



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

GERSON DIEGO PAMPLONA ALBUQUERQUE

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE DERRUBA-E-QUEIMA E
CORTE-E-TRITURAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

BELÉM-PA

2013



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

GERSON DIEGO PAMPLONA ALBUQUERQUE

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE DERRUBA-E-QUEIMA E
CORTE-E-TRITURAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição de Plantas, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Steel Silva Vasconcelos.

BELÉM-PA
2013

Albuquerque, Gerson Diego Pamplona

Atributos químicos do solo em sistemas de derruba-e-queima e corte-e-tributação na Amazônia Oriental. / Gerson Diego Pamplona Albuquerque. - Belém, 2013.

36 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal Rural da Amazônia, 2013.

1. Agricultura itinerante. 2. Fertilidade do solo – Estado do Pará. 3. Solo Argissolo Amarelo – teor de carbono. 4. Sistemas de manejo do solo - avaliação. I. Título.

CDD – **631.422**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

GERSON DIEGO PAMPLONA ALBUQUERQUE

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE DERRUBA-E-QUEIMA E
CORTE-E-TRITURAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição de Plantas, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Aprovado em 31 de agosto de 2013

BANCA EXAMINADORA

Dr. Steel Silva Vasconcelos - Orientador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

Dr. Mário Lopes da Silva Júnior – 1º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Dr.ª Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo – 2º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

Dr. Osvaldo Ryohei Kato – 3º Examinador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

AGRADECIMENTOS

À Deus, por minha existência, saúde e sabedoria.

Aos meus pais Laurimar da Silva Albuquerque e Edna Maria Pamplona Albuquerque, pelo amor, dedicação, paciência e educação.

À minha irmã Rafaela da Silva Oliveira, pelo incentivo, carinho e amizade de sempre.

À minha namorada Aline Cunha da Silva, pelo amor, compreensão, companheirismo e conselhos.

Ao Dr. Steel Silva Vasconcelos, por aceitar ser me orientador, pela paciência, responsabilidade e contribuição na realização deste trabalho.

À Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA e todo seu corpo docente e funcionários, pela oportunidade de realizar este curso.

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Agronomia, por contribuir em minha formação acadêmica, oferecendo a oportunidade de realização de um curso de pós-graduação de qualidade.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo apoio físico para realização das análises químicas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

A todos os colegas da Pós-graduação, em especial, aos amigos: Saime Rodrigues, Possidônio Rodrigues Samuel Cohen, Fábio Oliveira, Josemar Moreira, Rosigrêde Silva, Fabíola Fernandes, Gisele Nerino, Valdir Monteiro, Camila Pires e Cristiane Formigosa, pela amizade e apoio.

À estagiária Débora Borges, pela amizade e dedicação no auxílio das análises laboratoriais.

Aos empregados do Laboratório de Análise de Sistemas Sustentáveis da Embrapa Amazônia Oriental, Ivanildo Trindade, Cleo Marcelo, Neuza Maria e Everson Lima, pelo apoio em campo e laboratório.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

As queimadas na Amazônia comprometem a fertilidade solo e geralmente são associadas à agricultura conhecida como corte e queima. A adoção de técnicas alternativas à queima é de grande importância para reduzir a perda de matéria orgânica e nutriente do solo, resultando em aumento da produtividade vegetal de sistemas agrícolas. Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito de dois sistemas de manejo, corte e queima e corte e trituração da vegetação secundária, nos teores de carbono e atributos químicos em Argissolo Amarelo no Nordeste Paraense. O estudo foi conduzido em um experimento de longa duração situado na Fazenda Experimental de Igarapé-açu (FEIGA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada em Igarapé-Açu, Pará. Os sistemas de manejo avaliados, ambos com nove anos de duração, foram (a) corte e trituração de vegetação secundária remanescente do período de pousio e enriquecida com leguminosas arbóreas (corte e trituração) e (b) corte e queima da vegetação secundária remanescente do período de pousio (corte e queima); esses sistemas foram comparados com uma floresta secundária com mais de 20 anos (capoeira). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5, sendo os fatores: três tratamentos e cinco profundidades, com oito repetições. Os valores médios dos atributos químicos diminuíram com o aumento da profundidade, exceto o teor de alumínio trocável e a saturação por alumínio. O sistema de corte e trituração apresentou maiores teores de carbono total, fósforo disponível, potássio, cálcio e magnésio trocáveis, soma de bases, capacidade de troca catiônica potencial e efetiva e menor teor de alumínio, em comparação com o sistema de corte e queima. Os teores de carbono total se correlacionaram fortemente com todos os atributos químicos do solo, exceto o pH em H₂O e o pH em KCl. O sistema de corte e trituração apresenta maior teor de nutrientes e melhor fertilidade do solo em relação ao sistema de corte e queima.

Palavras-chave: Agricultura itinerante. Fertilidade do solo. Carbono.

ABSTRACT

he fires in the Amazon compromise soil fertility and are generally associated with known as slash and burn agriculture. The adoption of alternative techniques to the firing is very important to reduce the loss of organic matter and nutrients from the soil, resulting in increased agricultural crop production systems. The objective of this study was to evaluate the effect of two management systems, cutting and burning and cutting and grinding of secondary vegetation in the carbon content and chemical attributes Udult Northeast Pará. The study was conducted in a long-term experiment located at the Experimental Farm of Igarapé-açu (Feiga) of the Federal Rural University of Amazonia (UFRA), located in Igarape-Acu, Para Assessed management systems, both with nine years duration, were (a) cutting and grinding the remaining secondary vegetation of the fallow period and enriched with leguminous trees (cutting and grinding) and (b) cutting and burning of the remaining secondary vegetation of the fallow period (slash and burn); these systems were compared to secondary forest with more than 20 years (poultry). The experimental design was completely randomized in a 3x5 factorial design, the factors being: three treatments and five layers, with eight replications. Mean values of the chemical attributes decreased with increasing depth, except the content of exchangeable aluminum and aluminum saturation. The system of cutting and grinding higher concentrations of total carbon, available phosphorus, exchangeable calcium and magnesium, sum of bases, cation exchange capacity and effective potential and lower aluminum content compared with the system of slash and burn. Total soil carbon was strongly correlated with all soil chemical properties except pH H₂O and pH KCl. The system of cutting and grinding has a higher content of nutrients and improved soil fertility in relation to the cutting and burning system.

Keywords: Itinerant Agriculture, Soil Fertility, Carbon.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1 - CONTEXTUALIZAÇÃO	7
1.1 - REVISÃO DE LITERATURA	8
1.1.1 - Agricultura familiar e sistemas tradicionais de corte-e-queima na Amazônia.....	8
1.1.2 - Sistema de corte-e-trituração da vegetação como alternativa ao uso do fogo	10
REFERÊNCIAS	13
2 - ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE DERRUBA-E-QUEIMA E CORTE-E-TRITURAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
2.1 INTRODUÇÃO.....	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.2.1 Área experimental.....	20
2.2.2 Experimento de campo.....	21
2.2.3 Amostragem de solo e análises químicas.....	23
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.4 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS.....	33

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Na Amazônia, agricultores familiares utilizam o fogo no preparo de área para plantio, caracterizando o sistema tradicional e itinerante de corte e queima. O manejo inicia-se ao final do período de pousio com o corte e queima da vegetação sucessional, para disponibilização de nutrientes e diminuição da acidez do solo para o período de cultivo (ABREU SÁ, et al., 2006).

O aumento da disponibilidade de nutrientes no solo provenientes da deposição de cinzas pós-queima da vegetação contribui para melhoria da fertilidade do solo; outros aspectos positivos da queima incluem o controle da infestação de plantas indesejadas e a redução dos riscos de problemas com patógenos (KATO et al, 1999; MATOS et al., 2012). No entanto, diversos estudos mostram que o sistema com queima, ao longo do tempo, leva ao esgotamento do solo pela redução acelerada do estoque de nutrientes, atingindo perda de 96% do nitrogênio, 47% do fósforo, 48% do potássio, 35% do cálcio, 40% do magnésio e 76% do enxofre, além das perdas de 98% do carbono, que é liberado para a atmosfera (FEARNSSIDE, 1991; DENICH et al., 2005; LOPES et al., 2011; COMTE et al., 2012). Estas perdas, juntamente com a remoção de nutrientes do campo com os produtos colhidos, são responsáveis pelo balanço negativo de nutrientes no sistema de corte e queima (DENICH et al., 2004).

Em função dos problemas existentes no sistema agrícola de corte e queima, surgiu em 1991, o Programa SHIFT (Studies of Human Impact on Forests and Flood plains in the Tropics), resultado da parceria entre Embrapa Amazônia Oriental, e universidades alemãs (Universidade de Bonn e Universidade George August), hoje denominado Projeto Tipitamba. Um dos resultados do projeto foi o desenvolvimento da tecnologia de trituração mecanizada da biomassa aérea da floresta sucessional em pousio e distribuição deste material sobre o solo (DENICH et al., 2005). A proposta desta técnica é manter a matéria orgânica sobre o solo, assegurando liberação lenta e contínua de nutrientes. Além disso, na fase de pousio, são introduzidas espécies leguminosas arbóreas de rápido crescimento, com intuito de produção de maior biomassa vegetal a ser adicionada sob o solo no processo de trituração antes do plantio. Este processo favorece o maior acúmulo de biomassa com adição de nutrientes e

carbono nos sistemas de cultivo, recuperando gradativamente a qualidade do solo (BASAMBA et al., 2007; COMTE et al., 2012).

A MOS desempenha funções importantes no ambiente por estar ligada a processos fundamentais como a ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica do solo. Sua diminuição interfere no equilíbrio dos ecossistemas, dificultando a ciclagem de nutrientes no solo (ROSCOE et al., 2006).

A matéria orgânica do solo (MOS) em solos tropicais tem papel fundamental na determinação da carga líquida negativa e, portanto, na retenção de nutrientes para as plantas. Dessa forma, as variações das propriedades de determinado solo são influenciadas pelo efeito direto da quantidade e qualidade da MOS depositada.

O manejo inadequado de agroecossistemas reduz o aporte de carbono no solo, resultando em uma perda de MOS e cobertura do solo, deixando-o exposto a ação direta das gotas de chuva, desencadeando o processo de erosão e contribuindo para perda de água e nutrientes (ROSCOE et al., 2006). Essas perdas contribuem para o processo de degradação, reduzindo o potencial produtivo dos agroecossistemas.

A utilização do sistema de corte e trituração com enriquecimento de pousio com utilização de espécies arbóreas de rápido crescimento tem se mostrado promissor na substituição do sistema tradicional de corte e queima no Nordeste Paraense. Entretanto ainda são incipientes estudos de longa duração, no Nordeste Paraense, sobre o potencial de sistemas de uso do solo com preparo de área utilizando a trituração da vegetação sucessional associado ao enriquecimento de pousio.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo nas relações entre os teores de carbono e os atributos químicos do solo em sistemas de uso de longa duração com corte e queima e corte e trituração da vegetação com enriquecimento de pousio em Argissolo Amarelo.

A hipótese abordada neste estudo é que o sistema com preparo de área com corte e trituração da vegetação melhora as propriedades químicas do solo em comparação ao sistema de corte e queima.

1. 1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1 Agricultura familiar e sistemas tradicionais de corte e queima na Amazônia

O sistema de corte e queima é utilizado tradicionalmente nas regiões tropicais e há mais de um século na Amazônia brasileira por agricultores familiares (SZOTT et al., 1999). Inicia-se pelo corte manual de toda a vegetação sucessional existente na área, seguido de empilhamento e queima; quando há presença de troncos que não foram totalmente queimados, estes são empilhados (coivara) e queimados novamente. A vegetação secundária exerce importante função neste sistema, pois é responsável pela disponibilização de nutrientes para o ciclo de cultivo (KATO et al., 1999).

No Nordeste Paraense, o corte e queima é utilizado por agricultores familiares pois apresenta baixo custo e benefícios imediatos proporcionados com a disponibilidade de nutrientes após a queima (ABREU-SÁ et al., 2006; MATOS et al., 2012). A prática é utilizada para preparo da área para o período de cultivo, na sua maioria de culturas alimentares, para subsistência das famílias, mas também para venda do excedente da produção. No entanto, com o desgaste gradativo do solo causado pela utilização intensiva associada à redução do período de pousio por aumento da demanda de alimentos (DENICH et al., 2004), o sistema se torna não sustentável. Nesse contexto, há um progressivo declínio da produção agrícola, pela perda do poder de regeneração e conseqüente empobrecimento da vegetação sucessional, notada pela presença proeminente de vegetação herbácea e pelo retardamento da fase de domínio da vegetação lenhosa (RODRIGUES et al., 2007).

O sistema de corte e queima provoca mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (CERRI et al., 1985; KNICKER, 2007), além de causar efeitos adversos sobre o sistema agroecológico, em termos de perdas de nutrientes durante a queima por volatilização, perda de matéria orgânica como dióxido de carbono e incêndios acidentais na paisagem agrícola (DENICH et al., 2004). Em médio e longo prazo os repetidos ciclos de corte e queima da vegetação podem ocasionar perdas significativas de nutrientes e degradação acelerada da matéria orgânica do solo (SOMMER et al., 2004), caso o período de pousio não seja suficiente para reestabelecer os estoques de matéria orgânica. Este sistema de manejo provoca a redução da qualidade do solo e a interrupção da continuidade dos seus processos biológicos, que são responsáveis pela mineralização dos nutrientes orgânicos para a nutrição das plantas (LIMA et al., 2011).

A deterioração das propriedades do solo em agricultura tropical é causada principalmente por uma perda acelerada de matéria orgânica do solo (SHANG; TIESSEN 2000), o que leva a um declínio na disponibilidade de nutrientes e capacidade de troca de cátions, bem como na atividade biológica, estabilidade de agregados e aeração do solo.

Estudos realizados na região nordeste do Pará revelaram que, na agricultura de derruba

e queima, a perda de nutrientes pode atingir valores de 96% do nitrogênio, 47% do fósforo, 48% do potássio, 35% do cálcio, 40% do magnésio e 76% do enxofre, além da perda de cerca de 98% do carbono que é liberado para a atmosfera (HOLSHER et al., 1997). Portanto, a queima reduz a quantidade de nutrientes que retornam ao solo via material morto (DICK et al., 2008) e, apesar da deposição de nutrientes contidos nas cinzas provenientes da queima, esse efeito tende a desaparecer, em médio prazo, devido à lixiviação de nutrientes pela ação das chuvas, resultando em concentrações que podem ser até inferiores às observadas em solos que não sofreram ação do fogo (KNICKER, 2007).

Perdas contínuas de nutrientes do solo e carbono são ocasionados pela remoção progressiva de nutrientes pelo preparo de área com queima da vegetação sucessional de áreas agrícolas (ZARIN et al., 2005), ocasionando declínio da produtividade do solo (DENICH et al., 2005), além da perda da capacidade de regeneração da vegetação e diversidade de espécies (RODRIGUES et al., 2007). A recuperação do solo sob esse sistema de manejo, normalmente requer longos períodos, pois depende da capacidade das árvores da vegetação espontânea em manter e melhorar a qualidade do solo (GEHRING et al., 2005).

1.1.2 Sistema de corte e trituração da vegetação com enriquecimento de pousio como alternativa ao uso do fogo

O balanço de MOS em sistemas agrícolas depende do balanço entre os fluxos de entrada e saída de C (carbono) do solo, os quais são afetados pelos sistemas de manejo adotados (YAMADA et al., 2007). Neste contexto, é necessário conhecer a relação entre os sistemas de manejo e fluxos de C, para assim selecionar o sistema que favoreça o maior fluxo de entrada de C, melhorando a qualidade do solo.

A utilização do fogo no manejo de áreas agrícolas da Amazônia é responsável pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa (FEARNSIDE, 2002). Pesquisas realizadas na Amazônia brasileira têm proposto a substituição do uso do fogo pela técnica de corte e trituração da vegetação sucessional no preparo de área para plantio (DENICH et al., 2005; SOMMER et al., 2004). Essa técnica, também conhecida como plantio direto na capoeira (KATO et al., 2004), caracteriza-se basicamente pela realização do corte seguido da trituração e deposição da vegetação sobre a superfície do solo, para fins de cobertura morta (*mulch*), visando recuperar e/ou melhorar a sua capacidade produtiva.

A deposição de resíduos vegetais proveniente da vegetação sucessional existente na área após o manejo da trituração contribui para diminuição da suscetibilidade do solo à erosão

(STROMGAARD, 1984), diminui perdas de nutrientes pelo processo de lixiviação e promove a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo (KATO et al., 1999; LOPES et al., 2011; COMTE et al., 2012), contribuindo para um balanço positivo de nutrientes no agroecossistema (DAVIDSON et al., 2008, DENICH et al., 2005) .

Durante o período de pousio, há o estabelecimento da vegetação sucessional, que é composta de espécies herbáceas, arbustivas e lenhosas, cuja velocidade de desenvolvimento e acúmulo de biomassa e nutrientes dependem de fatores edafoclimáticos da região (HIGA et al., 2012). O enriquecimento do período de pousio com espécies de rápido crescimento (geralmente leguminosas) visa acelerar o acúmulo de biomassa e nutrientes (LOPES et al., 2011; RANGEL-VASCONCELOS, 2011; COMTE et al., 2012; RANGEL-VASCONCELOS et al., 2012).

O enriquecimento da cobertura vegetal por meio do cultivo de árvores de rápido crescimento, especialmente espécies fixadoras de nitrogênio (N) atmosférico (JOSLIN et al., 2011; BORGES et al., 2011; RANGEL-VASCONCELOS et al., 2012) na etapa de pousio, tem se mostrado promissor na melhoria da qualidade do solo (COMTE et al., 2012; RANGEL-VASCONCELOS et al., 2012; SANTIAGO et al., 2013). O enriquecimento da cobertura vegetal visa acelerar a deposição e o acúmulo de matéria orgânica no solo, promovendo aumento da fertilidade do solo em um período mais curto de pousio, sem comprometer a capacidade produtiva do solo (KATO et al., 2004; DENICH et al., 2005; JOSLIN et al., 2011; BORGES et al., 2011; RANGEL-VASCONCELOS et al., 2012).

A escolha das espécies a serem utilizadas no enriquecimento da vegetação secundária tem importante papel quanto à sua integração com a vegetação espontânea sucessional, em que será refletida na biomassa total produzida pela espécie. Alguns parâmetros são importantes a serem observados em espécies a serem utilizadas para enriquecimento de pousio, dentre eles: (1) sementes de fácil disponibilidade de coleta e fácil germinação para produção de mudas; (2) copa com estrutura que permita a distribuição de luz para as espécies da vegetação sucessional; (3) folhas com baixa relação C/N para maior e mais rápida ciclagem de nutrientes; (4) sistema radicular profundo para melhora da relação solo-nutriente e exploração de água no solo, assim como fixação de C em profundidade; (5) crescimento rápido, no entanto, sincronizado com a vegetação sucessional; (6) baixa demanda de nutrientes e tolerância a estresse hídrico; (7) fixação de nitrogênio devido à demanda no crescimento das culturas; (8) acúmulo de fósforo nas folhas da árvore para minimizar a necessidade desse nutriente na adubação; e (9) baixa competição para não causar impacto

durante o consórcio com a cultura agrícola e a vegetação sucessional (BRIENZA JÚNIOR, 2012).

O tachi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) é uma espécie que pertence à família Leguminosae, sendo nativa da Amazônia. É uma espécie com potencial de agregar valor agrônômico com o aporte de nitrogênio e matéria orgânica para a recuperação de solos degradados em sistemas puros, mistos ou agroflorestais (HIGA et al., 2012). Vem sendo utilizada no Nordeste Paraense em diversos sistemas com trituração para enriquecimento de pousio e tem se mostrado promissora para melhoria da qualidade do solo, resultante do acúmulo de nutrientes em seus compartimentos que são, posteriormente, adicionados no solo via decomposição pós-trituração (BORGES et al., 2011; RANGEL-VASCONCELOS, 2011).

O ingá-cipó (*Inga edulis* Martius) é uma espécie que pertence à família Leguminosae, nativa da América Tropical. É uma espécie de porte médio a alto, crescimento rápido, podendo chegar a 15-20 m de altura em locais abertos e 40 m em florestas. Vem sendo utilizada em sistemas agroflorestais para sombreamento e biomassa para forragem e adubo verde (FALCÃO; CLEMENT, 2000). O estabelecimento do ingá em áreas de pousio tem favorecido o acúmulo de C ao longo do tempo e pode recuperar quantidades perdidas durante a queima da vegetação de sistemas de florestas primárias. Sistemas agroflorestais com utilização de ingá e outras leguminosas arbóreas podem funcionar como banco de estoque de C, recuperando entre 82% e 54% do C contido na floresta, em um período de 15 anos (HIGA et al., 2012) e, conseqüentemente, acúmulo de nutrientes no agroecossistema.

O benefício de um pousio melhorado na fertilidade do solo e rendimento da cultura depende do tipo da espécie arbórea utilizada, duração do pousio e a cultura usada (GATHUMBI et al. 2004; RANGEL-VASCONCELOS, 2011), pois os nutrientes acumulados na biomassa retornarão ao sistema através da decomposição dos resíduos vegetais triturados.

REFERÊNCIAS

- BASAMBA, T. A.; BARRIOS, E.; SINGH, B. R.; RAO, I. M. Impact of planted fallows and a crop rotation on nitrogen mineralization and phosphorus and organic matter fractions on a Colombian volcanic-ash soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.77, n.2, p.127-141, 2007.
- BORGES, A. C. M. R.; KATO, O. R.; PINHEIRO, H. A.; SHIMIZU, M. K.; RANGELVASCONCELOS, L. G. T. Crescimento e produção de fitomassa de variedades de milho em diferentes manejos da capoeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 143-151, 2011.
- BRIENZA JÚNIOR, S. Enriquecimento de florestas secundárias como tecnologia de produção sustentável para a agricultura familiar. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, v. 7, n. 3, p. 331-337, 2012. Belém.
- CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p 1-14,1985.
- COMTE, I.; DAVIDSON, R.; LUCOTTE, M.; CARVALHO; C. J. R. DE; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, B. P. DA; ROUSSEAU; G. X. Physicochemical properties of soils in the Brazilian Amazon following fire-free land preparation and slash-and-burn practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 156, p. 108– 115, 2012.
- DAVIDSON, E. A.; SÁ, T. D. A.; CARVALHO, C. R.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative 35 to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v.14, p.1-10, 2008.
- DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M.S.A.; BLOCK, A.; KATO, O.R.; SÁ, T.D.A.; LÜCKE, W.; VLEK, P.L.G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: The experience from Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 61, p 91-106, 2004.
- DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SA, T. D. D.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W. G. A. Concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 110, p. 43-58, 2005.
- DICK, D. P.; MARTINAZZO, R.; DALMOLIN, R. S. D.; JACQUES, A. V. A.; MIELNICZUK, J.; ROSA, A. S. Impacto da queima nos atributos químicos e na composição química da matéria orgânica do solo e na vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.5, p.633-640, 2008.
- FALCÃO, M. A.; CLEMENT, C. R. Fenologia e produtividade do ingá-cipó (*Inga edulis*) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 2, p. 173-180, 2000.
- FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gas contributions from deforestation in Brazilian Amazonia. In: J.S. Levine (ed.), **Global biomass burning: atmospheric, climatic, and biospheric implications**. Boston, Massachusetts, E.U.A., MIT Press, 1991, p. 92-105.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, p. 97-123, 2002.

GATHUMBI, S. M.; CADICH, G.; GILLER, K. E. Improved Fallows: Effects of species interaction on growth and productivity of monoculture and mixed stands. **Economy Management**, v. 187, p. 267-280, 2004.

GEHRING, C.; VLEK, P. L. G.; SOUZA, L. A. G.; DENICH, M. Biological nitrogen fixation in secondary regrowth and mature rainforest of central Amazonia. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.111, n.1-4, p.237-252, 2005.

HIGA, R. C. V.; XAUD, H. A. M.; ACCIOLY, L. J. O.; LIMA, R. M. B.; VASCONCELOS, S. S.; RODRIGUES, V. G. S.; CARVALHO, C. J. R.; SOUZA, C. R.; LEONIDAS, F. C.; TONINI, H.; FERRAZ, J. B. S.; XAUD, M. R.; OLIVEIRA, M. C. M. J.; COSTA, R. S. C. In: LIMA, M. A.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; MACHADO, P. L. O. A.; URQUIAGA, S. (Eds). **Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira**. Brasília, Embrapa, p. 33-80, 2012.

HOLSHER, D.; LUDWIG, B.; FOLSTER, H. Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 66, n. 2, p. 153–163, 1997.

JOSLIN, A. H.; MARKEWITZ, D.; MORRIS, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, O. R. Five native tree species and manioc under slash-and-mulch agroforestry in the eastern Amazon of Brazil: plant growth and soil responses. **Agroforestry Systems**, v. 81, p. 1-14, 2011.

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

KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; SÁ, T. D. A.; FIGUEIREDO, R. **Plantio direto na capoeira**. In: Sistemas agroflorestais: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365p.

KNICKER, H. How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review. **Biogeochemistry**, v.85, p.91-118, 2007.

LIMA, S.S.; LEITE, L.F.C.; OLIVEIRA, F.C.; COSTA, D.B. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.51-60, 2011.

LOPES, E. L. N.; FERNANDES, A. R.; RUIVO, M. L. P.; CATTANIO, J. H.; SOUZA, G. F. Microbial biomass and soil chemical properties under different land use systems in Northeastern Pará. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 35, n. 1127-1139, 2011.

MATOS, F. O.; CASTRO, R. M. S.; RUIVO, M. DE L. P.; MOURA, Q. L. Teores de Nutrientes do Solo sob Sistema Agroflorestal Manejado com e sem Queima no Estado do

Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p.257-266, 2012.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T. **Biomassa, estoques de nutrientes e matéria orgânica leve do solo de vegetação de pousio sob diferentes manejos em sistema de corte e trituração na Amazônia oriental**. 2011. 124 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S. Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.8, p.1142-1149, 2012.

RODRIGUES, M.A.C.M.; MIRANDA, I.S.; KATO, M.S.A. Flora e estrutura da vegetação secundária após o uso de diferentes trituradores florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.459-465, 2007.

ROSCOE, R.; BODDEY, R.; SALTON, J. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. Matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.17-42.

SAMPAIO, C. A.; KATO, O. R.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. 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**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 41-53, 2008.

SANTIAGO, W. R.; VASCONCELOS, S. S.; KATO, O. R.; BISPO, C. J. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; CASTELLANI, D. C. Nitrogênio mineral e microbiano do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, p. 395-406, 2013.

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

SOMMER, R.; VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D.A.; VIELHAUER, K.; COELHO, R.F.R.; FÖLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon – evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 68. p. 257-271, 2004.

STROMGAARD, P. The immediate effect of burning and ash-fertilization. **Plant and Soil**, v.80, p.307-320, 1984.

SZOTT, L. T.; PALM, C. A.; BURESH, R. J. Ecosystem fertility and fallow function in the humid and subhumid tropics. **Agroforestry Systems**, v.47, n.1-3, p.163-196, 1999.

YAMADA, T.; STIPP, S. R.; ABDALLA, G. C. V. Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira (2006, Piracicaba, SP). **Anais do Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira** / edição de Piracicaba, IPNI Brasil, 2007. 722 p.

ZARIN, D. J.; DAVIDSON, E. A.; BRONDIZIO, E.; VIEIRA, I. C. G.; SA, T.;

FELDPAUSCH, T.; SCHUUR, E. A.; MESQUITA, R.; MORAN, E.; DELAMONICA, P.; DUCEY, M. J.; HURTT, G. C.; SALIMON, C.; DENICH, M. Legacy of fire slows carbon accumulation in Amazonian forest regrowth. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.3, n.7, p.365-369, 2005.

2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE DERRUBA-E-QUEIMA E CORTE-E-TRITURAÇÃO NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

O modelo de agricultura itinerante estabelecido na Amazônia, que se baseia no uso do fogo para o preparo de área, apresenta características que reduzem o potencial produtivo do ambiente edáfico. Sistemas de uso baseados em práticas de manejo que preconizam a manutenção da matéria orgânica na superfície do solo, surgem como alternativa viável à produção agrícola sustentável na região. A avaliação da fertilidade do solo sob sistemas de uso da terra é uma ferramenta útil para distinguí-los quanto à sua sustentabilidade. Objetivou-se avaliar o efeito de sistemas de manejo, baseados no uso ou não do fogo no preparo de área durante 10 anos, sobre os teores de carbono e atributos químicos de um Argissolo no Nordeste Paraense. Avaliaram-se os tratamentos (1) corte e trituração da vegetação; (2) corte e queima da vegetação; e (3) floresta secundária. Foram coletadas amostras de solo até 50 cm de profundidade. Determinaram-se os teores de carbono total (C), fósforo disponível (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis, acidez ativa em água (pH H₂O) e em cloreto de potássio (pH KCl) e acidez potencial (H+Al). Calcularam-se os parâmetros soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica potencial (T) e efetiva (CTC ef.), saturação por bases (V) e por alumínio (m). Verificaram-se no sistema com corte e trituração da vegetação maiores teores de P e C em relação a queima, sendo os teores de C igual aos teores encontrados na área de referência. Mesma resposta foi observada para os teores de K, Ca e Mg trocáveis, SB, T e CTC efetiva. Houve correlação significativa dos teores de C em todos os sistemas com a maioria dos atributos químicos avaliados.

Palavras-chave: Agricultura itinerante, carbono, fertilidade do solo, manejo do solo

ABSTRACT

The model of shifting cultivation set in the Amazon, which is based on the use of fire for land preparation, has characteristics that reduce the productive potential of the soil environment. Use systems based on management practices that advocate the maintenance of organic matter on the soil surface, emerge as a viable sustainable alternative crop production in the region. Evaluation of soil fertility in land use systems is useful to distinguish them as to their sustainability tool. Aimed to evaluate the effects of management systems based on the use or not of fire in land preparation for 10 years on the carbon content and chemical properties of an Ultisol in the Northeast Pará. Evaluated the treatments (1) cutting and grinding vegetation; (2) cutting and burning of vegetation; and (3) secondary forest. Soil samples were collected from 50 cm depth. We determined the levels of total carbon (C), available phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and aluminum (Al) contents, active acidity (pH H₂O) chloride and potassium (pH KCl) and potential acidity (H + Al). Parameters were calculated sum of bases (SB), capacity of cationic potential (T) and effective exchange (CEC eff.), Base saturation (V) and aluminum (m). There have in the system with cutting and grinding vegetation increased levels of P and C in relation to burning, while the levels of C equal to the levels found in the reference area. Same response was observed for K, Ca and Mg, SB, T and effective CEC. There was a significant correlation between levels of C in all systems with most chemical attributes evaluated.

Keywords: Agriculture roving, carbon, soil fertility, soil management

2.1 INTRODUÇÃO

Na região amazônica, o principal sistema de uso da terra na agricultura familiar é caracterizado pela intercalação de períodos de cultivo com curtos períodos de pousio. O preparo da área é realizado, predominantemente, com a prática de corte e queima da vegetação sucessional, que fornece às culturas, em curto prazo, os nutrientes necessários para seu desenvolvimento (DENICH et al., 2004). Contudo, sua prática em sucessivos anos de cultivo leva ao esgotamento do solo, devido às perdas de nutrientes durante a queima da vegetação e redução do período de pousio pela pressão demográfica (HOLCHER et al., 1997; SOMMER et al., 2000; 2004; MACKENSEN et al., 1996; LAWRENCE et al., 2010).

Objetivando mitigar os problemas provocados pela derrubada e queima da vegetação, o sistema agrícola baseado no corte e trituração da vegetação de pousio tem sido considerado vantajoso, principalmente devido aos benefícios ligados à qualidade do solo (COMTE et al., 2012; RANGEL-VASCONCELOS et al., 2012). A técnica de corte e trituração utiliza um trator adaptado para cortar a vegetação de pousio, e em seguida, espalhar uniformemente na superfície do solo (DENICH et al., 2004). Associado ao corte e trituração da vegetação, o enriquecimento da capoeira com o plantio de leguminosas arbóreas de crescimento rápido, objetivando acelerar o acúmulo de biomassa e nutrientes, tem se mostrado promissor para substituição do uso do fogo (LOPES et al., 2011; COMTE et al., 2012; RANGEL-VASCONCELOS et al., 2012).

A MOS desempenha funções importantes no ambiente por estar ligada a processos fundamentais como a ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica do solo. Sua diminuição interfere no equilíbrio dos ecossistemas, dificultando a ciclagem de nutrientes no solo (ROSCOE et al., 2006). Em solos da Amazônia, foram observadas diminuições de 20 a 30% de carbono total do solo no primeiro ano de cultivo após a queima da vegetação (CERRI; MORAES, 1996).

A relação entre o manejo e a fertilidade do solo pode ser avaliada pelo seu efeito nas propriedades químicas do mesmo ao longo do tempo (DORAN; PARKIN, 1994). A deterioração das propriedades do solo em agricultura tropical é causada principalmente por uma perda acelerada de matéria orgânica do solo (SHANG; TIESSEN 2000), o que leva a um declínio na disponibilidade de nutrientes e capacidade de troca de cátions, bem como na atividade biológica, estabilidade de agregados e aeração do solo.

Em solos tropicais de baixa fertilidade natural e acidez elevada a dinâmica dos

nutrientes em reação aos sistemas de manejo do solo, são parâmetros importantes a serem estudados como indicadores da qualidade do solo. A utilização do sistema de corte e trituração com enriquecimento de pousio com utilização de espécies arbóreas de rápido crescimento tem se mostrado promissor na substituição do sistema tradicional de corte e queima no Nordeste Paraense. Entretanto ainda são incipientes estudos no Nordeste Paraense sobre o potencial de sistemas de uso do solo de longa duração com preparo de área utilizando a trituração da vegetação sucessional associado ao enriquecimento de pousio.

A hipótese levantada neste estudo é que o sistema com corte e trituração associado ao enriquecimento do pousio com leguminosas arbóreas irá apresentar melhor fertilidade e maiores teores de C, que o sistema tradicional de corte e queima. Objetivou-se avaliar o efeito dos sistemas de manejo de longa duração, com corte e queima e corte trituração da vegetação em Argissolo Amarelo nos teores de carbono e atributos químicos do solo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área experimental

A área de estudo se localiza na Fazenda Experimental de Igarapé-açu (FEIGA) da Universidade Federal Rural da Amazônia, com coordenadas geográficas de 1° 07' 15,5" S e 47° 36' 12,7" W, no município de Igarapé-Açu, microrregião Bragantina no nordeste do Estado do Pará. As parcelas avaliadas são provenientes de um estudo de longa duração (12 anos) vinculado ao Projeto SHIFT-Capoeira que teve início em 2001, hoje denominado de Tipitamba.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é quente úmido (Ami), com temperaturas médias entre 25 e 32 °C, umidade relativa do ar entre 80 e 90% e precipitação anual entre 2.000 e 3.000 milímetros. O período de maior precipitação ocorre entre janeiro e abril e o de menor precipitação, de agosto a dezembro (COMTE et al., 2012).

Os solos da Microrregião Bragantina apresentam características pedológicas relativamente uniformes em grande parte da região e apresentam baixa disponibilidade de nutrientes (KATO, 1998). Os solos da região são classificados como Argissolo Amarelo, de acordo com a classificação brasileira de solos (EMBRAPA, 2006).

2.2.2 Experimento de campo

O estudo foi realizado no experimento de longa duração de manejo da vegetação secundária na agricultura familiar, iniciado em 2001. Em um fragmento de floresta secundária com 15 anos, foram instalados os tratamentos de corte e queima (CQ) e corte e trituração (CT) em áreas adjacentes de 2 ha cada e um fragmento de 2 ha da floresta sucessional (FS) foi conservado como controle.

No manejo de preparo de área para plantio realizado na parcela com sistema CT foi utilizado um trator adaptado com implemento agrícola que corta e tritura a vegetação, e, em seguida, espalha a biomassa na superfície do solo (DENICH et al., 2004). O corte da vegetação foi realizado mecanicamente por meio de um fresador florestal (AHWI) FM600 acoplado a um trator de rodas com 170 cv. Os períodos de cultivo e pousio, assim como o manejo e culturas agrícolas utilizadas nas parcelas com trituração e com queima da vegetação, são descritos na Tabela 1.

A parcela com corte e trituração (CT) recebeu a aplicação de adubo químico NPK com formulação 60-60-30 ha (60 kg ha⁻¹ de uréia, 60 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 30 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio), 10 dias após o plantio de milho cultivar BR 5102 (*Zea mays*) e mandioca cultivar Olho Verde (*Manihot esculenta*), em janeiro de 2002 e 2005. Dez dias após o plantio de feijão e mandioca, em junho de 2005, aplicou-se na mesma área um total de 50 kg ha⁻¹ de ureia, 50 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 30 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Aos quarenta e cinco dias após a germinação, a adubação de 2002 foi completada com a adição de 3,3 g de uréia/planta. Leguminosas arbóreas de crescimento rápido, *Inga edulis* (Ingá-cipó) e *Sclerolobium paniculatum* Vogel (taxi-branco), foram plantadas no período de pousio para acelerar o acúmulo de biomassa na área triturada. As espécies utilizadas foram plantadas com mudas em espaçamento 2 m x 2 m.

A parcela com corte e queima (CQ) recebeu o manejo de corte da vegetação sucessional, amontoamento de troncos e galhos remanescentes (coivara), e queima para limpeza total da área para o plantio. Em ambos os sistemas de uso o plantio foi realizado manualmente ou com auxílio de plantadeira manual (matraca); a colheita também foi realizada manualmente.

A área de referência com floresta sucessional (2 ha) localiza-se a 500 m da parcela submetida ao sistema com CQ. Anteriormente a implantação das parcelas experimentais, foi manejada com o sistema de cultivo tradicional de CQ e plantio de *Hevea brasiliensis*. Nesta área não houve aplicação de fertilizante ou calagem.

Tabela 1. Histórico dos períodos de cultivo e pousio nos sistemas com trituração e queima da floresta secundária

PERÍODO	TRITURAÇÃO	QUEIMA		
2001	Preparo de área corte-trituração Biomassa inicial da capoeira de 15 anos ($100 \pm 19,5 \text{ Mg ha}^{-1}$)	Preparo de área corte-queima		
2002	Milho (Grãos= $1,55 \pm 0,09 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $2,93 \text{ Mg ha}^{-1}$)	Milho (Grãos= $0,97 \pm 0,16 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $1,73 \text{ Mg ha}^{-1}$)		
	Mandioca (Raíz= $16,19 \pm 1,20 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $4,70 \text{ Mg ha}^{-1}$)	Mandioca (Raíz= $14,18 \pm 1,10 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $3,10 \text{ Mg ha}^{-1}$)		
	2003	Pousio Enriquecido <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel ($4,66 \text{ Mg ha}^{-1}$) <i>Racosperma mangium</i> (Willd.) ($19,61 \text{ Mg ha}^{-1}$)	Pousio Natural Biomassa= 27 Mg ha^{-1} Litter= 7 Mg ha^{-1} Total de resíduos= 34 Mg ha^{-1}	
				Vegetação secundária ($6,28 \text{ Mg ha}^{-1}$) Serrapilheira ($1,86 \text{ Mg ha}^{-1}$)
2004				
2005	Milho + Mandioca (1º ciclo)*			
2006	Milho + Mandioca (2º ciclo)*			
2007	Pousio Enriquecido <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel* <i>Inga edulis</i> Mart.* Vegetação secundária*	Milho (Grãos= $1,07 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $0,50 \text{ Mg ha}^{-1}$) Mandioca (Raíz= $0,70 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $0,65 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $0,65 \text{ Mg ha}^{-1}$)		
			2008	
			2009	Serrapilheira*
2010	Milho (Grãos= $1,48 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $0,62 \text{ Mg ha}^{-1}$)	Pousio Natural*		
	Mandioca (Raíz= $2,87 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Biomassa= $2,94 \text{ Mg ha}^{-1}$)			

* Dados de produção de biomassa e produtividade das culturas não disponíveis. Fonte: RODRIGUES, 2013.

2.2.3 Amostragem de solo e análises químicas

Foram coletadas com trado amostras compostas, em zigue-zague, formadas a partir de três amostras simples, em agosto de 2010 (após o plantio com milho e mandioca no sistema com trituração e durante o pousio no sistema com queima), nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-50 cm, com oito repetições por sistema e profundidade. Em laboratório, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2 mm. As amostras de solo dos sistemas foram analisadas quimicamente de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (1997).

O pH foi determinado em H₂O e em KCl (1,0 mol L⁻¹), medido com potenciômetro na relação solo:água de 1:2,5. O fósforo disponível e o potássio foram extraídos com solução Mehlich 1, sendo o primeiro determinado por colorimetria (comprimento de onda igual a 660 µm) e o último por fotometria de chama. Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, sendo que os dois primeiros foram determinados por titulação com EDTA 0,025 mol L⁻¹ e o último por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹. A acidez potencial do solo foi determinada por meio da extração do H+Al em solução de Ca(OAc)₂ 1,0 mol L⁻¹ tamponada a pH 7,0. A partir dos dados obtidos, foram calculados o ΔpH, a soma de bases, a capacidade de troca catiônica potencial (T) e efetiva (CTC ef.), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m). Para determinação do teor de carbono total do solo (C), as amostras foram moídas a 60 mesh e o teor de C foi determinado por combustão via seca, utilizando um analisador elementar LECO (modelo, CNS 2000).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5, sendo os fatores: três tratamentos e cinco profundidades, com oito repetições. Os tratamentos consistiram em: preparo de área com trituração, preparo de área com queima e floresta secundária, tendo cada tratamento dois hectares.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey (p≤0,05). Para as correlações lineares, foi aplicado o teste t (p < 0,01).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH em H₂O e o pH em KCl do solo variaram de 4,39 a 4,98 e 3,69 a 4,21, respectivamente (Tabela 2). Não foram observadas diferenças significativas nos valores médios de pH em água entre os tratamentos, provavelmente porque a amostragem foi realizada três anos após a queima e o efeito deste tratamento neste atributo não é mais

verificado. Maiores valores de pH são verificados somente logo após a queima, devido à deposição de cinzas que neutraliza a acidez do solo pela ação das bases trocáveis que são liberadas após a queima da vegetação (COMTE et al., 2012; MATOS et al., 2012).

A ionização dos ácidos carboxílicos presentes na matéria orgânica do solo ocasiona a acidificação do meio (SOUSA et al., 2007). Além disso, a adubação nitrogenada, presente no tratamento com corte e trituração, é responsável pela acidificação do solo através da reação de nitrificação que produz íons H^+ , como observado por Souza et al. (2006), que relataram redução do pH do solo em função da aplicação de diversas fontes de nitrogênio, como uréia e sulfato de amônio.

O ΔpH variou entre -0,38 e -0,98 (Tabela 2), caracterizando o predomínio de cargas negativas no complexo de troca do solo. Em solos com cargas variáveis, o aumento dos grupos carboxílicos da MOS é responsável pela formação de 80% das cargas (OORTS et al., 2003).

Os teores de carbono do solo (Tabela 2) apresentaram comportamento característico para o tipo de solo estudado, com maiores teores em superfície e decréscimo com o aumento da profundidade (COMTE et al., 2012). Maiores teores de C nas camadas mais superficiais são comumente observados em diversos tipos de solos sob diferentes tipos de vegetação e estão relacionadas com maiores concentrações de matéria orgânica, que contém, em média, cerca de 58% de C (RECCO et al., 2000). O menor teor de carbono para a camada de 0-50 cm foi encontrado onde houve a queima da vegetação. Silva et al. (2006), avaliando o efeito de diferentes coberturas vegetais nos atributos químicos do solo, relataram diminuição no conteúdo de matéria orgânica do solo devido ao preparo de área utilizado pelos agricultores, por meio de derruba e queima. Holscher et al. (1997) mostram que cerca de 97% do C é volatilizado para o ambiente com a queima de uma capoeira de 7 anos, no Pará.

A maior concentração de fósforo (Tabela 2) ocorreu na camada superficial do tratamento com trituração, provavelmente devido às adubações realizadas na área nos anos de 2002 e 2005. Outro fator decisivo para o acúmulo de fósforo no sistema com trituração foi o uso das espécies de enriquecimento (*Sclerolobium paniculatum* e *Inga edulis*) durante o pousio. Segundo Cardoso et al. (1992), há acúmulo de P na camada superficial dos solos cultivados devido à pouca mobilidade e à baixa solubilidade de seus compostos, sobretudo em solos de natureza ácida, com altos teores de óxidos de ferro e alumínio.

O pH em H_2O e KCl (Tabela 3) apresentaram correlações positivas apenas com o C presente no sistema com derruba e queima. Esse comportamento distinto se deve a mineralização da matéria orgânica do solo, que além de promover a redução da

concentração de carbono orgânico do solo, também reduz o pH do solo pela disponibilização de cátions trocáveis (REIS et al., 2009).

O P apresentou correlação positiva com o C em todos os tratamentos (Tabela 3), sugerindo que os compostos orgânicos podem disponibilizar o elemento para as plantas, evitando a adsorção nos complexos do solo em formas indisponíveis com outros elementos como o ferro, alumínio e cálcio (SANTOS; TOMM, 2003). Outra resposta relacionada ao resultado é o efeito da adubação fosfatada, que ocasiona o aumento da imobilização do fósforo inorgânico em formas orgânicas. Logo, a relação entre os teores de carbono e possivelmente às formas orgânicas de fósforo, que exercem papel relevante nos solos típicos de regiões tropicais (NOVAIS et al., 2007).

As maiores concentrações de potássio foram observadas na camada superficial em todas as áreas (Tabela 4), o que está de acordo com a literatura (MARIA et al., 1999). Na camada mais superficial, o valor de potássio foi maior na área com corte e trituração que nos demais tratamentos. Esse aumento pode ser explicado pelo maior acúmulo de matéria orgânica na camada superficial do solo, proveniente do material vegetal triturado, promovendo aumento da disponibilidade dos nutrientes (SILVA et al., 2006). Além de possuir K^+ trocável, preso aos grupos carboxílicos e fenólicos, a matéria orgânica apresenta potássio no seu interior, o qual é liberado com a mineralização de seus constituintes (SENA, 2006).

Tabela 3. Correlação (r) entre os teores de carbono e os atributos químicos do solo (pH em H_2O e pH em KCl, fósforo disponível, potássio, cálcio e magnésio) em agosto de 2010, em área de floresta secundária, derruba e queima da vegetação e corte e trituração da vegetação em Igarapé-Açu, Estado do Pará.

Tratamentos ¹	pH- H_2O ³	pH-KCl	P	K	Ca	Mg
Floresta Secundária	0,21	0,04	0,72**	0,72**	0,81**	0,80**
ruba e queima da vegetação	0,48**	0,72**	0,87**	0,73**	0,85**	0,81**
Corte e trituração da vegetação	-0,20	-0,07	0,90**	0,78**	0,78**	0,83**
Total ²	0,17	-0,02	0,62**	0,67**	0,62**	0,72**

P = Fósforo disponível; Ca, Mg e K = Cátions trocáveis. ¹Correlações para cada área amostrada (n = 40); ²Total = correlações considerando todas as áreas amostradas (n = 120); ³valores de correlação seguidos de ** = significância de $p < 0,01$ e ns = não-significativo.

Os valores médios de cálcio foram maiores nas camadas superficiais (Tabela 4). O cálcio apresenta maiores concentrações nas camadas superficiais do solo, em que os teores de matéria orgânica do solo e o acúmulo das cinzas é mais elevado, diminuindo com o aumento da profundidade. Além disso, o cálcio é um elemento pouco móvel no solo e os maiores

teores na camada superficial podem ser atribuídos à ciclagem dos nutrientes com a decomposição dos resíduos das culturas na superfície do solo (FALLEIRO et al., 2003). Nas camadas superficiais os valores de cálcio foram maiores no tratamento com corte e trituração e podem ser explicados pela maior concentração de matéria orgânica e da adubação com superfosfato triplo, que contém Ca em sua composição (SILVA et al., 2006) e pelo efeito da trituração da vegetação enriquecida com *Inga edulis*, pois este vegetal apresenta altas concentrações de Ca, e que durante a decomposição vegetal pode ser liberado lentamente sendo determinante para reposição desse nutriente no solo (VASCONCELOS, 2011).

O comportamento do magnésio (Tabela 4) foi semelhante ao do cálcio. As maiores concentrações de magnésio foram observadas na camada superficial do solo, com decréscimo no perfil do solo. Semelhantes resultados foram encontrados por Sena (2006), estudando solos da Amazônia. O solo sob a floresta secundária apresentou menores teores de Mg, provavelmente devido a incorporação de resíduos vegetais e cinzas nos tratamentos com corte e trituração e derruba e queima, respectivamente.

Para os cátions trocáveis (potássio, cálcio e magnésio) em todos os tratamentos, as correlações apresentaram comportamentos semelhantes, ou seja, os teores desses elementos aumentaram com o C do solo (Tabela 3). Bayer e Mielniczuk (1997) verificaram que os sistemas de manejo que favorecem o incremento dos teores de C resultam no aumento do teor de cátions trocáveis do solo e da disponibilidade de nutrientes para as culturas.

Os valores de alumínio foram menores na camada mais superficial (Tabela 4) em todos os tratamentos; o teor de Al se correlacionou negativamente com o teor de C (Tabela 5). Esses resultados devem-se à maior presença de matéria orgânica em superfície, que possui radicais carboxílicos e hidroxilicos, que formam complexos com o Al e impedem que este possa atingir teores trocáveis (Al^{+3}) elevados, e tóxicos aos vegetais (LUCHESE; FAVERO; LENZI, 2001). Os teores de alumínio dos solos estudados foram menores nos tratamentos com corte e trituração e na derruba e queima nos primeiros 5 cm de profundidade (Tabela 3). Franchini et al. (1999) verificaram que 90% do Al no solo permaneceu ligado a compostos orgânicos após a aplicação de resíduos culturais e a adição das cinzas na superfície do solo após a queima da biomassa vegetal. Resultados similares foram encontrados por Lopes et al. (2011).

O menor valor de acidez potencial na camada 0-50 cm (Tabela 4) foi verificado no tratamento com derruba e queima, provavelmente devido aos três anos de pousio que o sistema apresentava antes da amostragem. A acidez em uma área em pousio depende de vários fatores, como a quantidade de nutrientes e ácidos orgânicos liberados pela

decomposição da matéria orgânica, a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, o tipo de vegetação, o grau de lixiviação, a quantidade e o tipo de matéria orgânica produzida e a granulometria do solo (SZOTT; PALM, 1999).

Os maiores valores encontrados na camada 0-50 cm, para a soma de bases, foram encontrados nos tratamentos com corte e trituração e derruba e queima (Tabela 6). Esta resposta está associada a maior concentração do nutriente Ca, que aparece em maior quantidade nestes sistemas. A diferença observada entre as profundidades tem relação direta com os seus teores de matéria orgânica, pois sabe-se que este atributo do solo influencia parâmetros do solo como SB e T (BAYER.; MIELNICZUK, 1997).

Tabela 5. Correlação (*r*) entre os teores de carbono e os atributos químicos do solo (Alumínio trocável, soma de bases, capacidade de troca de cátions potencial e efetiva, saturação por bases e saturação por alumínio) em agosto de 2010, em área de floresta secundária, com derruba e queima da vegetação e com corte e trituração da vegetação em Igarapé-Açu, Estado do Pará.

Tratamentos ¹	Al	H+Al	SB	T	CTC ef.	V	m
Floresta Secundária	-0,48**	0,75**	0,83**	0,82**	0,73**	0,59**	-0,81**
Derruba e queima da vegetação	-0,80**	0,73**	0,85**	0,89**	0,83**	0,76**	-0,85**
Corte e trituração da vegetação	-0,41**	0,72**	0,81**	0,91**	0,90**	0,65**	-0,75**
Total ²	-0,30**	0,71**	0,66**	0,81**	0,72**	0,45**	-0,59**

Al = Alumínio trocável; H+Al = Acidez potencial; SB = Soma de bases; T = Capacidade de troca catiônica potencial; CTC ef. = Capacidade de troca catiônica efetiva; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio. ¹Correlações para cada área amostrada (n = 40); ²Total = correlações considerando todas as áreas amostradas (n = 120); ³valores de correlação seguidos de ** = significância de $p < 0,01$ e ns = não-significativo.

Os maiores valores de T e CTC ef. foram encontrados na camada 0-5 cm em todos os tratamentos mostrando que houve decréscimo da CTC com o aumento da profundidade de amostragem (Tabela 6). Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Sena; Silva; Silva Jr. (2007), ao estudarem diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia oriental. Os valores de T e CTC ef. foram maiores no tratamento com corte e trituração quando comparado aos demais tratamentos nas camadas superficiais. Isto pode ser explicado pelas adubações realizadas e nos maiores teores de acidez potencial apresentados neste sistema de plantio. A T e a CTC ef. apresentaram correlação positiva com os teores de C (Tabela 5). Pode-se inferir que os valores de C diagnosticados são responsáveis, em parte, pelos valores de T e CTC ef., uma vez que o aumento destes atributos obedeceu o aumento de C.

Em todos os tratamentos e profundidades os valores de V foram menores que 50% (Tabela 6), indicando baixa fertilidade do solo (MALAVOLTA, 1992). Os valores baixos de V podem ser explicados pelos elevados teores de H+Al, confirmados pelos baixos valores no pH do solo (Tabelas 2 e 4). Na camada 0-50 cm, o valor V foi mais elevado no sistema corte e trituração quando comparado a derruba e queima. Apesar do caráter distrófico generalizado, valores mais elevados de saturação por bases, principalmente na camada superficial, devem-se à ciclagem biológica e à incorporação de cinzas pela queima da biomassa (MELO et al., 2006, REIS et al., 2009).

O atributo m variou de 10,44 a 66,74 % (Tabela 6). Observou-se que o sistema de derruba e queima apresentou valores mais baixos de saturação por alumínio em relação ao sistema com corte e trituração nas camadas 5-10 cm e 10-20 cm. Este resultado tem relação com o pH mais elevado presente no sistema com derruba e queima, pois a elevação do pH ocasiona a precipitação do alumínio na forma de óxido.

2.4 CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas locais, verifica-se que o manejo com corte e trituração da vegetação promove melhoria nas características químicas do solo, com maiores teores de carbono total, P disponível, K, Ca e Mg trocáveis, soma de bases, capacidade de troca catiônica potencial e efetiva e diminuição do teor de alumínio do solo quando comparado ao tratamento com queima da vegetação.

Os maiores teores de C do solo proporcionam maior capacidade de troca catiônica potencial e efetiva e menor teor de alumínio trocável em todas as áreas. Isto mostra a importância da matéria orgânica do solo como condicionador de cargas e neutralizador da toxidez por alumínio em solos com avançado processo de intemperismo e carga líquida variável.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 105-112, 1997.
- CARDOSO, A.; MARTINS, P.F.S.; VEIGA JR., I.. Solos de áreas ocupadas por pequenos agricultores em algumas localidades da microrregião de Marabá-PA. **Pont à Pitre**. Universidade des Antilas Guianas. p.101-123, 1992..
- CERRI, C. C.; MORAES, J. L. Dinâmica do carbono no solo da Amazônia. In: **O solo do Brasil**. Viçosa. 930 p., 1996
- COMTE, I.; DAVIDSON, R.; LUCOTTE, M.; CARVALHO, C. J. R. DE; OLIVEIRA, F. DE A.; SILVA, B. P.DA; ROUSSEAU, G.X. Physicochemical properties of soils in the Brazilian Amazon following fire-free land preparation and slash-and-burn practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 156, p. 108– 115, 2012.
- DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S.A.; BLOCK, A.;KATOA.; KATO, O.R.; SÁ, T.D. de A.; LÜCKE, W.; VLEK, P.L.G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v.61-62, p.91-106, 2004
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. et al. (Eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America**, p. 3-21, 1994.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Centro Nacional de Pesquisa de solos, 306 p., 2006
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo/CNPS**.2 ed. atual. Rio de Janeiro, 212 p., 1997
- FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.
- FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n. 2, p. 533-542, 1999.
- HOLSCHER, D. et al Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.66, p153-163. Belém, 1997.
- 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. 132 p. (Tese de Doutorado). Georg-August-Universität, Göttingen, 1998.

LAWRENCE, D.; RADEL, C.; TULLY, K.; SCHMOOK, B.; SCHNEIDER, L. Untangling a decline in tropical forest resilience: constraints on the sustainability of shifting cultivation across the globe. **Biotropica**, v.42, p. 21–30, 2010.

LOPES, E. L. N. et al. Microbial biomass and soil chemical properties under different land use systems in northeastern Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, n.4, p. 1127-1139, 2011.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E.E. A matéria orgânica nos solos. In: **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro. p. 36-45. 2001.

MACKENSEN, J.; HOLSCHER, D.; KLINGE, R.; FOLSTER, H. Nutrient transfer to the atmosphere by burning of debris in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 86, p. 121–128, 1996.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 124p. 1992

MARIA, I. C.; NABUDE. P. C.; CASTRO, O. M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferrasol in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 51, n. 1-2, p. 71-79, 1999.

MATOS, F. O.; CASTRO, R. M. S.; RUIVO, M. DE L. P.; MOURA, Q. L. Teores de nutrientes do solo sob sistema agroflorestal manejado com e sem queima no Estado do Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p.257-266, 2012.

MELO, V. F.; SHAEFER, C.E.G.R.; FONTES, L.E.F.; CHAGAS, A.C.; LEMOS JÚNIOR, J.B.; ANDRADE, R.P. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 1039-1050, 2006.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. & NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.276-374.

OORTS, K.; VANLAUWE, B.; MERCKX, R. Cation exchange capacities of soil organic matter fractions in a Ferric Lixisol with different organic matter inputs. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 100, n. 2-3, p. 161-171, 2003.

RECCO, R. D. et al. Avaliação do nível de carbono orgânico em solos tropicais submetidos a plantio de sistemas agroflorestais em diferentes idades na Amazônia Ocidental. In: III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. **Anais**. Manaus, AM, 2000. → DEVE SUBSTITUIR ESTA REFERENCIA POR ARTIGO EM PERIODICO INDEXADO.

REIS, M.S.; FERNANDES, A.R.; GRIMALDI, C., DESJARDINS, T.; GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, v.52, p.37-47, 2009.

ROSCOE, R.; BODDEY, R.; SALTON, J. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Matéria orgânica do solo em sistemas**

conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.17-42.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 477-486, 2003.

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

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

SILVA, G. R.; SILVA JÚNIOR, M. L.; MELO, V. S. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um Latossolo amarelo do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, v.36, p.151-158, 2006.

SILVA JUNIOR, M. L. **Dinâmica do carbono e do fósforo em um Latossolo Amarelo, textura argilosa, após conversão da floresta em capoeira e pastagens, na Amazônia Oriental.** 2007. 214p. Tese (Doutorado). UFRA, Belém, 2007.

SOMMER, R.; VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D.A.; VIELHAUER, K.; COELHO, R.F.R.; FÖLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon – evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 68. p. 257-271, 2004.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo.** Viçosa: SBCS, 2007. p. 205-274.

SOUZA, T.R.; QUAGGIO, J.A.; SILVA, G.O. Dinâmica de íons e acidificação do solo nos sistemas de fertirrigação e adubação sólida na citricultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.501-505, 2006.

SZOTT, L. T. ;T.; PALM, C. A. Dinamica del suelo y la vegetacion alternando cultivos y periodos de descanso. **Contribution of the tropical soil program in collaboration with the Instituto Nacional de Investigacion y Promocion Agropecuaria of Peru**, 1999 A CITAÇÃO PARECE ESTAR ERRADA, POIS ESSE TRABALHO FOI APRESENTADO EM 1984 EM UM SIMPOSIO BELEM. FAVOR ATENDER O COMENTARIO FEITO NA PRIMEIRA REVISAO OU SUBSTITUIR POR OUTRA REFERENCIA DESTES OU DE OUTROS AUTORES.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T. R.; **Biomassa, estoques de nutrientes e matéria orgânica leve do solo de vegetação de pousio sob diferentes manejos em sistema de corte-e-trituração na Amazônia oriental..oriental.** 2011. 124 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S. Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.8, p.1142-1149, 2012.

RODRIGUES, S. J. S. de C. **Carbono e nitrogênio das frações da matéria orgânica do solo de sistemas de manejo com queima e sem queima na Amazônia Oriental**. 2013. 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2013.

WATRIN, O. dos S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. de N.M. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no Nordeste do Estado do Pará. **Geografia**, v.34, p.455- 472, 2009.

ANEXOS

Tabela 2. pH (H₂O), pH (KCl), ΔpH e teores de carbono total (C) e fósforo disponível (P) do solo em agosto de 2010, em área de floresta secundária (CAP), derruba e queima da vegetação (QUE) e corte e trituração da vegetação (TRI) em Igarapé-Açu, Estado do Pará. Os valores representam a média (n = 8).

pH-H ₂ O			pH-KCl			ΔpH			C (g kg ⁻¹)			P (mg dm ⁻³)		
CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI
0-5 cm														
4,66 b	4,98 a	4,75 ab	3,69 b	4,21 a	4,04 ab	-0,98	-0,76	-0,71	18,16 a	11,79 c	16,90 b	3,44 b	2,63 b	12,13 a
5-10 cm														
4,73 ns	4,81 ns	4,59 ns	3,85 ab	4,15 a	3,79 b	-0,88	-0,66	-0,80	11,91 ns	11,30 ns	13,48 ns	2,00 b	2,38 b	6,63 a
10-20 cm														
4,79 ns	4,64 ns	4,60 ns	3,95 ns	4,08 ns	3,90 ns	-0,84	-0,56	-0,70	10,37 ns	8,41 ns	9,90 ns	1,50 b	1,63 b	4,13 a
20-30 cm														
4,85 ns	4,58 ns	4,70 ns	4,00 ns	4,01 ns	3,98 ns	-0,85	-0,56	-0,73	8,01 a	5,60 b	6,88 a	1,13 b	1,00 b	2,25 a
30-50 cm														
4,81 a	4,39 b	4,79 a	4,03 ns	4,01 ns	4,04 ns	-0,79	-0,38	-0,75	6,59 ns	5,91 ns	5,34 ns	1,00 ns	1,00 ns	1,00 ns

pH = Potencial hidrogeniônico. Médias seguidas pela mesma letra na linha, para cada variável, não diferem estatisticamente entre si conforme o teste Tukey (p < 0,05); ns = efeito não significativo.

Tabela 4. Cátions trocáveis (K, Ca, Mg), alumínio trocável (Al) e acidez potencial do solo (H+Al) em agosto de 2010, em área de floresta secundária (CAP), derruba e queima da vegetação (QUE) e corte e trituração da vegetação (TRI) em Igarapé-Açu, Estado do Pará. Os valores representam a média (n = 8).

K (mmol _c dm ⁻³)			Ca (mmol _c dm ⁻³)			Mg (mmol _c dm ⁻³)			Al (mmol _c dm ⁻³)			H+Al (mmol _c dm ⁻³)		
CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI
0-5 cm														
6,65 b	7,56 b	14,23 a	10,38 c	18,50 b	25,50 a	5,13 b	4,75 b	6,50 a	9,25 a	3,25 b	3,88 b	53,98 a	38,40 b	53,95 a
5-10 cm														
4,91 b	5,49 b	6,74 a	4,75 c	13,25 a	10,00 b	1,88 b	4,38 a	4,63 a	10,88 a	4,88 b	11,75 a	42,30 b	40,04 b	57,49 a
10-20 cm														
4,80 ns	3,90 ns	4,41 ns	3,88 c	7,13 a	5,13 b	2,00 b	3,38 a	3,13 a	10,63 a	7,13 b	12,38 a	37,14 b	35,91 b	47,26 a
20-30 cm														
3,78 a	2,97 b	3,44 ab	4,00 ns	4,13 ns	4,88 ns	2,00 ns	2,00 ns	1,88 ns	10,13 b	9,13 b	12,38 a	32,41 ab	29,74 b	38,58 a
30-50 cm														
2,02 b	2,55 a	2,87 a	3,63 ns	3,25 ns	3,75 ns	1,50 b	2,13 a	1,75 ab	10,88 ns	10,00 ns	10,75 ns	33,24 ab	28,49 b	34,48 a

Ca = Cálcio trocável; Mg = Magnésio trocável; K = Potássio trocável. Médias seguidas pela mesma letra na linha, para cada variável, não diferem estatisticamente entre si conforme o teste Tukey (p < 0,05); ns = efeito não significativo.

Tabela 6. Soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica potencial (T) e efetiva (CTCef.), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) do solo em agosto de 2010, em área de floresta secundária (CAP), derruba e queima da vegetação (QUE) e corte e trituração da vegetação (TRI) em Igarapé-Açu, Estado do Pará. Os valores representam a média (n = 8).

SB (mmol _c dm ⁻³)			T (mmol _c dm ⁻³)			CTC ef. (mmol _c dm ⁻³)			V (%)			m (%)		
CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI	CAP	QUE	TRI
0-5 cm														
16,33 c	24,20 b	33,78 a	70,31 ab	62,60 b	87,73 a	25,58 b	27,45 b	37,65 a	23,50 b	38,63 a	39,17 a	36,50 a	12,31 b	10,44 b
5-10 cm														
7,24 b	18,31 a	15,47 a	49,54 c	58,35 b	72,96 a	18,11 c	23,19 b	27,22 a	14,66 c	31,41 a	21,80 b	59,67 a	21,44 b	43,04 a
10-20 cm														
6,47 c	10,99 a	8,80 b	43,61 b	46,90 b	56,06 a	17,10 b	18,11 b	21,18 a	15,01 b	23,79 a	16,00 b	61,90 a	39,38 b	58,02 a
20-30 cm														
6,47 ns	6,50 ns	7,18 ns	38,89 b	36,23 b	45,75 a	16,60 b	15,62 b	19,55 a	16,86 ns	18,14 ns	16,13 ns	60,71 ns	58,30 ns	63,33 ns
30-50 cm														
5,38 ns	5,69 ns	5,86 ns	38,62 ab	34,18 b	40,33 a	16,25 ns	15,69 ns	16,61 ns	14,10 ns	16,74 ns	14,79 ns	66,74 ns	63,59 ns	64,49 ns

Médias seguidas pela mesma letra na linha, para cada variável, não diferem estatisticamente entre si conforme o teste Tukey (p < 0,05); ns = efeito não significativo.