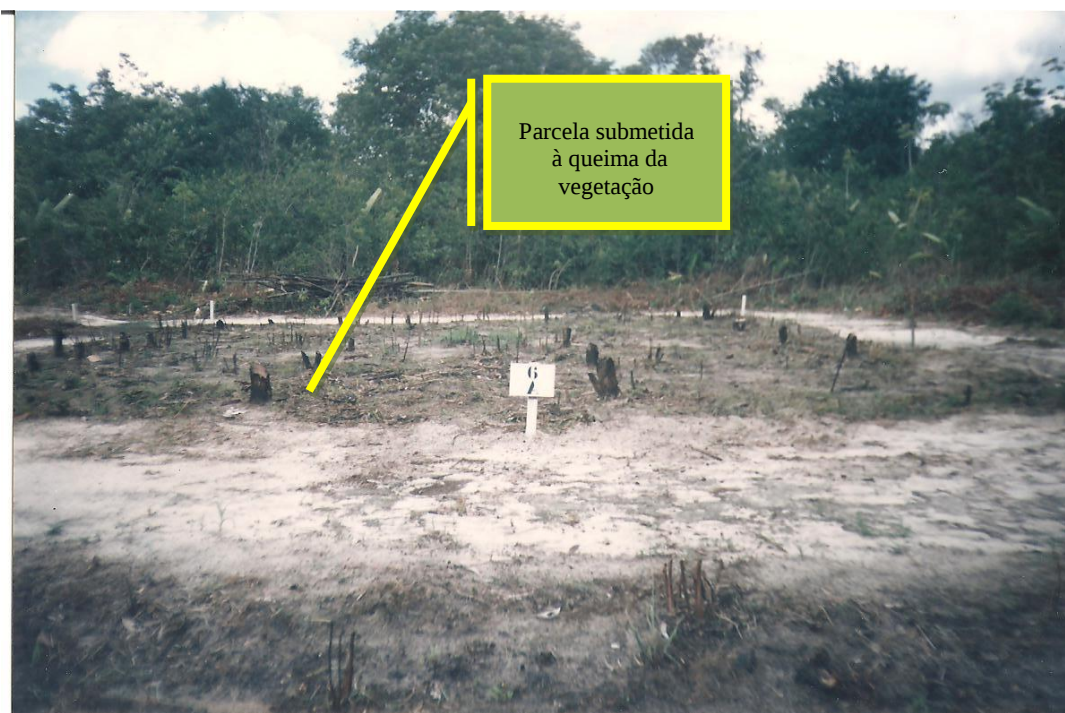


FIGURA 8- Parcela experimental destacando-se o uso da queima da vegetação como técnica de preparo da área para o cultivo de culturas alimentares, em Cumaru, Igarapé-Açu (PA). (Foto: Mário Lopes)



FIGURA 9- Parcela experimental destacando-se o uso da cobertura morta (não queima da vegetação) como técnica de preparo da área para o cultivo de culturas alimentares, em Cumaru, Igarapé-Açu (PA). (Foto: Mário Lopes)

3.3 CULTIVO DE CULTURAS ALIMENTARES

Em janeiro de 1996 foi iniciado o primeiro ciclo de plantio das culturas alimentares após o pousio. Em todos os tratamentos fez-se o plantio de milho (cultivar BR 106), no espaçamento 0,5 m x 1 m, com a utilização de adubação de aproximadamente 7 g/cova da mistura NPK (10-28-20). No mês seguinte foi realizada a segunda adubação (mesma formulação e quantidade). A colheita do milho ocorreu no mês de junho.

O plantio da mandioca foi realizado em fevereiro apenas para o tratamento 3, no qual se utilizou uma haste por cova da cultivar Olho Verde, no espaçamento 1 m x 1 m. Nos demais tratamentos o plantio da mandioca ocorreu em março.

No tratamento 3, em junho após a colheita do milho, foi plantado o caupi (cultivar BR-3 Tracueteua), em espaçamento 0,3 m x 0,5 m, sendo 3-4 sementes por cova, sendo semeado com máquina do tipo tico-tico. A colheita do caupi ocorreu em agosto e da mandioca no mês de fevereiro de 1997.

No tratamento 5, após a colheita do milho, foi realizado o plantio da leguminosa feijão-de-porco, em junho, no espaçamento 0,5 m x 1,0 m, com 3-4 sementes por cova, com a utilização de máquina tico-tico.

No ano de 1997 ocorreu o segundo ciclo de plantio das culturas alimentares; no caso do milho, houve plantio em fevereiro e colheita em julho do mesmo ano. A mandioca foi plantada em julho de 1997 e colhida em julho de 1998.

A representação cronológica dos cultivos das culturas alimentares pode ser visualizada nas Figuras 5 e 6. O histórico das atividades realizadas antes e após a instalação do experimento encontra-se descrito no Anexo 1.

3.4 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.4.1 Biomassa aérea da capoeira

A biomassa é composta pelo material vegetal da parte aérea, sendo que o estoque aéreo divide-se em parte viva e morta (em decomposição) (NUNEZ, 1995). A determinação da biomassa da capoeira foi realizada em sub-parcela de 2 m x 6 m, perfazendo 12 m², localizada no centro da parcela experimental. Após a amostragem e separação das diferentes frações da biomassa da parte aérea da capoeira, as amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C, até atingir peso constante.

3.4.2- Atributos químicos do solo

Em função da possível variabilidade espacial das propriedades do solo do local, fez-se necessário, apesar do limitado tamanho das parcelas, uma grande quantidade de pontos de amostragem por parcela. As amostras simples foram coletadas na profundidade de 0-20 cm em intervalos regulares entre fileiras de milho, com ajuda de um trado tipo sonda. De cada parcela foram coletadas quatro amostras compostas; cada amostra composta foi formada a partir da coleta de seis amostras simples.

A primeira amostragem do solo foi realizada antes da queima da vegetação nos tratamentos que sofreram queima (Tratamentos 1, 2 e 6), em dezembro de 1995. A segunda amostragem do solo ocorreu em março de 1996, em todos os tratamentos. A terceira amostragem ocorreu em fevereiro de 1997. Nas amostras de solo coletadas foram feitas análises para determinação dos principais atributos químicos, conforme a metodologia preconizada por EMBRAPA (1999), descritas a seguir:

pH

O valor do pH foi medido em uma suspensão de água e efetuou-se a medição eletroquímica da concentração efetiva de íons H^+ da solução do solo na proporção de 1:2,5 de solo:água, conforme o método potenciométrico por meio do eletrodo combinado.

Carbono orgânico total

O carbono orgânico total do solo (COT) foi determinado pelo método proposto por Yeomans e Bremner (1988). O método consistiu em utilizar 0,5 g de solo seco ao ar e fazer sua oxidação via úmida com dicromato de potássio e titulação do dicromato remanescente com sulfato ferroso amoniacal.

Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis

O cálcio e o magnésio trocáveis foram extraídos com $KCl\ 1mol.L^{-1}$, em conjunto com o Al trocável, a partir da solução extratora, titulou-se em uma fração do extrato o alumínio com $NaOH$, na presença de azul-de-bromotimol como indicador. Em outra fração da solução extratora, foram titulados o cálcio e o magnésio por complexometria na presença do EDTA, usando-se como indicador o negro-de-eriocromo-T.

Fósforo disponível e potássio trocável

A solução de Mehlich 1 foi utilizada como solução extratora do fósforo disponível e do potássio trocável. O fósforo disponível foi determinado por espectrofotometria, por meio da leitura da intensidade de cor do complexo fosfomolibdico, produzido a partir da redução do

molibdato com ácido ascórbico. O potássio foi determinado pelo método direto com a utilização do fotômetro de chama.

Acidez potencial

Para a determinação da acidez potencial do solo, foi feita com solução de acetato de cálcio e titulação alcalina do extrato.

Após estas análises foi calculada a soma de bases ($SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+}$), capacidade de troca de cátions efetiva ($CTC_{efetiva} = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Al^{3+}$), capacidade de troca de cátions a pH 7 ou potencial ($CTC_{pH7} = CTC_{efetiva} + H^{+}$), saturação por alumínio ($m\% = (Al^{3+}/SB+Al).100$) e a saturação por bases ($V\% = SB.100/CTC_{pH7}$).

3.4.3- Avaliação de crescimento da cultura do milho

A avaliação de crescimento foi feito por meio da produção de biomassa e produtos alimentares para as culturas utilizadas.

Determinou-se a produção das raízes para mandioca e de grãos para milho e o caupi, em função dos diferentes tratamentos. O material vegetal foi coletado e secos em estufa de circulação forçada a 65°C, até peso constante, para determinação da massa seca da parte aérea, raízes e peso de grãos, sendo estes corrigidos para 13% de umidade.

3.6 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar a biomassa da capoeira e dos atributos químicos do solo, realizado em novembro/1995, após os períodos de pousio e antes da queima da vegetação e introdução das culturas alimentares, e da produção de grãos de milho no 1º e 2º ano de cultivo, foram utilizados sete sistemas de manejo do solo, com sete repetições em quadrado latino.

Com a finalidade de avaliar o efeito da intensidade de cultivo e sua interação com os sistemas de manejo estudados, sobre a variação dos atributos do solo, foi introduzida mais uma fonte de variação, correspondente à amostragem do solo efetuadas em 1996 e 1997, após o final de cada ciclo das culturas alimentares. Neste acaso, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado e os tratamentos (sete sistemas de manejo e duas épocas de cultivo) foram arranjados em fatorial 7 x 2.

Os resultados obtidos para as variáveis estudadas foram analisados no delineamento em quadrado latino, referente a sete tipos de sistemas de manejo do solo, com sete repetições, e foram submetidos à análise estatística univariada.

A análise estatística univariada dos dados foi feita por meio da análise de variância (ANAVA). A ANAVA teve por finalidade avaliar os efeitos da mudança da cobertura vegetal e da profundidade nas variáveis estudadas e a comparação de média foi feita pelo teste de Duncan com 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SAEG 8.1

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DA CAPOEIRA

A análise de variância mostrou que houve efeito significativo do sistema de preparo de área e do tempo de pousio, na produção de biomassa da parte aérea das capoeiras (Anexo 2).

Na Tabela 2 encontram-se as médias gerais dos tratamentos para a produção de matéria seca da parte aérea da capoeira, da localidade de Cumaru, coletadas em novembro de 1995.

TABELA 2- Produção de matéria seca (t/ha) da parte aérea da capoeira em função dos diferentes sistemas de manejo aplicados na primeira fase do experimento (Fase a). Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), novembro de 1995.

Tratamento	Matéria seca
T1a- - Capoeira de 72 meses	52,7 a
T2a- Capoeira de 21 meses (com queima), plantio de milho e mandioca	19,5 c
T3a- Capoeira de 17 meses (com queima), plantio de milho, caupi e mandioca	13,2 c
T4a- Capoeira de 21 meses (sem queima), plantio de milho e mandioca	22,1 bc
T5a- Capoeira de 21 meses (com queima), plantio de milho, feijão-de-porco e mandioca	20,2 c
T6a- Capoeira de 21 meses (com queima), plantio de milho e mandioca + enriquecimento com acácia 2 m x 2 m	38,2 ab
T7a- - Capoeira de 21 meses (com queima), plantio de milho e mandioca + enriquecimento com acácia 1 m x 1 m	49,4 a

Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade de erro.

Nas capoeiras que ficaram em pousio por 21 meses (1 ano e 9 meses) a produção de biomassa variou de 19,5 t/ha no tratamento T2a a 49,4 t/ha no tratamento T7a. Os resultados sugerem que grande diferença de produção se deve ao enriquecimento da capoeira, o que permitiu um incremento significativo de biomassa promovido por plantas de *Acacia auriculiformis* (espaçamento 1 m x 1 m), já que esta espécie apresenta elevada taxa de crescimento.

Entre os tratamentos T6a e T7a não houve diferença estatística significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, embora tenha ocorrido produção 30% maior no tratamento com maior densidade de plantio. Esse resultado permite sugerir que, do ponto de vista econômico e laboral, o espaçamento a ser utilizado seja o 2 m x 2 m.

Brienza Junior et al. (1999), em experimento para testar o efeito do enriquecimento da capoeira por diferentes espécies leguminosas, na mesma localidade de Cumaru, verificaram que a produção da biomassa acumulada em dois anos de pousio de cinco espécies de leguminosas variou de 55,6 t/ha a 27,2 t/ha, sendo que independentemente do espaçamento a *Acacia mangium* foi a que apresentou o maior acúmulo de biomassa. Denich (1991), em estudo realizado em outra localidade do município de Igarapé-Açu, constatou que a produção média de fitomassa total de

capoeiras de quatro e cinco anos foi de 19,9 t/ha, abaixo das produções dos tratamentos com capoeira enriquecida (T6a e T7a) deste estudo.

A produção de biomassa da capoeira de seis anos de idade (T1a = 52,7 t/ha) não diferiu estatisticamente das produções de biomassa das capoeiras de 21 meses que foram enriquecidas com a leguminosa (T6a = 38,2 t/ha; T7a = 49,4 t/ha). Isso evidencia a eficiência do manejo da capoeira com leguminosas de rápido crescimento para aumentar a produção de material vegetal durante a fase de pousio, em reduzido espaço de tempo, o que pode ser útil para promover uma maior recuperação do solo, permitindo dessa maneira o uso da mesma área em menor tempo. Brienza Junior et al. (1999) observaram que os sistemas enriquecidos (1 ano de cultivo + 2 anos de pousio enriquecido) com *A. mangium* proporcionaram um acúmulo de biomassa equivalente a cinco anos do pousio tradicional.

Barrios e Cobo (2004), ao avaliarem o sistema de derruba e cobertura morta a partir da poda de árvores em pousio de dois anos, cuja biomassa foi distribuída nas linhas de plantio antes do cultivo, obtiveram um acúmulo de matéria seca de 37 t/ha, produção muito próxima ao que foi obtido nos tratamentos com capoeira enriquecida com leguminosas neste estudo (T6a; T7a). Dados comparativos da produção de biomassa de áreas de vegetação secundária mostram que a média fica em torno de 24,6 t/ha para capoeiras não remanescentes da floresta original sem enriquecimento (FEARNSIDE, 2002).

Em contrapartida, os tratamentos em que o preparo da área sofreu a queima, sem enriquecimento (T2a, T3a e T5a), cuja idade da capoeira também era de 21 meses, exceto o T3a que era de 17 meses, apresentaram as menores produções de biomassa da capoeira e não diferiram estatisticamente entre si. A diminuição da produção de biomassa da capoeira pode ter sido ocasionada pela redução da quantidade de nutrientes nos sistemas devido às saídas via exportação pelas colheitas e, ou pelas perdas de nutrientes por volatilização durante a queima da capoeira, e perdas pela lixiviação e lavagem dos nutrientes do solo em função da baixa capacidade de troca de cátions dos solos da região bragantina, o que é potencializado pela alta pluviosidade da região (HOLSCHER et al., 1997).

De maneira geral, ocorreu uma tendência de variação para os tratamentos em Cumaru, isto é, a maior produção ocorreu no T1a (capoeira de seis anos de idade) e a menor no T3a (capoeira de 17 meses de idade). Para os tratamentos que sofreram enriquecimento com *A. auriculiformis* a maior produção ocorreu no tratamento de menor espaçamento entre as plantas (T7a; 1m x 1m).

Os resultados da produção de biomassa da capoeira mostram que o enriquecimento da vegetação secundária poderá acumular, em um período de 21 meses de pousio, a mesma quantidade de biomassa em um pousio natural de seis anos. Indicam, também, que sem enriquecimento da capoeira, o período de pousio tem que ser superior a cinco anos, não é comum em área de alta pressão sobre a vegetação, como ocorre na região do presente estudo. Então, a utilização da mesma área em curto espaço de tempo levará a uma redução drástica do potencial produtivo desses solos. Por outro lado, os resultados do enriquecimento da capoeira sugerem uma acumulação de carbono no sistema, bem como uma reciclagem de nutrientes e uma entrada de nitrogênio no sistema, através da fixação biológica do nitrogênio em um curto período de tempo.

4.2 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

4.2.1- Atributos químicos do solo antes da queima da vegetação – dezembro de 1995

Os resultados dos atributos químicos dos solos dos tratamentos T1a, T2a e T6a, coletados antes da queima da vegetação (antes dos dois anos de cultivo, em dezembro de 1995) são apresentados na Tabela 3. A análise de variância mostrou que somente houve efeito significativo para o alumínio trocável (Al^{3+}), potássio trocável (K^+), capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC) e capacidade de troca de cátions efetiva (CTC ef). Para esses atributos, o T1a comparado aos tratamentos T2a e T3a, apresentou os maiores valores, mesmo sem influenciar grandemente na fertilidade do solo.

TABELA 3 - Atributos químicos do solo antes da queima da vegetação, coletado na profundidade de 0-20 cm, em função dos sistemas de manejo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), dezembro de 1995.

Trat.	pH	CO	MO	P	Al^{3+}	H+Al	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	SB	CTC	CTCef	V	m
		----- g/kg -----		mg.dm ⁻³	-----			cmol _c dm ⁻³					----- % -----	
T1a	5,2	10,2	17,5	7,6	0,92a	5,50	1,24	0,92	0,20a	2,40	7,91 a	3,33 a	30,5	28,0
T2a	5,3	10,3	17,8	7,7	0,55b	4,74	1,20	0,84	0,12b	2,16	6,91b	2,72 b	31,5	20,5
T6a	5,2	10,5	18,0	7,6	0,72ab	5,01	1,12	0,72	0,20a	2,05	7,06b	2,77 b	29,0	26,2

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

O valor de pH, matéria orgânica, fósforo disponível, cálcio e magnésio trocáveis não sofreram efeito do tempo de pousio da capoeira e do sistema de preparo de área ocorrido em 1992. Os solos apresentam acidez média, teor médio de matéria orgânica e baixo teor de fósforo disponível, bem como baixo e médio teores de cálcio e magnésio, respectivamente (TOMÉ JÚNIOR, 1998). Esses resultados são típicos de Latossolos Amarelos (VIEIRA; SANTOS, 1987), uma vez que o elevado grau de intemperismo associado à elevada precipitação pluviométrica da região favorecem a lavagem e a lixiviação das bases trocáveis

das camadas superficiais do solo, possibilitando a predominância de elementos ácidos como o H e o Al. A predominância desses elementos, associada a pouca quantidade de matéria orgânica do solo explicam o baixo teor de fósforo disponível, uma vez que uma das principais formas de fósforo em solos amazônicos é o fósforo orgânico (SILVA JÚNIOR, 2007), tendo o fósforo disponível uma alta correlação com a matéria orgânica do solo (SILVA; SILVA JÚNIOR; MELO, 2005).

Resultados semelhantes são relatados por vários autores que realizaram estudos sobre solos na região do nordeste paraense e em outras regiões do Pará (MARTINS et al., 1989; CARDOSO, 2005; SENA, 2006). Em estudo realizado por Kato (1998) na localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu, Pará, em que foi avaliado o tempo de pousio da capoeira de quatro e de 10 anos, o autor verificou que o conteúdo de matéria orgânica variou de 17,5 e 18,5 g/kg de solo, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

Por outro lado, alumínio trocável, potássio trocável, CTC total e CTC efetiva sofreram efeito do tempo de pousio da capoeira e o tipo de preparo de área utilizado. O maior teor de alumínio foi verificado no tratamento T1a, em área onde a capoeira não sofreu queima em 1992. Esse valor foi diferente estatisticamente do tratamento T2a, sugerindo um efeito significativo da queima da vegetação na redução do teor de alumínio do solo. No entanto, essa variação significativa no teor de alumínio do solo não se refletiu em variação significativa no atributo saturação por alumínio. Esses resultados podem ser justificados pela maior CTC efetiva encontrada no solo do tratamento T1a, o qual diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.

No que diz respeito ao potássio trocável, o maior valor foi encontrado nos tratamentos T1a e T6a ($0,20 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ solo), que diferiu estatisticamente do tratamento T2a. Os valores de potássio trocável são considerados como médios (TOMÉ JR., 1989).

A saturação por bases (V%) foi maior no solo do T2a (31,4%), no qual também foi encontrado o menor valor de alumínio trocável. A saturação por bases e a saturação por alumínio são importantes indicadores das condições gerais da fertilidade do solo, considerando que a partir de seus percentuais são definidos o caráter eutrófico, distrófico e álico do solo (EMBRAPA, 2005), os quais são parâmetros importantes para determinar a quantidade de corretivo a ser utilizado em uma área de cultivo.

De uma forma geral, os maiores valores dos atributos químicos analisados foram encontrados no tratamento T1a. Porém, os resultados mostram que de forma geral os solos apresentaram limitações químicas para o cultivo de plantas devido à baixa disponibilidade de nutrientes e elevada disponibilidade de alumínio.

4.2.2- Atributos químicos do solo depois do preparo da área para cultivo – março de 1996

A análise de variância mostrou que houve efeito significativo da interação entre época de coleta do solo e dos sistemas de manejo para os atributos químicos carbono orgânico, fósforo disponível, CTC pH 7 e saturação por alumínio (Anexo 4).

Considerando os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que o solo da localidade de Cumaru apresenta limitações nutricionais decorrentes de efeitos provocados pelos diferentes sistemas de uso do solo.

O uso sucessivo do solo provocou uma redução significativa do conteúdo de carbono orgânico do solo em todos os sistemas de manejo do solo. No primeiro ano de cultivo os tratamentos T1b, T2b, T3b e T7b apresentaram valores abaixo de 9 g/dm^3 , enquanto que T4b, T5b e T6b apresentaram valores considerados altos de carbono orgânico ($> 14 \text{ g/dm}^3$). Não houve diferença significativa entre T5b e T6b, porém, foram superiores estatisticamente aos outros tratamentos estudados. No tratamento T5b a presença da cobertura morta triturada somada à cobertura viva (*C. ensiformis*) pode ter contribuído para o maior aporte de matéria orgânica presente no solo, enquanto que, no tratamento T6b, o efeito do enriquecimento da capoeira pode ter contribuído para um maior teor de COT na camada arável do solo no primeiro ano de cultivo; porém, tal efeito não foi observado no tratamento T7b, o qual sofreu também enriquecimento da capoeira. Com exceção de T6b, o uso da queima da vegetação não provocou redução significativa no conteúdo de matéria orgânica do solo no primeiro ano de cultivo.

TABELA 4- Médias de carbono orgânico total (COT), capacidade de troca de cátions (CTCef - t e CTC pH 7 - T), fósforo disponível (P), saturação de bases (V), soma de bases (SB) e saturação por alumínio (m), na profundidade de 0-20 cm do solo, em função da interação época de coleta e sistema de manejo do solo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA).

Época de coleta	Sistema de manejo do solo							Média
	T1b	T2b	T3b	T4b	T5b	T6b	T7b	
COT g/dm ³								
1996	7,84 aC	7,95 aC	8,49 aC	16,0 aB	18,64 aA	20,62 aA	8,62 aC	12,6 a
1997	6,55 aC	7,91 aBC	9,42 aB	14,0 aA	9,45 bAB	12,08 bA	8,92 aB	9,77 b
Média	7,19 D	7,93 CD	8,95 C	15,0 AB	14,08 B	16,35 A	8,77 CD	
P mg/dm ³								
1996	10,59 aA	8,88 aB	8,13 aB	8,21 aB	8,00 aB	9,06 aB	5,96 aC	8,4 a
1997	7,61 bA	6,01 bB	7,23 aAB	6,91 aAB	6,69 aAB	6,35 bAB	6,76 aAB	6,8 b
Média	9,1 A	7,4 B	7,7 B	7,6 B	7,3 B	7,7 B	6,4 C	
T cmol _c /dm ³								
1996	5,98 a A	6,20 a A	6,39 a A	6,46 a A	6,08 b A	6,26 a A	6,18 a A	6,2 b
1997	6,77 a A	6,49 a A	6,70 a A	6,80 a A	6,74 a A	6,26 a A	6,33 a A	6,6 a
Média	6,37 A	6,34 A	6,5 A	6,6 A	6,4 A	6,3 A	6,3 A	
t cmol _c /dm ³								
1996	3,03 a A	2,95 a A	2,73 a A	2,73 a A	2,65 a A	2,89 a A	2,69 a A	2,81 a
1997	3,20 a A	3,02 a A	2,75 a A	2,82 a A	2,90 a A	2,80 a A	2,63 a A	2,87 a
Média	3,11 A	2,98 A	2,74 A	2,77 A	2,77 A	2,84 A	2,66 A	
SB cmol _c /dm ³								
1996	2,73 a A	2,67 a A	2,31 a A	2,20 a A	2,18 a A	2,52 a A	2,12 a A	2,39 a
1997	3,01 a A	2,77 a A	2,53 a A	2,51 a A	2,65 a A	2,54 a A	2,25 a A	2,61 a
Média	2,87 A	2,72 A	2,42 A	2,35 A	2,41 A	2,53 A	2,18 A	
V%								
1996	45,63 a A	43,06 a A	36,23 a A	34,07 a A	35,24 a A	40,48 a A	34,47 a A	38,45 a
1997	44,47a A	42,68 a A	37,77 a A	36,83 a A	39,24 a A	40,62 a A	35,36 a A	39,57 a
Média	45,05 A	42,87 A	37 A	35,45 A	37,24 A	40,55 A	34,91 A	
m%								
1996	10,00 a D	9,76 a D	15,51 a BC	19,70 a AB	18,10 a AB	12,41 a CD	21,04 a A	15,21 a
1997	6,13 a C	7,95 a BC	8,25 b BC	11,19 b AB	8,91 b BC	8,94 a BC	15,20 b A	9,51 b
Média	8,06 E	8,85 DE	11,88 CD	15,44 AB	13,5 BC	10,67 CDE	18,12 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 0,05 de probabilidade de erro.

Porém, no segundo ano em relação ao primeiro ano de cultivo houve uma redução relativa de 50% do COT nos tratamentos T5b e T6b, provavelmente relacionado ao aumento

da taxa de decomposição devido à mobilização do solo durante o preparo de área para receber o 2º ciclo de cultivo das culturas, gerando um desbalanço negativo entre a adição e perda de carbono sobre o solo, como foi verificado por Kotto-Same et al. (1997) e Vagen et al. (2006). Estes autores relataram que a conversão de vegetação natural em sistemas agrícolas reduz expressivamente os teores de carbono orgânico do solo. Essa redução pode variar entre 22 e 24% do carbono do solo, segundo Brand e Pfund (1998). No tratamento T1b (72 meses de pousio), tanto no 1º ano quanto no 2º ano de cultivo, foi observado o menor valor de COT. Esperava-se que este tratamento mantivesse valores próximos ao de T6b (21 meses de pousio + enriquecimento) que, também, sofreu queima: possivelmente, com o uso do fogo houve uma redução no conteúdo de carbono sobre o solo, visto que parte desse carbono foi perdido para atmosfera.

Foi verificada redução significativa do teor de P disponível no solo nos tratamentos com queima, indicando uma saída do elemento do sistema, provavelmente, por exportação pelas culturas, evidenciando a necessidade de reposição do P via adubação para manter a sustentabilidade do solo, principalmente, em áreas que sofreram queima da vegetação (tratamentos T1b, T2b e T6b).

O teor de P foi maior em T1b (10,6 mg/dm³) e diferiu de todos os outros tratamentos no primeiro ano; no segundo ano conservou essa tendência, mantendo-se abaixo do limite considerado adequado (18,1 a 25 mg/dm³) para o teor de fósforo no solo (CFSEMG, 1999). Na maioria dos solos das regiões tropicais, a disponibilidade de P é influenciada pelo pH, em função das cargas dependentes que variam de acordo com os valores deste atributo do solo. Nos solos agrícolas, a presença da matéria orgânica, na maioria das vezes, está relacionada com o aumento do P disponível para as plantas, pois as substâncias e os ácidos orgânicos bloqueiam os sítios de adsorção de P na superfície do solo (HAYNES; MOKOLOBATE, 2001). Segundo Vagen, Adrianorofanomezana e Adrianorofanomezana (2006), a variação do P disponível às plantas durante os primeiros anos da derruba da vegetação para instalação das culturas está diretamente relacionada à queima da biomassa vegetal.

Entre os tratamentos não houve diferença significativa, tanto no 1º ano quanto no 2º ano de cultivo, para os valores de soma de bases. A soma de bases dos dois anos de cultivo se manteve dentro dos níveis médios: no 1º ano variou de 2,12 a 2,73 cmol_c/dm³ e no 2º ano esteve entre 2,25 a 3,01 cmol_c/dm³. Observa-se que houve um leve aumento nos valores da soma de bases no segundo ano de cultivo, em relação ao primeiro, sem diferenças

significativas. Semelhantemente, a saturação por bases (V%) seguiu a mesma tendência quando se comparam as médias dos tratamentos de cada ano que, também, não apresentaram diferença significativa. Considerando que nos dois anos de cultivo houve adubação, o solo de todos os tratamentos nos dois anos de cultivos mantiveram o caráter distrófico ($V\% < 50\%$).

Em todos os tratamentos os valores da CTC efetiva estiveram acima dos níveis médios de acordo com o indicado pela CFSEMG (1999), variando de 2,65 a 3,03 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ (1º ano) e de 2,63 a 3,20 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ (2º ano). Estes valores ficaram abaixo dos encontrados por Vagen, Adrianorofanomezana e Adrianorofanomezana (2006) em áreas com 20 anos de uso agrícola em Madagascar. Estatisticamente, não houve diferença entre as médias obtidas nos diferentes sistemas de manejo do solo, dentro de cada ano de cultivo ou isoladamente. A CTC do solo resulta da natureza dos colóides minerais e orgânicos e do pH do solo. Como os minerais de argila dos Latossolos são, geralmente, de baixa atividade, a maior parte da CTC desses solos é atribuída aos colóides orgânicos (BRADY; WEIL, 1999).

Os tratamentos T4b, T5b e T7b apresentaram os maiores valores de saturação por alumínio (m%), os quais não foram limitantes ao desenvolvimento das culturas no 1º ano de cultivo (Tabela 4). No segundo ano de cultivo, em todos os tratamentos houve uma redução na m%, sendo essa redução estatisticamente significativa para os tratamentos T3b, T4b, T5b e T7b. No primeiro ano de cultivo os valores da m% variaram de 9,76% a 21,045, sendo os maiores valores obtidos nos tratamentos que foram submetidos à queima para o preparo de área antes do cultivo. No segundo ano os valores de m% variaram de 6,13% a 15,20%. Fatores como a complexação do alumínio em formas não prejudiciais às plantas e, ou a sua substituição dos sítios de adsorção do solo por outros elementos podem estar relacionados com a redução da m%.

Para todos os tratamentos, no primeiro ano de cultivo, o pH esteve dentro da faixa de acidez média (CFSEMG, 1999) (Tabela 5). O valor de pH (5,80) obtido no tratamento T1b tendem a ser mais mais do que nos outros tratamentos estudados, provavelmente, em função da neutralização da acidez pelas cinzas da biomassa da capoeira. O menor valor de pH foi encontrado no tratamento T7b (5,31). Estes valores estão dentro da faixa dos observados por Mcdonald e Healey (2000), que compararam os valores de pH sob capoeira com um e dois anos de pousio. O menor valor de pH sob a cobertura de capoeira enriquecida sem queima pode ser atribuído à fixação biológica do N_2 atmosférico. Nesse processo a relação simbiótica do *Rhizobium* com o sistema radicular da leguminosa provoca alterações no pH intracelular e

a leguminosa para manter o seu pH estável libera prótons, ocorrendo acidificação da rizosfera (MARSCHNER; ROMHELD, 1983).

TABELA 5- Médias de pH, potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al), na profundidade de 0-20 cm do solo em função da interação época de coleta e sistema de manejo do solo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA).

Época de coleta	Sistema de manejo do solo							Média
	T1b	T2b	T3b	T4b	T5b	T6b	T7b	
pH								
1996	5,80 aA	5,68 aAB	5,54 aAB	5,44 aAB	5,52 aAB	5,70 aAB	5,31 aB	5,57 a
1997	5,49 aA	5,32 aAB	5,05 bB	4,99 bB	5,12 bB	5,13 bAB	4,95 aB	5,15 b
Média	5,64 A	5,5 AB	5,29 BC	5,21 BC	5,32 BC	5,41 ABC	5,13 C	
K ⁺ cmol _c /dm ⁻³								
1996	0,05 a A	0,04 a A	0,05 a A	0,04 a A	0,04 a A	0,04 a A	0,04 a A	0,04 a
1997	0,07 a A	0,06 a A	0,06 a A	0,07 a A	0,07 a A	0,06 a A	0,06 a A	0,06 a
Média	0,06 A	0,05 A	0,055 A	0,055 A	0,055 A	0,05 A	0,05 A	
Ca ²⁺ cmol _c /dm ⁻³								
1996	1,83 a A	1,83 a A	1,46 a A	1,48 a A	1,43 a A	1,65 a A	1,27 a A	1,56 a
1997	1,90 a A	1,75 a A	1,56 a A	1,48 a A	1,67 a A	1,61 a A	1,38 a A	1,62 a
Média	1,86 A	1,79 A	1,51 A	1,48 A	1,55 A	1,63 A	1,32 A	
Mg ²⁺ cmol _c /dm ⁻³								
1996	0,85 a A	0,79 a A	0,81 a A	0,68 a A	0,70 a A	0,88 a A	0,81 a A	0,79 a
1997	1,04 a A	0,95 a A	0,91 a A	0,95 a A	0,90 a A	0,85 a A	0,80 a A	0,91 a
Média	0,94 A	0,87 A	0,86 A	0,81 A	0,8 A	0,86 A	0,805 A	
Al ³⁺ cmol _c /dm ⁻³								
1996	0,29 a A	0,29 a A	0,41 a A	0,53 a A	0,47 a A	0,35 a A	0,56 a A	0,41 a
1997	0,19 a A	0,25 a A	0,22 a A	0,31 a A	0,25 a A	0,25 a A	0,39 a A	0,27 b
Média	0,24 A	0,27 A	0,31 A	0,42 A	0,36 A	0,3 A	0,47 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 0,05 de probabilidade de erro.

No 2º ano de cultivo somente os tratamentos T4b e T7b apresentaram valores de pH abaixo de 5. Em todos os tratamentos houve uma diminuição dos valores de pH quando se compara com o primeiro ano de cultivo. Esse decréscimo pode estar relacionado ao maior tempo de cultivo no mesmo solo, o que leva à redução da fertilidade do mesmo, conforme aumenta o tempo de desenvolvimento da cultura.

Os tratamentos T4b e T7b apresentaram os maiores teores de Al^{3+} , tanto no 1º ano quanto no 2º ano de cultivo. Considerando o primeiro ano, os teores de alumínio não foram limitantes ao desenvolvimento das culturas, de acordo com a classificação proposta pela CFSEMG (1999), variando de baixo a médio, ou seja, de não prejudiciais a levemente prejudiciais. Já, no segundo ano, os valores do Al^{3+} foram menores em todos os tratamentos e ficaram enquadrados como não prejudiciais em função dos valores estarem abaixo de $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. Relacionando teor de Al^{3+} com outros elementos analisados, observou-se que Ca e P apresentaram baixos teores, principalmente, nos tratamentos com maior teor de Al^{3+} .

Os teores de potássio (K) em todos os tratamentos estiveram com valores muito baixos no 1º e 2º ano de cultivo, indicando, possivelmente, que a exportação pelas culturas e a lixiviação pelo intenso intemperismo podem ter contribuído para a redução deste nutriente no solo. Os teores de K não diferiram em função dos sistemas de manejo e do tempo de cultivo, isoladamente ou em interação.

Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), nos tratamentos estudados, estiveram dentro dos valores médios indicados pela CFSEMG (1999). Para os elementos Ca e Mg não houve diferença significativa entre os tratamentos em cada ano de cultivo e a média dos tratamentos no 1º e 2º ano não diferiram entre si. Para os três elementos (K, Ca e Mg) houve um discreto aumento em todos os tratamentos no segundo ano.

4.3 – PRODUÇÃO DA CULTURA DO MILHO

4.3.1- Produção de milho (cultivar BR 106)

A análise de variância mostrou que houve efeito significativo do sistema de preparo do solo, na produção de grãos de milho (Anexo 5).

Na Tabela 6 são apresentados os dados da produção média de grãos de milho (cultivar BR 106) do ano de 1996, em áreas com diferentes sistemas de preparo de solo.

TABELA 6 - Produção de milho (kg/ha) em função dos diferentes sistemas de manejo do solo. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), maio de 1996.

Tratamento (Segunda Fase – 1º ano de cultivo)	Produção de grãos
T1b- T1a com queima	1.908 a
T2b- T2a com queima	1.199 bcd
T3b- T3a sem queima (cobertura morta ¹)	900 cd
T4b- T4a sem queima (cobertura morta ²)	1.418 b
T5b- T5a sem queima (cobertura morta ³)	1.226 bc
T6b- T6a com queima	1.250 bc
T7b- T7a sem queima (cobertura morta ¹)	856 d

¹Cobertura morta trituração manual, ²Cobertura morta não triturada, ³Cobertura morta triturada manual + cobertura viva (*C. ensiformis*). Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

O rendimento da produção de grãos de milho da localidade de Cumaru variou de 856 kg/ha (T7b) a 1908 kg/ha (T1b), acima da média do município de Igarapé-Açu. Segundo dados do IBGE do ano de 1996, a produção média do município estava em torno de 700 kg/ha e nos últimos dez anos aumentou para aproximadamente 1000 kg/ha, mesmo com uma tendência de redução da área plantada (PARÁ, 2008). O longo período do pousio no T1b

contribuiu para essa grande diferença de produção em relação aos demais tratamentos, pelo provável acúmulo de nutrientes nas cinzas da biomassa da capoeira com pousio de seis anos, conforme resultados de trabalho de Martins et al. (1990).

Em sistema consorciado de milho e arroz em Apiaú-RR, a produção variou entre 1,3 e 1,9 t/ha no primeiro ano de corte e trituração (COSTA, 2008). Em estudo realizado por Kato et al. (2002b), avaliando o desempenho de plantio solteiro de milho após o corte e trituração da capoeira, a produção variou entre 0 e 2,1 t/ha. Esses autores observaram que a época de plantio e a adubação influenciaram diretamente na produtividade do milho no sistema de plantio solteiro e, para o consorciado, a adubação contribuiu para o aumento da produção. No presente estudo, considerando o primeiro ano de cultivo sem adubação, a produção se encontra dentro da faixa encontrada por estes autores.

Entre os tratamentos com deposição da cobertura morta sobre a superfície do solo (T3b, T4b e T5b), houve tendência de superioridade do tratamento em que a cobertura morta do solo não foi triturada (T4b), provavelmente, em função do aumento de material vegetal sobre o solo, promovendo assim, maior eficiência na liberação dos nutrientes contidos no material em decomposição, que uma vez incorporados ao solo exerce um importante papel na produção dos grãos. A introdução do feijão-de-porco como adubo verde contribuiu para que no T5b houvesse um acréscimo na produção de milho, sem diferir estatisticamente do tratamento T6b, onde também foi cultivado a leguminosa, e do tratamento T4b, que utilizou cobertura morta.

Quando se comparam os tratamentos T6b e T7b enriquecidos com *A. auriculiformis*, observa-se que o T6b apresentou produção de grãos significativamente maior como resposta à disponibilização dos nutrientes presentes nas cinzas da capoeira enriquecida. De maneira oposta, no T7b pode estar havendo a imobilização dos nutrientes do material da cobertura morta em decomposição, igualmente como deve estar ocorrendo no tratamento T3b, o que explica as menores produções obtidas com esses tratamentos. Nestes casos, o espaçamento não influenciou na produção dos grãos.

Nos tratamentos em que não houve queima da capoeira, a menor produção (980 kg/ha) ocorreu no tratamento T3b, que não diferiu significativamente do T5b. As maiores produções foram obtidas no T4b e T5b, respectivamente, 1.418 e 1.226 kg/ha de grãos, sem diferenças significativas entre si. O cultivo do feijão-de-porco (*C. ensiformis*) deve ter influenciado para que houvesse aumento significativo na produção de grãos.

Na Tabela 7 são apresentados os dados da produção média de milho (cultivar BR 106) em função do uso ou não de adubo (fórmula NPK 10-28-20, aproximadamente 6,7 g/cova) no ano de 1997, na localidade de Cumaru.

TABELA 7 - Produção de milho (kg/ha) em função dos diferentes sistemas de preparo de área. Localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), maio de 1997.

Tratamento (Segunda Fase – 2º ano de cultivo)	Produção de grãos	
	Adubado	Não Adubado
T1b- T1a com queima	1.855 a	1.444 a
T2b- T2a com queima	1.092 b	853 b
T3b- T3a sem queima (cobertura morta ¹)	1.481 ab	1.110 abc
T4b- T4a sem queima (cobertura morta ²)	1.861 a	1.233 ab
T5b- T5a sem queima (cobertura morta ³)	2.011 a	1.330 a
T6b- T6a com queima	1.077 b	887 bc
T7b- T7a sem queima (cobertura morta ¹)	1.807 a	750 c

¹Cobertura morta trituração manual, ²Cobertura morta não triturada, ³Cobertura morta triturada manual + cobertura viva (*C. ensiformis*). Médias nas colunas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

No segundo ano de cultivo, em relação ao primeiro ano, no solo dos tratamentos que sofreram queima da vegetação diminuía a disponibilidade de nutrientes e de matéria orgânica, o que influencia no desenvolvimento e produção das culturas. A diminuição na disponibilidade de nutrientes essa ocorrida, provavelmente, pela lixiviação dos nutrientes do solo.

No tratamento T1b adubado, a produção foi de 1.855 kg/ha e apresentou uma pequena redução (2,8%) na produção, quando comparado com a produção do primeiro ano de cultivo. No mesmo tratamento não adubado, o decréscimo na produção foi mais expressivo, atingindo 1.444 kg/ha, o que corresponde a uma redução de 24,9% em comparação com o primeiro ano.

Os tratamentos T1b e T7b adubados não diferiram significativamente entre si, o que evidencia o efeito da decomposição da matéria orgânica do tratamento sem queima, uma vez

que neste tratamento (T7b), no primeiro ano de cultivo (1996), ocorreu a maior produção de grãos de milho.

Após o segundo ano de cultivo ficou evidente o efeito positivo do curto pousio, nos tratamentos sem o uso do fogo, nos quais a produção equiparou-se à da produção do tratamento T1b com pousio de seis anos. O uso do adubo para compensar a imobilização dos nutrientes acumulados na biomassa em decomposição promoveu um aumento bastante expressivo no tratamento T7b, em relação ao primeiro ano de cultivo. Nos tratamentos T3b, T4b e T5b, o aumento da produção ocorreu de modo semelhante.

Parry e Vielhauer (1999) testaram diferentes épocas de plantio e dois níveis de adubação (Adubação 1: 10g/cova de NPK e Adubação 2: 10g/cova de NPK + 10g/cova SFS), e obtiveram produção média de 1.505,9 kg/ha de grãos de milho com a adubação 2, contra 1.083,9 kg/ha da adubação 1. Os autores observaram que não houve interação épocas de plantio x adubação, ocorrendo apenas efeito significativo isolado entre essas fontes de variação. Costa (2008) avaliou o efeito da adubação e da calagem no primeiro ano de cultivo em sistema de corte e trituração da capoeira e observou que a adubação contribuiu para o aumento da produtividade independentemente da calagem e que a produção aumentou em função da maior dosagem de NPK.

No presente estudo, utilizou-se a dosagem 7 g/cova da fórmula percentual 10-28-20 de NPK para avaliar o comportamento dos diferentes tratamentos e observou-se que, à exceção do tratamento T1b que apresentou pequena redução na produção de grãos de milho no segundo ano de cultivo, mesmo com a adubação, os outros tratamentos com sistema de preparo de área sem queima e com adubação (T3b, T4b, T5b e T6b) mantiveram as maiores produções de grãos. O pousio de dois anos somado ao preparo de área sem o uso do fogo, resultou em produção satisfatória nos tratamentos T4b, T5b e T7b, que estiveram próximo da produção do T1b.

Quando se comparam as produções adubadas e não adubadas, observa-se uma tendência de superioridade na produção das parcelas adubadas, em relação às parcelas que não foram adubadas. Nos tratamentos T3b, T4b e T5b não adubados, a produção foi superior a das parcelas não adubadas de T2b e T6b. Esses resultados mostram o efeito e a necessidade da adubação para melhorar a produção das culturas em áreas que foram preparadas utilizando a queima da vegetação. No entanto, o que ocorre na região do presente estudo é que a maioria

dos agricultores utiliza o fogo para o preparo da área, como forma de melhorar a fertilidade natural do solo (HOLSCHER et al., 1997).

Na parcela adubada do T5b, a produção foi significativamente superior a todos os outros tratamentos adubados. Nesta parcela o efeito da imobilização dos nutrientes presentes no material em decomposição pode ter sido compensado pela adubação. Igualmente, em T7b o processo de imobilização dos nutrientes presentes na cobertura morta em decomposição, pode ter levado a uma redução na produção da parcela não adubada quando se compara com a parcela adubada, do mesmo tratamento em que houve um aumento em torno de 100% na produção.

Na Figura 10 encontra-se a produção acumulada das duas safras (96/97) para cada um dos tratamentos estudados. Os tratamentos T4b e T5b, tomando como referência o T1b, apresentaram um acúmulo na produção de 87,13% e 86,02%, respectivamente.

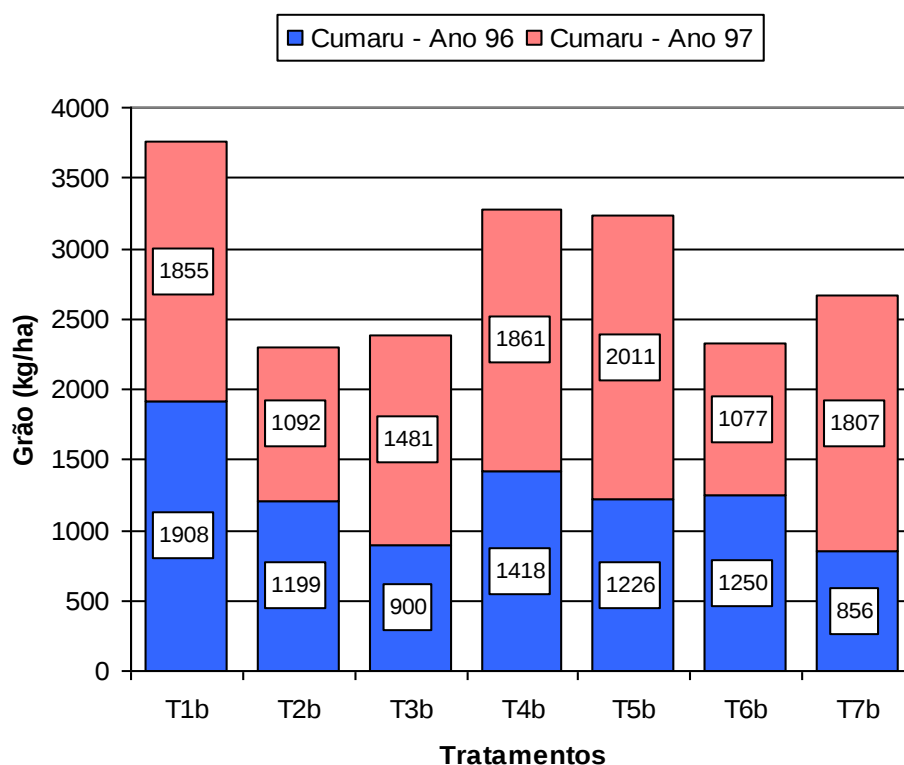


FIGURA 10 - Produtividade acumulada de grãos de milho em função de diferentes sistemas de preparo de área, em dois anos subsequentes (1996/1997), na localidade de Cumaru, município de Igarapé-açu (PA).

Nos tratamentos T2b e T6b, em que houve o uso do fogo, a produção acumulada de grãos não ultrapassou os 65% em relação ao tratamento T1b. A produção acumulada do tratamento T3b foi 63,2 % maior em relação à produção acumulada do tratamento T1b. Mesmo estando entre os tratamentos com menor valor de produção acumulada, a cobertura morta no tratamento T3b viabilizou um aumento de 47% na produção no segundo ano de cultivo, quando comparado com o ano anterior.

O enriquecimento da capoeira em T6b (com queima) não evitou que neste tratamento houvesse uma redução significativa na produção acumulada das duas safras. No caso do T7b (sem queima) houve um aumento de 50% no segundo ano quando comparado com o ano de cultivo anterior e a produção acumulada dos dois anos ficou em 70%. Os resultados sugerem que o uso do fogo é um agente limitante da produção na agricultura familiar.

5 – CONCLUSÕES

Com bases nos resultados obtidos no presente estudo conclui-se:

- a) O enriquecimento da capoeira permite uma redução no tempo de pousio, pois a produção de biomassa da capoeira enriquecida com árvores de crescimento rápido, como a *Acacia auriculiformis*, em pousio de 21 meses não diferi significativamente da produção de biomassa da capoeira natural em pousio de 72 meses.
- b) O espaçamento recomendado para o plantio de *Acacia auriculiformis*, como forma de enriquecimento da capoeira, é o 2 m x 2 m, pois a relação custo benefício é menor neste espaçamento.
- c) O tempo de pousio da capoeira e o preparo do solo usando a queima e a não queima da vegetação influenciaram de forma significativa no conteúdo de matéria orgânica do solo e na saturação por alumínio. Entretanto, será necessário estender o tempo de avaliação das propriedades químicas dos solos dos tratamentos avaliados, pois os benefícios gerados pelo não uso do fogo sobre a melhoria da fertilidade do solo é alcançada em longo prazo.
- d) Em sistemas de corte-e-queima da vegetação em pousio o estoque total dos nutrientes em todo o ecossistema declina gradualmente no solo em função do cultivo consecutivo.
- e) A produção de culturas alimentares no primeiro ano do ciclo de cultivo é influenciada positivamente pelo sistema de preparo de área com queima da vegetação, e proporciona as maiores produções. No segundo ano do ciclo de cultivo o uso da queima e não queima da vegetação, como técnica de preparo de área, influencia de forma positiva e significativa a produção de culturas alimentares.
- f) O não uso da queima como forma de preparo do solo contribui para o aumento da produção de grãos de milho a partir do segundo ano de cultivo. Para alcançar uma produção satisfatória no primeiro ano de cultivo se torna necessário uma adubação no momento do plantio, ainda que seja na dose mínima recomendada.
- g) A produção acumulada de culturas alimentares durante os dois anos do ciclo de cultivo nos sistema de preparo de área usando a queima e a não queima da vegetação se equivalem.

- h) Faz-se necessário um 3º ciclo de cultivo para evidenciar o efeito positivo da não queima.
- i) O enriquecimento da capoeira e o sistema de preparo de área usando a não queima da vegetação são técnicas de manejo que devem ser utilizadas para substituir o paradigma da duração do tempo de pousio e do uso da queima da agricultura itinerante da Amazônia.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R.; VAN DER PEIJL, M. J. A simple model to explain the dominance of low-productive perennials in nutrient-poor habitats. **Oikos**, v. 66, p.144–147, 1993.

ALENCAR, A.; VIEIRA, I. C. G.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P. Análise multitemporal do uso da terra e mudança de vegetação em antiga área agrícola da Amazônia. *Anais do VIII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 7.,1996. Salvador, Bahia. **Anais...** Salvador, Bahia, 1996. p. 4.

ALVINO, F. O.; SILVA, M. F. F. ; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, v.35, n. 4, p.413-420, 2005.

BADARINATH, K.V. S. ; MADHAVI LATHA, K.; KIRAN CHAND, T. R.; GUPTA, P.K. Impact of biomass burning on aerosol properties over tropical wet evergreen forest of Arunachal Pradesh, India. **Atmospheric Reserch**, v. 91, p. 87-93, 2009.

BARRIOS, E. ; COBO, J. G. Plant growth, biomass production and nutrient accumulation by slash/mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia. **Agroforestry Systems**, v.60, n. 3, p.255-265, 2004.

BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A. Características agroclimatológicas do município de Igarapé-Açu. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1999, Belém, PA. Anais... Belém: Embrapa Amazônia Oriental: CNPq, 2000. p. 51-58. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

BAYER, C. ; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. ; CAMARGO, F.A.O., (Ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo** : ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.9-39.

BRADY, N. C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soil**. 12. ed., New Jersey,USA: Prentice-Hall. 1999.

BRAND, J., PFUND, J. L. Site-and watershed-level assessment of nutrient dynamics under shifting cultivation in eastern Madagascar. **Agriculture Ecosystems and Environment**,v.71, n.1-3, p.169–183, 1998.

BRIENZA JUNIOR, S.; COSTA, V. O.; SANTOS, W. E. S. et al. Enriquecimento de capoeira com árvores leguminosas contribuindo para o acúmulo de biomassa na agricultura familiar no nordeste do Pará, Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 1999. **Anais..** Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CNPq, 2000. p.83-84. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

BROWN, S ; LUGO, A. E. Biomass of Brazilian Amazonian Forests: the need for good science. **Interciencia**, v.17,n.4, p.201-203, jul/aug. 1992.

BRUUN, T. B.; MERTZ, O.; ELBERLING, B. Linking Yields of Upland Rice in Shifting Cultivation to Fallow Length and Soil Properties. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.113, n.1-4, p.139–149, Apr. 2006.

BURGERS, P.; KETTERINGS, Q.M.; GARRITY, D.P. Fallow management strategies and issues in Southeast Asia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.110, n.1, p.1–13, Oct. 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO NO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. Recomendações de adubação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 352p.

COSTA, M. C. G. Calagem e adubação no primeiro ano de cultivo em sistema de corte e trituração em Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Boa Vista : Embrapa Roraima, 2008, 16p.

DENICH, M. **A importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção da Amazônia oriental brasileira**. Belém-Pará. : Embrapa/ CPATU-GTZ, 1991. 284 p.

_____. **Untersuchungen zur Bedeutung junger Sekundär vegetation für die Nutzungssystemproduktivität im östlichen Amazonasgebiet, Brasilien**. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen 46. 1989. 265p.

_____ ; KANASHIRO, M. A vegetação secundária na paisagem agrícola do Nordeste Paraense, Brasil. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE SANTARÉM, 1995, Santarém. **Anais...** Santarém: [s.n.], 1995. p.14-24.

_____ ; VIELHAUER, K.; SÁ, T. D. A.; LÜCKE, W. e VLEK, P. L. G. Alternatives to slash-and-burn agriculture: a research approach for the development if a chop-and-mulch system. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT. Bonn, Germany: Center for Development Research (ZEF) University of Bonn/Embrapa Amazônia Oriental/Institute for Agricultural Engineering-University of Göttingen, 2001, p. 1-8.

_____ ; _____ ; KATO, M. S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; ABREU SÁ, T.D.; 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.

_____ ; VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D.A.; VIELHAUER, K.; LÜCKE, 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.

DIXON, R.K. Sistemas agroflorestales y gases invernadores. **Agrofloresteria en las Américas**, v.2, n.7, p.22-27, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, **Centro Nacional de pesquisa de solos, Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro. 1999. 169p.

_____. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa. Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 370p.

_____. CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

FASSBENDER, H.W. ; BORNEMISZA, E. **Química de suelos com énfasis en suelos de América Latina**. 2.ed. São José : ISCA, 1987. 420p.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences. **Conservation Biology**, v. 19, n.3, p.680-688, jun. 2005.

_____. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v.16, n. 44, p.99-123, 2002.

_____. ; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n.1-3, p.35-46, jun. 1996.

FORSBERG, M. C. S. ; FEARNside, P. M. Brazilian Amazonian *caboclo* agriculture: effect of fallow period on maize yield. **Forest Ecology Management**, v.97, n.3, p.283-291, oct. 1997.

FRANCHINI, J.C.; HOFFMAN-CAMPO, C. B. ; TORRES, E. ; MIYAZAMA, M.; PAVAN, M.A. Organic composition of Green manure during growth and its effects on cation mobilization in an acid oxisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, p. 2045-2058, 2003.

FUNAKAWA, S. ; HAYASHI, Y.; TAZAKI, I. et al. The main functions of the fallow phase in shifting cultivation by the Karen people in northern Thailand: a quantitative analysis of soil organic matter dynamics. **Tropics**, v.15, n.1 p.1–27, 2006.

_____. ; MAKHRAWIE, M.; PULUNGGONO, H. B. Soil fertility status under shifting cultivation in East Kalimantan with special reference to mineralization patterns of labile organic matter. **Plant Soil**, v. 319, n.1-2, p. 57-66, jun. 2009.

GALLAGHER, R.S. ; FERNANDES, E.C.M. ; McCALLIE, E.L. Weed management through short-term improved fallows in tropical agroecosystems. **Agroforest Systems**, v.47, p.197-221, 1999.

GAMA, M.A.P. **Dinâmica do fósforo em solo submetido a sistema de preparo alternativos ao de corte e queima no nordeste paraense**. Piracicaba, 2002. 96f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GOMES, E.G. ; MELLO, J. C. C. B. S. ; FREITAS, A. C. R. **Análise de eficiência em agricultura com unidades em desvantagem competitiva**. Disponível em:

<<https://www.casnav.mar.mil.br/spolm/artigos/artigos2007/008.pdf>>. Acesso em : 16 nov.2009.

GUALBERTO, V. MELLO, C. R. NÓBREGA, J. C. A. O Uso do Solo no Contexto Agroecológico: Uma pausa para reflexão. **Revista Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 18-28, 2003.

HAYNES, R. J. ; MOKOLOBATE, M. S. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.59, n.1, p.47– 63, 2001.

HÖLSCHER, D. ; LUDWING, B. ; MÖLLER, R.F. ; FÖLSTER, H. Dinamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.66, n.2, p.153-163, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite 1999-2000**. Disponível em: <[http:// www.inpe.br](http://www.inpe.br)>. Acesso em: 17 nov. 2009.

JOHNSON, C. M. ; VIEIRA, I. C. G. ; ZARIN, D. J. ; FRIZANO, J. ; JOHNSON, A.H. Carbon and nutrient storage in primary and secondary forests in eastern Amazônia. **Forest Ecology and Management**, v.147, n. 2-3, p.245-252, jun. 2001.

JUO, A. S. R.; MANU, A. Chemical dynamics in slash-andburn agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment** , v.58, p.49–60, 1996.

KAMARA, A.Y.; AKOBUNDU, I.O.; SANGINGA, N.; JUTZI, S.C. Effect of mulch from selected multipurpose trees (MPTs) on growth, nitrogen nutrition and Yield of Maize (*Zea mays* L.). **Journal Agronomy & Crop Science**, v.184, p.73-80, 2000.

KANASHIRO, M.; DENICH, M. **Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira** (SHIFT – Estudos dos impactos humanos nas florestas e áreas inundadas nos trópicos). Brasília-DF : Ministério da Ciência e Tecnologia/ CNPq, 1998, 157p.

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, 144p. Tese (Doutorado) - Universidade de Göttingen, Alemanha. Cuvillier, Göttingen, Alemanha.1998.

_____. Fire-free alternatives to slash-and burn for shifting cultivation in the Eastern Amazon region: the role of fertilizers. In: THIRD SHIFT- WORKSHOP. 1998. Manaus. **Resumos...**, Manaus : CNPQ/SHIFT,1998.

_____. et al. Agricultura sem queima: do campo experimental para a pesquisa-participativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, 2002, Ilhéus, Ba, 2002. **Resumos**. Ilhéus, 2002a . CD Room.

_____ ; KATO, O. R. Preparo de área sem queima, uma alternativa para a agricultura de derruba e queima da Amazônia Oriental: Aspectos agroecológicos. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1999, Belém, PA. **Anais...**, Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CNPq, 2000. p. 35-37. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

_____ ; _____ ; DENICH, M. ; VLEK, P. L. G. Firefree alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Field Crop Research**, v. 62, n.2-3, p.225–237, jun. 1999.

_____ ; _____ ; JESUS, C. C.; RENDEIRO, A. C. L. **Genótipos de milho para plantio em sistema de corte e trituração**. Belem: Embrapa Amazonia Oriental, 2002b. 4p. (Comunicado Técnico, 65).

KATO, O. R. **Fire-free land preparation as an alternative to slash-and-burn agriculture in the Bragantina region, eastern Amazon: crop performance and nitrogen dynamics**.1998, 132p. Tese (Doutorado) - Universidade de Göttingen, Alemanha. Cuvillier, Göttingen, Alemanha.1998.

_____ . et al. **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, 2002b. (Comunicado Técnico, 64).

_____ ; KATO, M. S. A. ; SÁ, T. D. A. ; FIGUEIREDO, R. Plantio direto na capoeira. **Ciência e ambiente**, v.29, p.99-111, 2000.

_____ ; _____ ; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. O.; CAMARÃO, A.P.; SÁ, T. D. A. ; DENICH, M.; VIELHAUER, K. Uso de agroflorestas no manejo de florestas secundárias. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. ; BARROS, N. F. ; GAMA-RODRIGUES, E. F. ; FREITAS, M. S. M. ; VIANA, A. P. ; JASMIN, J. M. ; MARCIANO, C. R. ; CARNEIRO, J. G. A. (Org.). **Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável**. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 119-138.

KATO, O. R ; KATO, M. S. A. ; PARRY, M. M. ; DENICH,M. ; VLEK, P. L. G. **Método de preparo de área sem queima: uma alternativa para agricultura tradicional da Amazônia Oriental**. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p.1-3. (Comunicado Técnico, 13).

_____ ; _____ ; SECCO, N. B. Intensificando o cultivo em Sistemas Agroflorestais sucessionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: SAFs – Desenvolvimento na Proteção Ambiental, Curitiba, Embrapa Florestas, 2004b. p.111-113. (Documentos, 98).

KLEINMAN, P. J. A.; PIMENTEL, D. ; BRYANT, R. B. The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture. **Agriculture Ecosystems Environment**, v.52, n.2, p.235–249, feb.1995.

KOTTO-SAME, J. ; WOOMER, P. L. ; APPOLINAIRE, M. ; LOUIS, Z. Carbon dynamics in slash-and-burn agriculture and land use alternatives of the humid forest zone in Cameroon. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.65, n.3, p.245– 256, nov. 1997.

LIMA, A. J. N.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M. C.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Floresta secundária da região de Manaus-AM, dez anos após corte raso seguido de fogo. **Acta Amazônica**. v. 37, n.1, p. 49-54, 2007.

MARSCHNER, H. ; ROMHELD, V. In Vivo measurement of root-induced pH changes at the soil-root interface. **Z. Pflanzenphysiol. Bodenk.**, v.111, p.241-251, 1983.

MCDONALD, M. A. ; HEALEY, J. R. Nutrient cycling in secondary forest in the Blue Mountains of Jamaica. **Forest Ecology and Management**, v. 139, n.1-3, p.257-278, 2000.

MELO, V.S. **Avaliação da qualidade dos solos em sistemas de floresta-capoeira-pastagem na Amazônia Oriental por meio de indicadores de sustentabilidade microbiológicos e bioquímicos**. Belém, 120f. Tese de Doutorado – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007.

MERTZ, O. ; WADLEY, R. L. ; NIELSEN, U.; BRUUN, T. B.; COLFER, C. J. P. ; NEERGAARD, A. ; JEPSEN, M. R. ; MARTINUSSEN, T. ; ZHAO, Q. ; NOWEG, G. T. ; MAGID, J. A Fresh Look at Shifting Cultivation: Fallow Length an Uncertain Indicator of Productivity. **Agricultural Systems**, v.96, n.1-3, p.75–84, mar. 2008.

MERTZ, O. The relationship between length of fallow and crop yields in shifting cultivation: a rethinking. **Agroforest Systems**, v. 55, n.2, p.149–159, 2002.

NEARY, G. D. ; KLOPATEK, C. C. ; DeBANO, L. F. ; FFOLLIOTT, P. F. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. **Forest Ecology and Management**, v.122, n.1-2, p.51-71, 1999.

NEPSTAD, D. C. ; MOUTINHO, P. R. S. ; MARKEWITZ, D. **The recovery of biomass, nutrients stocks, and deep soil functions in secondary forests**. Em McClain M, Victoria R, Richey J (Eds) **Biogeochemistry of the Amazon**. London, : Oxford University Press. 2001. 416 p.

NEVES, E. J. M. **Biomassa e acúmulo de nutrientes nos compartimentos de *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN E *Virola surinamensis* (ROL.) WARB plantadas na Amazônia ocidental brasileira**. 1999. 134f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

NHANTUMBO, A. B. J. C. ; LEDIN, S. ; PREEZ, C. C. D. Organic matter recovery in sandy soils under bush fallow in southern Mozambique. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 83, n.2, p.153-161, fev. 2009.

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, 184f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

OLIVEIRA, R. R. When the shifting agriculture is gone: functionality of Atlantic Coastal Forest in abandoned farming sites. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v.3, n.2, 2008.

PALM, C.A., SWIFT, M. J. ; WOOMER, P.L. Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v.58, n.1, p.61–74, 1996.

PARÁ. Secretaria de Estado Planejamento, Orçamento e Finanças. **Orçamento Participativo e Finanças do Estado do Pará**. 2008. Disponível em:<<http://www.pa.gov.br>>. Acesso em: 11 jan. 2010.

PARRY, M. M. ; VIELHAUER, K. Produção de milho em diferentes épocas de cultivo e adubação, em áreas preparadas com cobertura morta. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 1999. **Anais...** Belém : Embrapa Amazônia Oriental/CNPq, 2000. p.125-127.

PEDROSO JÚNIOR, N. N. ; MURRIETA, R. S. S. ; ADAMS, C. Agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, Belém, v.3, n. 2, p.153-174, 2008.

PEREIRA, C. A. ; VIEIRA, I. C. G. A importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia. **Interciência**, v. 26, n.8, p. 337-341, 2001.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9.ed. São Paulo : Nobel, 1990. 549p.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres, Potafos, 1991. 343p.

RICHTER, D. D. ; MARKEWITZ, D. ; HEINE, P.R. et al. Legacies of agriculture and forest regrowth in the nitrogen of old-field soils. **Forest Ecology and Management**, v.138, n.1-3, p.233–248, 2000.

RIOS, M. ; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. ; SABOGAL, C. ; MARTINS, J. ; SILVA, R. N. ; BRITO, R. R.; BRITO, I. M.; BRITO, M. F. C. ; SILVA, J. R. ; RIBEIRO, R. T. **Benefícios das plantas da capoeira para a comunidade de Benjamin Constant, Pará, Amazônia Brasileira**. Belém : CIFOR, 2001, 54 p.

RODRIGUES, M. A. C. M. **Comparação da estrutura de florestas secundárias formadas a partir de dois diferentes sistemas agrícolas, no nordeste do Estado do Pará, Brasil**. 2005. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

_____; MIRANDA, I. S. ; KATO, M. S. A. Estrutura de florestas secundárias após dois diferentes sistemas agrícolas no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v.37, p.561-598, 2007.

RODRIGUES, T. E. **Solos da Amazônia. O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa. MG : SDCS/ UFV/ DPS, 1996, 960p.

RUMPEL, C. ; ALEXIS, M. ; CHABBI, A.; CHAPLOT, V.; RASSE, D.P.; VALENTIN, C.; MARIOTTI, A. Black carbon contribution to soil organic matter composition in tropical sloping land under slash and burn agriculture. **Geoderma**, v.130, p.35-46, 2006.

SÁ, T. D. A. ; WICKEL, A. J. ; CARVALHO, C. J. R. ; HÖLSCHER, D.; VILHAUER,K.; DENICH, M. ; KATO, M. S. A. ; KATO, O.R. ; TIPPMANN, R. ; SOMMER, R. ; BRIENZA JR, S. **Sistemas agroflorestais seqüenciais centrados no manejo de capoeiras – possibilidades de promover o uso sustentável da terra no âmbito da agricultura familiar amazônica**, 2002. Disponível em:<<http://www.sbsaf.org.br/anais/2002/trabalhos/7022.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2009.

SAMPAIO, C. A. ; KATO, O. R. ; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal: o caso Tipitamba em Igarapé-Açú (PA). In: ENGEMA – ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. 9., 2007. Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR. 2007.

_____; _____. Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal no Nordeste paraense. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.2, n.1, p.41-53, 2008

SAMPAIO, F. A. R. ; FONTES, L. E. F. ; COSTA, L. M. ; JUCKSCH, I. Balanço de nutrientes e fitomassa em um argissolo amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1161-1170, 2003.

SANCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the Tropics**. New York, John Wiley & Sons, 1976. 618p.

SANTOS, S. R. ; MIRANDA I. ; TOURINHO M. Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do Rio Juba, Cametá-Pará. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 01-08, 2004.

SCHIAVO, J.A.; CANELLAS, L. P.; MARTINS, M.A. Revegetação de cava de extração de argila com *Acacia mangium*. I – Atributos químicos do solo, Ácidos fúlvicos e húmicos. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v.31, n.5, p.1053-1062, 2007.

SENA, W.L. **Avaliação dos atributos químicos carbono microbiano de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas agroflorestais em comparação com a floresta secundária, arituba, Pará**. 2006 103 p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

SILVA, I. R. ; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG : SBCS, 2007. p. 275-374.

SOMMER, R. ; VLEK, P. L. G. ; FÖLSTER, H. ; SÁ, T. D. A. Slash and mulch to reduce nutrient losses in shifting cultivation in the Eastern Amazon. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 1999. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CNPq, 2000. p.80-81.

STYGER, E. ; FERNANDES, E. C. M.; RAKOTONDRAMASY, H. M.; RAJAOBELINIRINA, E. Degrading uplands in the rainforest region of Madagascar: Fallow biomass, nutrient stocks, and soil nutrient availability. **Agroforest Systems**, v. 77, p. 107-122, 2009.

VAGEN, T.; ADRIANOROFANOMEZANA, M. A.; ADRIANOROFANOMEZANA, S. Deforestation and cultivation affectes on characteristics of oxisols in the highlands of Madagascar. **Geoderma**, v.131, n. 1-2, p.190-200, 2006.

VIEIRA, Lúcio Salgado. **Ocorrência e formas de fósforo em solos da Amazônia, Brasil**. 1966. 106p. (Tese de Mestrado) – Instituto Internacional de Ciências Agrícolas de Turrialba, Costa Rica, 1966.

VIELHAUER, K. ; SÁ, T. D. A. Efeito do enriquecimento de capoeiras com árvores leguminosas de rápido crescimento para a produção agrícola no Nordeste Paraense. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1999, Belém, PA. **Anais...** Belém : Embrapa Amazônia Oriental/CNPq, 2000. p.27-34. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em floresta estacional decidual em Itaara-RS, Brasil**. 2005. 94f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2005.

YEOMANS, J. C. ; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v.13, n.13, p.1467-1476, Out. 1988.

ANEXOS

ANEXO 1- Descrição da área experimentos e dos tratamentos e histórico das atividades executadas na área experimental.

PRIMEIRA FASE (FASE A) - Início novembro de 1992

Localidade: Trav. Cumaru (Igarapé-Açu/PA)

Proprietário: Sr. Gonzaga

Tamanho das Parcelas: 8m x 12m = 96 m²

Ruas: 2m/3m de largura

sete (7) repetições

Área Total: 74 m x 102 m = 7.548 m²

HISTÓRICO DAS ATIVIDADES

Biomassa capoeira (- T1)	
Derruba (- T1)	28-30/out./1992
Queima (- T1 e T4)	24/nov./1992
Plantio milho (cultivar BR 106)	20/jan./1993
Adubação à lanço	20/jan./1993
Germinação milho	25/jan./1993
Desbaste milho	03/fev./1993
Plantio mandioca (- T1 e T3) (cultivar Maniva Inha)	03/fev./1993
Colheita milho	17/mai./1993
Biomassa milho	17/mai./1993
Plantio caupi (T3) (cultivar BR-3):	17/mai./1993
Adubação caupi	17/mai./1993
Plantio <i>Canavalia</i> (T5)	17/mai./1993
Plantio <i>Acacia</i> (T6, T7)	17/mai./1993
Plantio mandioca (T3)	18/mai./1993
Replantio <i>Acacia</i>	14/jul./1993
Colheita caupi	3/ago./1993
Biomassa caupi	3/ago./1993
Colheita mandioca	fev./1994
Biomassa mandioca	fev./1993

Espaçamento:

Milho:	1 m x 0,5 m	(3-4 sementes/cova; máquina tico-tico)
Mandioca:	1 m x 1 m	(1 estaca/cova)
Caupi:	0,5 m x 0,3 m	(3-4 sementes/cova)
<i>Canavalia</i> :	1 m x 0,3 m	(2 sementes/cova)
<i>Acacia</i> (T6):	2 m x 2 m	(muda)
<i>Acacia</i> (T7):	1 m x 1 m	(muda)

HISTÓRICO DAS ATIVIDADES

Biomassa capoeira (T1,T 2 e T6)	08-10/nov./1995
Derruba manual (T1, T2 e T6)	13/nov./1995
Queima (T1, T2 e T6)	04/dez./1995
Biomassa capoeira (T3,T 4, T5 e T7)	13-14/dez./1995
Trituração de biomassa (T3,T 4, T5 e T7)	15-16/dez./1995
Cobertura morta (T3, T4, T5 e T7)	15-16/dez./1995
Plantio milho (todos – cultivar BR 106)	23/jan./1996
Adubação milho (todos – em cova: 10-28-20)	23/jan./1996
Germinação milho	29/jan./1996
Desbaste milho (todos)	09/fev./1996
Adubação milho (todos – em cova: 10-28-20)	09/fev./1996
Plantio mandioca, - T3 (cultivar Olho Verde)	17-20/fev./1996
Colheita e biomassa de milho	07-08/jun./1996
Plantio feijão-de-porco – <i>Canavalia ensiformis</i> (T5)	08/jun./1996
Plantio caupi (T3 – cultivar BR 03)	08/jun./1996
Adubação caupi (T3 – à lanço: 10-28-20)	12/jun./1996
Plantio mandioca (T3 – cultivar Olho Verde)	29/jun.1996
Colheita e biomassa caupi (T3)	23/ago./1996
Biomassa feijão-de-porco (T5)	22/nov./1996

ATIVIDADES 1997

Colheita e Biomassa mandioca (- T3)	08/fev./1997
Plantio de milho (todos – cultivar BR 106)	21/fev./1997
Adubação milho (10-28-20) (6,5 g/cova)	21/fev./1997
Desbaste milho (todos)	22/mar./1997
Colheita e Biomassa milho (todos)	15/jul./1997
Plantio mandioca (todos – cultivar Olho Verde)	22/jul./1997

ATIVIDADES 1998

Colheita mandioca	12-14/jul./1998
--------------------------	-----------------

ANEXO 2- Valores do teste F e nível de significância da análise de variância para produção de matéria seca da parte aérea da capoeira submetida a diferentes sistemas de manejo, na localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), novembro de 1995.

Fonte de variação	Matéria seca parte aérea capoeira
Sistema de Manejo	16,29 **
CV (%)	33,8

ns – não significativo; * e ** - significativo a ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$)

ANEXO 3- Valores do teste F e nível de significância da análise de variância para atributos químicos do solo de áreas submetidas a diferentes sistemas de manejo, coletado antes da queima da vegetação, da localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), novembro de 1995.

Atributos químicos	Fonte de Variação	
	Tratamentos	CV (%)
pH	1,13 ns	2,57
CO	0,70 ns	15,9
MO	0,70 ns	15,9
P	0,02 ns	15,9
Al ³⁺	6,64 *	26,3
H + Al	3,12 ns	11,1
Ca ²⁺	0,25 ns	25,3
Mg ²⁺	1,31 ns	33,1
K ⁺	10,93**	22,9
SB	1,34 ns	18,8
CTC	6,42 *	7,75
CTCefetiva	5,50 *	13,0
V	0,44 ns	16,2
m	2,74 ns	25,2

ns – não significativo; * e ** - significativo a ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$)

ANEXO 4- Valores do teste F e nível de significância da análise de variância para atributos químicos do solo de áreas submetidos a diferentes sistemas de manejo, coletado

em diferentes épocas de coleta de solo, na localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA).

Atributos químicos	Fonte de Variação			
	Época (Ep)	Sistemas de Manejo (SM)	Ep x SM	CV (%)
CO	8,54 *	6,87 *	4,89 *	25,2
P	6,87 *	5,45 *	5,11 *	15,6
CTC	9,12 **	1,59 ns	1,24 ns	18,7
CTCefetiva	2,13 ns	0,96 ns	1,08 ns	11,1
SB	1,45 ns	1,52 ns	0,78 ns	9,8
V	1,89 ns	1,67 ns	1,22 ns	18,6
m	5,69 *	5,41 *	7,12 *	22,8

ns – não significativo; * e ** - significativo a ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$)

ANEXO 5- Valores do teste F e nível de significância da análise de variância para atributos químicos do solo de áreas submetidas a diferentes sistemas de manejo, coletado em diferentes épocas de coleta de solo, na localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA).

Atributos químicos	Fonte de Variação			
	Época (Ep)	Sistemas de Manejo (SM)	Ep x SM	CV (%)
pH	7,12 *	4,89 *	5,13 *	17,6
K	2,04 ns	1,05 ns	1,41 ns	12,5
Ca	1,58 ns	0,88 ns	1,77 ns	23,5
Mg	1,56 ns	1,37 ns	1,65 ns	27,9
Al	6,17 *	2,11 ns	0,99 ns	25,7

ns – não significativo; * e ** - significativo a ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$)

ANEXO 6- Valores do teste F e nível de significância da análise de variância para produção de grãos de milho em função de diferentes sistemas de manejo, na localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), maio de 1996.

Fonte de variação	Produção de grãos de milho
Tratamentos	9,58 **
CV (%)	27,6

ns – não significativo; * e ** - significativo a ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$)

ANEXO 7- Valores do teste F e nível de significância da análise de variância para produção de grãos de milho com e sem adubação em função de diferentes sistemas de manejo, na localidade de Cumaru, município de Igarapé-Açu (PA), maio de 1996.

Fonte de variação	Produção de grãos de milho	
	Adubado	Não adubado
Tratamentos	6,82 *	5,49 *
CV (%)	22,7	17,9

ns – não significativo; * e ** - significativo a ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)