

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Dinâmica do carbono em um Neossolo Quartzarênico do sudoeste da Amazônia”

FALBERNI DE SOUZA COSTA⁽¹⁾, CIMÉLIO BAYER⁽²⁾, PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽³⁾, LUCIELIO MANOEL SILVA⁽⁴⁾, MANOEL DELSON CAMPOS FILHO⁽⁵⁾, FRANCISCA JOICICLÉIA ALENCAR MATOS⁽⁶⁾ & EDENILSON PINHEIRO SILVA⁽⁷⁾

RESUMO – A dinâmica temporal do carbono orgânico em solos sob floresta primária é teoricamente aceita como em estado estável porque as adições compensam as perdas ao longo do tempo. No Juruá – Acre essa dinâmica em solos sob cultivo agrícola em relação à floresta primária não é conhecida. O trabalho foi realizado para avaliar a dinâmica temporal do carbono orgânico em um Neossolo Quartzarênico do município de Mâncio Lima – Acre submetido ao cultivo com mandioca em plantio direto e com solo gradeado nos seguintes sistemas de manejo: testemunha, mucuna e mucuna+calcário, em comparação ao solo sob floresta primária. No quarto ano de condução do experimento com plantio direto, o teor do carbono orgânico do solo da floresta primária foi ultrapassado em mais de 8 % pelo teor da mucuna+calcário na camada de 0-20 cm. O mesmo não aconteceu no solo sob grade nessa mesma camada do solo. Os sistemas testemunha e mucuna em ambos os sistemas de preparo do solo (plantio direto e com grade) parecem estar em estabilização ou mesmo ainda perdendo carbono orgânico, sendo verificado o mesmo na mucuna+calcário com grade. As dinâmicas de perdas de carbono orgânico do solo da camada de 0-20 cm parecem estar contribuindo com a sua descida na forma solúvel, o que pode estar associado à granulometria desse Neossolo, facilitando essa descida.

Palavras-Chave: (Eliminação da queima de resíduos; plantio direto; sistemas de manejo do solo; UFAC; Embrapa Acre; Juruá; Acre)

Introdução

A dinâmica temporal das entradas e saídas dos componentes de um sistema natural pode ajudar a definir a forma de manejá-lo maximizando as entradas e minimizando as perdas, ou o inverso, conforme o

interesse no componente. O acúmulo de matéria orgânica em solos de tropicais é uma condição importante para a manutenção da fertilidade do solo, portanto de maior produtividade das culturas. Contudo, diante das condições de clima e solo dos trópicos, essa é um desafio para, inclusive, reduzir as emissões de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono mediante redução do desflorestamento e eliminação do uso do fogo na agricultura. Para se conseguir esse alto teor de carbono orgânico é necessário produzir quantidades significativas de resíduos vegetais mediante estabelecimento de sistemas de culturas em sucessão/rotação que sejam capazes de incrementar o carbono orgânico e, portanto, a quantidade de matéria orgânica do solo.

A produção de mandioca (*Manihot esculenta* Krantz) é a principal atividade agrícola na região do Juruá, estado do Acre, sudoeste da Amazônia [1], tanto *in natura* quanto na forma de farinha, representando um setor importante na economia regional, por ser a base da dieta alimentar da população. O Juruá é uma das cinco regiões de desenvolvimento, localizada no extremo oeste do Acre e composta pelos municípios de Coronel Thaumaturgo, Porto Walter, Mâncio Lima, Rodrigues Alves e Cruzeiro do Sul [2], onde é produzida a farinha considerada como uma das melhores da região Norte, comprovada por análises de sua qualidade [3]. Contudo, apesar desse contexto favorável, e de trabalhos demonstrarem que os solos de toda a bacia do Acre são formados a partir sedimentos terciários e quaternários ricos em minerais primários, resultando em características para estes solos distintas de outras regiões da Amazônia, como, por exemplo, alta capacidade de troca de cátions, apesar de altos teores de alumínio [4, 5], o sistema de uso do solo na região do Juruá resulta no primeiro ano de cultivo das áreas, após desmate e queima e cultivos de feijão e arroz, na produtividade de raiz de mandioca da ordem de 8 a 15 Mg ha⁻¹, diferente de outras regionais do Acre, com valor correlato de 20 Mg ha⁻¹, ou até superior, indicando que

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Acre, CPAF-AC, Rodovia BR 364, km 14, Rio Branco, AC, CEP 69900-970. E-mail: falberni@cpafac.embrapa.br. Na realização das atividades deste trabalho, o autor ainda estava como professor da Universidade Federal do Acre, UFAC, *campus* de Cruzeiro do Sul.

⁽²⁾ Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Acre, CPAF-AC. Rio Branco, AC.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Analista de Pesquisa da Embrapa Acre, CPAF-AC. Rio Branco, AC.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Assistente de Pesquisa da Embrapa Acre, CPAF-AC. Av. 25 de agosto, 4031, Cruzeiro do Sul, AC, CEP 69980-000.

⁽⁶⁾ Sexto Autor é graduanda do curso de Engenharia Florestal, bolsista de Iniciação Científica. UFAC. Gleba Formoso, Colônia São Francisco, Cruzeiro do Sul, AC, CEP 69980-000.

⁽⁷⁾ Sétimo Autor é graduando do curso de Engenharia Florestal, bolsista de Iniciação Científica. UFAC. Gleba Formoso, Colônia São Francisco, Cruzeiro do Sul, AC, CEP 69980-000.

Apoio financeiro: FDCT/FUNTAC e CNPq.

esses solos de melhor fertilidade não são representativos para a região do Juruá [6].

Alternativas à agricultura itinerante, ou sistema de corte e queima, têm sido propostos na Amazônia, com a finalidade principal de eliminar o uso do fogo para a limpeza das áreas e reduzir a pressão antrópica sobre o remanescente primário. Nessa direção, Pacheco & Marinho [7] propuseram o plantio direto associado ao cultivo de plantas de cobertura e adição de nitrogênio como alternativa para a produção de grãos na região do Baixo Acre, alcançando incrementos de produtividade de 130 % para o milho e 170 % para o arroz em comparação aos valores médios do estado, bem como incremento para o feijão cultivado sobre os resíduos culturais de milho e arroz de 221 e 120 %, respectivamente.

Considerando os fatores de cenário favorável ao agronegócio da mandioca no Juruá, no estado do Acre e na região amazônica, e de desfavorável quanto à continuação no longo prazo dessa atividade agrícola no Juruá, devido à ausência de alternativas para o manejo do solo, foram avaliados os efeitos de sistemas alternativos à agricultura de corte e queima nos teores de carbono orgânico do solo de uma área cultivada com mandioca.

Material e Métodos

A área de estudo foi selecionada com base no histórico de uso do solo, ou seja, com cultivos de mandioca anteriores e em descanso. A área pertence ao município de Mâncio Lima, denominada de Pentecostes (7°28'39"S, 72°56'36"W). A classe de solo da área é um Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico, sob contato de floresta ombrófila com campinarana em terras baixas [2, 8].

O Neossolo foi desflorestado em 1990, cultivado com mandioca em anos alternados até 2003, e ficou sem cultivo e sob gramíneas, como barba de bode (*Cyperus compressus*), rabo de burro (*Andropogon bicornis*), braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha*) e amargoso (*Digitaria insularis*) de 2004 a 2006.

O estudo foi realizado em experimento instalado em 2006, em blocos (40x50 m) ao acaso com parcelas subdivididas, três repetições e cinco tratamentos em cada bloco. A gradagem e o plantio direto do solo são os tratamentos nas parcelas principais (50x20 m). Nas parcelas secundárias (10x20 m), os tratamentos envolvem o cultivo da mucuna (*Mucuna aterrima*) para cobertura do solo e adição de nitrogênio orgânico, a aplicação de calcário dolomítico (3-5 Mg ha⁻¹) e fósforo - P (46-58 kg P₂O₅ ha⁻¹). Os tratamentos das parcelas secundárias são 1) testemunha, 2) mucuna, 3) mucuna+calcário, 4) mucuna+P, e 5) mucuna+calcário+P. Neste estudo foram avaliados os tratamentos em plantio direto e com grade: testemunha, mucuna e mucuna+calcário.

Na implantação do experimento, para caracterização da área, três trincheiras (20x30x40 cm) foram abertas e amostras de solo compostas foram coletadas nos meses de outubro/novembro de 2006,

nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, e enviadas para Rio Branco para análises químicas [9] no laboratório de solos do Departamento de Ciências Agrárias da UFAC. Os resultados para o solo cultivado com mandioca (média das camadas 0-10 e 10-20 cm) foram: pH = 4,0; argila = 106 g kg⁻¹; fósforo = 7,0 mg dm⁻³; saturação por bases (valor V) = 8 %; saturação por alumínio = 70%. Para o solo sob floresta primária (média das camadas 0-10 e 10-20 cm) foram: pH = 3,7; argila = 61 g kg⁻¹; fósforo = 4,5 mg dm⁻³; saturação por bases (valor V) = 2 %; saturação por alumínio = 85%.

O preparo do solo foi realizado em setembro/outubro de 2006 e a mucuna foi semeada em novembro do mesmo ano e manejada entre junho e julho de 2007 com rolo-faca tracionado por animal e/ou corte manual, devido a problemas de costume do animal ao serviço. O objetivo inicial do uso da leguminosa foi adição de matéria orgânica e não de nitrogênio, como tradicional. Após o manejo da mucuna, novas amostragens de solo foram realizadas. Cerca de um mês após o manejo da mucuna, a variedade de mandioca Mansa e brava foi plantada no espaçamento tradicional da região de 1 x 1 m. Durante a condução do cultivo foram realizadas limpezas de manutenção. A colheita da mandioca foi realizada em agosto de 2008, totalizando 12 meses de cultivo. Após a colheita, o solo ficou sob mucuna, e novas amostragens de solo foram realizadas em abril de 2009. As análises químicas [9] nas amostras de solo coletadas em 2007 e 2009 foram realizadas no laboratório de solo da Embrapa Acre, em Rio Branco, Acre.

Resultados

No solo cultivado em plantio direto, os teores de carbono orgânico (0-20 cm) de 15,3 g kg⁻¹ na floresta primária (assumida como referência no ano do desflorestamento/1990) foram reduzidos para 12,7 g kg⁻¹ (2006) na área em descanso, resultando em uma redução de 17 % em 16 anos e, portanto, na taxa de 0,16 g kg⁻¹ ano⁻¹ (Figura 1). Em 2007, quando a mucuna já havia sido manejada, os teores de carbono orgânico continuaram em redução na testemunha (11,6 g kg⁻¹) e na mucuna+calcário (11,9 g kg⁻¹). É possível que neste sistema, a maior produção de biomassa, inferida dos maiores teores de carbono orgânico observados em 2009, possa ter iniciado a decomposição depois no sistema com mucuna, o que poderia explicar o maior teor de carbono orgânico na mucuna em 2007. Os teores de carbono orgânico na testemunha em 2009 foram semelhantes aos de 2006, indicando ser essa a variação na sua amplitude de variação no período. O maior teor de carbono orgânico na mucuna+calcário em 2009 pode ser resultado de uma maior produção de biomassa de mucuna neste sistema pela presença do calcário.

Os teores de carbono orgânico (20-40 cm) do solo cultivado em plantio direto foram semelhantes (8,2 g kg⁻¹) entre a floresta primária e a área em descanso no período de 1990-2006. Nos períodos seguintes (1990-2007 e 1990-2009), os teores de carbono orgânico foram maiores em todos os sistemas em relação à floresta primária, com destaque para a mucuna+calcário. Esses resultados podem

estar relacionados à maior produção de biomassa vegetal, como consequência de descida do carbono orgânico da camada de 0-20 cm a partir da decomposição dos resíduos da mucuna, associada à granulometria arenosa, característica dessa classe de solo, nesta camada (Figura 1).

No solo cultivado com grade, a variação dos teores de carbono orgânico (0-20 cm) no período de 1990-2006 é semelhante ao solo cultivado em plantio direto. Contudo, a partir de 2006 os sistemas com mucuna e calcário ainda não conseguiram aumentar os teores de carbono orgânico em relação aos valores da floresta primária. Os resultados demonstram que os teores de carbono orgânico ainda estão com tendência de redução, mesmo na mucuna+calcário, sendo que seria esperado um resultado semelhante ao que aconteceu no solo cultivado em plantio direto. Esses resultados podem estar relacionados ao revolvimento do solo pela grade, favorecendo um ambiente mais oxidativo no solo pela trituração dos resíduos vegetais, pelo aumento do contato resíduo-solo e pela maior aeração do solo com a gradagem deste.

O aumento dos teores de carbono orgânico na camada de 20-40 cm do solo cultivado com grade pode estar relacionado a dois eventos: 1) aumento dos teores e 2) à maior decomposição de resíduos vegetais na camada sobrejacente (0-20 m), associados à granulometria arenosa desta camada. Os teores de carbono orgânico na camada de 20-40 cm parecem estar relacionados ao segundo evento no solo cultivado com grade, ao contrário do solo cultivado em PD, onde o evento 1 tem maior probabilidade de ocorrência.

No quarto ano de condução do experimento com plantio direto, o teor do carbono orgânico do solo da floresta primária foi ultrapassado em mais de 8 % pelo teor no sistema mucuna+calcário na camada de 0-20 cm. O mesmo não aconteceu no solo preparado com grade nessa mesma camada do solo. Os sistemas testemunha e mucuna em ambos os sistemas de preparo do solo (plantio direto e com grade) parecem estar em estabilização ou mesmo ainda perdendo carbono orgânico, sendo verificado o mesmo no mucuna+calcário com grade. As dinâmicas de perdas de carbono orgânico da camada de 0-20 cm parecem estar contribuindo com a sua descida na forma solúvel, o que pode estar associado à granulometria desse Neossolo, facilitando essa descida. Essa dinâmica pode ser inferida na figura 1, onde os teores de COS em redução na camada de 0-20 cm correspondem a incrementos na camada de 20-40 cm.

Um ambiente menos oxidativo e mecanismos de proteção física relacionados a agregados mais estáveis no solo cultivado em plantio direto pode reduzir as taxas de mineralização da matéria orgânica em comparação ao solo cultivado com preparo mecânico [10] e permitir acumulação de carbono orgânico. Esta afirmação tem sido testada e comprovada em Latossolos e Argissolos, contudo em Neossolo do

Juruá/Amazônia não são conhecidos estudos com o objetivo de avaliar a proteção da matéria orgânica pelos agregados dos solos.

Conclusões

A dinâmica do carbono orgânico em solo arenoso e cultivado com grade e em plantio direto é diferente nas condições do Juruá – Acre, devido à presença da grade, que parece aumentar as taxas de decomposição dos resíduos vegetais. Em sentido inverso, no solo cultivado com plantio direto, os sistemas propostos como alternativos, com destaque para o sistema que associa mucuna e calcário, parecem conferir capacidade de até mesmo ultrapassar os teores primários de carbono orgânico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao produtor rural Sebastião Oliveira Nascimento e sua família pelo aceite em participar na pesquisa e pelo apoio na execução das atividades da pesquisa. Agradecem ainda ao FDCT/FUNTAC e CNPq pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

Referências

- [1] MACHADO, F.S.; AQUINO, J.N.; SERRANO, R.O.P. 2008. *Diagnóstico territorial: Território Rural Vale do Juruá*. Rio Branco, Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais – PRONAT. 61p.
- [2] ACRE. Governo do Estado do Acre. 2009 [Online]. Zoneamento ecológico e econômico – primeira e segunda fase. Homepage: <http://www.seiam.ac.gov.br>
- [3] SOUZA, J.M.L.; ÁLVARES, V.S.; LEITE, F.M.N.; REIS, F.S. & FELISBERTO, F.A.V. 2008. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no vale do Juruá, Acre. *Acta amazônica*, 38:761-766.
- [4] VOLKOFF, B.; MELFI, A.J.; CERRI, C.C. 1989. Solos Podzólicos e Cambissolos eutróficos do alto rio Purus (estado do Acre). *R. Bras. Ci. Solo*, 13:363-372.
- [5] GAMA, J.R.N.F. Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do estado do Acre. Itaguaí, R.J., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1986. 150p. (Tese de Mestrado).
- [6] MOURA, G.M.; AMARAL, E.F. & ARAÚJO, E.A. 2001. Aptidão natural dos solos do estado do Acre para o cultivo da mandioca. *Comunicado técnico*, 133:1-6.
- [7] PACHECO, E.P.; MARINHO, J.T.S. 2001. Plantio direto: uma alternativa para produção de grãos no estado do Acre. *Comunicado técnico*, 131:1-5.
- [8] BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB/SC.18 Javari/Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. (Levantamento de recursos naturais, v.13). 1977.
- [9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).
- [10] ZANATTA, J.; BAYER, C.; DIECKOW, J.; VIEIRA, F.C.B.; MIELNICZUK, J. 2007. Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. *Soil & Tillage Research*, 94:510-519.

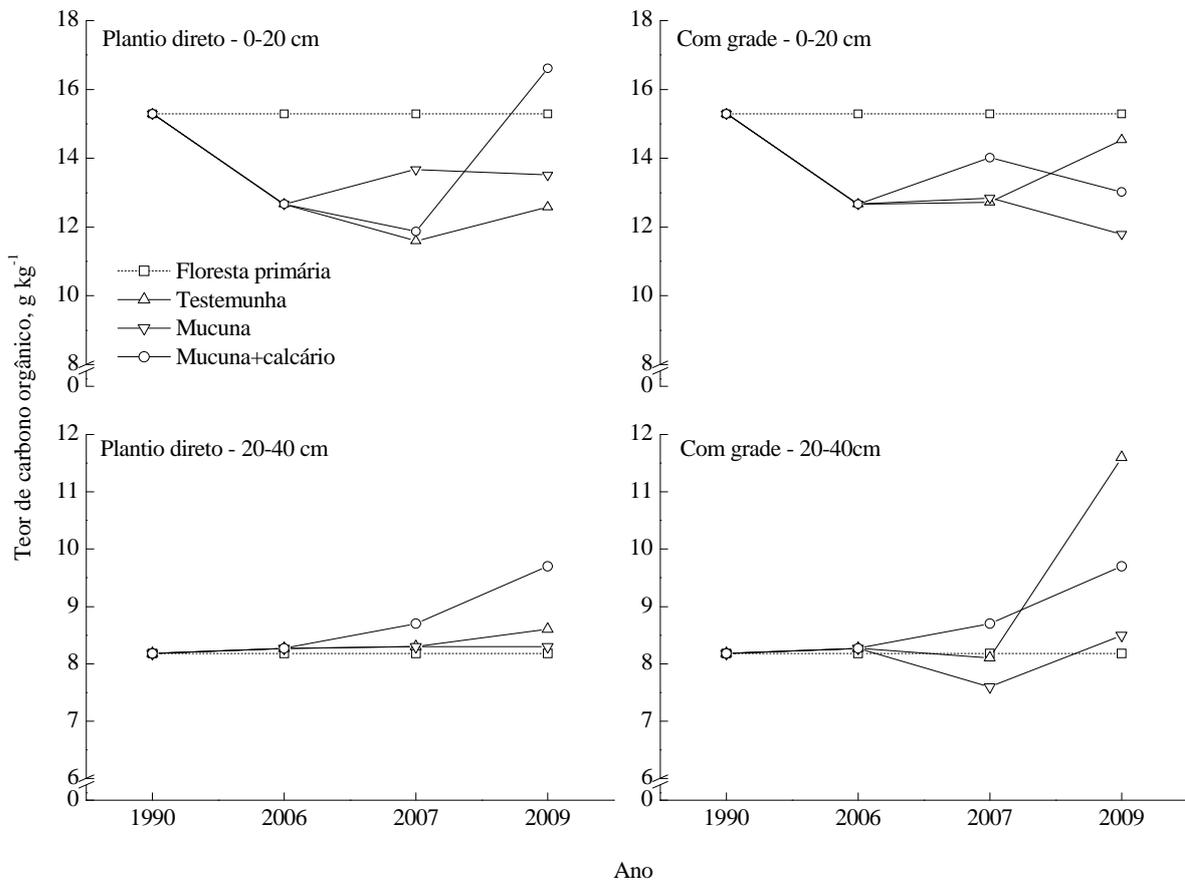


Figura 1. Dinâmica temporal do carbono orgânico do solo em sistemas de manejo em um Neossolo Quartzarênico de Mâncio Lima / Juruá – Acre.