

Atributos químicos e físicos de um Latossolo e rendimento de milho em diferentes sistemas de manejo da capoeira

Alaerto Luiz Marcolan¹
Marília Locatelli²
Samuel Rodrigues Fernandes³

Introdução

O preparo tradicional de áreas com capoeira na agricultura brasileira envolve derruba e queima da vegetação. Esta prática busca suprir as necessidades nutricionais das culturas com os nutrientes acumulados na vegetação secundária (capoeira), que cresce no período de pousio entre os cultivos. A prática interrompe a reciclagem e os nutrientes que seriam adicionados gradativamente ao solo, pela decomposição da matéria orgânica, passam a ficar disponíveis de uma só vez, nas cinzas sobre a superfície do solo. Esta maior disponibilidade modifica os atributos químicos da camada superficial do solo, diminuindo a saturação por alumínio e aumentando o pH e as bases trocáveis.

Apesar dos benefícios, a prática da derruba e queima apresenta sustentabilidade comprometida, por causa da baixa fertilidade do solo, associada às perdas de nutrientes, à redução do período de pousio e à mecanização. Na realidade, a agricultura de derruba e queima torna-se insustentável na medida em que são feitas repetidas queimadas, o que reduz o tempo de pousio entre os cultivos (DENICH et al., 1999). A queima da vegetação propicia a perda de nutrientes retidos na biomassa (KANASHIRO; DENICH, 1998), comprometendo a sustentabilidade do sistema de produção.

Para mudar esta situação, a Embrapa desenvolveu, em parceria com as universidades alemãs de Göttingen e de Bonn, uma tecnologia de preparo de área substituindo a prática de derruba e queima pelo corte e trituração da capoeira (KATO et al., 1999). Essa tecnologia consiste no corte da capoeira, a aproximadamente 5 cm do solo, e na sua trituração, espalhando o material sobre o solo, permitindo a formação de cobertura morta rica em nutrientes, que fortalece e preserva o solo para a realização do plantio das culturas.

O preparo da área para plantio usando corte e trituração da vegetação poderá, além de reduzir a poluição ambiental e os riscos de incêndios acidentais, evitar as perdas de nutrientes acumulados na biomassa e proteger o solo contra os efeitos da lixiviação e da erosão, reduzindo os gastos com adubação e melhorando os atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

O melhor entendimento das consequências do manejo da vegetação por meio do corte e da trituração, em substituição à derruba e queima, no preparo da área para plantio direto, tornou-se importante neste momento. A dúvida estaria em saber quais os benefícios advindos do corte e da trituração da vegetação sobre os atributos químicos e

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Ciência do solo, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, marcolan@cpafro.embrapa.br

³ Engenheira Florestal, Ph.D. em Ciência do solo, pesquisadora da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, marilia@cpafro.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, B.Sc., analista da Embrapa Rondônia, fernande@cpafro.embrapa.br

físicos do solo. Preservar os atributos físicos positivos do solo obtidos ao longo do tempo de cultivo, somado ao benefício do incremento de biomassa, advinda da trituração da vegetação pode ser interessante para melhorar a qualidade do solo. O que se questiona, então, é se, realmente, o preparo de área com corte e trituração da capoeira melhora a qualidade química e física do solo, em relação ao manejo com derruba e queima, o que poderia contribuir para uma maior sustentabilidade do sistema produtivo.

Os sistemas que utilizam queimadas e revolvimento do solo modificam a estrutura do solo, e aceleram a decomposição da matéria orgânica, ocasionando queda de produtividade das culturas e a exposição do solo, diminuindo a sustentabilidade (KLUTHCOUSKI, 1998). Para diminuir a decomposição da matéria orgânica é necessário diminuir o revolvimento do solo, sua perda e a de água e nutrientes, aumentar a reciclagem dos resíduos e manter os nutrientes, aumentar a fixação de CO₂ e sua incorporação ao solo e efetuar rotação de culturas, com plantas de alta produção de biomassa para cobertura na superfície do solo (PAVAN; CHAVES, 1998). Supõe-se que o sistema plantio direto após o corte e trituração da capoeira, em substituição à derrubada e queima, poderia apresentar eficiente desempenho para manutenção e incremento do teor de matéria orgânica do solo. Em regiões com temperaturas e precipitações pluviométricas elevadas permitiria, de forma mais eficiente, a manutenção dos níveis de matéria orgânica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos e físicos de um Latossolo e o rendimento de milho em diferentes sistemas de manejo da capoeira.

Material e métodos

O experimento foi instalado em outubro de 2005, no Município de Nova União (RO). O solo, conforme o Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia (RONDÔNIA, 2000), é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico, de textura argilosa, bem drenado, ligeiramente pedregoso, com declividade entre 0 e 2 %.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o tropical chuvoso (Aw), cujas características se apresentam por total pluviométrico anual, oscilando entre elevado e moderadamente elevado e com nítido período de estiagem (BASTOS; DINIZ, 1982). A média anual

de precipitação é de 2.230 mm, com umidade relativa do ar de 82 % e temperatura média anual de 25,6 °C. A altitude média é de 240 m (BOLETIM, 2005).

A área experimental, localizada geograficamente a 10° 59' 020" de latitude Sul e a 62° 34' 985" de longitude Oeste, vinha sendo mantida com capoeira. Em outubro de 2005, foi selecionada uma área para continuar mantendo a capoeira, foram triturados 0,5 hectares de capoeira e, em área ao lado, a capoeira foi manejada com fogo (queimada). O corte e a trituração da capoeira foram efetuados com um triturador (AHWI FM 600), que funciona acoplado a um trator adaptado para o trabalho em meio à capoeira e está sendo usado pelo projeto Plantio Direto na Capoeira (Tipitamba). Nas áreas com trituração e com queima da capoeira foram cultivados milho e feijão, em 2005, e efetuado o plantio de milho (BR-106) em 2006. Assim, os tratamentos são constituídos de três sistemas de manejo: (a) capoeira contínua, (b) capoeira triturada e (c) capoeira queimada.

Para avaliar a influência da trituração e da queima da capoeira sobre os atributos químicos e físicos do solo foram coletadas, em 2007, quatro amostras compostas, em cada tratamento, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. As amostras foram coletadas com trado holandês e anéis volumétricos, respectivamente para as determinações químicas e de densidade do solo.

Os atributos de solo avaliados foram: resistência do solo ao penetrômetro, determinada no campo, densidade de solo, segundo Blake & Hartge (1986), matéria orgânica do solo, pH-H₂O, cálcio e magnésio trocáveis (KCl 1M), alumínio trocável (KCl 1M), acidez titulável (H+Al) e potássio extraíveis (Mehlich 1), todos conforme metodologia descrita em Silva (1999). Foi também, calculada a saturação por bases (V%) e determinado a produtividade da cultura de milho. Realizou-se a análise da variância dos resultados, utilizando-se o teste de Duncan (P < 0,05) para a comparação entre médias.

Resultados e discussão

O sistema de manejo com queima da capoeira apresentou maior valor de pH do solo na média das camadas (0-20 cm), em relação ao manejo com trituração da capoeira e com capoeira contínua (Fig. 1). A queima propicia aumento do pH do solo temporariamente dependendo da quantidade de cinzas liberada, do pH original do solo, da composição das cinzas e da umidade local.

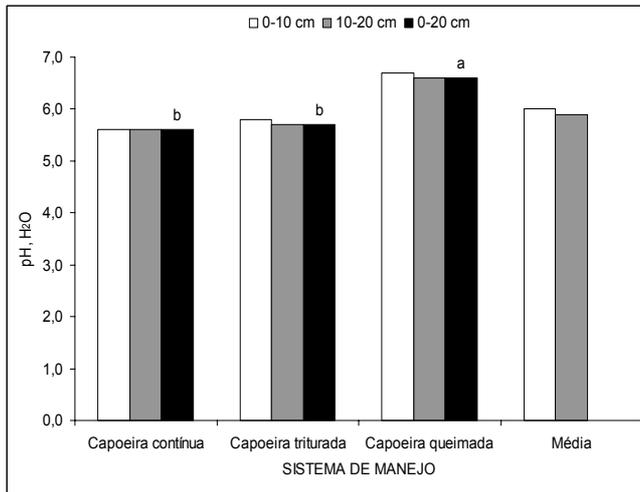


Fig. 1. pH em H₂O de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o potássio não houve diferença entre os tratamentos com queima da capoeira e com trituração da mesma. Porém, ambos apresentaram valores maiores em relação ao tratamento com capoeira contínua (Fig. 2). O que era esperado devido a adição de potássio proveniente das cinzas, no caso da queima, e a liberação oriunda dos resíduos da capoeira, no caso da trituração.

Para o cálcio (Fig. 3) e o magnésio (Fig. 4) trocáveis não houve diferença entre os sistemas de manejo da capoeira. Sendo que o teor de cálcio trocável do solo foi maior na camada de 0-10 cm, em relação à camada de 10-20 cm (Fig. 3).

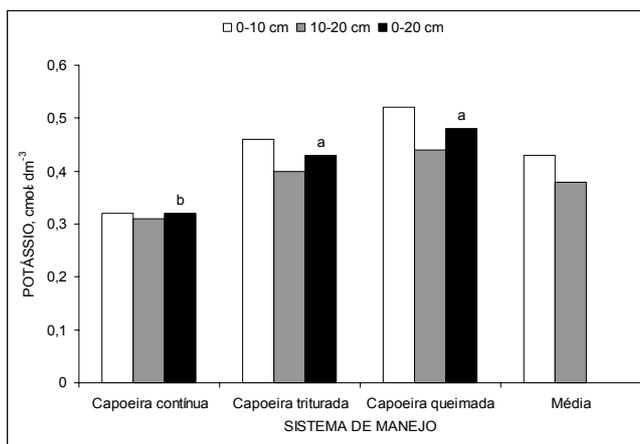


Fig. 2. Potássio trocável de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.

Fonte: Elaborado pelos autores.

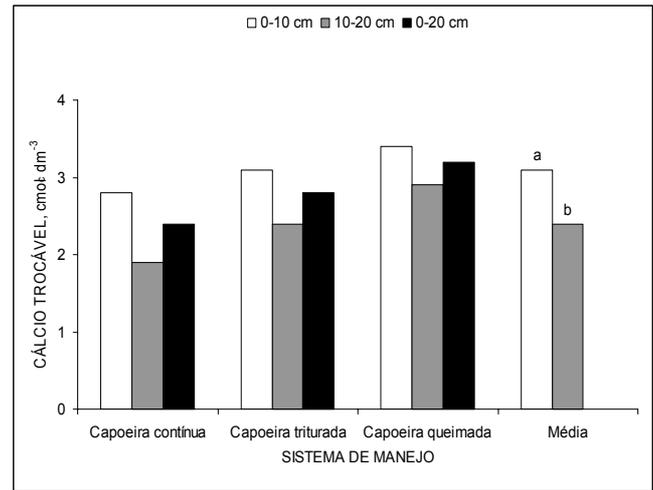


Fig. 3. Cálcio trocável de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O tratamento capoeira triturada apresentou menor saturação por bases do solo (V%), em relação aos tratamentos capoeira contínua e capoeira queimada (Fig. 5). A CTC efetiva não diferiu entre os tratamentos, sendo a acidez potencial (H+Al) a maior responsável pela diferença de saturação por bases entre os tratamentos. Independentemente do sistema de manejo, o solo apresentou elevado valor de saturação por bases e não apresentou acidez efetiva (alumínio trocável). Após a queima ocorre a elevação do pH do solo pelo efeito das cinzas, que reduzem temporariamente os teores de Al e de ácidos orgânicos e, ao mesmo tempo, aumentam a saturação por bases na superfície do solo (SCHACHT et al., 1996).

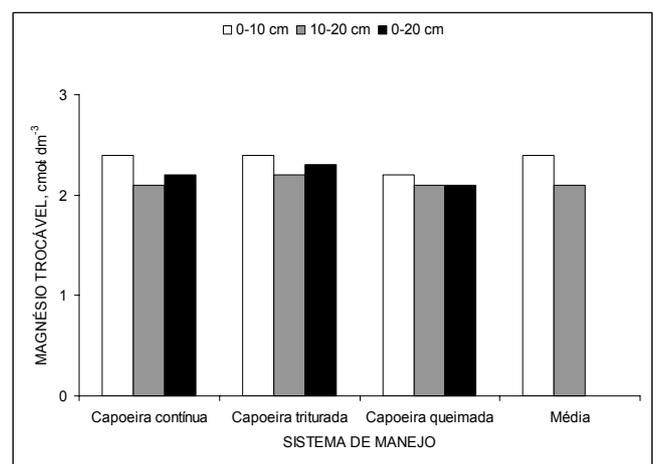


Fig. 4. Magnésio trocável de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A matéria orgânica do solo, embora não tenha apresentado diferença ($P > 0,05$), apresentou tendência de ser maior no tratamento capoeira contínua, principalmente na camada de 0-10 cm, onde o valor foi de 33 g kg^{-1} enquanto que nos tratamentos capoeira triturada e capoeira queimada os valores foram 28 g kg^{-1} e 21 g kg^{-1} , respectivamente (Fig. 6). O sistema de manejo com trituração da capoeira, ao acumular material vegetal na superfície, apresenta tendência de maior teor de matéria orgânica nesta camada, em relação à de 10-20 cm, e também, em relação ao sistema com derruba e queima, que apresenta uma distribuição mais uniforme no perfil do solo (Fig. 6).

A densidade do solo (Fig. 7) e a resistência à penetração (Fig. 8) foram maiores no sistema de manejo com queima da capoeira, e menores na capoeira contínua, em relação ao sistema de manejo com trituração da capoeira. O decréscimo da matéria orgânica do solo no ambiente com queima ocasiona desagregação do solo, provocando a dispersão das partículas finas, ocasionando a obstrução dos poros e, conseqüentemente, o aumento da densidade do solo. A resistência à penetração se encontra estreitamente relacionada com a densidade do solo, sendo a resistência à penetração tanto maior quanto maior a densidade do solo.

Os sistemas de manejo influenciam diretamente nas propriedades estruturais do solo, uma vez que a agregação depende, entre outras coisas, do conteúdo e tipo de matéria orgânica, dos sistemas de culturas (PERFECT et al., 1990), da atividade biológica (LEHRSCHE; JOLLEY, 1992), do sistema de preparo do solo (MARCOLAN; ANGHINONI, 2006; MARCOLAN et al., 2007), e, ainda, das variações de umidade e temperatura no solo.

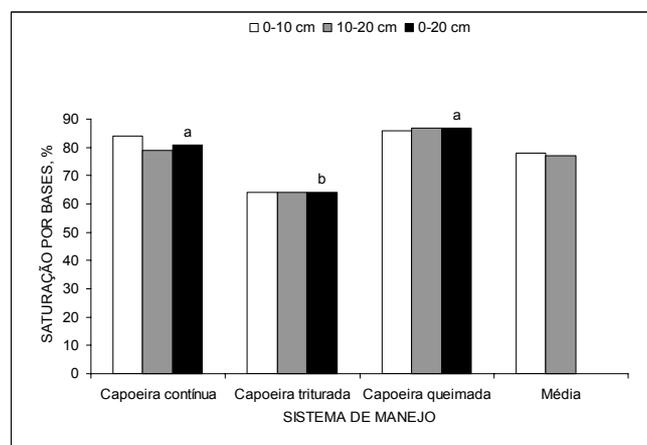


Fig. 5. Saturação por bases de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.
Fonte: Elaborado pelos autores.

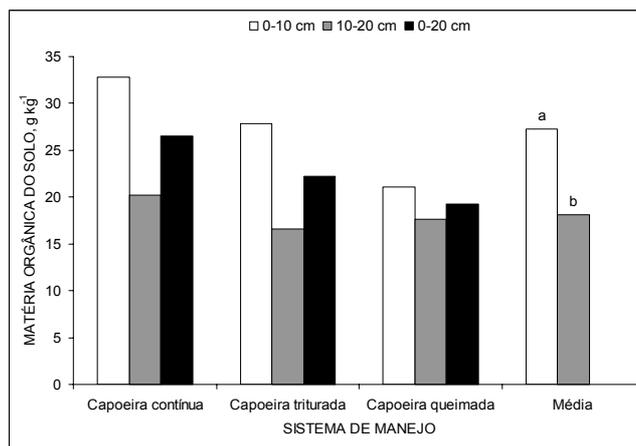


Fig. 6. Matéria orgânica de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.
Fonte: Elaborado pelos autores.

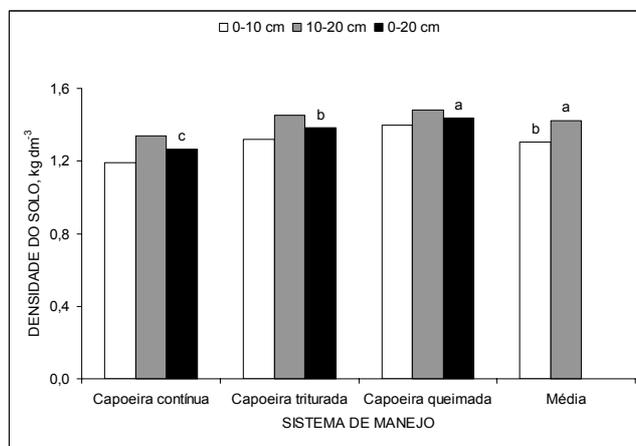


Fig. 7. Densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.
Fonte: Elaborado pelos autores.

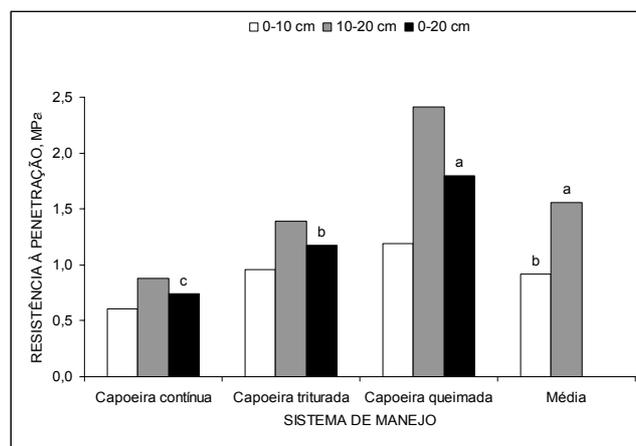


Fig. 8. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes camadas e sistemas de manejo. Letras diferentes em uma mesma camada de solo indicam diferença entre os sistemas de manejo. Letras diferentes na média indicam diferenças entre as camadas de solo, pelo teste de Duncan a 5 %.
Fonte: Elaborado pelos autores.

No sistema com capoeira triturada, os resíduos vegetais são mantidos na superfície do solo, enquanto que, no sistema com derruba e queima, além das forças disruptivas pela ação do fogo, o solo fica exposto à desagregação pelo impacto das gotas da chuva que, somado à mineralização da matéria orgânica, diminui a estabilidade dos agregados. A consequência desses eventos diminui a qualidade estrutural do solo com, consequente, aumento da densidade do solo e da resistência à penetração.

Os limites de compactação do solo ao crescimento radicular são variáveis com os tipos de solo e plantas. A resistência à penetração aumenta com a compactação do solo e, de maneira geral, é restritiva ao crescimento radicular acima de 2,0 MPa (TORMENA et al., 1998). No sistema de manejo com queima da capoeira a resistência a penetração na camada de 10-20 cm foi de 2,41 MPa (Fig. 8). Estes valores podem, segundo Tormena et al. (1998), restringir o crescimento radicular e o desenvolvimento das plantas. As condições físicas do solo e o crescimento das plantas apresentam estreita interação, uma vez que as raízes parecem dispor de mecanismos de detecção dessas condições, enviando sinais à parte aérea que controlam o crescimento e a expansão foliar (TAYLOR; BRAR, 1991).

O rendimento de grãos de milho não foi afetado pelos diferentes sistemas de manejo (Quadro 1). Apesar das diferenças nos atributos químicos e físicos do solo, determinados pelos diferentes sistemas de manejo, os rendimentos encontrados foram similares e adequados, considerando-se o nível tecnológico utilizado, nos dois sistemas de manejo (Quadro 1). No sistema de manejo com queima da capoeira, o valor de resistência a penetração (2,41 MPa) embora maior que o considerado restritivo por Tormena et al. (1998), não chegou a interferir no rendimento de grãos de milho. Provavelmente, devido à ausência de restrições hídricas durante o cultivo do milho e a elevada fertilidade natural do solo. Deve-se salientar que a declividade do terreno no experimento é quase nula e, com isso, eventuais problemas com erosão são mínimos mesmo quando ocorreu a queima da capoeira. Também, neste experimento, o tráfego de máquinas era mínimo, uma vez que, a semeadura do milho foi feita com "matraca" e a colheita é manual.

Quadro 1. Rendimento⁽¹⁾ de milho em diferentes sistemas de manejo da capoeira.

Sistema de manejo	Milho grãos
 t ha ⁻¹
Capoeira triturada	4,25
Capoeira queimada	4,15

⁽¹⁾Não significativo (P > 0,05).
Fonte: Elaborado pelos autores.

O sistema de manejo com corte e trituração da capoeira, mesmo a curto prazo, já apresentou efeitos positivos nos atributos químicos e físicos do solo. Esta prática melhora as condições do solo, tanto pela adição de matéria orgânica como pelas menores perdas de umidade, em relação ao manejo da capoeira com derruba e queima (VIELHAUER; SÁ, 2000).

De maneira geral, as condições encontradas pelos atributos químicos e físicos do solo e as condições ambientais favoráveis propiciaram rendimentos semelhantes e adequados considerando-se o nível tecnológico adotado.

Conclusões

O sistema de manejo com corte e trituração da capoeira propiciou menor valor de pH e de saturação por bases do solo. Porém, os teores de matéria orgânica do solo apresentaram tendência de serem maiores e os de potássio, cálcio e magnésio trocáveis não apresentaram diferenças, em relação ao manejo com derruba e queima da capoeira.

O sistema de manejo com corte e trituração da capoeira propiciou condições mais favoráveis nos atributos físicos do solo, com menor densidade e menor resistência à penetração, em relação ao manejo com derruba e queima da capoeira.

As diferenças nos atributos químicos e físicos do solo decorrentes dos diferentes sistemas de manejo não foram suficientes para afetar a produtividade de milho.

Referências

- BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D.A.S. Avaliação do clima do estado de Rondônia para o desenvolvimento agrícola. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 28p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 44).
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.363-375. (Agronomy, 9).
- DENICH, M.; KANASHIRO, M.; VLEK, P.L.G. The potential and dynamics of carbon sequestration in traditional and modified fallow systems of the Eastern Amazon region, Brazil. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; STEWART, B.A. (Ed.) **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC, 1999. p.213-229.
- SILVA, F.C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999, 370p.
- KANASHIRO, M.; DENICH, M. **Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira**. Brasília, DF: MCT/CNPq, 1998, 157p.
- KATO, M.S.A.; KATO, O.R.; 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**, Amsterdam, v.62, n.23, p. 225-237, 1999.

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um Latossolo Roxo sob cerrado e nas características produtivas do milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto.** 1999. 179f. Tese (Doutorado em Solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LEHRSCHE, G.A.; JOLLEY, P.M. Temporal changes in wet aggregate stability. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.35, n.2, p.493-498, 1992.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.163-170, 2006.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I.; FRAGA, T.I.; LEITE, J.G.D.B. Recuperação de atributos físicos de um Argissolo em função do seu revolvimento e do tempo de semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.31, n.3, p.571-579, 2007.

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas.** Londrina: IAPAR, 1998. 36p. (Circular Técnica, 98).

PERFECT, E.; KAI, B.D.; VAN LOON, W.K.P.; SHEARD, R.W.; POJASOK, T. Rates change in soil structural stability under forages and corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, n.1, p.179-186, 1990.

BOLETIM Climatológico de Rondônia. Porto Velho: SEDAM, 2005. 26p.

SCHACHT, W.H., STUBBENDIECK, J., BRAGG, T.B.; SMART, A.J.; DORAN, J.W. Soil quality response of reestablished grasslands to mowing and burning. **Journal Range Management**, Denver, v.49, n.5, p.458-463, 1996.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.19, n.2-3, p.111-119, 1991.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.4, p.573-581, 1998.

VIELHAUER, K.; SÁ, T.D.A. Efeito do enriquecimento de capoeiras com árvores leguminosas de rápido crescimento para a produção agrícola no nordeste paraense. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1., 1999, Belém. **Anais...** Belém. Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p.27-34. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

RONDÔNIA (Estado). Secretaria Estadual de Planejamento. **Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia.** Porto Velho: PLANAFLORO, 2000. 21 p.

Comunicado Técnico, 352

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Rondônia
BR 364 km 5,5, Caixa Postal 406,
CEP 76815-800, Porto Velho, RO.
Fone: (69)3901-2510, 3225-9387
Telefax: (69)3222-0409
www.cpafro.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2009): 100 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Cléberson de Freitas Fernandes
Secretária: Marly de Souza Medeiros
Membros: Abadio Hermes Vieira
André Rostand Ramalho
Luciana Gatto Brito
Michelliny de Matos Bentes-Gama
Vânia Beatriz Vasconcelos de Oliveira

Expediente

Normalização: Daniela Maciel
Revisão de texto: Wilma Inês de França Araújo
Editoração eletrônica: Marly de Souza Medeiros