



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas  
 XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas  
 XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo  
 VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo  
 Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.  
 Centro de Convenções do SESC

## Macrofauna edáfica e qualidade do solo em área cultivada no cerrado amapaense com e sem uso do fogo e adubação alternativa

**Marcelino Carneiro Guedes<sup>(1)</sup>; Danielle Mariana M. H. da Silva<sup>(2)</sup> Ana Laura Pinto Soares<sup>(3)</sup>,  
 Emanuelle Raiol Pinto<sup>(4)</sup> & Nagib Jorge Melém Júnior.<sup>(1)</sup>**

(1) Pesquisadores da Embrapa Amapá, Rod. JK, km 05, Macapá, AP, CEP: 68903-970, [mcguedes@cpafap.embrapa.br](mailto:mcguedes@cpafap.embrapa.br) (apresentador do trabalho) e [nagib@cpafap.embrapa.br](mailto:nagib@cpafap.embrapa.br); (2) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Bolsista CAPES - Universidade Federal do Amapá, Macapá, AP, CEP: 68903-000, [daniellemontenegro@hotmail.com](mailto:daniellemontenegro@hotmail.com); (3) Estudante de biologia da Universidade Federal do Amapá, bolsista CNPq/Embrapa, Macapá, AP, CEP: 68903-000; [soaresanalaura@yahoo.com.br](mailto:soaresanalaura@yahoo.com.br); (4) Estudante de Eng. Florestal da Universidade do Estado do Amapá, bolsista CNPq/Embrapa, Macapá, AP, CEP: 68903-000, [emanuelle.estagiaria@cpafap.embrapa.br](mailto:emanuelle.estagiaria@cpafap.embrapa.br)

**RESUMO** – Uma alternativa ao uso do fogo na agricultura amazônica é o plantio direto em área preparada através do corte e trituração da capoeira. O objetivo do trabalho foi estudar os efeitos da substituição da queima pelo plantio direto e da adubação alternativa sobre atributos do solo e a produtividade agrícola. O experimento com 4 tratamentos: 1) plantio direto na vegetação triturada com adubação alternativa; 2) plantio direto com adubação convencional; 3) plantio direto sem adubação e 4) vegetação queimada sem adubação; foi instalado em Latossolo Amarelo distrófico. Foi observada densidade média de ovos de Homoptera = 2432 ovos m<sup>-2</sup>, que representaram, respectivamente, 27%, 14%, 70% e 82% da densidade total de organismos dos tratamentos 1, 2, 3 e 4. Em média, o tratamento onde a vegetação foi queimada apresentou menores valores de diversidade, menor densidade de organismos, menor biomassa de minhocas e maior proporção de ovos de Homoptera. Na área queimada foram encontrados apenas 7 grupos de organismos e Índice de Shannon (H) de 0,58, enquanto que no tratamento sem fogo com adubação alternativa foram encontrados 10 grupos e H=0,99. Independente dos tratamentos, as variações nos organismos foram mais associadas a atributos físicos do solo do que químicos. A adubação alternativa melhora a fertilidade do solo e é capaz de manter a mesma produtividade de macaxeira do que a adubação convencional.

**Palavras-chave:** tipitamba, agricultura itinerante, ovos de Homoptera.

**INTRODUÇÃO** - Já existem claras evidências de

que as emissões de gases provenientes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e dos desmatamentos e queimadas, fazem parte dos principais mecanismos causadores das mudanças climáticas globais, contribuindo para um gradativo “aquecimento terrestre”.

Analisando o contexto mundial, não há como negar que a principal fonte de emissão é o uso de combustíveis fósseis pelos países ricos e mais industrializados. No entanto, no contexto nacional, os gases oriundos de mudanças de uso na terra que causam desmatamentos e queimadas na Amazônia são os que mais contribuem para as emissões. Os desmatamentos e queimadas na Amazônia respondem por mais de 70% das emissões brasileiras e colocam o Brasil na lista dos dez maiores emissores do planeta (ARTAXO, 2006).

As queimadas, além da emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, causam outros impactos negativos ao meio-ambiente, entre eles a degradação dos solos e consequente redução de sustentabilidade dos agroecossistemas. A agricultura itinerante de corte e queima praticada pelos produtores familiares da Amazônia, após uma longa história de interações ecológicas positivas, passou a ser questionada em função de alterações observadas dentro do sistema que afetaram a sua estabilidade e o seu desempenho como estratégia sustentável. Essas alterações se devem, basicamente, à redução do período de pousio, com rodízios cada vez mais curtos e maiores frequências das queimadas.

Na busca de alternativas ao uso do fogo na agricultura itinerante na Amazônia, está sendo desenvolvido o projeto denominado TIPITAMBA. Ele tem como proposta buscar a substituição da

queima pelo sistema alternativo de trituração da capoeira para a realização do plantio direto. Apesar de mais de dez anos de estudo do plantio na capoeira triturada, ainda são escassas as informações sobre como essa mudança afeta a biologia e a qualidade do solo. Sabe-se que a sustentabilidade dos solos tropicais está intimamente ligada a atividade da matéria orgânica e esta, à atividade de diversos organismos edáficos, que desempenham funções primordiais no equilíbrio e funcionamento dos ecossistemas. Apesar da reconhecida importância, ainda são escassas as pesquisas sobre o efeito que os sistemas de preparo e práticas de manejo provocam sobre os organismos do solo, bem como suas relações com atributos físicos e químicos.

A principal hipótese que norteou a elaboração do trabalho é que as queimadas causam impactos negativos sobre os macroorganismos do solo. Em contrapartida, pressupõe-se que a manutenção do material orgânico na área pelo sistema de plantio direto de corte e trituração favoreça os organismos e a qualidade do solo, tendo seu efeito potencializado ao longo do tempo.

**MATERIAL E MÉTODOS** – O experimento foi realizado em área do Campo Experimental do Cerrado (CEC) da Embrapa Amapá, situado (00°22'55" e 00°24'30" de latitude norte e 51°01'40" e 51°04'10" de longitude a Oeste de Greenwich) no km 43 da BR-156, município de Macapá, Estado do Amapá. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, com textura média, baixa fertilidade natural, baixos teores de matéria orgânica e média acidez.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos: **1) Tratamento AA:** plantio direto na vegetação triturada com aplicação de adubação alternativa: esterco de gado e cinza da queima de sementes de açaí (*Euterpe oleraceae*), proveniente de forno de olaria. A macaxeira foi adubada aos 20 dias após o plantio, com as seguintes dosagens: cinza=2,2 L/cova; esterco= 200 g/cova. **2) Tratamento AC:** plantio direto na vegetação triturada com aplicação de adubação convencional. A macaxeira foi adubada com 19 g/cova da mistura de 5,6 kg de sulfato de amônia + 6,8 kg de superfosfato triplo + 2,8 kg de cloreto de potássio, 20 dias após o plantio, por ocasião da brotação das estacas. **3) Tratamento Q:** vegetação triturada queimada sem adubação. **4) Tratamento T:** plantio direto na vegetação triturada sem adubação (testemunha).

A área experimental teve um total de 16 parcelas de 312 m<sup>2</sup> (13 m x 24 m) cada. As parcelas dos tratamentos com trituração foram preparadas utilizando o equipamento denominado Tritucap,

pertencente ao projeto Tipitamba. Esse equipamento é um frezador florestal, que é acoplado a um trator 4 x 4 com super redução, especialmente adaptado para realizar a operação de trituração da capoeira. As parcelas do tratamento queimado foram preparadas no mês de abril de 2008, sendo realizado o plantio logo a seguir. Utilizou-se um esquema de plantio onde se consorciou a cultura do milho (*Zea mays L.*), variedade sol da manhã, com a cultura da macaxeira (*Manihot esculenta*), variedade pão.

Para a realização das análises química e da textura do solo foram coletadas, com o auxílio de uma sonda de percussão de 2 cm de diâmetro, amostras de terra na profundidade de 0-10 cm. A amostra de cada parcela foi composta de 10 amostras simples, coletadas em formato de X. Nesta mesma profundidade e utilizando-se anéis volumétricos de 98 cm<sup>3</sup>, coletou-se uma amostra indeformada de terra no centro de cada parcela para a análise física. As análises químicas e físicas foram determinadas segundo métodos recomendados pela EMBRAPA.

A coleta da macrofauna do solo foi realizada utilizando-se o método recomendado pelo Programa TSBF ("Tropical Soil Biology and Fertility"), modificando-se a profundidade de coleta para a camada de 0-20 cm de solo. Retirou-se, de cada parcela, 01 monolito de solo de 25 cm x 25 cm x 20 cm de profundidade. Os monolitos foram destorroados no interior de bandejas plásticas e com o auxílio de pinças, procedeu-se a catação manual dos organismos, que foram colocados em recipientes de vidro contendo álcool 70%. Após a triagem, identificaram-se os macroinvertebrados, ao nível de grandes grupos taxonômicos (COSTA et al.; 2006; BARNES, 1984), sendo os mesmos separados e contados para determinação da densidade (ind. m<sup>-2</sup>). Os representantes do grupo Oligochaeta foram pesados em balança analítica para determinação da biomassa úmida em álcool (g m<sup>-2</sup>).

Realizou-se uma análise multivariada de componentes principais (ACP) das variáveis representantes da biologia, química e física do solo, buscando verificar as associações entre essas múltiplas respostas de atributos do solo e a relação com os tratamentos testados. Também foram realizadas análises de variância para testar o efeito dos tratamentos sobre respostas específicas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - Os quatro primeiros componentes retidos para análise explicaram, em conjunto, 74,66% da variação total, sendo os restantes desconsiderados. A variabilidade existente na estrutura da matriz de correlações dos vetores das variáveis respostas foi explicada em 33,59% pela CP1 e em 18,18% pela CP2, totalizando 45,06% para os dois componentes mais importantes.

As principais variáveis associadas ao CP1 foram oito atributos químicos do solo (Tab. 1), ligados principalmente a acidez e fertilidade da terra, mais a porosidade. Exceto a porosidade, todas as outras variáveis do CP1 participaram da composição apenas desse componente, mostrando que os nutrientes e a acidez do solo não foram associados aos organismos edáficos.

O CP2 resultou da combinação linear de seis variáveis (Índice de Shannon, Índice de Pielou, Densidade Total, Biomassa Oligochaeta, Densidade de Imaturos, Ovos de Homoptera), tendo como variável mais importante a Densidade de Imaturos que, juntamente com Ovos de Homoptera e Densidade Total, se correlacionaram com a parte negativa de ambos os eixos fatoriais, enquanto que o Índice de Shannon e Pielou se correlacionaram com a parte positiva dos mesmos. Além da participação no CP2, a densidade total de organismos da macrofauna edáfica também foi importante para a formação do CP3, em que houve a associação da mesma com o teor de nitrogênio e a porosidade do solo.

**Tabela 1.** Coeficientes associados a cada variável resposta para a definição de cada componente retido na análise da matriz de correlações das variáveis. Valores destacados ( $\bullet 0,5$ ) foram considerados significativos.

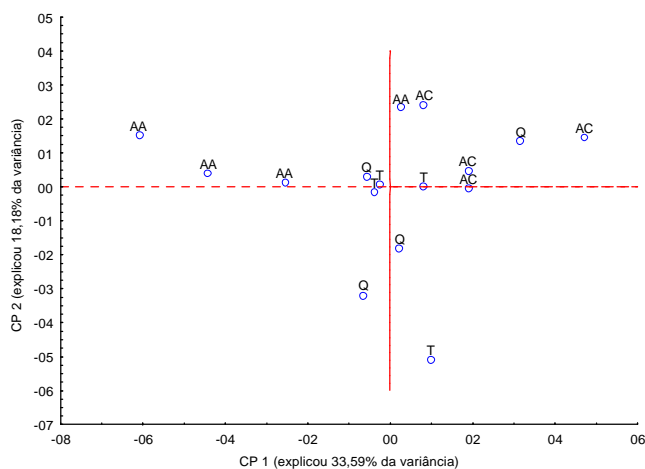
Variável	CP1	CP2	CP3	CP4
Índice de S (H)	0,3373	<b>0,7838</b>	0,3599	0,1206
Índice de P (J)	0,4428	<b>0,7429</b>	0,2423	0,0489
Dens. Total	-0,216	<b>-0,5422</b>	<b>0,6942</b>	0,2355
Biomassa Olig.	0,1830	<b>-0,8668</b>	0,4099	<b>0,6434</b>
Dens. Imaturos	-0,015	<b>-0,8444</b>	0,3211	0,1850
Ovos Homoptera	-0,020	<b>-0,8436</b>	0,3186	0,1819
pH	<b>-0,811</b>	0,1100	-0,0364	-0,3128
Al	<b>0,8688</b>	0,0768	0,1026	0,1944
H + Al	<b>0,8245</b>	0,3754	-0,0496	0,0243
SB	<b>0,8384</b>	0,2738	0,4040	-0,1132
CTC	<b>0,6570</b>	0,4953	0,4680	-0,1266
V	<b>-0,900</b>	0,1826	0,3444	-0,0960
M	<b>0,910</b>	-0,0436	-0,0204	0,2021
P	<b>-0,712</b>	0,2340	0,2974	0,1152
MO	-0,217	0,4314	0,1519	<b>0,5282</b>
N	0,4670	0,1326	<b>0,4973</b>	0,2734
Dens. Aparente	-0,463	0,1522	-0,2709	<b>0,6807</b>
Dens. Partícula	0,4639	0,1433	0,4420	-0,180
Porosidade	<b>0,6052</b>	0,0052	<b>0,4997</b>	<b>-0,536</b>
Umidade	0,4007	-0,2610	0,4053	<b>-0,523</b>

A análise das associações representadas pelo CP3 e CP4, que explicaram, respectivamente, 12,44% e 10,45% da variação total dos dados, mostra que houve relação entre algumas variáveis ligadas à biologia e física do solo. A CP3 resultou da relação entre as variáveis densidade total de organismos, porosidade e teor de nitrogênio, enquanto que a CP4, originou-se da interação entre biomassa de oligochaeta, densidade aparente, matéria orgânica,

umidade e porosidade. Isso mostra que, houve maior relação entre os organismos do solo com atributos físicos do que com atributos químicos, que ficaram isolados apenas no primeiro componente, sem associação com nenhuma variável da parte biológica.

A relação negativa da densidade de organismos com a diversidade, mostra que houve a predominância de poucos grupos na definição da quantidade total de indivíduos encontrados, o que reflete em baixos valores de índices de diversidade que consideram a proporção de indivíduos de cada grupo em relação ao total.

A análise da interação entre os dois principais componentes, quando foram usados os tratamentos como fator de agrupamento (Fig. 1), evidenciou que houve uma tendência diferenciada do tratamento adubação alternativa (AA).



**Figura 1.** Projeção dos 02 componentes principais quando os tratamentos foram usados como fator de agrupamento. AA=adubação alternativa, AC=adubação convencional, Q=queimado, T=testemunha.

Verifica-se que houve um agrupamento das observações do tratamento AA, principalmente de 03 repetições que ficaram mais distantes do eixo do CP1, do seu lado negativo. Esse tratamento ficou separado dos demais apenas quando se analisa a Figura em função do primeiro componente, que foi formado por variáveis ligadas à fertilidade e acidez do solo. Isso mostra que no referido tratamento houve um aporte em termos de fertilidade do solo, que pode ser explicado pela adição da cinza de olaria e do esterco bovino como adubação alternativa para as culturas da mandioca e milho. Os adubos orgânicos contêm elevados teores de componentes orgânicos, como lignina, celulose, lipídios, graxas, carboidratos e óleos, além da presença de N, P, K, Ca, Mg e micronutrientes e possuem como importantes vantagens o aumento da MO, melhoria na estrutura e atividade microbiana do solo, aumento da CTC e diminuição dos efeitos tóxicos do

alumínio (FERREIRA, 2000). As cinzas vegetais, normalmente, apresentam potencial no uso como corretivo e podem aumentar o pH e reduzir o teor de alumínio trocável.

A densidade média total de organismos por tratamento variou de 3.644 ind m<sup>-2</sup> a 6.792 ind m<sup>-2</sup>, correspondendo, respectivamente, à área queimada e que recebeu adubação alternativa. No entanto, essa diferença não foi significativa (F=2,911; p=0,4054) devido à elevada variabilidade entre as repetições de cada tratamento. Os organismos encontrados no presente trabalho foram concentrados em poucos grupos. Os ovos de homóptera e os isópteros foram responsáveis por mais de 90% do total dos indivíduos coletados. Silva et al. (2007) em seu trabalho com macrofauna edáfica em diferentes sistemas de produção em um Latossolo do cerrado, também observou o grupo Isoptera como o mais representativo (68% do total). Supõe-se que a presença dos organismos desses grupos esteja associada à degradação do solo da área experimental pela compactação. A presença do grupo Homoptera em estágio imaturo pode estar relacionado com alguma espécie de cigarrinha das pastagens, em função da constante associação desse inseto com gramíneas, vegetação predominante no cerrado. Resultado semelhante foi relatado por Benito et al. (2004), que encontrou associação dos grupos Isoptera e Homoptera ao efeito de degradação em áreas de pastagens, ambientes nos quais esses organismos apresentam potencial de tornarem-se pragas.

Os valores de densidade aparente encontrados para todos os tratamentos foram muito próximos a 1,6 g cm<sup>-3</sup>, mostrando que o solo da área experimental está homogêneo em termos de estrutura física, apresentando-se todo com características de compactação. Segundo Moraes et al. (2009), Latossolo em região de cerrado, com densidade aparente superior a 1,30 g cm<sup>-3</sup> pode ser considerado compactado ou em processo de compactação. As condições de compactação da área onde foi instalado o experimento, em função do histórico de intensiva mecanização para preparo convencional da área, ainda não foram alteradas pelos tratamentos.

Três meses após o plantio, o tratamento com adubação alternativa quadruplicou os teores de K no solo (passando de 0,17 p/ 2,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), enquanto que o fósforo aumentou cerca de dezenove vezes (0,88 p/ 49,5 g dm<sup>-3</sup>).

A ANOVA mostrou haver diferenças significativas para os valores de peso médio da raiz (F=14,89; p<0,001) e de produtividade total (F=18,18; p<0,001) para a cultura da macaxeira. A adubação alternativa com cinza de caldeira e esterco bovino foi capaz de manter a mesma produtividade do

que a adubação convencional, já que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos AC e AA. As plantas de macaxeira que receberam a adubação alternativa produziram raízes maiores, com uma produtividade de 4,1 t em 0,24 ha do sistema consorciado com o milho.

**CONCLUSÕES** - Tanto em sistemas com uso do fogo como em sistemas com trituração da capoeira, os organismos edáficos podem ser mais associados a atributos físicos do solo do que a sua fertilidade.

Ecossistema de cerrado amazônico sob uso agrícola pode apresentar elevada abundância de organismos da macrofauna do solo, porém, concentrados em poucas ordens, o que reduz a diversidade.

A adubação alternativa libera elevadas quantidades de nutrientes para o solo e, momentaneamente, melhora a fertilidade e reduz sua acidez, conseguindo manter o mesmo nível de produtividade da macaxeira quando comparada com a adubação convencional.

## REFERÊNCIAS

- ARTAXO, P. A Amazônia e as mudanças climáticas. **Ciência Hoje**, v. 38, n. 234, p. 21-25, 2006
- BARNES, D. R. **Zoologia dos Invertebrados**. Pennsylvania: Roca, 4 ed., 1984. 1179p.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto : Holos, 2006. 249p.
- FERREIRA, T.N.; SCHWARZ, R.A.; STRECK, E.V. (Coords.) **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 95p.
- MORAES, M. F. et al. **Densidade e porosidade do solo como diagnóstico do estado de degradação de solos sob pastagens na região dos cerrados**. [www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/Protoc%20158.pdf](http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/Protoc%20158.pdf)  
Acessado em 27/02/2009
- BENITO, N.P. et al. Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado). **European Journal of Soil Biology**, v.40, p.147-154, 2004.
- SILVA, M. B. da et al. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.12, p.1755-1761, 2007.