

POTENCIAL DE TECNOLOGIAS DE PROCESSOS E TECNOLOGIAS DE INSUMOS NA CULTURA DA MANDIOCA NA AMAZÔNIA

*Raimundo Nonato Brabo Alves¹
Moisés de Souza Modesto Júnior²*

RESUMO

A presente revisão tem por objetivo contextualizar o potencial das tecnologias de processos e das tecnologias de insumos para produção de mandioca como alternativas para a agricultura familiar na Amazônia. No caso típico da pequena produção de mandioca, as tecnologias de processos trabalham preferencialmente a informação – associadas ao método de extensão rural –, e devem interferir nos sistemas de produção, especificamente na mudança de procedimento dos agricultores, visando à execução e controle das práticas agrícolas e do número e época das operações. Sua adoção não depende da compra de insumos externos à propriedade. Para a adoção das tecnologias de insumos há necessidade de capital – muitas vezes de crédito rural – para compra de fertilizantes, agrotóxicos e sementes, sendo método típico de assistência técnica. As tecnologias de processos tendem a ser preteridas em relação às tecnologias de insumos na agropecuária da Amazônia, sendo isso, porém, um equívoco conceitual, pois os insumos não estão disponíveis aos produtores a preços competitivos em toda a região, por falta de logística para a oferta de fertilizantes e corretivos. Uma ênfase na difusão de tecnologias de processos poderia ser mais eficaz e impactante na produtividade de mandioca e na preservação do meio ambiente, pela capacidade de abrangência de um maior número de agricultores familiares.

Termos para indexação: adubos, agrotóxicos, extensão rural, semente.

PROCESS TECHNOLOGIES AND INPUT TECHNOLOGIES POTENTIAL FOR THE CULTIVATION OF CASSAVA IN THE AMAZON REGION

ABSTRACT

This study consists of a literature review, aiming to contextualize the potential of process and input technologies for the cultivation of cassava as alternatives to family farming in the Amazon region. The process technologies, in the typical case of small-scale production of cassava, concern those technologies preferably working the information – in association with the rural extension method –, which should interfere with production systems, specifically with the

¹ Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, Caixa Postal 48, CEP 66095-100 Belém, PA. raimundo.brabo-alves@embrapa.br

² Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. moises.modesto@embrapa.br

change in farmers' procedure, aiming at the execution and control of agricultural practices as well as the number and period of operations. Thus, its adoption does not depend on the purchase of inputs from outside the property. The adoption of input technologies requires capital – often from rural credit – to buy fertilizers, pesticides and seeds, and is a typical method of technical assistance. The process technologies tend to be less preferable than input technologies in the agriculture and livestock of the Amazon region, but this is a conceptual mistake, as inputs are not available to producers at competitive prices throughout the region, due to lack of logistics for the supply of fertilizers and agricultural liming materials. Emphasis on the diffusion of process technologies could be more effective and significant for the productivity of cassava and environment preservation, due to its ability to reach a greater number of family farmers.

Index terms: fertilizers, pesticides, rural extension, seed.

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira ocupa uma área de 5.144.333 km², correspondente a 60% do território nacional, e aproximadamente 88% da Amazônia é ocupada por solos distróficos – solos de baixa fertilidade – ocorrentes na terra firme e na terra inundável (HOMMA, 2001). Esses dados indicam a necessidade de boas práticas agrícolas e de uso eficaz de fertilizantes com objetivo de alcançar altos rendimentos aliados à sustentabilidade dos sistemas produtivos.

O grande problema da produção de mandioca no Pará e na Amazônia é a baixa produtividade de raiz obtida pela maioria dos agricultores, cerca de 15 kg.ha⁻¹ em 2011 (IBGE, 2012), pois grande parte dos agricultores familiares não selecionam o material de propagação, não controlam adequadamente as plantas daninhas e não cultivam a mandioca em espaçamentos recomendados para a cultura. Além disso, a maioria dos agricultores ainda utilizam a derruba, queima e coivara da vegetação de mata e capoeira no preparo da área, abandonando-a após a colheita de um ou dois ciclos de produção de mandioca.

A demanda por informações tecnológicas no campo para aumento da produtividade de mandioca é evidente. Na primeira aproximação da realidade dos agricultores familiares, tanto nos assentamentos da reforma agrária como fora deles, essa crônica demanda ressalta aos olhos. Existem sistemas de criações com baixíssimos rendimentos, com animais de baixa conversão alimentar para produção de carne e leite; além de sistemas agrícolas que utilizam cultivares de baixo potencial genético, competindo com invasoras que resultam em baixas produtividades por unidade de área e por trabalhador. Há

sistemas de transformação de alimentos básicos, como a farinha de mandioca, em unidades precárias de produção que não atendem aos pré-requisitos mínimos de higiene e segurança alimentar exigidos pela vigilância sanitária. Há uma carência geral de organização que facilite a aquisição de insumos e implementos e a comercialização da produção de modo coletivo, para reduzir custos e agregar valor à produção.

De um lado, percebe-se que a maior demanda dos agricultores de mandioca é por simples informações práticas, que não dependem de capital para serem adotadas, e que poderiam ser promovidas como intervenções, uma verdadeira revolução nos sistemas de produção dos agricultores familiares. De outro lado, os agentes de extensão rural, quando dispõem dos recursos necessários para suas atividades, estão assoberbados com as atividades de elaboração de projetos e supervisão do crédito rural, e se dedicam quando possível a “transferir” informações voltadas para o uso de “tecnologias de insumos”. Estas sempre oneram os sistemas de produção e frequentemente não são adotadas ou reproduzidas pelos agricultores, principalmente para os mais descapitalizados.

Este trabalho se constitui numa revisão de literatura e tem por objetivo contextualizar o potencial das tecnologias de processos e das tecnologias de insumos para produção de mandioca como alternativas para a agricultura familiar na Amazônia.

POTENCIAL DE TECNOLOGIAS DE PROCESSOS E TECNOLOGIAS DE INSUMOS NA CULTURA DA MANDIOCA NA AMAZÔNIA

Na Amazônia as tecnologias de processos são sempre preteridas em relação às tecnologias de insumos. Duas tecnologias – uma de ordem mecânica, outra de origem química – são as mais difundidas na região, ambas com graves impactos no meio ambiente: a motosserra e o herbicida.

Na engenharia, as tecnologias de processos fazem parte dos projetos de processos e dizem respeito às máquinas, equipamentos e dispositivos que integram um sistema de produção na transformação de materiais em bens e serviços com agregação de valores. Ressalta-se aqui a diferença entre

tecnologias de processos e tecnologias de insumos para a adoção na agricultura familiar. As tecnologias de processos, no caso típico da pequena produção de mandioca, dizem respeito às que trabalham preferencialmente a informação – e, portanto, são adequadas ao método de extensão rural –, que devem interferir nos sistemas de produção, especificamente na mudança de procedimento dos agricultores, visando à execução e controle das práticas agrícolas e do número e época das operações. Por isso, sua adoção não depende da compra de insumos externos à propriedade, ao passo que para a adoção das tecnologias de insumos há necessidade de capital – muitas vezes de crédito rural – para compra de fertilizantes, agrotóxicos e sementes, sendo um método típico de assistência técnica (Figura 1).

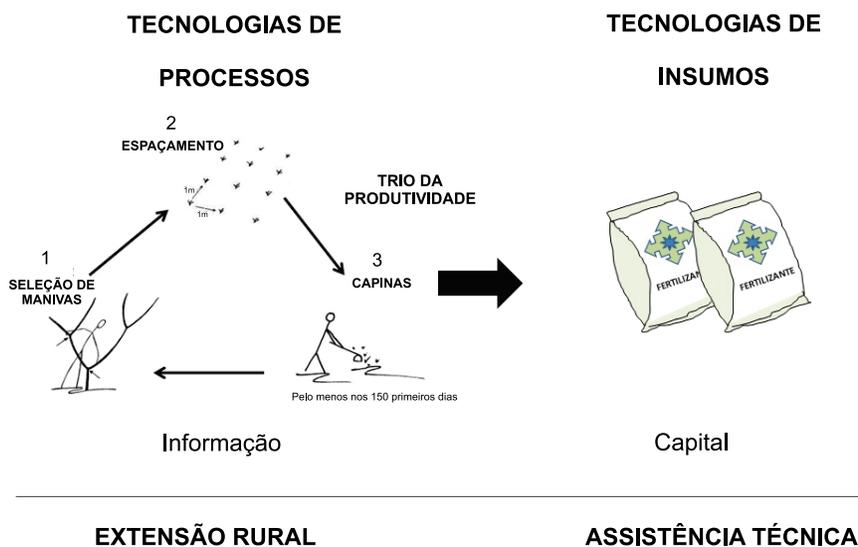


Figura 1. Esquema que configura a diferença entre tecnologias de processos e tecnologias de insumos na agricultura.

Não se deve estabelecer conflito entre as tecnologias de processo e as tecnologias de insumos; a questão é em que tempo elas devem ser difundidas durante a evolução dos agricultores familiares. As tecnologias de processos devem anteceder as tecnologias de insumos, como interferências a serem feitas

pelos extensionistas nos sistemas de produção dos agricultores familiares. As tecnologias de insumos podem, num estágio econômico mais avançado do agricultor, contribuir significativamente para o aumento da produtividade da mandioca na Amazônia, mas somente quando esses insumos estiverem disponíveis em escala industrial. A seleção dos insumos mais adequados depende de diversos fatores, que podem diferir de acordo com o clima, tipo de solo, variedade ou agroecossistema. Nem sempre o insumo mais caro é a solução mais econômica para melhorar a produtividade da mandioca. Da mesma forma, nem sempre será o insumo mais barato que vai promover menores custos de produção. Devem-se levar em conta a concentração de nutrientes e princípios ativos dos insumos que estão relacionados à credibilidade de seus fabricantes.

Não é só na agricultura que as tecnologias de insumos aumentam a produtividade. No segmento de gráficas, por exemplo, essas tecnologias poderão aumentar a competitividade das empresas, mas a definição dos insumos mais adequados diferirá de empresa para empresa. A decisão deve considerar indicadores como velocidade média de impressão, horas de paradas não programadas, consumo de matérias-primas, energia, e água e quantidade de resíduos (NATO, 2011).

O uso de insumos também é importante em áreas estratégicas para o país, como no setor de saúde. Ogari Pacheco, presidente da indústria Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos e conselheiro da Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina (Abifina), calcula que mais de 90% dos insumos consumidos pela indústria de medicamentos sejam importados, especialmente da Índia e da China. Por esse motivo, o governo federal estuda a possibilidade de incentivar a indústria nacional de insumos para a produção de remédios. Para atingir esse objetivo, quer usar o poder de compra de medicamentos do Sistema Único de Saúde (SUS), cerca de R\$ 10 bilhões anuais, para estimular a produção nacional de insumos químicos e biológicos para a fabricação de remédios (COSTA, 2011).

Na agricultura industrial, a busca crescente por produtividade das culturas depende do fluxo de nutrientes provenientes de fertilizantes químicos; da defesa contra pragas e enfermidades com uso de agrotóxicos; e da demanda de combustíveis na forma de petróleo e eletricidade para funcionamento de máquinas e tratores. Já o balanço energético, o controle

da qualidade e a sustentabilidade ambiental praticamente ficam em segundo plano. Portanto, no cultivo de mandioca, os insumos como adubos químicos e orgânicos podem proporcionar excelentes ganhos em produtividade. Ações de pesquisas conduzidas pelo projeto Promandioca, com a aplicação de fertilizante e calcário ao solo, em áreas de agricultores familiares do município de Castanhal, PA, proporcionaram a elevação da produtividade de raízes de mandioca de 13,5 t/ha para até 46 t/ha (PARÁ, 2004). Resultados de pesquisa conduzidos por Rodrigues et al. (2007), em Salvaterra, PA, sobre avaliação de variedades de mandioca, com adubação orgânica na ordem de 2 kg/cova e adubação química utilizando-se a fórmula comercial de N, P e K (10:28:20) na dosagem de 600 kg/ha, indicaram que foi possível atingir produtividade de até 54 t/ha de raiz. De acordo com o sistema de produção de mandioca no Pará, o custo dos insumos (adubos e formicidas) com respectiva mão de obra para aplicação corresponde a 35,31% do custo total de produção de mandioca no sistema de fileira simples, em espaçamento de 1,0 m x 0,60 m (MATTOS; CARDOSO, 2003).

As projeções para o futuro do agronegócio brasileiro indicam crescimento da área plantada, da produção e da produtividade, mas também apontam fatores críticos capazes de afetar a competitividade das commodities brasileiras no mercado internacional. Entre os mais relevantes insumos, os fertilizantes se destacam pela capacidade de afetar os custos de produção agrícola, influenciando significativamente a competitividade desse setor.

O consumo de fertilizantes no País, em 2005, estava na faixa de 21 milhões de toneladas por ano, e em 2010 saltou para 24,5 milhões de toneladas, sendo Mato Grosso (16,47%) o maior consumidor, seguindo-se São Paulo (14,24%), Minas Gerais (12,78%), Rio Grande do Sul (12,65%) e Paraná (13,10%), entre os cinco principais. Na região Norte, o uso de fertilizantes em 2010 foi restrito, representando apenas 1,89% do total nacional. Do total da região, Tocantins consumiu 41,02% de fertilizantes, seguindo-se o Pará, com 36,56%, e Rondônia, com 15,48% (ANDA, 2011). De acordo com Homma e Rebello (2007), isso indica que existem grandes possibilidades de promover um aumento na produtividade agrícola na Amazônia, com a intensificação do uso de fertilizantes, reduzindo,

dessa forma, a contínua incorporação de novas áreas de floresta densa e promovendo a utilização das áreas já desmatadas.

Entretanto, existe dificuldade de acesso ao calcário agrícola em virtude da baixa produção na região Norte. Apenas Tocantins e Maranhão apresentaram produção na Amazônia, representando apenas 4,85% e 0,95%, respectivamente, da produção nacional, que foi em 2009 de cerca de 21 milhões de toneladas de calcáreo (ABRACAL, 2010). Portanto, os demais estados da Amazônia dependem de importações dos estados maiores produtores de calcário, representados pelo Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Tocantins e outros. Depreende-se a necessidade dos governos federal e estadual de estimular a implantação de usinas de calcário na região, cujo procedimento contribuirá para reduzir o custo atual, que gira em torno de R\$ 300,00/tonelada no nordeste paraense.

Com relação ao enxofre, foram produzidas em 2008 apenas 490.000 toneladas no país para um consumo brasileiro total de 2.666.000 toneladas, representando somente 18,4%. Portanto, o Brasil depende quase que totalmente do enxofre importado, e as expectativas para o futuro não são animadoras; além disso, está em curso um grande programa de produção de etanol e de biocombustíveis na Amazônia, que necessitará desse insumo estratégico para a fabricação de fertilizantes, e não se vislumbra, até o presente, uma estratégia de governo voltada para o enxofre (OGASAWARA et al. 2010). Com relação à rocha fosfática (fosfato), insumo fundamental na agricultura, a produção brasileira está concentrada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país, e esses autores relatam que os preços dessa commodity no Brasil tendem a refletir os movimentos dos preços internacionais. Apesar de que nos últimos seis anos não se ampliaram as reservas brasileiras de fosfato, as projeções de 2010 a 2030 indicam que, mesmo sem a adição de novas reservas, elas apresentam o porte necessário para sustentar a autossuficiência, e, com novos investimentos em andamento, o Brasil poderá vir a se tornar um exportador – concluíram os autores.

Os prognósticos em relação ao potássio não são animadores, pois ele é produzido no Brasil por uma única empresa, que ainda não tem capacidade de produção para abastecer acima de 10% do consumo nacional. De 2005 a 2008, os preços dessa commodity dispararam, atingindo valores

muito altos, tendo praticamente triplicado, passando de US\$ 319,00/t de K_2O em 2005 para US\$ 901,00/t de K_2O em 2008 (KULAIF, 2009). Existem, porém, grandes reservas localizadas em Sergipe e no Amazonas (Bacia Sedimentar Sergipe/Alagoas e Bacia Sedimentar do Amazonas, em Nova Olinda do Norte), sendo esta última a segunda maior no mundo em superfície. Seria tecnicamente viável, de imediato, na primeira fase, uma produção de 2 milhões de t/ano, o triplo da atual produção nacional, a um custo de US\$ 3 bilhões, com um prazo de três anos para a sua implantação e uma vida útil estimada em 500 anos (OGASAWARA et al. 2010). Para esses autores, as importações de potássio pelo Brasil deverão se manter inalteradas até 2030, a menos que se amplie o quadro de novos projetos, porque a dimensão anunciada para o ainda hipotético projeto de Nova Olinda no Amazonas (2,0 milhões de toneladas), somada aos dois novos projetos de Sergipe, de 1,7 milhão de toneladas de potássio, e aos projetos alternativos, que são de pequeno porte, totalizam uma quantidade adicional à produção brasileira de cerca de 3,7 milhões de toneladas ao fim dos próximos anos (2015), insuficiente para atender à demanda. A insuficiência em potássio foi em 2008 de 4 milhões de t/ano.

Outro fator que merece destaque é a subutilização de fertilizantes e corretivos agrícolas como uma das principais causas da baixa produtividade da agricultura amazônica. De acordo com Cunha et al. (2011), o balanço de nutrientes realizado no ano agrícola 2008/2009 revelou informações de grande importância sobre o aproveitamento de nutrientes pelas principais culturas cultivadas no Brasil. Os estados das regiões Norte e Nordeste do país apresentaram índices deficitários de utilização de nutrientes, o que significa que as entradas de nutrientes, por meio dos insumos, foram muito menores que as saídas por intermédio das exportações das culturas. Essa condição configura-se como agricultura extrativista de baixa produtividade e resulta em degradação de solos, na qual a pressão necessária no ecossistema solo/floresta é maior do que deveria ser se níveis médios de tecnologias fossem utilizados, não sendo sustentável ao longo do tempo, como apresentado por Alves e Homma (2008), conforme a Tabela 1.

Esse quadro, como relatado anteriormente, não será revertido pelo menos a curto e médio prazo, em virtude da necessidade de vultosos

recursos na instalação de complexos para exploração das reservas de calcário e fertilizantes na região amazônica.

Tabela 1. Pressão necessária no ecossistema solo/floresta, em hectares, segundo dois sistemas de exploração da terra na região amazônica.

Para obtenção de	Área (ha)		
	No sistema tradicional	Com níveis médios de tecnologias	Redução da pressão sobre a floresta com uso da tecnologia (%)
1 tonelada de arroz	0,83	0,30	63,8
1 tonelada de milho	2,50	0,30	88,0
1 tonelada de mandioca	0,08	0,025	68,7
1 tonelada de banana	0,07	0,05	28,5
1.000 frutos de abacaxi	0,05	0,03	40,0
1 tonelada de carne	6,66	2,50	62,4
1.000 litros de leite	1,66	0,41	75,3

Fonte: Alves e Homma, 2008.

Os resultados de pesquisa revelam que é possível elevar a produtividade da mandioca na Amazônia com uso de fertilizantes e corretivos. Contudo, essa alternativa não é possível de ser utilizada pela grande maioria dos agricultores pelo fato de esses insumos não estarem disponíveis na região, e os preços dos insumos provenientes de outras regiões são onerados pelo frete, por essas regiões serem distantes. Portanto, essa é mais uma razão para que as tecnologias de processos sejam preferidas em relação às tecnologias de insumos.

As tecnologias de processos podem compor uma vasta pauta a ser relacionada e difundida aos agricultores familiares pelos agentes de extensão rural. Especificamente na cultura da mandioca elas são: definição de melhor época de plantio; preparo de área sem fogo; uso de leguminosas de cobertura de solo e plantio direto; seleção de cultivares mais produtivas e com maior potencial; seleção e preparo de manivas-semente (material de plantio); espaçamentos adequados; fertilização orgânica de solo; e período crítico de controle de plantas infestantes. Todos esses são processos tecnológicos que não dependem de insumos de fora da propriedade, mas que estão sistematizados pelas pesquisas em processos agroecológicos de cultivo da mandioca em preparo de área sem uso do fogo, que levam em conta a melhoria de processos como a disponibilidade e equilíbrio no fluxo de nutrientes.

Como alternativa para o sistema de produção podem-se adotar as técnicas do Trio da Produtividade da Mandioca, que é um processo pedagógico criado para facilitar o entendimento e a adoção de tecnologias de processos pelos agricultores familiares (ALVES et al. 2008); e consiste na seleção e corte reto de manivas-sementes, plantio no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m, e principalmente o controle de plantas infestantes durante os 150 dias após o plantio da cultura, por ser o período crítico, que é a época de formação das raízes. Os agricultores que adotaram essa técnica nos municípios de Moju e Acará obtiveram em 2007 uma produtividade média da ordem de 27,64 t/ha, cerca de 60% a mais que a média estadual.

Um produtor de Moju que adotou o Trio da Produtividade da Mandioca em plantio de derruba e queima com cerca de 20.000 plantas/ha em fileiras duplas obteve 60 t/ha contra 40,07 t/ha de outro produtor que cultivou a mandioca em sistema de preparo de solo mecanizado, com adubação e plantio, com média de 12.000 plantas/ha em fileiras simples (ALVES et al 2008). Esses dados indicam que com a adoção de boas práticas agrícolas, é possível triplicar ou quadruplicar a produtividade de mandioca em relação à média estadual.

O desafio é manter a atividade agrícola na mesma área, reduzindo ou eliminando as queimadas e mantendo níveis de produtividade aceitáveis do ponto de vista econômico, sem a utilização de insumos, e mantendo no longo prazo a vida e a fertilidade do solo. Com práticas de preparo de área sem fogo, Otsubo et al. (2008) constataram, no Mato Grosso do Sul, que o cultivo mínimo na cultura da mandioca, associado ao cultivo de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) K. Schum.) como planta de cobertura do solo, promove incrementos na produtividade, quando esse método é comparado ao preparo convencional do solo.

Nessa mesma linha de pesquisa, Lopes e Alves (2005) recomendam o manejo de leguminosas herbáceas e arbustivas como cobertura viva de solos em cultivos perenes, e como cobertura morta em rotação no sistema de plantio direto para cultivos anuais, com os objetivos de redução do custo de produção com economia de mão de obra nas operações de controle de mato; recuperação de áreas degradadas; e manutenção da fertilidade via aplicação ao solo de matéria orgânica produzida pela biomassa manejada das leguminosas. Esses autores relatam que as leguminosas feijão de porco e *Chamaecrista*

foram as mais eficientes para uso em adubação verde no Pará. O feijão de porco produziu após dois cortes, aos 3 e 6 meses, 6,4 t.ha⁻¹ de massa seca, e a *Chamaecrista* produziu 25,1 t.ha⁻¹ de massa seca após três cortes, aos 4, 7 e 14 meses. Essas espécies também promoveram maior grau de cobertura de solo, com cerca de 80% e 100% da área, respectivamente. Com base na biomassa seca, o feijão de porco apresentou um potencial de reciclagem de nutrientes no solo de 216 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 20 kg.ha⁻¹ de fósforo e 43 kg.ha⁻¹ de potássio, e o maior destaque coube à *Chamaecrista*, que totalizou 703 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 63 kg.ha⁻¹ de fósforo e 402 kg.ha⁻¹ de potássio.

Inúmeros trabalhos de pesquisa estão em andamento ou já foram concluídos sobre a agricultura sem queima, no Pará, sobretudo tendo como foco o enriquecimento e a trituração da capoeira, que, todavia, contém em seu escopo a mecanização para triturar a capoeira (KATO et al. 2002, 2004; SATURNINO; LANDERS, 1997). O preparo de área também pode ser efetuado manualmente – como é o caso da roça sem fogo, que consiste no preparo de área sem uso do fogo –, com corte da vegetação de capoeira de até dez anos de idade rente ao solo, com ferramentas manuais, seguido do inventário das espécies de valor econômico, como fruteiras e essências florestais, para preservação no roçado e posterior retirada do material lenhoso; e finaliza-se com o “picotamento” da vegetação na superfície do solo, para plantio de mandioca ou espécies perenes (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2009). Uma pesquisa conduzida no município de Baião, PA por Modesto Júnior e Alves (2011) indicou que a relação benefício/custo do cultivo da mandioca em roça sem fogo no trio da produtividade foi de 1,39, ou seja, para cada R\$ 1,00 investido no sistema retorna-se R\$ 1,39 na comercialização de farinha de mandioca. No preparo de área da roça sem fogo, busca-se obter o maior benefício dos recursos naturais disponíveis na capoeira, tais como: produtos madeireiros (madeira, caibros para construção civil, moirões para cercas, lenha e carvão) e não madeireiros (folhas, inflorescências e talos para artesanatos, frutas, sementes e óleos), dentro de uma estratégia para aumento ou manutenção da produtividade, mas vinculada à conservação dos recursos ambientais, principalmente solo, e com mínimo *input* de insumos externos ao sistema.

O período para o preparo de área sem uso do fogo – tanto pelo processo manual quanto pelo mecanizado – não depende da estação seca, como ocorre no processo de derruba e queima da cobertura vegetal (DENICH et al., 2005);

assim, permite maior flexibilidade no calendário agrícola, podendo ser feito em qualquer época do ano, e tendo-se o cuidado de observar a umidade do solo, de forma a garantir água suficiente para atender às necessidades da planta a ser cultivada (KATO et al. 2002). A cobertura morta reduz a suscetibilidade do solo à erosão (STROMGAARD, 1984), diminui as perdas de nutrientes pelo processo de lixiviação e promove a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo (KATO et al., 1999, MULUMBA; LAL, 2008), contribuindo para um balanço positivo de nutrientes no sistema (DAVIDSON et al., 2008, DENICH et al., 2005, SOMMER et al., 2004) enquanto emite cinco vezes menos CO₂ equivalente para a atmosfera em relação ao sistema tradicional de derruba-e-queima (DAVIDSON et al., 2008). Também reduz a incidência de plantas infestantes, uma vez que a espessa camada de matéria orgânica que fica sobre o solo abafa as plantas por meio de uma resistência física ou impede a germinação das sementes existentes no solo e a fotossíntese das plantas infestantes.

Um método que pode integrar o uso de animais e vegetais é a técnica da parcaagem, que consiste, basicamente, na aplicação localizada de esterco de gado para fertilização do solo, sendo feita por determinado número de animais que ficam confinados durante a noite numa área reduzida, selecionada previamente para cultivo de culturas alimentares (ALVES; HOMMA, 2005). Mandiocultores do município de Tracuateua, PA que utilizam esse método de fertilização obtêm em média 23,9 t/ha de raízes de mandioca nas áreas de melhor drenagem e preparo de área com tração animal; e obtêm 25,6 t/ha quando a mandioca é cultivada em leiras, para controlar a podridão radicular em áreas mais encharcadas (MODESTO JUNIOR et al. 2011).

Informações obtidas do projeto TerraClass (PROJETO TERRACLASS; 2011) indicam que nas áreas desflorestadas na Amazônia até 2008, correspondentes a 719 mil km², a cobertura de maior abrangência está associada às áreas de pastagem, totalizando aproximadamente 447 mil km², distribuídos em 335 mil km² de pasto limpo, 63 mil km² de pasto sujo, 48 mil km² de regeneração com pasto e 594 km² de pasto com solo exposto. As áreas de agricultura anual totalizaram 35 mil km², e as áreas de vegetação secundária totalizaram 151 mil km². Com base nessas informações, o cultivo da mandioca pode ser efetuado nas áreas alteradas pelo fogo utilizando-se a técnica de jardim de reciclagem, que consiste na utilização de leguminosas arbustivas, como o ingazeiro, com objetivo de produção de lenha e massa

verde para ciclagem de nutrientes a baixa e média profundidade no solo, funcionando como “bombas de nutrientes” no agroecossistema. Nesse sistema a preocupação não é a obtenção de níveis máximos de produtividade, mas a manutenção da vida e da fertilidade do solo no longo prazo. Em pesquisa conduzida por Alves et al. (2010) em Moju, no Pará, envolvendo o plantio de ingazeiros no espaçamento de 5 m x 5 m, intercalados com mandioca, obteve-se no primeiro ano uma produtividade média de mandioca de 24 t/ha. O cultivo dos ingazeiros nesse sistema de jardim de reciclagem permite a produção de matéria orgânica para o solo e a produção de lenha, matéria-prima escassa em várias regiões do Pará. Três anos de cultivo foi o tempo necessário para que as copas das árvores de ingazeiro ocupassem toda a área espacial do solo em que, após a poda, foram produzidos 50 m³/ha de lenha. Após esse período é possível manejar a matéria orgânica fazendo a poda das árvores a uma altura de 1,50 m, seguida do cultivo de mandioca sob a palhada distribuída na superfície do solo.

Em áreas de vegetação secundária de até dez anos de idade, é possível substituir a prática de derruba e queima da vegetação por um sistema mais sustentável, como o uso da roça sem fogo como preparo de área, e o trio da produtividade da mandioca como técnica para melhoria do sistema de produção, associados às técnicas de cultivo de leguminosas herbáceas e arbustivas para enriquecimento da capoeira. A presença de árvores no sistema – tanto nativas, de interesse econômico, resultantes do inventário feito no processo de preparo da roça sem fogo, quanto as posteriormente introduzidas – traz benefícios diretos e indiretos, tais como o controle da erosão e manutenção da fertilidade do solo; o aumento da biodiversidade; a diversificação da produção; e o prolongamento do ciclo de manejo da área. Nessas áreas a produção de mandioca que tem como sequência a implantação de SAFs é uma alternativa promissora para a Amazônia, pois, além da receita auferida com a cultura da mandioca, adiciona-se a receita com a venda de produtos madeireiros e não madeireiros, e posteriormente das espécies frutíferas perenes (açazeiros, cupuacuzeiros, bananeiras, pupunheiras, laranjeiras, castanheiras, entre outras), mantendo-se a biodiversidade com conservação de solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias de processos tendem a ser preteridas em relação às tecnologias de insumos na agropecuária da Amazônia, sendo isso um equívoco conceitual, pois esses mesmos insumos não estão disponíveis aos produtores a preços competitivos em toda a região, por uma falta de logística para a oferta de fertilizantes e corretivos. Esse tem sido um dos fatores responsáveis pelo fracasso de projetos de fomento, pesquisa, assistência técnica e extensão rural dirigidos aos agricultores familiares da Amazônia. Um esforço de pesquisa e extensão rural para difusão de tecnologias de processos poderia ser mais eficaz e impactante na produtividade e na preservação do meio ambiente, pela capacidade de abrangência de um maior número de agricultores familiares.

REFERÊNCIAS

- ABRACAL. Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola. **Calcário agrícola Brasil**: produção por estado. 2010. Disponível em: <http://www.calcario-rs.com.br/Downloads/CALCARIO_AGRICOLA_BRASIL_PRODUCAO_POR_ESTADO_1987_A_2009.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- ALVES, R. N. B.; HOMMA, A. K. O. **Amazônia**: do verde ao cinza. 2. ed. rev. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 243 p.
- ALVES, R. N. B.; HOMMA, A. K. O. **O método de parcaagem como alternativa agroecológica para a integração agricultura/pecuária da produção familiar do Sudeste Paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. (Embrapa Amazônia Oriental. Documento, 220). Disponível em: <http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online/documentos-1/2005/o-metodo-de-parcaagem-como-alternativa-agroecologica-para-a-integracao-agricultura-pecuaria-da-producao-familiar-do-sudeste-paraense>. Acesso em 11 maio 2012.
- ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. ROÇA SEM FOGO: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: CERAT: NESP, 2009. Disponível em: <http://www.cerat.unesp.br/compendio/trabalhos/agricultura/70%20RO_A%20SEM%20FOGO%20alternativa%20agroecol_gica%20para%20o%20cultivo%20de%20mandioca%20na%20Amaz_nia.pdf>. Acesso em: 15 março 2012.
- ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ANDRADE, A. C. da S. O trio da produtividade na cultura da mandioca: estudo de caso de adoção de tecnologias na região no Baixo Tocantins, Estado do Pará. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS

INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Os desníveis regionais e a inovação no Brasil: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica:** [anais...]. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; SILVA, E. S. A. Roça sem fogo: alternativa agroecológica de ciclagem de nutrientes com uso da leguminosa *Ingá edulis* Mart. para produção de mandioca. CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 7., 2010, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: GSC, 2010. 1 CD-ROM.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Consumo de fertilizantes por região.** São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/\\$webindex/7A41892BCC7634FB83256B1200656701?opendocument&print=1](http://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/$webindex/7A41892BCC7634FB83256B1200656701?opendocument&print=1)>. Acesso em: 15 mar. 2012.

COSTA, G. **Governo incentivará indústria nacional de insumos para produção de remédios.** Brasília, DF: Agência Brasil, 2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-04-07/governo-incentivara-industria-nacional-de-insumos-para-producao-de-remedios>>. Acesso em 13 mar. 2012.

CUNHA, J. F.; CASARIN, V.; PROCHNOW, L. I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira de 1988 a 2010. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 135, p. 1-7, setembro, 2011.

DAVIDSON, E. A.; SÁ, T. D. A.; CARVALHO, C. R.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative 35 to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, Oxford, v. 14, p. 1-10, 2008.

DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SA, T. D. D.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W. G. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 110, n. 1-2, p. 43-58, 2005.

HOMMA, A. K. O. Amazônia: desenvolvimento sustentável como segunda natureza? In: BARROS, A. C. (Org.). **Sustentabilidade e democracia para as políticas públicas na Amazônia.** Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático: FASE-IPAM, 2001. p. 103-113. (Série Cadernos Temáticos, 8).

HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K. Aspectos econômicos da adubação e calagem na Amazônia. CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262 p.

IBGE. Sidra. **Dados de previsão de Safra.** 2012. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u2=1&u3=3&u4=1&u1=3>. Acesso em: 22 jan. 2013.

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, p. 335-237, 1999.

KATO, O. R.; KATO, M. S. A. JESUS, C. C. de, RENDEIRO, A. C. **Época de preparo de área e plantio de milho no sistema de corte e trituração no município de Igarapé-Açu, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 64).

KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; SÁ, T. D. de A.; FIGUEIREDO, R. Plantio direto na capoeira. **Ciência e Ambiente**, 29, p. 99-111, 2004.

KULAIF, Y. **Perfil do Potássio**. Contrato nº 48000.003155/2007-17: desenvolvimento de estudos para elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT 2010/2030. [Brasília, DF]: J. Mendo Consultoria: Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2009. 48 p. (Relatório Técnico, 52). Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P29_RT52_Perfil_do_Potxssio.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.

LOPES, O. M. N.; ALVES, R. N. B. **Adubação verde e plantio direto**: alternativas de manejo agroecológico para a produção agrícola familiar sustentável. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 34 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 212).

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o Estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 13).

MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. Sistema agroecológico de roça sem fogo em vegetação de capoeira para produção de mandioca em Baião, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 1 CD-ROM. Editores, Roberto Porro, Milton Kanashiro, Maria do Socorro Gonçalves Ferreira, Leila Sobral Sampaio e Gladys Ferreira de Souza.

MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Produtividade de mandioca cultivada por agricultores familiares na região dos lagos, município de Tracuateua, Estado do Pará. **Amazônia: Ciência Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, 2011. Disponível em: <http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/Revista/edicao_12/n12_produtividade_mandioca.pdf>. Acesso em: 14 maio 2012.

MULUMBA, L. N.; LAL, R. Mulching effects on selectes soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, v. 98, p. 106-111, 2008.

NATO, D. Aumente a rentabilidade na impressão offset com novas tecnologias de insumos. **Revista Tecnologia Gráfica**, São Paulo, nº 77, 2011. Disponível em: <http://www.revistatecnologiagrafica.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1978:aumente-a-rentabilidade-na-impressao-offset-com-novas-tecnologias-de-insumos&catid=39:impressao&Itemid=180>. Acesso em: 17 maio 2012.

OGASAWARA, E.; KULAIF, Y.; FERNADES, F. R. C. A Indústria brasileira de fertilizantes (cadeia NPK, enxofre, rocha fosfática e potássio): projeções de 2010 a 2030. In: FERNADES, F. R. C.; LUZ, A. B. da; CASTILHOS, Z. C. (Ed.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de

Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, MCT, 2010. Cap. 8, p. 145-168. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/agrominerais/novolivro/cap8.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; BORGES, C. D. Sistemas de preparo de solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 3, 2008.

PARÁ. Governo do Estado. **Programa para dinamização da cadeia produtiva da mandioca no Estado do Pará**. Belém, 2004. 49 p.

PROJETO TERRACCLASS. **Sumário Executivo**: levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia. Embrapa, Inpe, 2011. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/sumario_executivo_terraclass_2008.pdf>. Acesso em: 11 maio 2012.

RODRIGUES, J. E. L.; TEIXEIRA, R. N. G.; BOTELHO, S. M. **Competição de variedades de mandioca (*Manihot esculenta*, L), para agricultura familiar no Município de Salvaterra-PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 189).

SARTURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. Plantio direto e transferência de tecnologia nos trópicos e subtropicais. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (Ed.). **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1997. p. 89-112.

SOMMER, R.; VLEK, P. L. G.; SA, T. D. D.; VIELHAUER, K.; COELHO, R. D. R.; FOLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon - evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 68, n. 3, p. 257-271, 2004.

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

Trabalho recebido em 14 de maio de 2012 e aceito em 11 de março de 2013.