

RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR NO TERRITÓRIO DA CIDADANIA VALE DO JURUÁ

Falberni de Souza Costa¹

RESUMO

O cultivo da mandioca no Território da Cidadania Vale do Juruá (TCVJ), Acre, é o último estágio agrícola de uso do solo após o corte e queima da floresta primária, cultivos de feijão e arroz, e antes do solo iniciar um período médio de descanso de cinco anos, no qual o solo é naturalmente re-vegetado por espécies pioneiras. O período de uso do solo com mandioca geralmente não ultrapassa três anos, sendo que a produtividade da área passa de uma média de 18 Mg ha⁻¹ no primeiro ano para menos de 10 Mg ha⁻¹ no terceiro ano de cultivo. Este é um exemplo da redução da qualidade dos solos dessa região sob uso modificado e manejo com técnicas inadequadas. A importância econômica, social e cultural da mandioca na região, onde é produzida a farinha de Cruzeiro do Sul, de fama regional consolidada, justifica a necessidade de pesquisa na direção de melhor uso do solo. É Apresentada uma visão geral da Amazônia e do TCVJ quanto ao assunto de degradação de solos, sua recuperação e manutenção, bem como apresentados os primeiros resultados de experimentos em condução no TCVJ nessa direção. O estudo de caso é resultado de pesquisa em condução, onde está sendo avaliado o efeito de sistemas de manejo do solo alternativos ao sistema tradicional da região de corte e queima, ou agricultura itinerante, na produtividade de mandioca (raiz e farinha). Foram avaliados quatro sistemas de manejo em dois solos, preparados mecanicamente ou não em comparação ao sistema tradicional, o quinto sistema/tratamento do experimento. Os sistemas alternativos foram mucuna, mucuna+fósforo, mucuna+calcário e mucuna+fósforo+calcário em um Neossolo Quartzarênico e um Argissolo Amarelo, que foram gradeados ou cultivados em plantio direto. Os resultados dos sistemas alternativos não foram estatisticamente diferentes dos valores da testemunha, o que, todavia, não invalida seus efeitos práticos de curtíssimo prazo, que são a eliminação do uso do fogo e de redução do consumo de combustível fóssil no preparo da área para plantio.

Palavras-Chave: Mandioca; eliminação do uso do fogo; Embrapa Acre; Juruá; Acre.

¹ Pesquisador da Embrapa Acre, falberni@cpafac.embrapa.br

INTRODUÇÃO

O uso da terra na Amazônia brasileira é um tema recorrente nos meios acadêmicos, científicos, tecnológicos, sociais, econômicos, políticos e, mais ultimamente, em circuitos integrados desses meios alcançando as escalas local e global. A Amazônia definitivamente influencia e é influenciada pelos efeitos da modificação do uso de seus solos. Influencia na medida em que “regula” direta ou indiretamente o clima com sua contribuição para o ciclo hidrológico do Planeta e para o total das emissões de gases de efeito estufa (GEE) devido ao processo de corte e queima de suas florestas iniciado na década de 70. É influenciada porque, como “feedback” desse processo, expõe seus ambientes a eventos climáticos extremos, como a seca de 2005.

Em escala local, o uso do solo modificado, de floresta primária para manejo florestal e agropecuário, e o tipo de manejo adotado, circunstanciado pelos aspectos naturais e econômicos, comandam a lógica de uso do solo e suas repercussões econômicas, sociais e ambientais.

As formas tradicionais de uso e manejo do solo na Amazônia descrevem a lógica de uso do solo: 1) agricultura itinerante, com uso de uma mesma área para cultivos agrícolas por três a quatro anos seguidos e abandono ao sinal da redução da produtividade da área; 2) agricultura-pecuária extensiva, com cultivo inicial de arroz e milho/feijão, em alguns casos seguidos de mandioca, e depois semeadura de gramíneas (geralmente braquiárias), com uso do pasto de forma extensiva, com menos de uma unidade animal (UA) por hectare; e 3) pecuária extensiva direta, com desmate e queima do material com posterior semeadura de gramíneas.

De forma geral, os solos da Amazônia, naturalmente, têm baixa soma de bases, baixa capacidade de troca de cátions (CTC), elevada saturação por alumínio e baixos teores de fósforo (P), associados a elevados teores de óxidos e hidróxidos de ferro. Estas características estão relacionadas ou ao material de origem ou a condições climáticas de temperatura e precipitações elevadas em grande parte do ano, favorecendo o intemperismo.

Em relação ao aspecto econômico, os primeiros produtores rurais não indígenas da Amazônia originalmente já chegaram à região com dívidas, contraídas em sua viagem para a Amazônia. Essa situação, embora tenha mudado em seu aspecto histórico, de agricultores sem condições financeiras para adoção de tecnologias e uso de insumos agrícolas, permanece e é responsável pelo manejo que os produtores desenvolvem em suas atividades agrícolas. O tamanho das áreas manejadas anualmente pelos agricultores familiares, o uso do fogo para limpeza das áreas e o ciclo uso e descanso (pousio) das áreas desmatadas são exemplos desse manejo de áreas agrícolas associada ao baixo poder aquisitivo desses agricultores.

A redução da qualidade de solo nessa lógica de manejo, traduzida pela decrescente produtividade agrícola das áreas, inicia uma situação de ciclo fechado em relação ao aspecto econômico, por sua vez também decrescente. A necessidade de maior número de capinas (limpezas) das áreas cultivadas pelos agricultores e a presença de plantas indicadoras de acidez do solo, como a samambaia (pluma na linguagem dos agricultores) é um indicativo do processo de degradação do solo.

O objetivo deste texto é apresentar questões relativas à degradação no Território da Cidadania Vale do Juruá, Acre (TCVJ) e quais as medidas estão em condução para reduzir o impacto do uso e manejo atuais dos seus solos, tendo como foco ações de pesquisa iniciadas em 2006 com agricultores familiares, produtores de mandioca.

Neste texto, área degradada será direcionada para questões de solo, e entendida na direção oposta ao conceito de sustentabilidade de Lester Brown, produzir com sustentabilidade é satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem diminuir as perspectivas das gerações futuras.

AMAZÔNIA E O TERRITÓRIO DA CIDADANIA VALE DO JURUÁ – fragmentos da história de uso e manejo de solos e caracterização geral

AMAZÔNIA

As variações nos estoques de matéria orgânica (MOS) e de nitrogênio (N) total de solos do TCVJ devido à mudança de uso de floresta primária para a agropecuária não são profundamente conhecidas, mas podem ser utilizadas como indicadores da degradação desses solos. O uso atual de solos no TCVJ é um processo progressivo de aceleração da redução de suas qualidades biológica, física e química, o que se deve, em parte, 1) aos processos que se seguem ao desflorestamento, como a queima dos resíduos vegetais e da MOS, à exposição direta à insolação e precipitação pluviométrica, que, aliados à textura arenosa na camada superficial desses solos e relevo suave ondulado a ondulado, aceleram os processos de decomposição da MOS e aumentam a erodibilidade dos solos; 2) à falta de políticas públicas mais intensas para o setor; e 3) ao não uso de insumos (corretivos e adubos) e tecnologias no novo uso do solo, decorrência do baixo poder aquisitivo dos produtores rurais da região, somados aos altos preços dos insumos e tecnologias na região. A redução dos conteúdos de MOS e N é um dos indicadores principais desse processo, que, por sua vez, pode variar entre classes e texturas de solos, tipos de florestas primárias existentes antes do desflorestamento, tipo de uso do solo (agricultura ou pastagem) e tempo após o desflorestamento.

Essas reduções, sobretudo no que se refere ao carbono da MOS (C-MOS), pode ter relação com as mudanças climáticas globais na medida em que uma das formas dessa relação é a transferência do C-MOS para a atmosfera na forma de dióxido de carbono (CO₂), contribuindo para o efeito estufa antropogênico. Este é adicional ao efeito estufa natural e causado pelas emissões GEE, sobretudo CO₂, a partir da queima de combustíveis fósseis e de florestas, metano (CH₄) via produção de arroz irrigado por inundação contínua, pecuária ruminante, e óxido nitroso (N₂O) via adubação nitrogenada de solos, entre outras atividades (IPCC, 2001).

O corte e a queima de florestas produzem formas distintas de gases e outros poluentes, que podem ser depositados em corpos de água, ou emitidos para a atmosfera. A queima indiscriminada de florestas na Amazônia prejudica o solo, ressecando-o, reduzindo seus teores de C (Salimon et al., 2007), reduzindo a biodiversidade, incrementando a participação antrópica no efeito estufa e gerando prejuízos econômicos, sociais e de saúde graves (Nepstad et al., 2004; Duarte et al., 2007). Nesse contexto, a pesquisa e identificação de sumidouros de GEE, mediante manejo conservacionista do solo são importantes para reduzir a participação antrópica no forçamento radiativo da atmosfera. As florestas e os solos da Amazônia podem exercer papel importante nesse cenário (Fearnside, 2003).

Aproximadamente 50% dos teores de MOS sob a floresta amazônica estão presentes na camada de 0-15 cm do perfil (Brasil, 1977), onde geralmente a textura do solo é predominantemente arenosa, tornando, de acordo com a posição no relevo, tanto a areia quanto a MOS suscetíveis à erosão devido ao escoamento superficial da água de chuva. Sobre a superfície do solo são depositados resíduos orgânicos vegetais e/ou animais em graus variados de decomposição, a partir dos quais os vegetais obtêm parte de seus nutrientes, fechando o ciclo desde a fotossíntese. Relevos ondulados são freqüentes na região do Juruá, podendo ocorrer perdas significativas de MOS, visto que o regime de precipitação nesta região é intenso no período chuvoso (inverno regional), com as gotas da chuva tendo energia cinética capaz de desagregar as partículas superficiais do solo e transportá-las, junto com material orgânico, para posições de cotas mais baixas no relevo. Contudo, este efeito é minimizado pela presença da floresta, que evita o impacto direto das gotas da chuva com o solo (Brasil, 1977). O mesmo não ocorre em áreas onde o uso do solo foi modificado. Com a retirada da floresta, o C-MOS também pode ser perdido na água de escoamento superficial em direção a corpos de água, onde pode ser reduzido a CH_4 ou oxidado a CO_2 nos locais de deposição, de onde são emitidos para a atmosfera, contribuindo para o seu forçamento radiativo.

O maior agroecossistema da região amazônica é constituído de pastagens formadas após a retirada ou a derrubada das florestas tropicais. A degradação de pastagens constitui-se em problema de abrangência mundial causando prejuízos econômicos e ambientais, principalmente nas condições tropicais em função de suas condições edafoclimáticas. É estimado que no Brasil esse fenômeno ocorra em metade das pastagens formadas na Amazônia e no Brasil central, alcançando aproximadamente 50 milhões de hectares das áreas já desflorestadas nessas regiões. O processo de degradação de pastagens pode ser definido como a drástica diminuição da capacidade de suporte dessas áreas, causada por fatores de origem antrópica ou natural (Dias-Filho, 2005). Segundo esse autor, entender os processos e as causas da degradação de pastagens é o requisito inicial para a definição de estratégias para recuperar a produtividades dessas áreas. Do ponto de vista ambiental, o maior benefício da recuperação de pastagens degradadas é a redução da pressão de desflorestamento em áreas de vegetação primária para formação de novas pastagens, que substituem as áreas improdutivas.

O uso do fogo para a formação de pastagens na Amazônia é comum, sobretudo na limpeza das ervas espontâneas nas áreas convertidas (Kauffman et al., 1998). A queima da vegetação e o aquecimento do solo, provocado pelo fogo, causam uma série de mudanças na dinâmica de nutrientes (Giardina et al., 2000). Durante a queima da pastagem, grande parte da biomassa vegetal, acima do solo, é destruída e transformada em cinzas, gases (CO_2 e monóxido de carbono - CO), e partículas aéreas ("black carbon") (Rebelatto, 2005). Dependendo da intensidade do fogo, a atividade biológica de macro e microrganismos, nas camadas superficiais do solo, é reduzida, havendo ainda diminuição no teor de matéria orgânica desse solo.

A biomassa queimada e transformada em cinzas nas pastagens tem dois destinos: é incorporada ao solo (aumentando, temporariamente, a disponibilidade de nutrientes) ou é perdida, principalmente por erosão, causada pela água da chuva ou pelo vento, visto que, após a queimada, o solo fica sem proteção, tornando-se assim mais suscetível a perdas de nutrientes por erosão e lixiviação. Quantidades significativas de C e de N são volatilizadas durante a

queima da pastagem e, portanto, perdas para a atmosfera sob formas variadas, entre estas CO_2 e N_2O (IPCC, 2001).

Pesquisas demonstram que, a cada hectare de pasto queimado, são lançados na atmosfera, aproximadamente 1,5 t de CO, 36 kg de N e 3,6 kg de enxofre. Isto equivale a R\$ 65,00 em adubo orgânico que deixa de ser utilizado. Para o pequeno agricultor, este custo é ainda maior, pois na queima de 10 hectares, ele perde o valor de um boi gordo (R\$ 650,00). O processo também leva a degradação contínua do solo. No Acre, as áreas degradadas ou em processo de degradação chegam a 700 mil hectares (Acre, 2006; Embrapa, 2008).

Os estoques de C na biomassa das florestas Amazônicas (Houghton et al. 2001) e nos solos (Batjes & Dijkshoorn, 1999) têm sido avaliados, contudo as variações e incertezas dos valores para ambos os reservatórios são grandes, de 150 a 425 Mg ha^{-1} (Brown et al., 1995; Keller et al., 2001) para biomassa aérea; e de 73 a 98 Mg ha^{-1} no solo na camada de 0-100 cm (Bernoux, 1998; Batjes & Dijkshoorn, 1999).

Existem incertezas nessas estimativas devido à variação na densidade do solo, na escala das bases de dados, nos métodos de cálculos e da variabilidade espacial e temporal dos teores de C (Bernoux, 1998). Outras estimativas são feitas considerando-se poucas ordens de solos amostradas em determinadas regiões e extrapolando-se os resultados para toda a biomassa (Demattê, 2000).

Com a implantação de cultivos agrícolas e pastagens, manejados de forma tradicional, com fogo e sem uso de insumos e tecnologias apropriadas ao ambiente amazônico, a quantidade de MO do solo normalmente decresce nos primeiros anos. De acordo com manejo adotado, pode aumentar e até atingir níveis muito próximos aos previamente existentes na floresta primária (Cerri & Andreux, 1990; Asner et al., 2004). Entretanto, com o manejo tradicional, sobretudo com uso do fogo, as chances para isso acontecer são reduzidas.

Nos ecossistemas primários, a fonte de C no solo tem sua origem nos resíduos da vegetação nativa, enquanto nos agroecossistemas, a maior parte do C do solo é remanescente da vegetação primária e produzida pela decomposição de resíduos vegetais de uma ou mais culturas introduzidas (Cerri & Andreux, 1990).

O uso tradicional do solo na Amazônia inicia com a derrubada e queima da floresta primária. Essa dinâmica é incompatível com os compromissos do Brasil com suas gerações futuras e com a comunidade internacional, que é de cessar/reduzir o avanço do desflorestamento sobre a floresta primária amazônica. O que, por sua vez, pode evitar a redução dos estoques de C e N do solo, e reduzir as emissões de GEE, oriundas ou das queimadas ou da decomposição da MO do solo, tornando importante a realização de pesquisas sobre as causas e processos da degradação de solos sob cultivos agrícolas e pastagens, como forma gerar alternativas para recuperação e conservação da qualidade do solo, aumento dos estoques de C e N e redução das emissões de GEE (Fearnside, 2003) e, desta forma, garantir renda aos produtores e, adicionalmente, reduzir o desflorestamento, colaborando para a qualidade ambiental da região e de globo.

Os primeiros estudos sobre solos no Juruá são da década de 70, realizados no âmbito do Projeto RADAMBRASIL em *Levantamento de Recursos Naturais* publicados entre 1973 e 1987. O Projeto RADAM, criado em 1970 no âmbito do Ministério das Minas e Energia, foi inicialmente concebido para realizar o levantamento integrado de recursos naturais de uma área de 1.500.000km² localizada na faixa de influência da rodovia Transamazônica, utilizando como sensor o Radar de Visada Lateral, conhecido pela sigla SLAR (*Side Looking Airborne Radar*). Este instrumento foi selecionado entre os diversos sensores remotos existentes, por superar as dificuldades de se conseguir um imageamento homogêneo e a impossibilidade física de tomadas de cenas de boa qualidade, uma vez que a incidência de nuvens e a precipitação pluviométrica intermitente na Região Amazônica apresentavam-se como fatores restritivos à obtenção de fotografias aéreas convencionais.

Pelo sucesso do método utilizado e através da qualidade das respostas obtidas, a área original foi sendo gradativamente ampliada para toda a Amazônia Legal, numa primeira etapa, até atingir em 1975 a totalidade do território brasileiro, quando passou a se denominar Projeto RADAMBRASIL, tornando-se o maior projeto mundial de cobertura radargramétrica efetuada com radar aerotransportado.

TERRITÓRIO DA CIDADANIA VALE DO JURUÁ - TCVJ

O TCVJ está localizado em uma área de quase 30 mil Km², e é composto pelos cinco municípios de uma das regionais de desenvolvimento do estado do Acre: Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter e Rodrigues Alves.

A população total do TCVJ é de 121.392 habitantes, dos quais 52.460 vivem na área rural, o que corresponde a 43,2% do total. Possui 5.922 agricultores familiares, 6.505 famílias assentadas e 12 terras indígenas. Seu IDH médio é 0,64. (MDA, 2010).

Os solos do TCVJ são predominantemente ácidos, com baixos teores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio devido aos processos de formação a que esses solos foram submetidos em ambiente quente e úmido. São solos geralmente arenosos na sua camada superficial, e argilosos em profundidade, o que os torna suscetíveis à erosão hídrica quando descobertos (Brasil, 1977). A precipitação anual total nessa região é maior que 2000 mm, que ocorre de forma bem distribuída ao longo do ano, com maior intensidade no período de novembro a maio. Todas essas características potencializam as perdas de C e N nesses solos.

Alternativas para aumentar o tempo de uso do solo com pastagens e culturas anuais, como forma de reduzir a pressão sobre áreas primárias, garantindo segurança alimentar protéica devem ser pesquisadas, considerando a importância social e econômica da agropecuária para a região. Neste sentido, este texto visa contribuir com a geração de informações que subsidiem um

manejo agropecuário do solo no longo prazo, melhorando o entendimento das causas e dos processos da degradação de solos, permitindo a elaboração de estratégias para evitá-la, como forma de atenuar, e até mesmo eliminar, o avanço sobre áreas com vegetação primária.

RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR NO TCVJ: estudos de caso com alternativas para as condições edafoclimáticas locais e lições aprendidas

A produção de mandioca (*Manihot esculenta* Krantz) é a principal atividade agrícola no TCVJ (Machado & Serrano, 2008), 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 (Acre, 2009), onde é produzida a farinha considerada como uma das melhores da região norte, comprovada por análises de sua qualidade (Souza et al., 2008). Contudo, apesar desse contexto favorável, e de trabalhos demonstrarem que os solos do Acre têm características diferentes dos demais solos da Amazônia, como, por exemplo, alta capacidade de troca de cátions, apesar de altos teores de alumínio (Volkoff et al., 1989; Gama, 1986), o sistema de uso do solo na região do TCVJ resulta no primeiro ano de cultivo, 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 esses solos de melhor fertilidade não são representativos para a região do Juruá (Moura et al., 2001).

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 (1997) 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 do Acre, 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 na produtividade de uma área cultivada com mandioca.

As áreas de estudo foram selecionadas com base no histórico de uso do solo, ou seja, com cultivos de mandioca anteriores e em descanso. As áreas pertencem aos municípios de Mâncio Lima e Cruzeiro do Sul, denominadas de Pentecostes (7°28'39"S, 72°56'36"W) e Santa Luzia (7°47'36"S, 72°24'07"W), respectivamente (Figura 1). As classes de solo das áreas são Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico (Pentecostes), sob contato de floresta ombrófila com campinarana em terras baixas, e Argissolo Amarelo distrófico típico (Santa Luzia), sob floresta ombrófila aberta de terra baixa com palmeira (Acre, 2009; Brasil, 1977).

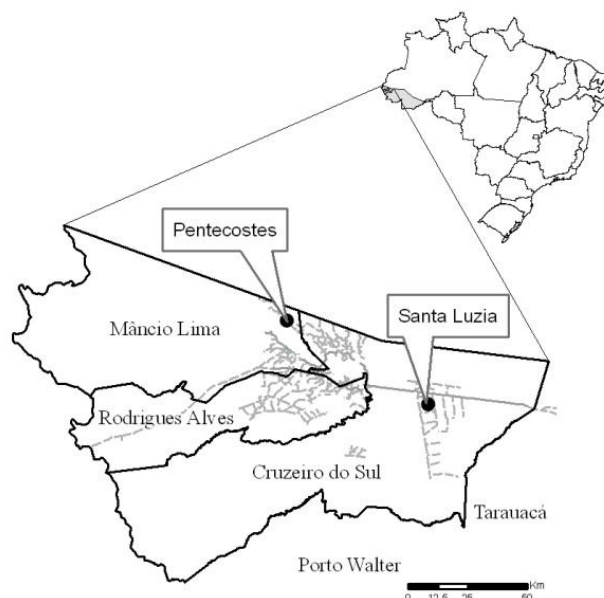


Figura 1. Localização dos experimentos com resultados apresentados no estudo de caso.

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 rendimento máximo na área foi 6 Mg ha⁻¹ de farinha em 1991 e 1992, e o mínimo 3,5 Mg ha⁻¹ em 2003, portanto uma redução de cerca de 42%. O rendimento médio nessa região é 4 a 5 Mg ha⁻¹. O Argissolo foi desflorestado em 1991, cultivado continuamente por 2 anos (1992/1993), quando então ficou sem cultivo até 2006, sempre vegetado por ervas espontâneas, com predomínio de samambaia (*Pteridium aquilinum*). O rendimento máximo na área foi 5 Mg ha⁻¹ de farinha em 1992/1993. O rendimento mínimo e o médio nesta região são semelhantes aos da área Pentecostes.

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 ($3\text{-}5\text{ Mg ha}^{-1}$) e fósforo - P ($46\text{-}58\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}$). Os tratamentos das parcelas secundárias são 1) testemunha, 2) mucuna, 3) mucuna+calcário, 4) mucuna+P, e 5) mucuna+calcário+P.

Para caracterização das áreas, três trincheiras ($20\times 30\times 40\text{ cm}$) foram abertas em cada área, 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 (Embrapa, 1997) no laboratório de solos do Departamento de Ciências Agrárias da UFAC. Os resultados (média das camadas 0-10 e 10-20 cm) para o Neossolo foram: pH = 4,0; argila = 106 g kg^{-1} ; fósforo = $7,0\text{ mg dm}^{-3}$; saturação por bases = 8 %; saturação por alumínio = 70%. Para o Argissolo foram pH = 4,3; argila = 130 g kg^{-1} ; fósforo = $3,0\text{ mg dm}^{-3}$; saturação por bases = 21 %; saturação por alumínio = 51 %.

A mucuna foi semeada em novembro de 2006 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. Cerca de um mês após o manejo da mucuna, as variedades de mandioca Mansa e brava (Pentecostes) e Chico Anjo (Santa Luzia) foram plantadas no espaçamento tradicional da região de $1\text{ x }1\text{ m}$. Durante a condução dos cultivos foram realizadas limpezas de manutenção. A colheita da mandioca foi realizada em 2008: agosto no experimento da área Pentecostes e setembro na área Santa Luzia, totalizando de 12 a 13 meses de cultivo. Os procedimentos foram semelhantes nas duas áreas, resumidamente: colheita das raízes da mandioca, limpeza, pesagem com casca e fabrico da farinha. Os resultados foram submetidos à análise da variância, contudo não foram significativos tanto entre sistemas com mucuna dentro de grade e plantio direto, quanto entre estes dentro daqueles.

A produtividade média de raiz de mandioca no Neossolo Quartzarênico – área Pentecostes variou entre aproximadamente 15 Mg ha^{-1} na testemunha e

26 Mg ha⁻¹ na mucuna+calcário no solo gradeado e entre aproximadamente 10 Mg ha⁻¹ na testemunha e 26 Mg ha⁻¹ na mucuna+fósforo+calcário no solo sob plantio direto. Por sua vez, as variações na produtividade de farinha foram de aproximadamente 5 Mg ha⁻¹ na testemunha e 9 Mg ha⁻¹ na mucuna+calcário no solo gradeado e de 3 Mg ha⁻¹ na testemunha e 9 Mg ha⁻¹ na mucuna+fósforo+calcário no solo sob plantio direto (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividades médias de raiz e farinha de mandioca em um Neossolo Quartzarênico.

Sistema	Grade	Plantio direto
Raiz (Mg ha ⁻¹)		
Testemunha	15,4±1,8 ¹	10,4±1,6 ¹
Mucuna	19,3±1,9	16,3±1,7
Mucuna+fósforo	21,5±6,0	17,1±1,3
Mucuna+calcário	26,4±0,7	20,2±1,1
Mucuna+fósforo+calcário	25,2±0,8	26,1±3,6
Farinha (Mg ha ⁻¹)		
Testemunha	5,4±0,5 ¹	3,5±0,6 ¹
Mucuna	6,4±0,6	5,5±0,5
Mucuna+fósforo	7,1±2,0	5,8±0,6
Mucuna+calcário	8,7±0,1	6,7±0,4
Mucuna+fósforo+calcário	8,3±0,5	8,5±1,3

¹ Resultados não diferentes entre si na coluna e na linha (P < 0,05).

Já no Argissolo – área Santa Luzia, a produtividade média de raiz de mandioca variou entre aproximadamente 27 Mg ha⁻¹ na testemunha e 33 Mg ha⁻¹ na mucuna no solo gradeado e entre aproximadamente 25 Mg ha⁻¹ na testemunha/mucuna+fósforo+calcário e 29 Mg ha⁻¹ na mucuna+fósforo no solo sob plantio direto. Por sua vez, as variações na produtividade de farinha foram de aproximadamente 8 Mg ha⁻¹ na testemunha/mucuna+fósforo e 10 Mg ha⁻¹ na mucuna no solo gradeado e de 8 Mg ha⁻¹ na testemunha/mucuna+fósforo+calcário e 9 Mg ha⁻¹ na mucuna+fósforo no solo sob plantio direto (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividades médias de raiz e farinha de mandioca em um Argissolo Amarelo.

Sistema	Grade	Plantio direto
Raiz (Mg ha ⁻¹)		
Testemunha	26,6±1,1 ¹	25,2±4,6 ¹
Mucuna	32,6±3,5	28,4±0,5
Mucuna+fósforo	28,8±4,2	29,3±1,5
Mucuna+calcário	31,5±2,3	28,6±2,8
Mucuna+fósforo+calcário	31,4±2,3	25,6±2,5
Farinha (Mg ha ⁻¹)		
Testemunha	7,6±0,3 ¹	7,8±1,4 ¹
Mucuna	10,0±1,4	8,6±0,3
Mucuna+fósforo	8,4±1,4	9,1±0,6
Mucuna+calcário	9,4±0,6	8,7±0,8
Mucuna+fósforo+calcário	9,4±0,7	7,5±0,9

¹ Resultados não diferentes entre si na coluna e na linha (P < 0,05).

A média geral da relação entre farinha e raiz de mandioca em ambos os solos e tratamentos foi de 0,3, indicando que para cada 1 Mg ha⁻¹ foram produzidos aproximadamente 300 kg de farinha.

Os valores obtidos neste estudo são, em alguns sistemas do Argissolo, próximos ou mesmo semelhantes aos obtidos tanto no Acre quanto em outras regiões do Brasil, ressalvadas as diferenças de clima, solo, manejo utilizado e época de colheita (meses de cultivo). Contudo, no Neossolo os resultados estão abaixo desses valores, sobretudo nos sistemas onde não foi aplicado o calcário. Por exemplo, no Argissolo os maiores valores de produtividade de raiz foram em torno de 30 Mg ha⁻¹ (mucuna, mucuna+calcário e mucuna+fósforo+calcário) (Tabela 2), enquanto que no Neossolo, esses valores foram de 26 Mg ha⁻¹ (mucuna+calcário e mucuna+fósforo+calcário) (Tabela 1). Mendonça et al. (2003), avaliando o efeito da época de colheita na produtividade de raiz de diferentes genótipos de mandioca no Acre, obtiveram valores de 31 (colheita aos 8 meses) a 50 Mg ha⁻¹ (colheita aos 14 meses), com média (8, 10, 12 e 14 meses após o plantio) de 37 Mg ha⁻¹. Já Amabile et al. (1994), avaliando o efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca no estado de Goiás (Senador Canedo/Goiânia), obtiveram valores

entre 25 (mandioca em fileira dupla após a roçagem da mucuna-preta) e 34 Mg ha⁻¹ (mandioca em fileira dupla após a incorporação da *Crotalaria juncea*).

A presença do calcário ou da associação do fósforo+calcário foi mais evidente no Neossolo do que no Argissolo, o que pode estar relacionado à menor resiliência ou maior poder tampão deste decorrente do seu maior conteúdo de argila. O incremento na produtividade de raiz, média da mucuna+calcário e da mucuna+fósforo+calcário, em relação aos demais sistemas no Neossolo gradeado foi de 39 %, e de 64 % no plantio direto, enquanto que no Argissolo esses valores foram de 10 e 30 %, respectivamente. Por outro lado, os valores absolutos da produtividade (raiz e farinha) são maiores no Argissolo em relação ao Neossolo, o que pode estar associados à sua maior saturação por bases e menor resiliência, mantendo mais suas propriedades físicas e químicas, aliado ao uso menos intenso quando comparado ao Neossolo em termos de histórico.

Não houve incremento isolado na produtividade de raiz ou da mucuna ou do fósforo em relação à testemunha em ambos os solo (Tabelas 1 e 2).

O preparo do solo ou sua ausência não apresentou efeito claro como o do calcário, contudo existe tendência de maiores valores no solo gradeado em relação ao solo sob plantio direto. No Neossolo, o solo gradeado incrementou 22 % na produtividade de raiz de mandioca, enquanto no Argissolo esse efeito foi de 11 %.

Os sistemas alternativos à agricultura itinerante não foram superiores estatisticamente em relação à testemunha e foram semelhantes entre si, contudo isso não os invalida porque a ausência do fogo e de operações mecanizadas que emitam gases de efeito estufa e consumam combustível fóssil já demonstram ações positivas na direção do uso do solo no longo prazo. A ausência de diferença estatística entre os sistemas de manejo pode estar relacionada ao uso a que os solos foram submetidos desde o desflorestamento até antes do início do experimento, imprimindo-lhe forte variação, que pode ter

se associado ao fato de que os resultados avaliados são do primeiro ciclo de uso conservacionista do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos estudantes de Engenharia Florestal Emanuela Ribeiro, Francisca J. A. Matos e Jefferson Souza da Silva, Edenilson Pinheiro Silva e Raimundo Santos da Silva, ao estudante de Engenharia Agrônoma Erbeson de Souza Brito, ao técnico da UFAC/Cruzeiro do Sul Givanildo Pereira Ortega pelo apoio nas atividades de laboratório e campo, e, em especial, aos produtores rurais Sebastião Oliveira Nascimento e João Daniel Cardoso e suas famílias pela participação na pesquisa e apoio na execução das atividades de campo, da colheita ao fabrico da farinha.

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. 2009 [Online]. Zoneamento ecológico e econômico – primeira e segunda fase. Homepage: <http://www.seiam.ac.gov.br>

AMABILE, R.F.; CORREIA, J.R.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P. & GAMALIEL, J. 1994. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Pesq. Agropc. Bras.*, 29:1193-1199.

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.

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).

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).

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.

MENDONÇA, H.A.; MOURA, G.M. & CUNHA, E.T. 2003. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. *Pesq. Agropc. Bras.*, 38:761-769.

MOURA, G.M.; AMARAL, E.F. & ARAÚJO, E.A. 2001. *Comunicado técnico*, 133:1-6.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES TERRITORIAIS (<http://sit.mda.gov.br>).

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.

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.